



**Proiect „Consolidarea capacității instituționale pentru îmbunătățirea politicilor din domeniul schimbărilor climatice și adaptarea la efectele schimbărilor climatice” Cod SIPOCA/MySmis:610/127579**

**Raport privind activitatea 2 - Realizarea unui studiu privind evaluarea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra unor sectoare cheie vulnerabile și populației (calitatea aerului), metode de predicție a impactului variabilității climatice și analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi**

**Subactivitatea 2.5 Realizarea unui studiu integrat asupra impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra sectoarelor cheie vulnerabile (energie, transport, agricultură și dezvoltare rurală, resurse de apă, biodiversitate, etc) și populației (calitatea aerului) studiu care să includă și analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi**

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





## Cuvânt înainte

Acest document, realizat prin integrarea contribuției partenerilor (Universitatea din București, Garda Națională de Mediu, Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Agenția Națională pentru Aree Naturale Protejate) în documentul generat de către consorțiul condus de către Administrația Națională de Meteorologie, este parte a activității 2, subactivitatea 2.5 din cadrul proiectului „Consolidarea capacității instituționale pentru îmbunătățirea politicilor din domeniul schimbărilor climatice și adaptarea la efectele schimbărilor climatice” Cod SIPOCA/MySmis:610/127579.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



## CUPRINS

<b>Evaluarea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra unor sectoare cheie vulnerabile și asupra populației .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducere .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Analiza dinamicii schimbărilor climatice la nivel regional și național .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Analiza impactului economic și social al schimbărilor climatice la nivel național și regional.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Concepte în studiul hazarduri, vulnerabilității și riscului .....</b>	<b>12</b>
<b>4. Schimbări climatice în sectoarele-cheie vulnerabile .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. Energetic</b>	<b>14</b>
<b>4.2. Transporturi</b>	<b>20</b>
<b>4.3. Resurse de apă</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Forestier</b>	<b>26</b>
<b>4.5. Turism</b>	<b>27</b>
<b>4.6. Sisteme Urbane</b>	<b>28</b>
<b>4.7. Biodiversitate</b>	<b>30</b>
<b>4.8. Populație (Calitatea aerului)</b>	<b>31</b>
<b>4.9. Agricultură și dezvoltare rurală</b>	<b>33</b>
<b>5. Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra unor sectoare cheie vulnerabile și asupra populației.....</b>	<b>36</b>
<b>5.1. Energetic</b>	<b>36</b>
<b>5.2. Transporturi</b>	<b>43</b>
<b>5.3. Resurse de apă</b>	<b>49</b>
<b>5.4. Forestier</b>	<b>61</b>
<b>5.6. Sisteme Urbane</b>	<b>70</b>
<b>5.7. Biodiversitate</b>	<b>76</b>
<b>5.8. Populație (Calitatea aerului)</b>	<b>80</b>
<b>5.9. Agricultură și dezvoltare rurală</b>	<b>85</b>
<b>Concluzii</b>	<b>10</b>
<b>6. Măsuri de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice în fiecare din sectoarele cheie vulnerabile și asupra populației .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1. Energetic</b>	<b>11</b>
<b>6.2. Transporturi</b>	<b>15</b>
<b>6.3. Resurse de apă</b>	<b>16</b>
<b>6.4. Forestier</b>	<b>18</b>
<b>6.5. Turism</b>	<b>20</b>

<b>6.6. Sisteme urbane</b>	22
<b>6.7. Biodiversitate</b>	25
<b>6.8. Populație (Calitatea aerului)</b>	26
<b>6.9. Agricultură și dezvoltare rurală</b>	27
<b>Analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi</b>	<b>30</b>
<b>1. Introducere</b>	<b>30</b>
<b>2. Diferențieri regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic în sectoarele cheie vulnerabile</b>	<b>31</b>
<b>2.1. Agricultură și dezvoltare rurală</b>	31
<b>2.2. Resurse de apă</b>	36
<b>2.3. Transporturi</b>	48
<b>3. Analiza spațială pentru identificarea posibilelor impacturi climaterice asupra infrastructurii de transport feroviar</b>	<b>90</b>
<b>2.4. Turism și activități recreative</b>	104
<b>2.5. Energetic</b>	111
<b>2.5.1. Indicele Standardizat de Precipitații-Evapotranspirație - ISC-SPEI</b>	112
<b>2.5.2. Număr de zile cu temperatura medie zilnică mai mare de 22°C</b>	113
<b>2.5.3. Numărul de zile cu temperatura medie zilnică mai mică de 15,5°C – ISC-E-G1</b>	114
<b>2.5.4. Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura maximă depășește 30°C</b>	116
<b>2.5.5. Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura minimă scade sub -15°C</b>	117
<b>2.5.6. Debut sezon termoficare ISC-E-G4</b>	118
<b>2.5.7. Număr de zile cu viscol – ISC-E-V1</b>	120
<b>2.5.8. Număr de zile cu vijelie – ISC-E-V2</b>	121
<b>2.5.9. Număr de zile în care este favorizată înghețul la sol / chiciura</b>	121
<b>2.5.10. Număr de zile în care este favorizată formarea grindinei – ISC-E-Gr</b>	122
<b>2.6. Forestier</b>	122
<b>2.7. Sisteme urbane</b>	131
<b>2.8. Biodiversitate</b>	144
<b>2.9. Populație (Calitatea aerului)</b>	145
<b>3. Impactul riscurilor climatice în schimbările demografice din România</b>	<b>145</b>
<b>4. Planificare strategică</b>	<b>147</b>
<b>5. Economie verde</b>	<b>150</b>
<b>6. Adaptarea și reziliența la schimbările climatice a sectoarelor cheie vulnerabile și populație (calitatea aerului)</b>	<b>153</b>
<b>7. Corelații între fenomenele de risc climatic și ocuparea forței de muncă în sectoarele</b>	



<b>economice cheie din România</b> .....	161
<b>7.1. Riscuri profesionale induse de schimbările climatice.</b> .....	161
7.1.1. Expunere profesională la fenomene meteorologice extreme .....	162
7.1.2. Expunerea la poluarea componentelor mediului natural (aer) .....	163
7.1.3. Pericolele biologice – ca factor potențator al expunerii categoriilor ocupaționale cheie în cazul producerii de fenomene meteorologice extreme.....	164
<b>7.2. Impactul riscurilor climatice asupra ocupării forței de muncă în sectoarele economice cheie.</b> .....	164
7.2.1. Turism și activități recreative .....	165
7.2.2. Biodiversitate.....	167
7.2.3. Agricultură și dezvoltare rurală .....	167
7.2.4. Resursele de apă .....	168
7.2.5. Transporturi.....	170
7.2.6. Energetic .....	171
7.2.7. Forestier .....	172
7.2.8. Sisteme urbane .....	173
7.2.9. Populație (Calitatea aerului).....	177
<b>ANEXE A.</b> .....	178
<b>ANEXE B. STUDII REALIZATE DE CĂTRE PARTENERII DIN PROIECT</b> .....	202
<b>ANEXA B1. Studiul integrat realizat de Universitatea din București asupra impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra sectorului biodiversitate, studiu care include și analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi.</b> .....	203
<b>1. Selectarea speciilor pentru care s-a realizat modelarea anvelopei climatice</b> .....	203
<b>2. Rezultatele modelării impactului modificărilor climatice asupra:</b> .....	205
<b>2.1 Speciilor și habitatelor</b> .....	205
2.1.1. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de speciile analizate pentru cele 4 scenarii climatice .....	205
2.1.2. Rezultatul modelării spațiale a suprafețelor ocupate de speciile analizate pentru cele 4 scenarii climatice.....	212
<b>2.2. Acoperirii terenurilor și implicații pentru furnizarea de servicii ecosistemice</b> .....	227
<b>3. Concluzii</b> .....	230
<b>ANEXA B2. Studiu privind efectele schimbărilor climatice asupra sistemelor naturale și a organismelor vertebrate aflate în captivitate realizat de Garda Națională de Mediu</b> .....	231
<b>ANEXA B3.</b> .....	236
<b>ANEXA B4. Studiu asupra impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra</b>	

<b>biodiversității – Agenția Națională pentru Arii Naturale Protejate .....</b>	<b>237</b>
<b>1. Introducere .....</b>	<b>237</b>
<b>2. Metodologia de lucru .....</b>	<b>251</b>
<b>3. Zona de interes .....</b>	<b>253</b>
<b>4. Rezultate obținute .....</b>	<b>255</b>
<b>5. Concluzii .....</b>	<b>300</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>315</b>

## Evaluarea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra unor sectoare cheie vulnerabile și asupra populației

### Introducere

România este o țară cu factor mare de vulnerabilitate la producerea dezastrelor naturale și tehnologice ceea ce necesită o abordare sistemică, coerentă și coordonată a activității sistemului național de management al situațiilor de urgență în toate fazele sale și un cadru legislativ adecvat și bine susținut material. În ceea ce privește contextul actual al riscului de dezastre din România, dezastrele geofizice și cele legate de climă reprezintă o amenințare considerabilă pentru eforturile țării de a atenua sărăcia și creșterea economică durabilă, pierderile în caz de dezastre crescând pe măsură ce apar schimbări climatice și urbanizare. România este predispusă la o serie de dezastre naturale, în special cutremure, inundații, secetă și vreme extremă, dar și tehnologice, cum ar fi accidente chimice, nucleare sau poluările accidentale, având în ultimele decenii efecte fizice, sociale și financiare semnificative. Începând cu 1990, în România au fost înregistrate peste 70 de evenimente grave de dezastru, inclusiv 44 de inundații, 15 evenimente de temperatură extremă, 7 furtuni, 2 cutremure, mai multe episoade de secetă și 5 alunecări de teren, soldate cu peste 3,5 miliarde USD de daune directe. În perioada 1901-2019, la nivelul României, temperatura medie anuală a aerului a crescut cu mai mult de 1°C. (IGSU, 2020, *Planul Național De Management Al Riscurilor De Dezastre*). În România, cel mai călduros an este 2019, urmat în ordine descrescătoare de 2015, 2007, 2018, 2014, 1994, 2009, 2013, 2012 și 2008.

Creșterile de temperatură nu sunt uniforme, în funcție de factorii locali, ele variază, pe regiuni și în funcție de anotimp. De exemplu, începând din 1961 și până în prezent, mediile temperaturii aerului au crescut cu 2-3 grade Celsius, în cazul verii, în regiuni din sudul țării. Analiza datelor, indică de asemenea, faptul că 9 din cei 10 considerați cei mai călduroși ani din intervalul 1900-2019 s-au înregistrat în intervalul 2000-2019, exceptând doar anul 1994 (tabelul 1). În intervalul 2015-2019 s-au înregistrat cei mai călduroși 5 ani consecutivi, iar deceniul 2010-2019 este cel mai călduros deceniu din istoria măsurătorilor meteorologice.

N <sup>o</sup>	Anul	Temperatura medie anuală a aerului (°C)	Abaterea
1	2019	12.1	1.9207
2	2015	11.7	1.7087
3	2007	11.7	1.6637
4	2018	11.6	1.5655
5	2014	11.4	1.3524
6	1994	11.4	1.3464
7	2009	11.3	1.2688
8	2013	11.2	1.2262
9	2012	11.2	1.2254
10	2008	11.2	1.2182

Tabelul. 1.1. Cei mai calduși 10 ani din intervalul 1900-2019 (Sursa: Baza Fondului Național de Date Meteorologice ANM)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



## 1. Analiza dinamicii schimbărilor climatice la nivel regional și național

În perioada 1901-2020, la nivelul României, temperatura medie anuală a aerului a crescut cu mai mult de 1°C. În contextul încălzirii globale, amplitudinile schimbărilor în regimul climatic din România sunt influențate de factori locali și regionali. Analiza efectuată utilizând datele colectate la stațiile meteorologice cu șir lung (1961-2020) din rețeaua Administrației Naționale de Meteorologie, evidențiază tendințe crescătoare ale temperaturii aerului pentru toate anotimpurile. Vara și iarna tendințele de creștere ale temperaturii sezoniere sunt semnificative statistic pe tot teritoriul României la un nivel de încredere egal și mai mare de 99%, respectiv 95%. Iarna și vara creșterile de temperatură sunt cele mai mari. Vara, rata decenală de creștere a temperaturii se încadrează între 0,2°C și peste 0,6°C. Iarna, ea se încadrează între 0,1°C /deceniu și peste 0,6°C/deceniu, cu valorile cele mai mari. Și în cazul primăverii tendințele de creștere semnificative statistic sunt prezente la majoritatea stațiilor meteorologice analizate (rate decenale între 0,2°C /deceniu și peste 0,5°C /deceniu), dar mărimea creșterilor este, în general, mai mică decât în cazul anotimpurilor solstițiale. Toamna, tendințele de creștere ale temperaturii (rate decenale între 0,001°C /deceniu și peste 0,3 °C /deceniu) sunt cele mai mici din toate anotimpurile și nu sunt semnificative statistic decât la o parte din stațiile meteorologice analizate.

Numărul anual de zile caniculare și cel de nopți tropicale a crescut în perioada 1991-2020 comparativ cu 1961-1990, iar evoluția lor la nivelul României indică drept moment al schimbării anii '87 – '88 ai secolului trecut. Creșterile numărului de zile caniculare și cel al nopților tropicale sunt mai mari în extremitatea sudică a României și în regiunile de câmpie din vestul și sud-estul țării. Numărul de zile de îngheț s-a redus, în special în nordul, estul și sud-estul țării, dar și în unele zone din sud și în Munții Apuseni (Bojariu și et al. 2015).

Există și un semnal al creșterii duratei de strălucire a Soarelui, semnificativ statistic pe întreg cuprinsul țării, în timpul primăverii și verii, identificat pentru perioada 1961-2013 de Bojariu și et al. (2015).

În perioada 1961-2020, cantitățile de precipitații sezoniere nu prezintă configurații clare ale unor tendințe decât în anotimpul de toamnă, când ele sunt în general de creștere, dar nu majoritar semnificative statistic pe teritoriul României, la un nivel de încredere de cel puțin 90%, fapt ce se reflectă direct în tendințele de creștere ale debitelor din anotimpul respectiv (Birsan și et al., 2012; Birsan și et al., 2014; Bojariu și et al., 2021). Busuioc și et al. (2016) au identificat și dovezi ale intensificării precipitațiilor extreme la stații din România, pentru intervale subzilnice (ore).

La nivelul României, există o tendință de scădere a grosimii medii a stratului de zăpadă din sezonul rece (octombrie-aprilie 1961-2021) atunci când se analizează media valorilor măsurate la stațiile aflate la altitudini sub 800 de m. Este interesant de menționat că există o diferență intrasezonieră în comportamentul tendințelor de scădere a mediei grosimii stratului de zăpadă, acestea manifestându-se în lunile decembrie, ianuarie, februarie și martie, cu magnitudinea cea mai mare în februarie (0,5 cm/deceniu). În lunile octombrie și noiembrie, evoluțiile mediilor obținute din observațiile de la stațiile aflate la altitudini sub 800 m relevă tendințe liniare opuse, de creștere a grosimii medii a stratului de zăpadă, dar nesemnificative statistic. În general, există un comportament diferit la stațiile situate la altitudini mai mari de 800 m, pentru care există și tendințe de creștere a grosimii medii a stratului de zăpadă (Bojariu și et al., 2021). Componenta de variabilitatea climatică a grosimii medii lunare a stratului de zăpadă este puternică. Variabilitatea grosimii stratului de zăpadă a fost examinată în România de Cazacioc & Cazacioc (2005) pentru intervalul 1961-1990, Bojariu și Dinu (2007) pentru intervalul 1961-2000 și Birsan și Dumitrescu (2014a) pentru intervalul 1961-2010, iar autorii au conchis că faza pozitivă a oscilației nord-atlantice

(NAO) favorizează ierni cu mai puțină zăpadă, pe când faza negativă este asociată cu ierni în care stratul de zăpadă este mai consistent.

Semnalul global al schimbării climei se proiectează la scări regionale și locale foarte diferit. Din punct de vedere socio-economic, sunt importante tocmai aceste proiecții climatice regionale ale schimbării climei. Încălzirea globală nu e uniformă în spațiu și timp pentru că factorii locali și variabilitatea naturală nuanțează semnalul global. În cazul României, problema regionalizării semnalului global al schimbării climei este cu atât mai complexă cu cât factorii locali sunt mai diverși. Prezența arcului carpatic, vecinătatea Mării Negre, diversitatea foarte mare a tipurilor de soluri, toate aceste caracteristici locale și încă multe altele modulează răspunsul climatic la încălzirea globală (Bojariu și et al. 2015).

Pentru viitorul apropiat (2021-2050), la nivelul României, rezultatele modelelor climatice analizate indică o creștere medie a temperaturii lunare în cea mai caldă lună a anului cu peste 3 ° C. Diferențele legate de scenariu sunt relativ mici în primele decenii ale secolului XXI. Diferențe climatice mari sunt așteptate de la mijlocul secolului XXI către sfârșitul său. Pentru scenariile pesimiste (SSP5 RCP 8.5), creșterea medie lunară a temperaturii pentru România poate atinge aproape 7 ° C în lunile de vară, iar reducerea medie a cantității lunare de precipitații ajunge până la 30 %, în intervalul 2061-2090, comparativ cu intervalul 1961-1990 (SRES A2). Spre sfârșitul secolului XXI (1971-2100), în sezonul rece, există un semnal de creștere a cantității de precipitații în regiunile din vestul, nordul și centrul României, în timp ce în sud-estul țării fluctuațiile sunt mici, comparativ cu intervalul de referință 1971-2000. La nivelul României, această creștere medie lunară poate ajunge la valori de peste 20%. Iarna, se anticipează că va avea loc o scădere a grosimii stratului de zăpadă, o modificare a raportului dintre precipitațiile solide și lichide, și o creștere a debitelor râurilor. Reducerea stratului de zăpadă, primăvara, în condițiile tendințelor de creștere a temperaturii, ar putea favoriza incendiile forestiere în vara ce urmează.

Frecvența valurilor de căldură, care a crescut în clima prezentă, va continua să crească în deceniile următoare – pentru valurile de căldură definite de valori absolute ale temperaturii, mai pronunțat în regiunile sud-estice, sudice și vestice ce înconjoară lanțul carpatic. Aglomerările urbane vor resimți și mai puternic stresul termic crescut, datorită efectului de insulă urbană de căldură. Pe de altă parte, rezultatele experimentelor numerice ne sugerează că episoade cu cantități mari de precipitații vor fi din ce în ce mai frecvente pe tot teritoriul României. Variabilitatea mare a manifestărilor factorilor climatici în România are impact asupra sistemelor hidrologice și ecosistemelor. Se evidențiază o anumită tendință de reducere a resurselor de apă în contextul în care reducerea stratului de zăpadă, primăvara, favorizează o tendință de reducere a debitelor minime de vară.

Astfel, față de resursa de apă dulce de suprafață a României (fără fluviul Dunărea) medie multianuală (pe ultimii 60 ani), de circa 40 mld. m<sup>3</sup>, aceasta a fost de 24,6 mld. m<sup>3</sup> în anul 2012, iar la nivelul anului 2015, resursa de apă a României a fost de 35,2 mld. m<sup>3</sup>. În general acestea au o tendință de scădere pe teritoriul României (cu maxim -21 %). Variația mare de la an la an a resursei de apă este caracteristică mai ales zonelor joase, de câmpie sau depresiuni. Această tendință este evidentă cu toate că în perioada 2001 - 2010 România s-a confruntat cu fenomene extreme cum ar fi inundațiile istorice de pe râurile interioare din anii 2005, 2008 și 2010, inundațiile istorice de pe sectorul românesc al fluviului Dunărea din anul 2006, dar și cea mai gravă secetă din ultimii 60 de ani, înregistrată în anul 2007. Astfel, deși în ultimii ani resursele de apă se situează sub media multianuală, s-au produs totuși viituri și inundații chiar și în anii caracterizați ca fiind secetoși, ceea ce evidențiază o tendință de intensificare a fenomenelor extreme. În condițiile în care tendința de creștere a temperaturii va continua să se manifeste și se va accelera chiar, la care se va adăuga și tendința viitoare de reducere a cantității de precipitații, vara, atunci este de așteptat ca în deceniile următoare să se evidențieze o tendință de scădere a debitelor în sezonul cald (e.g. Bojariu și et al., 2021).



În condițiile scenariilor care arată, în general, o tendință de reducere a cantității medii de precipitații, vara, în paralel cu o creștere a frecvenței de producere a precipitațiilor cu caracter torențial, fenomenele extreme se vor accentua (IGSU, 2020, Planul Național De Management Al Riscurilor De Dezastre)

Precizările cantitative în legătură cu modificările în regimul mediu climatic și în frecvența și intensitatea unor tipuri de fenomene extreme ce se pot transforma în hazarduri, în condițiile schimbării climatice, trebuie luate în considerare ținând cont de incertitudinile ce însoțesc proiecțiile viitoare ce folosesc modelarea climatică.

## 2. Analiza impactului economic și social al schimbărilor climatice la nivel național și regional

Impacturile hazardurilor climatice asupra sistemelor umane trebuie și ele evaluate și modelate în condițiile schimbării climatice. În acest context, trebuie făcută distincția între necesitățile pe termen lung și scurt pentru a răspunde impacturilor climatice. Variabilitatea climatică este importantă pentru intervalele scurte de timp (de obicei, pe scări intra-anuale și inter-anuale), în timp ce schimbările climatice acționează pe termen lung, dincolo de scara decenală.

Tendința viitoare de reducere a rezervelor de apă, vara, mai ales în bazinele râurilor din sudul și estul României din cauza creșterii evapotranspirației, a tendinței de reducere a cantității de precipitații vara, coroborate cu schimbările în ciclul sezonier al debitelor râurilor, reducerea grosimii stratului de zăpadă din sezonul rece și schimbarea raportului între precipitațiile solide și cele lichide, iarna ar putea intensifica concurența între diferiți utilizatori de apă, cum ar fi cei din sectorul de generare a energiei electrice, agricultură, industrie, turism și utilizatorii casnici. În plus, din cauza reducerii cantității de precipitații, vara, producția de energie de la hidrocentrale s-ar putea reduce în această perioadă a anului, iar energia produsă de unitățile centrale nucleare ar putea fi redusă și ea, în același timp, pe fondul debitelor mai scăzute și creșterii temperaturii apei ce vor pune probleme în eficiența răcirii din procesul tehnologic. Această situație este și un exemplu de risc climatic cu efect în cascadă, în care există mai multe impacturi climatice ce își potentează unul altuia influențele, amplificând mult efectele socio-economice.

Impacturile schimbării climatice asupra activităților din sectorul turismului sunt multiple și diferențiate în funcție de factorii locali specifici. Există nișe de oportunitate legate, de exemplu, de tendința de creștere a duratei sezonului cald ce poate avantaja turismul în toate regiunile țării, dar cu precădere cel litoral, în contextul în care turismul estival în zona mediteraneană va fi afectat negativ de temperaturile din ce în ce mai mari ce pot crea disconfort și de fenomene extreme din ce în ce mai severe, precum incendiile de vegetație extinse, intense și persistente. Pe de altă parte, turismul legat de sporturile de iarnă poate fi afectat de tendința de reducere a grosimii medii a stratului de zăpadă.

Analiza impactului creșterii temperaturii în România asupra sănătății publice sugerează că, în viitor, mortalitatea cauzată de temperaturile scăzute se va reduce odată cu creșterea temperaturilor și în sezonul rece. În același timp, o creștere accentuată a mortalității cauzate de temperaturile ridicate este estimată în condițiile scenariilor cu emisii ridicate, când mortalitatea legată de temperaturile ridicate ar putea depăși mortalitatea legată de temperaturile scăzute, în marile aglomerări urbane ale României (mai ales în cele din sudul țării, unde stresul termic, vara, este mai accentuat). În prezent, mortalitatea asociată cu temperaturile

scăzute este preponderentă în România, ca în multe din regiunile cu climă temperat continental (Bojariu și et al. 2021, Chițu și et al., 2021). De altfel, zonele urbane acționează ca amplificatoare ale schimbării climatice datorită efectelor mediului construit ce generează insula de căldură. Astfel stresul termic asociat valurilor de căldură este accentuat de insula de căldură a orașului, iar precipitațiile mai intense generează inundații urbane cu atât mai severe cu cât solul este mai mult izolat de atmosferă cu asfaltul drumurilor și clădiri.

Fenomenele extreme își modifică statisticile în condițiile schimbării climatice, transformându-se în hazarduri cu impacturi asociate asupra economiei și societății. De exemplu, în contextul deforestării accelerate, creșterea frecvenței episoadelor cu o cantitate mare de precipitații ar putea favoriza o incidență mult crescută a inundațiilor rapide (Bojariu și et al., 2021).

Dincolo de tendințele pe termen mediu și lung, cauzate de încălzirea globală, se așteaptă ca productivitatea culturilor agricole să varieze din ce în ce mai mult de la an la an, ca urmare a evenimentelor meteorologice extreme. Agricultură se pare că va rămâne unul dintre sectoarele cele mai vulnerabile la impactul schimbării climatice în Europa și în România (EEA 2019). În viitor, impacturile climatice asupra agro-ecosistemelor și producției agricole vor afecta veniturile agricole din întreaga Uniune Europeană (deci și din România), din cauza efectelor asupra prețului, cantității și calității produselor și, în consecință, asupra schimburilor comerciale. În acest context, valoarea economică a terenurilor agricole europene se poate modifica semnificativ datorită combinațiilor acestor efecte în cascadă. Intensificarea activităților agricole ar putea avea loc în nordul și vestul Europei, în timp ce în sudul Europei și, în special, în zonele din vecinătatea Mării Mediterane, o reducere a profitabilității agriculturii ar putea duce la abandonarea terenurilor agricole (EEA 2019). În acest context, agricultura din România, deși supusă și ea unor impacturi climatice legate de modificări în regimul termic, pluviometric și în statistica unor fenomene extreme, ar putea avea totuși nișe de oportunitate, comparativ cu agricultura din regiunea mediteraneană. Aceste nișe de oportunitate odată folosite ar putea contribui la creșterea relativă a valorii terenurilor agricole în țara noastră și la dezvoltarea durabilă a activităților agricole.

Impactul schimbării climatice asupra fluxurilor comerciale internaționale de mărfuri agricole este și el relevant, deoarece acestea pot contracara lipsurile de produse, care pot apărea ca urmare a condițiilor meteorologice și climatice extreme, prin furnizarea de importuri din regiuni neafectate, unde astfel de produse sunt încă disponibile. Comerțul permite răspândirea de noi tehnologii sau “know-how”, reducând costurile de producție și sporind securitatea alimentelor și a furajelor. Astfel, comerțul poate îmbunătăți atât acțiunile de adaptare, cât și acțiunile de atenuare, deși există multe aspecte ale comerțului, împreună cu legăturile sale cu acțiunile climatice din sectorul agricol, care necesită o mai bună înțelegere și cercetări suplimentare (EEA 2019).

Deși sensul tendințelor observate, legate de schimbarea climatică, este în general identificat robust, există incertitudini semnificative cu privire la rata exactă a schimbării și impacturile sale concrete. Cuantificarea tuturor acestor impacturi vine cu incertitudini asociate ce contribuie și ele, pe lângă incertitudinile asociate cuantificării hazardurilor, la incertitudinile asociate evaluării riscurilor climatice. Riscurile viitoare climatice și mai ales cele ale căror efecte se pot multiplica în cascadă sunt teme de maxim interes pentru România. O mai bună înțelegere a riscurilor legate de climă poate deschide o gamă mai largă de răspunsuri și soluții adaptive. Dar chiar cu îmbunătățirea cunoștințelor privind riscurile climatice, un anumit nivel de incertitudine va rămâne întotdeauna și va trebui luat în considerare în timpul proceselor decizionale privind adaptare la schimbarea climatică și atenuarea sa.

### 3. Concepte în studiul hazarduri, vulnerabilității și riscului

Hazardul (H) este un eveniment amenințător sau probabilitatea de producere a unui fenomen potențial producător de pagube într-un areal, într-un interval precizat de timp (conform Internationally agreed glossary of basic terms related to disaster management, DHA, 1992). Orice hazard implică un nivel preexistent de risc al spațiului considerat (Alexander, 1993, Wilhite, 2000, Smith, 2001). Așadar, atribuirea calității de hazard unui fenomen natural nu este condiționată de producerea de pagube materiale sau victime, ci de potențialul unor astfel de consecințe. De altfel, aceasta poate fi considerată caracteristică esențială ce deosebește terminologic hazardul natural de evenimentele naturale extreme (Coppock, 1995). În acest context, înțelesul inițial al termenului hazard a evoluat și a căpătat un sens nou. Hazardul nu este un fenomen întâmplător și nici predictibil, ci doar manifestarea și consecințele sale sunt, în general, dificil de prognozat și controlat. Hazardurile pot fi naturale și antropice. Hazardul este un termen care semnifică o manifestare externă sistemului afectat (PAHO, 2000), iar alăturarea termenului natural accentuează cauzalitatea exterioară omului (Burton et al., 1978). Probabilitatea statistică de producere a unui eveniment natural potențial producător de efecte negative definește cantitativ hazardul. Exemple de hazarduri naturale sunt: cele climatice (valuri de căldură, secete, episoade cu precipitații abundente, furtuni, tornade, etc.), seismice (cutremure de magnitudine mare), biologice (epidemii/pandemii). Hazarduri antropice sunt cele legate, de exemplu, de accidente generate de activități industriale, nucleare.

Vulnerabilitatea (V) se referă la capacitatea unei persoane sau grup social de a anticipa, rezista și reface în urma impactului unui hazard natural (Tobin și Montz, 1997, Wilhite, 2000). În același sens, Blaikie et al. (1994) înțeleg prin vulnerabilitate “*caracteristica unei persoane sau a unui grup de persoane de a anticipa, a face față, a rezista și a se reface în urma impactului cu un hazard natural*”. Vulnerabilitatea implică o combinație de factori care determină gradul în care viața și proprietatea se găsesc la risc din cauza unui eveniment. Ca și hazardul, vulnerabilitatea este un indicator al unei stări viitoare a unui sistem, definind gradul de (in)capacitate a sistemului de a face față stresului așteptat (Smith, 2001).

În termeni generali, vulnerabilitatea poate fi înțeleasă ca predispoziția sau susceptibilitatea unui element de a fi afectat negativ din cauze externe (IADB, 2000, PAHO, 2000, IPCC, 2001).

Riscul (R) este o funcție matematică depinde de hazard și impact exprimând relațiile dintre un fenomen și consecințele lui asupra sistemelor umane și ecosistemelor (Figura 3.1) (Slaymaker, 1999; IPCC, 2014). Expunerea la hazard este relativ constantă într-un areal, vulnerabilitatea implică reacția societății umane, nivelul calitativ și cantitativ al pregătirii și reacției acesteia față de pericol, iar combinația dintre cele două definește cantitativ impactul



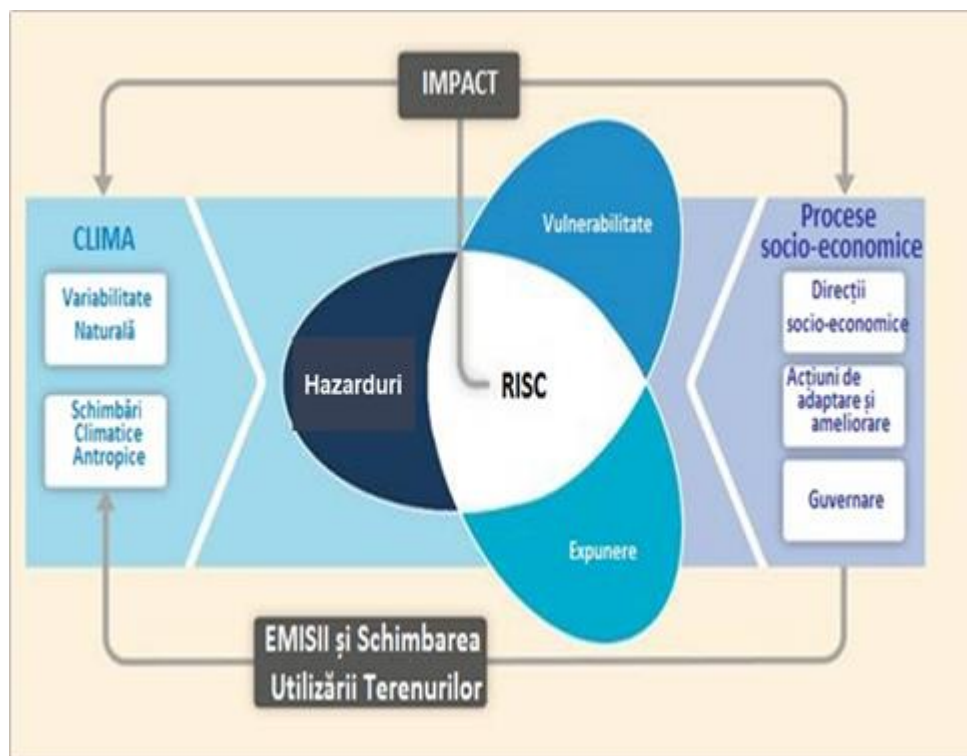


Figura 3.1 Riscurile în contextul variabilității și schimbării climatice

(după IPCC WGII Summary for Policymakers, 2014).

Prognoza riscului implică posibilitatea precizării cât mai exacte a locului de apariție a fenomenului respectiv (Bălțeanu et al., 1989). Trebuie remarcat în acest context progresul însemnat al capacităților de prognoză în cazul multor fenomene, atât în privința momentului de producere, cât și a arealului susceptibil a fi afectat. Se exprimă prin produsul dintre riscul specific ( $R_s$ ) și elementele de risc ( $E_r$ ). Riscul specific ( $R_s$ ) reprezintă nivelul pierderilor așteptate ca urmare a manifestării unui hazard natural.  $R_s$  depinde de caracteristicile hazardului și de vulnerabilitate. Elementele la risc sau elementele expuse riscului ( $E_r$ ) includ populația și toate valorile materiale expuse riscului de a fi afectate de un hazard natural într-un anumit areal. Riscul total ( $R_t$ ) cuantifică pierderile umane și materiale totale care ar rezulta în urma unui hazard sau dezastru natural. Se utilizează formula:

$$R_t = E \times R_s = E (H \times V).$$

Riscurile climatice sunt specifice sectoarelor socio-economice. Astfel, riscul agrometeorologic/agroclimatic presupune analiza unui eveniment/fenomen de risc/stres agrometeorologic/agroclimatic pe baza investigării și analizei unor serii de date meteorologice/climatice și a parametrilor agrometeorologici/agroclimatici derivați din aceste date în scopul evaluării unei perioade mai scurte sau mai lungi de timp și care reprezintă situația reală a efectelor singulare sau cumulative, precum și vulnerabilitatea la producerea riscurilor a speciilor vegetale.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Agrometeorologia/agroclimatologia cuantifica astfel, impactul producerii evenimentelor/fenomenelor extreme/periculoase in domeniul agriculturii, managementul riscului datorat fenomenului de seceta agricola incluzând in principal acțiuni privind gestionarea și conservarea resurselor agroclimatice cu scopul de a preveni și diminua situațiile de risc, precum și luarea unor decizii corecte pe termen imediat sau in perspectiva.

Sectorul agricol este în general expus la următoarele categorii de riscuri:

- Fenomene meteorologice nefavorabile, cum ar fi grindină, furtuni, vânturi puternice, ploi excesive sau secetă, expunerea la căldură sau frig excesiv și variații extreme de temperatură înaltă și scăzută - [riscuri climatice];
  - Boli și probleme sanitare care afectează plantele și animale - [risc sanitar];
  - Incidente de mediu/poluare care pot afecta atât plantele, cât și animalele - [risc de mediu].
- (*Gestionarea mediului-Măsura 17, MADR, 2015*)

## 4. Schimbări climatice în sectoarele-cheie vulnerabile

### 4. 1. Energetic

Piețele internaționale de energie se află într-o schimbare dinamică și complexă pe mai multe dimensiuni: tehnologică, climatică, geopolitică și economică. România trebuie să anticipeze și să se poziționeze față de tendințele de pe piețele internaționale, trebuie să facă față tuturor provocărilor atât la nivel global, cât și local: (i) securitatea aprovizionării cu energie electrică, (ii) concurența în creștere și (iii) reducerea impactului asupra mediului prin reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

În procesul de tranziție către o economie neutră din punct de vedere climatic sectorul energetic trebuie abordat din două perspective: pe de-o parte este și el influențat de schimbările climatice, care generează fenomene meteorologice extreme, fiind necesară implementarea unor măsuri de adaptare (de reziliență la schimbările climatice), iar pe de altă parte, este unul dintre sectoarele economice a cărui contribuție este semnificativă în procesul de decarbonare.

Una dintre principalele provocări ale Uniunii Europene și implicit a României este modul în care este asigurată aprovizionarea cu energie a consumatorilor, avându-se în vedere faptul că energia electrică din surse regenerabile („verde”) este competitivă și „curată”. Deși se au în vedere măsuri de creștere a eficienței energetice, pe termen lung este așteptată o creștere a cererii globale de energie. În prezent este certă renunțarea la surse tradiționale de producere a energiei electrice bazate pe cărbune și sunt încă dezbătute aspectele legate de acceptarea utilizării gazelor naturale ca și combustibil de tranziție.

Pe termen mediu și lung este necesară anticiparea și adaptarea la schimbările climatice deoarece acestea au impact, pe de o parte asupra evoluției consumului de energie (și a sezonității acestuia) și, pe de altă parte, asupra activităților din sector, respectiv asupra producerii, operării infrastructurilor de transport și distribuție și furnizării.

Efectele schimbărilor climatice asupra sectorului energetic au fost resimțite pe tot lanțul producere – transport -distribuție și furnizare prin:

### *Fenomene de secetă*

Au influență directă asupra producerii energiei electrice în centralele hidroelectrice. Un nivel scăzut al apei în lacurile de acumulare are drept consecință o producție redusă în centralele hidroelectrice. Pot apare și limitări ale producției în centralele termoelectrice pe cărbune/gaz și în centralele nucleare cauzate de imposibilitatea asigurării răcirii corespunzătoare. Producția de energie scade sau lipsește în centralele eoliene din cauza lipsei vântului.

*Seceta* poate fi însoțită de temperaturi extreme (foarte ridicate pe perioada de vară sau foarte scăzute pe perioada de iarnă).

Temperaturile foarte ridicate, pe timpul verii reduc eficiența de producere a centralelor fotovoltaice. De asemenea la finalul perioadei de secetă pot fi înregistrate fenomene meteo extreme (furtuni/tornade sau precipitații intense care pot conduce la inundații).

### *Valuri de frig*

Evenimente în care temperaturile negative sunt sub media sezonieră, sub - 10° C până la - 20° C. Apa înghețată în lacurile de acumulare, pe râuri și pe fluvii și conduce la un nivel scăzut al apei în lacurile de acumulare care au drept consecință o producție redusă în centralele hidroelectrice dar și limitări ale producției în centralele termoelectrice pe cărbune/gaz cauzate de imposibilitatea asigurării răcirii corespunzătoare. De asemenea producția de energie scade sau se oprește complet în centralele eoliene din cauza lipsei vântului.

Crește semnificativ consumului din cauza necesității sporite de asigurare a încălzirii din surse electrice, în special în zonele urbane. Fenomenul poate fi accentuat în marile orașe pe fondul neasigurării încălzirii din rețeaua de termoficare.

Valul de frig conduce la perturbații în rețeaua de transport rutier, feroviar, naval și aerian, afectând alimentarea cu combustibil a centralelor, intervențiile operative în instalații și întreaga activitate economică națională.

La finalul valului de frig pot fi înregistrate fenomene meteo extreme (furtuni/tornade sau precipitații intense).

### *Intensificări ale vântului, însoțite de descărcări electrice*

Rafale cu viteze de 150 km/h (mai mult de 40 m/s), furtuni, însoțite uneori și de descărcări electrice. Pot fi înregistrate cantități de precipitații foarte ridicate. Furtuna poate determina declanșări de linii electrice, ruperi de conductoare, căderi de copaci pe linii. Uneori, indisponibilitatea elementelor de rețea poate fi de lungă durată. Producția din centralele eoliene scade deoarece dimensiunile palelor fiind mari, pentru a evita distrugerea acestora - acestea se opresc.

*Condiții meteorologice specifice de iarnă: depuneri de zăpadă, gheață, chiciură, polei*

Centralele eoliene se opresc.

### *Inundații*

Cantitățile ridicate de precipitații pot cauza inundarea stațiilor și a centralelor electrice, blocarea admisiei apei la turbine din cauza aluviunilor, resturi, copaci, etc. sau alunecări de teren care pot provoca distrugerii de baraje.

Infrastructura de transport și de distribuție (energie electrică, gaze naturale, energie termică livrată din sisteme publice), poate fi, de asemenea, afectată.

### *Condiții meteorologice specifice de iarnă: depuneri de zăpadă, gheață, chiciură, polei*

Pot apărea avarii pe liniile electrice, care duc la întreruperi în alimentarea cu energie a consumatorilor. Apar perturbații în rețeaua de transport rutier care determină întârzieri în efectuarea lucrărilor de remediere a defectelor/reparare a echipamentelor afectate.

### *Schimbările bruște ale condițiilor meteorologice*

Au impact atât asupra consumatorilor, cât și asupra participanților la piețele de energie. Schimbările bruște determină erori de prognoză a producției în centralele de energie regenerabilă (fotovoltaică și eoliană) și creează probleme în exploatarea curentă a SEN. Erorile de prognoză determină costuri suplimentare atât pentru producători, cât și pentru furnizorii care sunt nevoiți să achiziționeze în ultimul moment, la prețuri ridicate energia de completare.

Dintre indicatorii care evidențiază impactul schimbărilor climatice menționăm: temperatura, durata valurilor de căldură, precipitațiile, numărul de zile cu necesar de încălzire / răcire, seceta (frecvență și durată), modificarea duratei sezonului de încălzire. În analiza impactului potențial al schimbărilor climatice urmărim să cuantificăm cum aceste modificări pot reprezenta o „amenințare” pentru bunuri și persoane. În mod specific ne uităm, în cazul sectorului energetic, care sunt vulnerabilitățile, care sunt probabilitățile de apariție a fenomenelor meteorologice extreme și care este impactul estimat. Pentru estimarea riscurilor ne bazăm pe înregistrările istorice.

Astfel, influențele sunt resimțite fie în *perioade de secetă*, fie în *perioade foarte friguroase (valuri de frig)*.

Pentru a pune în evidență modul în care fenomenele extreme (***creșterea numărului de zile cu temperaturi foarte mari***) influențează comportamentul consumatorilor ***și care este mixul de producere*** au fost alese două perioade specifice anului 2021. Fenomenele extreme au impact direct asupra consumului de energie electrică. Spre exemplificare, în figurile 4.1.1 -4.1.3. , este prezentată situația producției, consumului și soldului (import/export) de energie electrică din SEN (Sistemul Electroenergetic Național) în perioada 25 iulie – 20 august 2021, perioadă în care s-au înregistrat temperaturi foarte mari. În perioada aleasă putem constata că:

-Valoarea maximă a consumului a fost înregistrată în data de 28.07.2021 la ora 13:17:32 – 8788 MW.

-Valoarea minimă a consumului a fost înregistrată în data de 16-08-2021 la ora 04:37:36 : 4965 MW

-Valoarea maximă a producției eoliene a fost înregistrată în data de 05.08.2021: 2283 MW;

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



-Valoarea maximă a producției din centrale fotovoltaice a fost înregistrată în data de 7.08.2021 la ora 13:18:26: 764 MW.

-În toată această perioadă soldul Producție – Consum a fost negativ – adică o parte din consum a fost asigurată din import. Cea mai mare valoare înregistrată, în data de 30-07-2021 la ora 14:11:47 a fost de 1756 MW (deconectare Unitatea 2 Cernavodă).

Pe de altă parte, în perioadele geroase, pe fondul scăderii presiunii în rețelele de transport gaze naturale sau pe fondul neasigurării energiei termice din sistemele publice de alimentare centralizată (de exemplu în situația înregistrată în municipiul București în iarna 2020 – 2021), de asemenea poate crește consumul de energie electrică pentru a asigura încălzirea locuințelor.

Spre exemplificare, în figura 4.1.4., este prezentată situația producției, consumului și soldului (import/export) de energie electrică din SEN (Sistemul Electroenergetic Național) în perioada 15 ianuarie – 20 februarie 2021, perioadă în care s-au înregistrat temperaturi foarte scăzute. În perioada aleasă putem constata că:

-Valoarea maximă a consumului a fost înregistrată în data de 19-01-2021 la ora 09:57:11 – 9738 MW.

-Valoarea minimă a consumului a fost înregistrată în data de 25-01-2021 la ora 02:30:19: 5641 MW

-Valoarea maximă a producției eoliene a fost înregistrată în data 25-01-2021 06:26:19: 2703 MW;

-Valoarea maximă a producției din centrale fotovoltaice a fost înregistrată în data de 15-02-2021 la ora 12:43:23: 637 MW.

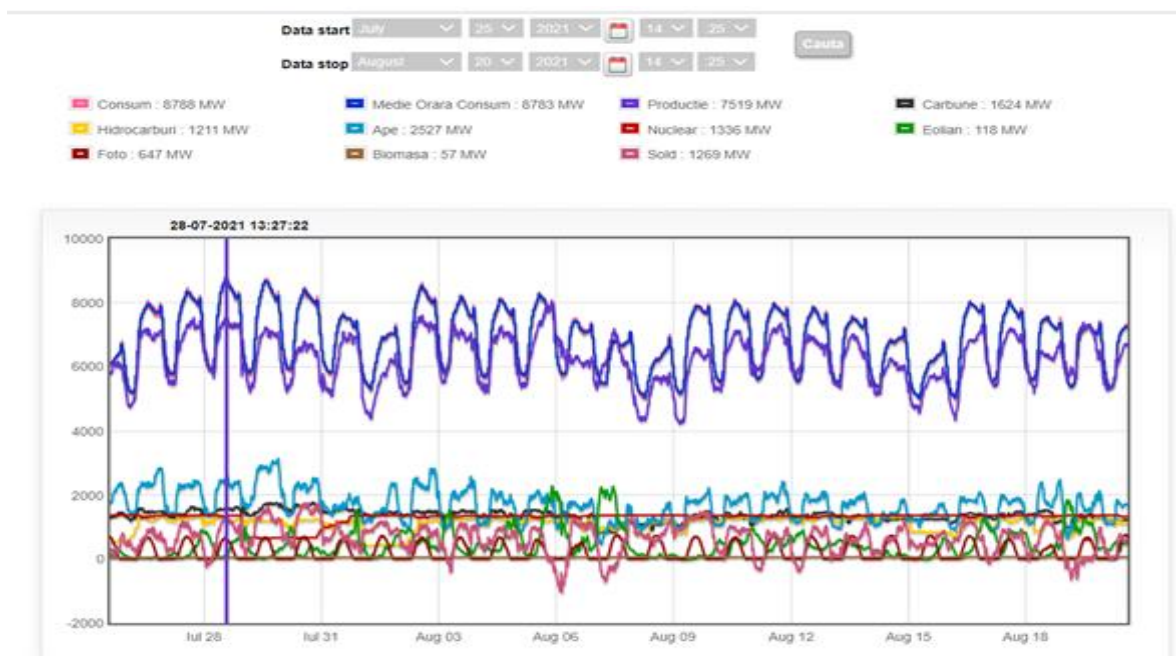


Figura 4.1.1. Starea SEN în perioada 25 iulie – 20 august 2021 (consum maxim)



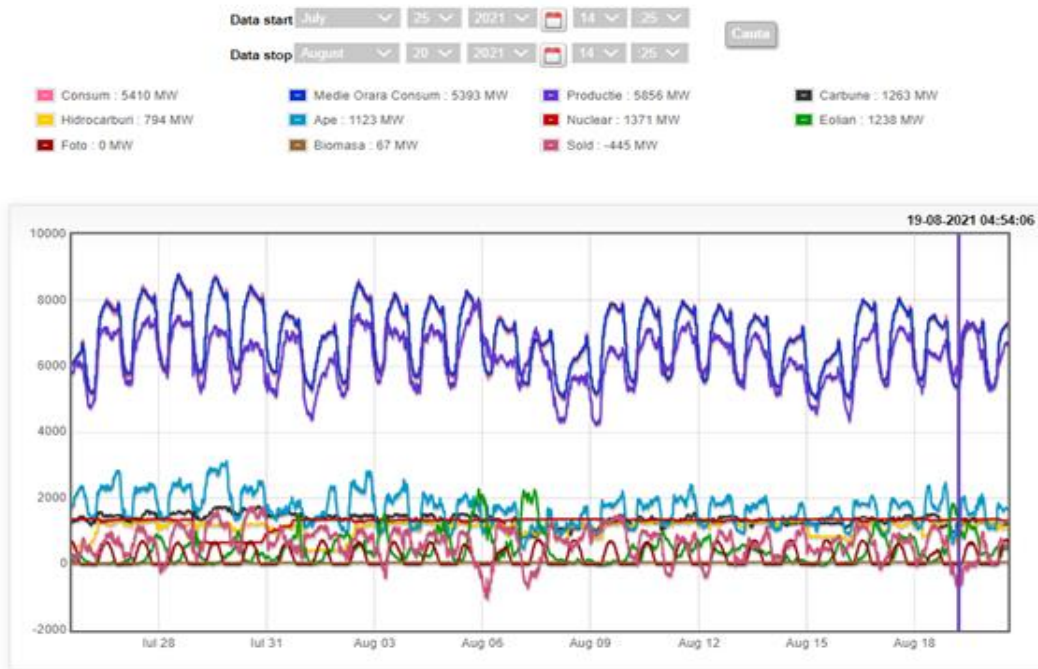


Figura 4.1.2. Starea SEN în perioada 25 iulie – 20 august 2021 (consum minim)

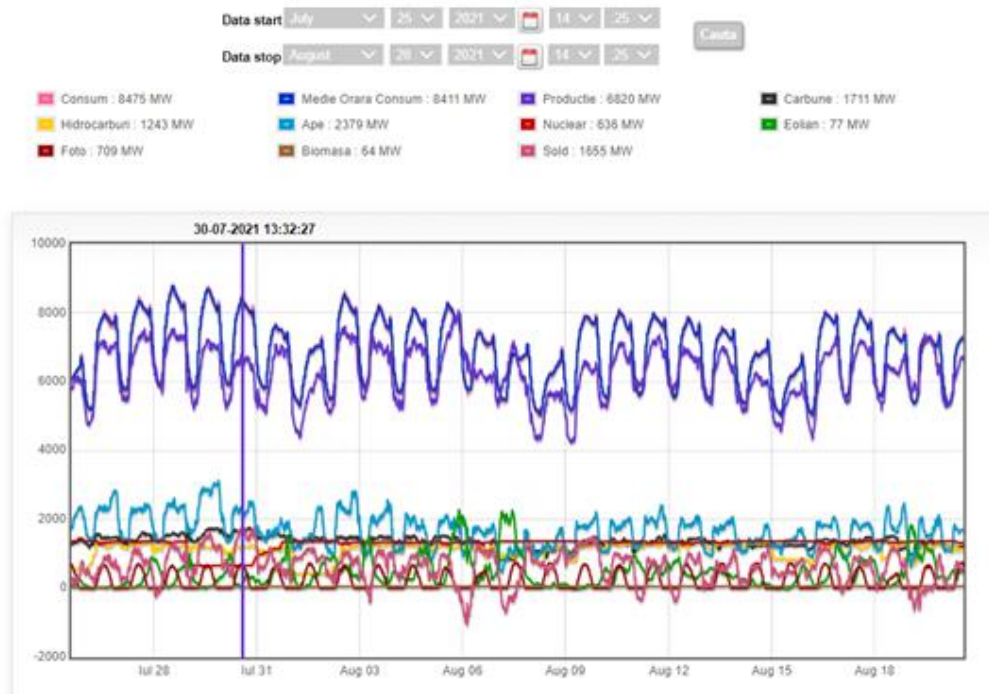


Figura 4.1.3. Starea SEN în perioada 25 iulie – 20 august 2021 (import maxim)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!

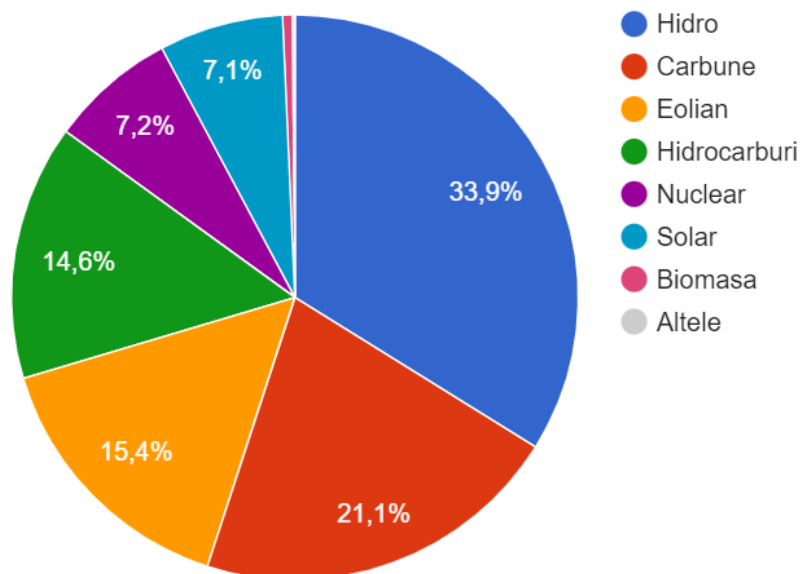




Figura 4.1.4. Starea SEN în perioada 15 ianuarie – 20 februarie 2021 (consum maxim)

Reținem din această analiză următoarele:

- În perioada de iarnă, când intensitatea vântului este foarte mare, a fost înregistrată o producție maximă de energie eoliană (cca 90% din puterea instalată);
- Producția de energie electrică a centralelor fotovoltaice a înregistrat un maxim de 764 MW în perioada de vară și, respectiv 637 MW în perioada de iarnă; aceasta corespunde unui grad de utilizare a puterii instalate de cca 55% / 45%;
- În perioada de vară, pe fondul secetei puternice, a fost înregistrată totuși o producție mare de energie hidro, în zilele de 29 și 30 iulie, pentru a compensa ieșirea din producție a unei unități nucleare;
- Din punctul de vedere al surselor de producere, deși puterea instalată în SEN este de 19612 MW [V. Figura 4.1.5], constatăm că în perioada vârfului de vară, soldul Producție – Consum a fost negativ. Una dintre cauze a fost costul foarte mare al certificatelor de emisii care nu a restricționat funcționarea centralelor pe cărbune și pe gaze;
- În perioada 2000-2020, mixul de producere s-a schimbat, a crescut ponderea surselor regenerabile de producere și este de așteptat ca și în viitor această tendință să se mențină.



Situație la data de: 23/09/2021

Figura 4.1.5. Puterea instalată în SEN

Sursa: <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/puterea-instalata-in-capacitatiile-de-productie-energie-electrica>

## 4.2. Transporturi

Arhitectura sistemelor de transport din România, este construită având în vedere concepte adoptate la scară largă, fiind aliniată cerințelor impuse de Uniunea Europeană. Acest aspect presupune considerarea factorilor climatici în etapele de proiectare și dezvoltare a acestor sisteme, precum și în etapele de implementare și construcție. Atât infrastructurile de transport terestru, cât și cele navale și aeriene, sunt capabile de a se adapta la fenomenele climatice normale.

Având în vedere contextul climatic actual, sectorul transporturilor trebuie să formeze o legătură mai strânsă ca niciodată cu aspectele legate de evoluția climatică. În acest sens, este de o importanță majoră, evidențierea și conștientizarea anomaliilor meteorologice, în dezvoltarea și construcția rețelelor de transport. Un exemplu elocvent în acest sens, este procesul de proiectare a unei rețele de transport terestru. În etapele aferente construcției unei astfel de rețele, sunt luate în considerare fenomene meteorologice extreme, cu o incidență normală, extrem de rară. Datorită schimbărilor climatice, acest grad de incidență a crescut considerabil, amplificând astfel impactul pe care schimbările climatice îl au asupra infrastructurii de transport.[1]

Aceste schimbări vor crește în magnitudine, intensitate și incidență, generând fenomene meteorologice extreme cu efecte dezastruoase asupra oricărui tip de infrastructură de transport. În mod

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





concret, fenomenele care vor afecta cel mai puternic sectorul transporturilor, sunt: temperaturile extreme, precipitațiile abundente, intensificarea vânturilor, inundațiile. Având în vedere factorii menționați anterior, este imperativă conștientizarea și prevenirea schimbărilor climatice în acest sector.

Valorile ridicate ale temperaturilor afectează în principal infrastructura de transport terestru. Datorită temperaturilor extreme atinse în ultimele decenii, au apărut anumite vulnerabilități în ceea ce înseamnă căi de rulare și linii feroviare. În cadrul ariei de transport rutier, drumurile au fost cel mai puternic afectate, prin prisma modificării structurale a acestora, datorită depășirii pragurilor maxime de rezistență termică a materialelor utilizate. Acest lucru are ca și consecință apariția fisurilor și a gropilor în stratul asfaltic generând o eficiență și o siguranță redusă a acestor elemente. Totodată, elementele realizate din materiale metalice, precum unele componente ale podurilor și liniile de cale ferată, sunt supuse dilatărilor excesive, constituind un potențial pericol în exploatarea acestor infrastructuri de transport.

Temperaturile ridicate afectează și sectoarele de transport naval și aerian. În cazul transportului naval, datorită topirii calotelor glaciare, apare posibilitatea prelungirii perioadelor de deschidere a canalelor și rutelor navigabile. În același timp, încălzirea globală introduce un element suplimentar de vulnerabilitate în ceea ce privește porturile. Creșterea nivelului mărilor și oceanelor, poate duce la inundații atât la nivelul porturilor, cât și la nivelul aeroporturilor situate în zonele costiere.

Valorile extrem de scăzute ale temperaturilor afectează toate domeniile amintite anterior. În cazul transporturilor rutiere, apare fenomenul de îngheț al suprafețelor de rulare, cauzând accidente de circulație pe fondul defecțiunilor tehnice sau a erorilor produse de componenta umană. În cazul ninsorilor abundente, apar situații în care echipamentele de dezăpezire nu fac față, cauzând astfel blocaje și întâzieri în întreg sectorul de transport terestru. În cazul transporturilor navale, apare efectul invers celui amintit în cazul temperaturilor excesive și anume reducerea perioadelor de deschidere a canalelor și rutelor navigabile. În cazul transportului aerian, apare fenomenul de givraj care introduce dimensiunea unor întâzieri semnificative în ceea ce înseamnă circulația aeronavelor. Totodată, este prezent în mod frecvent, fenomenul de îngheț al pistelor.

Asociate cu aceste valori extreme ale temperaturilor, sunt cantitățile semnificative de precipitații. Efectele acestora pot fi resimțite în toate ariile de transport, având un impact puternic asupra tuturor componentelor infrastructurii, afectând și buna funcționare a acestor sectoare. În cazul sectoarelor terestre, precipitațiile extreme pot duce la eroziunea elementelor infrastructurii de transport, precum și la apariția altor fenomene dăunătoare precum inundațiile și alunecările de teren. Totodată, precipitațiile abundente pot provoca întâzieri, ambuteiaje precum și accidente. În cadrul sectorului naval, acestea pot duce la creșterea nivelului apelor, formând astfel noi canale navigabile. Există și efecte negative, precum inundațiile care pot distruge infrastructura de transport naval. În cazul transportului aerian, precipitațiile abundente reduc eficiența acestor sisteme, introducând întâzieri sau chiar anulări de curse, având efecte economice puternic resimțite de companii.

### 4.3. Resurse de apă

#### Schimbările climatice în sectorul managementului resurselor de apă

În ultimele decenii, schimbările climatice identificate atât la nivel global, cât și la nivel regional / local au efecte însemnate asupra resurselor de apă, acestea fiind expuse unor fenomene de risc climatic a

căror intensitate de manifestare este din ce în ce mai severă. Astfel, în urma analizării documentelor de referință, precum Strategiei naționale privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020 și a Planului național de acțiune pentru implementarea Strategiei naționale privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020 elaborat de către Guvernul României, Planul de Acțiune asupra Schimbărilor Climatice pentru perioada 2021-2025 elaborat de către Banca Mondială (*Livrabilul A2.5-Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon, 2015*), care se axează asupra promovării aspectelor legate de schimbările climatice pe baza abordării Băncii Mondiale cu privire la dezvoltarea ecologică, reziliență și favorabilă incluziunii, cu scopul eradicării problemelor sociale și prosperității comune sub aspectul sustenabilității. Planul de Acțiune asupra Schimbărilor Climatice 2021-2025 a fost elaborat în contextul necesității actuale de a integra strategiile climatice și de dezvoltare în vederea obținerii unor perspective de dezvoltare verzi, reziliente. De asemenea, având în vedere și lucrări de specialitate precum „*Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare*” (Bojariu et al., 2015), putem aprecia că, fenomenele de risc climatic identificate asupra resurselor de apă sunt următoarele:

- Inundațiile;
- Seceta.

Cele două fenomene principale se referă la inundații și secetă – fenomene evidentiate și în Strategia Națională privind Schimbările Climatice și Creșterea Economică bazată pe Emisii Reduse de Carbon pentru perioada 2016-2020 (Anexa 1): „Așa cum rezultă din analizele realizate de Direcția Generală Schimbări Climatice a Comisiei Europene, evenimentele meteorologice extreme vor fi tot mai frecvente, cu intensitate crescută și, prin urmare, va crește riscul asociat al producerii unor daune semnificative. Evenimentele meteorologice și hidrologice extreme, cum ar fi valurile de căldură, seceta și inundațiile devin tot mai frecvente sau mai intense [...]”. Atât pentru producerea inundațiilor cât și a secetelor, factorul primordial favorizant și declanșator este reprezentat de către precipitații, implicit precipitații extreme în ceea ce privește producerea inundațiilor, respectiv deficitul de precipitații dacă ne referim la secetă.

Conform Directivei Inundații 2007/60/CE, inundațiile sunt fenomene naturale care nu pot fi prevenite, acestea reprezentând o acoperire temporară cu apă a unui teren care nu este în mod obișnuit submers (nu este acoperit în mod obișnuit cu apă) . De asemenea, inundațiile pot fi definite în funcție de sursă, mecanism și caracteristicile inundării. O imagine de ansamblu asupra tuturor acestor componente este oferită în figura 4.3.1.

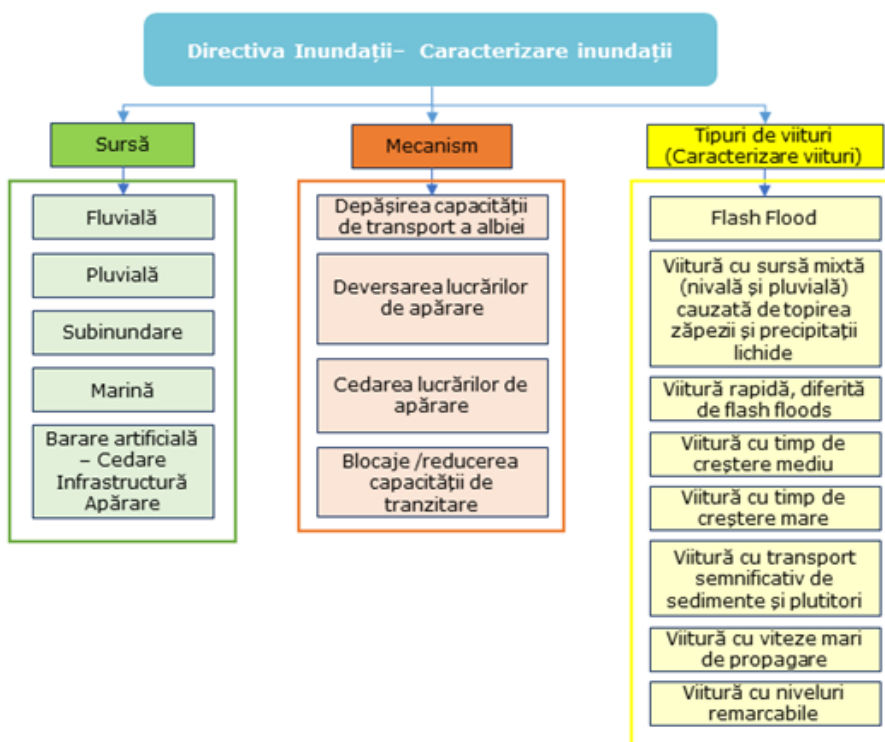


Figura 4.3.1. Caracteristici inundații, adaptat conform Directivei Inundații

Diferitele tipuri de inundații descrise mai sus reprezintă niveluri de pericol diferite pentru sănătatea umană, mediu, patrimoniul cultural și activitatea economică, datorită adâncimii, vitezei, duratei, etc pe care acestea le pot dezvolta. Odată cu schimbările climatice, se preconizează că frecvența, distribuția și severitatea inundațiilor se vor schimba, devenind mai incerte și mai dăunătoare.

O descriere a inundațiilor din perspectiva sursei acestora este prezentată în cele ce urmează:

- *Inundațiile de tip fluvial* reprezintă inundarea terenului de viiturile tranzitate prin rețeaua hidrografică, incluzând atât rețeaua în regim natural, cât și râurile pe care s-au realizat lucrări de regularizare sau îndiguire. Aceasta sursa poate include viituri pe râuri și pârâuri, sisteme de drenaj, torenți montani și cursuri efemere, precum și ridicarea nivelului apei în lacuri. Inundațiile de tip fluvial sunt provocate de topirea bruscă a zăpezii, de precipitații generalizate pe arii mari sau de o combinație a acestor factori

- *Inundațiile de tip pluvial* reprezintă inundarea terenului direct din apa care cade sau curge pe acesta, ca urmare a ploilor de mare intensitate. Această sursă include inundațiile din zonele urbane, inundațiile care afectează terenurile agricole prin bălțire sau prin scurgerea de suprafață sau inundațiile produse de stagnarea apei rezultate din topirea zăpezii.

- *Subinundare datorată ridicării / creșterii nivelului apei freatice* reprezintă inundarea terenului din apele freatice al căror nivel crește peste nivelul suprafeței terenului (bălțire generată de lipsa drenajului natural sau artificial).

- *Inundațiile de tip marin* reprezintă inundarea terenului din apele marii, delte sau lacuri costiere. Aceste viituri pot fi produse de marea înalta, furtuni cu valuri mari, tsunami sau remuul apărut pe râuri ca urmare a acțiunii valurilor în perioada furtunilor marine.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



● *Inundațiile provenite din bararea artificială a cursului de apă, cedarea infrastructurii de apărare se referă la inundarea terenurilor de ape rezultate din corpurile de apă artificial create, infrastructura de colectare și retenție a apelor sau cedarea infrastructurii de protecție la inundații Aceasta sursa poate include și inundarea din rețeaua de canalizare (rezultat al viiturilor produse de ploile intense căzute în zonele urbane și a sistemului de canalizare utilizat pentru evacuarea apelor din zona urbană) și ape rezultate ca urmare a evacuării excesului de apă de la stațiile de epurare, din canalele de navigație și sisteme de barare (ex. baraje si acumulări).*

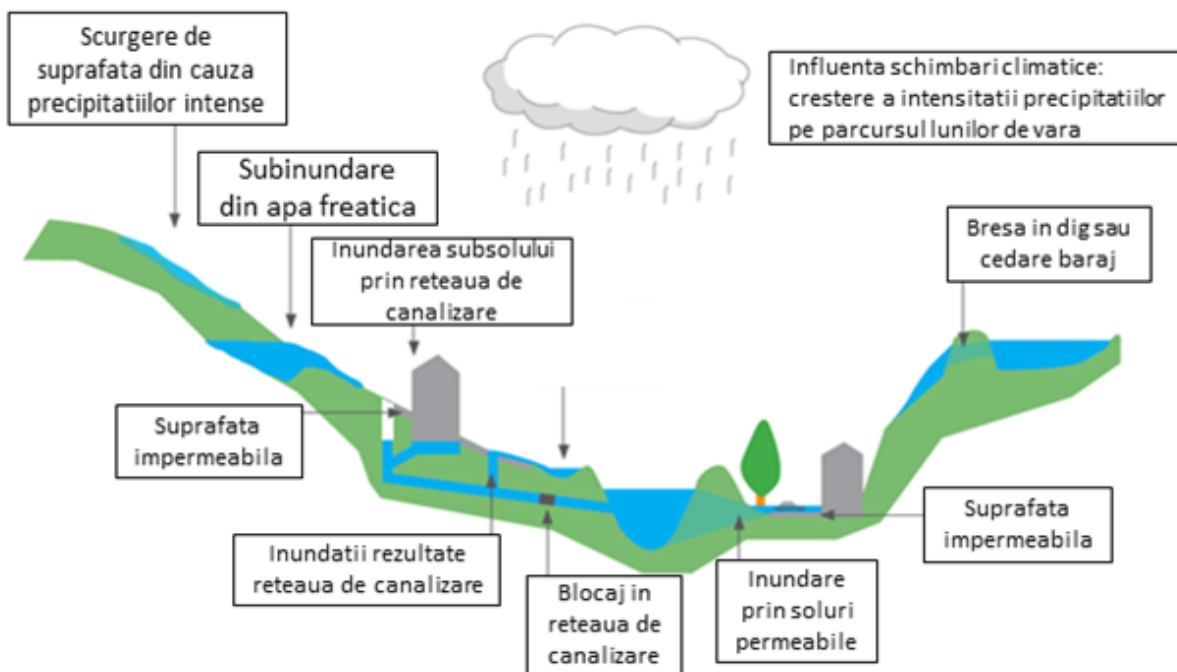


Figura 4.3.2. Principalele cauze și surse de inundare

Creșterea riscului la inundații ca urmare a noilor dezvoltări poate fi cauzată:

- În amonte, ca urmare a efectului de remuu prin restricționarea capacității de transport a cursului de apă și a luncii inundabile în zona din aval; sau
- În aval din cauza diminuării volumului care poate fi stocat în lunca inundabilă din amonte, ceea ce conduce la o creștere a debitului din aval. Totodată, ca urmare a schimbărilor produse în utilizarea terenurilor și a creșterii suprafețelor cu permeabilitate redusă, precum drumuri, acoperișuri și parcări, rezultă o creștere a scurgerii de suprafață.

Seceta meteorologică descrie fenomenul natural determinat de precipitațiile situate sub valorile normale. Seceta este definită diferit, în funcție de tipul de impact sau activitate socio-economică afectată. Din punct de vedere meteorologic, un interval secetos este cel pentru care există un deficit important în regimul precipitațiilor. Seceta meteorologică se instalează după 10 zile consecutive fără precipitații (în anotimpul cald).

Fenomenul de secetă meteorologică, analizat la nivelul României, este foarte pregnant cu precădere în sudul, sud-estul și estul țării, în regiunile situate în Câmpia Moldovei, Câmpia Munteniei, Câmpia Olteniei, Dobrogea și Delta Dunării. De asemenea, dacă privim producerea fenomenului de secetă pedologică din punctul de vedere al principalelor cauze care favorizează sau determină acest fenomen climatic, putem vorbi despre gradul de aridizare a teritoriului, alcătuirea geologică a arealului (substratul litologic, nisipos, loessoid sau format din pietrișuri friabile care determină coeficienți de infiltrație mari, mai ales în cazul unor cantități mici de precipitații), gradul și fenomenul general de despădurire produs pe suprafețe întinse, care influențează eroziunea accentuată a terenului, procese de pluviudenudare și chiar torențialitate puternică, acestea putând avea efecte însemnate în ceea ce privește colmatarea albiilor, fiind diminuată capacitatea hidrică a unui organism fluvial. De asemenea, în cuprinsul studiului „Identificarea principalelor zone potențial deficitare din punct de vedere al resursei de apă, la nivel național, în regimul actual și în perspectiva schimbărilor climatice”, elaborate de Institutul Național de Hidrologie și Gospodăria Apelor (I.N.H.G.A.), au putut fi identificate principalele zone cu deficit al resursei de apă de suprafață și subterană, în baza corelării cu cerința de apă și efectele schimbărilor climatice.

Totodată, putem vorbi despre seceta hidrologică, identificată ca fiind perioada cu cele mai mici debite ale râurilor, care se manifestă prin reducerea precipitațiilor și drept urmare, scăderea resurselor de apă față de valorile normale. Acest tip de secetă ține seama de persistența debitelor mici, a volumelor mici de apă din lacurile de acumulare, a nivelurilor scăzute a apelor subterane din ultimele luni sau ani. Cu toate că, seceta hidrologică este un fenomen natural, ea poate fi accentuată ca urmare a activităților antropice, seceta hidrologică fiind strâns legată de seceta meteorologică, între ele existând o relație directă (Bojariu et al., 2015). În acest caz apar efecte asupra alimentării cu apă potabilă și industrială, asupra producerii de energie hidroelectrică, afectând semnificativ starea ecosistemelor.

Conform raportului “Water Sector Rapid Assessment” realizat de către Banca Mondială în anul 2014, co-finanțat de F.E.D.R. prin P.O.A.T. 2007 – 2013, putem spune faptul că, cele mai multe bazine hidrografice din România nu întâmpină probleme deosebite legate de asigurarea volumelor necesare de apă pentru satisfacerea cerințelor de uz casnic și industrial.

Prin analiza tendințelor de variație ale parametrilor meteorologici (valorile precipitațiilor lunare, medii multianuale și valorile temperaturilor aerului medii lunare, multianuale) pentru perioada 2021 – 2050, față de perioada de referință 1971 – 2000, se pot evidenția reduceri ale regimului debitelor medii multianuale în mai multe bazine hidrografice din țară, care variază, în medie, între 6 și 11% (Corbuș s.a., 2017). În cadrul proiectului „Estimarea impactului schimbărilor climatice asupra regimului debitelor medii ale râurilor din România”, realizat de I.N.H.G.A. în anul 2014, au fost efectuate diverse simulări cu modele hidrologice pentru evaluarea disponibilității resurselor de apă de suprafață pentru perioada 2021-2050, comparativ cu perioada 1971-2000, în majoritatea bazinelor hidrografice din România. Astfel, a putut fi constatat faptul că, bazinele hidrografice cu cele mai mici deficite ale debitelor medii multianuale în România se estimează a fi cele din vestul și nord-vestul României (I.N.H.G.A., 2014). Cu toate acestea, corelând acest studiu cu alte bazine din România se estimează totuși o reducere a disponibilului apei în viitor și în special în perioada sezonului cald, coroborate cu o frecvență mai mare a secetelor în sezonul cald al anului.

De asemenea, estimările emise în anul 2012 de către Agenția Europeană de Mediu asupra tendințelor de variație a debitului cu perioada de recurență de 20 de ani, indică pentru România o tendință de scădere a debitului cuprinsă între 5-10% până la nivelul anului 2020, 10-20% până în anul 2050 și o scădere deosebit de importantă de circa 40% până în 2080. În suportul cartografic de mai jos poate fi observată tendința de



variație a debitului cu o perioadă de recurență de 20 ani (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-flow-drought-1/assessment>).

#### 4.4 Forestier

Pădurile constituie una dintre resursele importante ale României; ele asigură o gamă variată de servicii ecosistemice, oferă un număr important de locuri de muncă și contribuie semnificativ prin produsele și serviciile generate la Produsul Intern Brut (PIB) al României. Suprafața acoperită de păduri la nivel național se află în creștere, fondul forestier național ocupând o suprafață de circa 6,6 milioane hectare, ceea ce reprezintă circa 28% din suprafața României. În mod tradițional, managementul forestier românesc a fost orientat către promovarea funcțiilor de protecție ale pădurilor, chiar și în cazul acelor păduri cărora li s-au atribuit și funcții economice (producție de lemn). Acest tip de management forestier a condus, în timp, la păduri relativ stabile, armonizând interesele legate de pădure și domeniul forestier (interesele ecologice și cele economice).

Cu toate acestea, pădurile sunt supuse unor riscuri inerente care pot fi relaționate atât cu modul în care acestea sunt gestionate cât și cu schimbarea trendurilor principalilor parametri climatici. Astfel, fenomene precum doborâturile de vânt, uscarea arborilor/arboretelor, atacurile biotice și incendiile forestiere au fost documentate pentru păduri încă din momentul în care s-a manifestat interesul legat de colectarea de date cu privire la astfel de fenomene. Principalele riscuri la care sunt supuse pădurile României sunt:

- -Riscul climatic, prin fenomenele meteorologice nefavorabile (furtuni, vânturi puternice, ploi excesive și secetă, expunerea excesivă la frig și căldură precum și variații extreme de temperatură înaltă și scăzută);

- -Riscul sanitar, prin manifestarea unor atacuri biotice de amploare;

- -Riscuri de mediu dependente sau independente de factorul antropic cum ar fi incendiile.

În mod obișnuit, între cele trei categorii de riscuri există interdependențe în contextul forestier. De exemplu, doborâturile provocate de vânt, fără intervenții prompte pentru extragerea lemnului afectat cauzează condiții propice pentru uscarea arborilor debilitați, atacurile biotice și manifestarea incendiilor. La fel, uscarea în masă favorizează apariția sau manifestarea unora dintre factorii precizați anterior. Cele mai mari riscuri identificate la nivel european și care pot fi relaționate cu schimbările climatice (cel puțin sub raportul severității) sunt cele legate de furtuni și vânt puternic. În raport cu acest factor, s-au identificat pe baza datelor statistice mai multe categorii de risc care caracterizează pădurile României și din care se redă următoarea sinteză:

- pădurile cu risc foarte ridicat la doborâturile de vânt: circa 12% din total;

- cele cu risc ridicat la doborâturile de vânt: circa 16% din total;

- cele cu risc mediu la doborâturile de vânt: circa 18% din total;

- cele cu risc scăzut la doborâturile de vânt: circa 19% din total;

- cele cu risc foarte scăzut la doborâturile de vânt: circa 35% din total.

Pe lângă doborâturile de vânt, care în 2019 au afectat un volum de aproape 0,45 milioane m<sup>3</sup> fenomene relaționate cu schimbările climatice care produc pagube în pădurile României sunt:

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



-Atacurile biotice, care au afectat o suprafață de peste 0,6 milioane hectare și care se află în trend crescând în ultimi ani, cel puțin în pădurile proprietate publică a statului și în cele administrate de stat;

- -Uscarea anormală a arborilor (circa 0,2 milioane m<sup>3</sup>);
- -Incendiile forestiere (circa 2.500 ha).

#### 4.5. Turism

Pentru viitor, ansamblul de modele climatice regionale indică o scădere generală a grosimii medii a stratului de zăpadă, mai mare spre sfârșitul secolului al XXI-lea și în condițiile scenariului cu cea mai mare concentrație de GES (RCP 8.5). La nivelul României, această reducere este mai puternică în luna februarie, ceea ce poate fi asociat cu tendința observată de reducere a grosimii stratului de zăpadă la nivelul României, care, pentru intervalul 1961-2021, e maximă pentru aceeași lună. Reprezentarea spațială a scăderii grosimii medii a stratului de zăpadă în viitor, sugerează reduceri ale acesteia, de până la 80% față de perioada 1971-2000, la sfârșitul secolului, în condițiile scenariului pesimist RCP 8.5. Regiunile cele mai afectate, din acest punct de vedere, sunt, în general, cele de la altitudinile joase, din vestul și sudul României. În zonele muntoase, reducerile în grosimea stratului de zăpadă sunt, în general, mai mici, ajungând totuși la valori de aproximativ 60% față de perioada 1971-2000, la sfârșitul secolului, în condițiile scenariului pesimist RCP 8.5 (figura 4.5.1; Bojariu și et al., 2021).

Modelele climatice regionale arată o creștere a mediei multianuale a numărului de zile secetoase consecutive la care vor fi expuse, în principal unități administrativ-teritoriale situate în județele din sudul și sud-estul țării (Dolj, Olt, Teleorman, Ilfov, Giurgiu, Călărași, Ialomița, Brăila, Buzău, Vrancea, Constanța, Tulcea), cu o posibilă creștere (în medie cu 4-6 zile) în unele unități administrativ-teritoriale care înregistrează un număr important de înnoptări din județele Constanța (Constanța, Mangalia, Costinești, Năvodari, Eforie, Techirghiol, Limanu, 23 August, Agigea) și Tulcea (Tulcea, Crișan, Sfântu Gheorghe, Murighiol, Nufăru, Jurilovca, Sulina, Maliuc, Chilia Veche, Somova, Mahmudia), estimată îndeosebi în raport cu scenariul RCP8.5 și pentru perioada 2071-2100. Această situație este favorabilă în vederea prelungirii sezonului estival în zona litorală. O posibilă scădere a numărului de zile secetoase consecutive (în medie cu 1-3 zile) se înregistrează în unele unități administrativ-teritoriale care înregistrează un număr important de înnoptări în județele Brașov, Harghita, Maramureș, Mureș, Neamț, Suceava. Această situație preconizează scurtarea sezonului de iarnă care nu este favorabilă stațiunilor din zonele montane.

Scenariile climatice preconizează o scădere a duratei valurilor de frig mai accentuată pentru intervalele 2021-2030, 2021-2050, 2031-2050 (2-4 zile) și mai puțin accentuată în general pentru intervalele 2041-2070 și 2071-2100 (0-2 zile) la nivelul întregii țări, atât pentru scenariul RCP4.5, cât și pentru scenariul RCP8.5. Scăderea este mai accentuată în cazul scenariului RCP4.5. Totuși, se înregistrează și o tendință de creștere a valurilor de frig pentru unele unități administrativ-teritoriale din județul Arad, Bihor, Satu Mare, Timiș în cazul scenariului RCP8.5.

Se preconizează că numărul de zile cu precipitații abundente va fi considerabil (8-12 zile) în unități teritoriale aflate în sudul, sud-vestul și centrul țării (Argeș, Vâlcea, Gorj și Alba). Printre localitățile expuse, conform scenariul RCP4.5 (intervalul 2021-2030) se numără și stațiuni turistice precum: Băile Olănești, Voineasa sau localități atractive din punct de vedere turistic: Arieșeni, Baia de Fier, Mălaia, Novaci. Pe măsură ce ne raportăm la un orizont de timp mai îndepărtat (2071-2100), numărul de zile cu precipitații abundente sporește, fiind întâlnite și în alte județe ale țării precum Hunedoara, Caraș-Severin, Maramureș. Dacă ne raportăm la scenariul RCP8.5, previziunile sunt mai puțin optimiste, numărul de unități teritoriale

în care se vor înregistra zile cu precipitații abundente (8-12 zile) aproape se dublează, de la 20 la 40 în intervalul 2021-2030 și de la 50 de unități teritoriale la cca. 80. Acest areal se extinde foarte mult în nord-vestul țării (județul Maramureș: Cavnic, Baia Sprie, Borșa, Ocna Șugatag).

Conform scenariului RPC4.5, indicele de durată a valurilor de căldură va avea valori ridicate în județele din centrul, vestul, sud-vestul și nord-vestul României (Alba, Hunedoara, Arad, Satu Mare, Maramureș, Bihor, Mehedinți). Printre cele mai afectate unități administrative se vor număra: Baia Mare, Negrești Oaș, Abrud, Isverna iar dintre stațiunile turistice, localitățile Bixad și Horezu. Scenariul RPC8.5 prevede valori ridicate ale indicelui de durată a valurilor de căldură în județele Vâlcea, Gorj, Hunedoara, Alba.

#### 4.6. Sisteme Urbane

Modelele climatice regionale arată o creștere a mediei multianuale a numărului de zile secetoase consecutive la care vor fi expuse, în principal sisteme urbane localizate în județele în sudul și sud-estul României (Dolj, Olt, Teleorman, Ilfov, Giurgiu, Călărași, Ialomița, Brăila, Buzău, Vrancea, Vaslui) și municipiul București, în special în condițiile scenariului cu cea mai mare concentrație de GES (RCP 8.5) pentru toate secvențele de timp analizate. Creșteri semnificative sunt așteptate cu deosebire în sistemele urbane din județele Constanța și Tulcea (orașele Constanța, Mangalia, Eforie, Techirghiol, Tulcea, Babadag, Sulina) atât în raport cu scenariul RCP4.5, cât și RCP 8.5, secvențele de timp 2041-2070 și 2070-2100.

Numărul nopților tropicale este așteptat să crească (până la zece zile) doar în sud-estul și sudul țării (toate orașele din județul Constanța, precum și orașele Tulcea și Sulina, județul Tulcea), municipiul Giurgiu (județul Giurgiu) și și municipiul București, cu deosebire în condițiile scenariului pesimist RCP 8.5, secvențele de timp 2071-2100. Totodată, sunt preconizate scăderi de până la zece nopți tropicale, în special sistemele urbane din centrul (județele Harghita, Covasna, Brașov, Mureș, Bistrița-Năsăud, Alba) și nordul (Maramureș, Suceava) țării, precum și în orașe din județele Prahova, Hunedoara și Bacău.

Numărul zilelor tropicale vor înregistra o creștere în marea majoritate a sistemelor urbane cu câteva excepții, unde se estimează o menținere a tendinței actuale (orașe din județele Harghita, Brașov, Covasna, Hunedoara, Maramureș, Prahova etc.). Cele mai mari creșteri sunt estimate în condițiile ambelor scenarii, însă mult mai accentuate în condițiile scenariului RCP 8.5, la nivelul sistemelor urbane situate în sudul și sud-estul țării (Călărași, Ilfov, Ialomița, Olt, Teleorman, Gorj, Giurgiu, Dolj, Mehedinți, Argeș, Vâlcea, Brăila, Vrancea, Constanța, Tulcea), municipiul București, dar și în partea de vest (județul Timiș), secvențele de timp 2041-2070, dar mai ales 2070-2100.

Se estimează că atât durata cât și frecvența valurilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură (EHF) să crească în viitor (în raport cu scenariile climatice RCP4.5 și RCP 8.5). Durata valurilor de căldură va crește cu până la 10-20 de zile, chiar mai mult (până la 20-30, 30-40 sau peste 40 de zile) în orizontul de timp 2071-2100 (RCP8.5). Cele mai însemnate creșteri sunt estimate să afecteze o serie de orașe situate în sud-estul României (Năvodari, Techirghiol, Ovidiu, Constanța, Eforie, Mangalia (județul Constanța) și Sulina (județul Tulcea), unde creșterea va fi chiar de 30-40 de zile sau peste 40 de zile, în special în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100 (în condițiile scenariului RCP8.5). În Municipiul București tendința de creștere a duratei valurilor de căldură este de până la 10 zile (scenariul RCP4.5) și între 10-30 de zile (scenariul RCP8.5).



Frecvența valurilor de căldură va înregistra cele mai semnificative creșteri în condițiile scenariului RCP8.5 de până la 60 de zile în toate sistemele urbane, inclusiv municipiul București, în orizonturile de timp 2021-2030, 2021-2050 și 2031-2050 și peste 60 de zile în orizontul de timp 2071-2100, cu excepția sistemelor urbane situate în extremitatea nord-vestică și cea nord-estică, unde creșterile vor fi cuprinse între 55-60 zile.

Conform scenariilor climatice este preconizată o tendință generală de reducere a duratei valurilor de frig (pe baza factorului de exces de frig), cu maximum 1,5 zile, în majoritatea sistemelor urbane, considerabil mai accentuate în condițiile scenariului RCP8.5, în sistemele urbane din jumătatea de sud a țării, dar și în est, vest și centru. Excepție fac sistemele urbane din județele Maramureș, Sibiu, Suceava, Botoșani, Timiș unde sunt estimate creșteri de până la 0,5 zile.

De asemenea, se evidențiază o scădere a frecvenței valurilor de frig în orizonturile de timp analizate, în raport cu ambele scenarii climatice (RCP4.5 și RCP8.5), la nivelul tuturor sistemelor urbane din România. Cele mai accentuate reduceri sunt estimate pentru orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100, în special în raport cu scenariul RCP8.5, când se preconizează reducere și mai accentuată a frecvenței valurilor de frig, cu până la 15 zile, în majoritatea sistemelor urbane (inclusiv municipiul București), existând și 2 excepții (Bumbești-Jiu, județul Gorj și Fierbinți-Târg, județul Ialomița), cu o posibilă scădere cu până la 20 de zile.

Conform scenariilor climatice, cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore, este preconizată să crească cu 30-40 mm, chiar 40-50 mm comparativ cu mediile multianuale înregistrate în perioada 1971-2000 în majoritatea sistemelor urbane din România. Cele mai accentuate creșteri sunt preconizate în scenariul RCP8.5, în orizontul de timp 2071-2100, în aproape toate sistemele urbane (în medie cu 20-30 mm), chiar mai ridicate în orașele din sudul țării (județele Ilfov, municipiul București; unele orașe din județele Argeș și Dâmbovița; orașul Fundulea, județul Călărași, Bolintin-Vale, județul Giurgiu; Roșiori de Vede, județul Teleorman) dar și în câteva sisteme urbane din sud estul țării (județele Constanța și Tulcea) unde valorile așteptate se ridică la 30-40 mm.

Se preconizează o tendință de creștere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente (>20 mm) în anumite sisteme urbane situate în special, în nord, centru, nord-est și sud (județele Prahova, Argeș, Vâlcea, Ilfov). Cele mai mari creșteri sunt preconizate pentru scenariul RCP8.5, în medie cu 1-2 zile, chiar și 2-3 zile în aproape toate sistemele urbane, inclusiv municipiul București în orizontul de timp 2071-2100. Creșterile cele mai evidente sunt observate în regiunile deluroase și piemontane din sudul Carpaților Meridionali (județele Argeș, Vâlcea, Gorj, Mehedinți), din nordul țării (județul Maramureș), centru (județele Harghita, Hunedoara, Sibiu), dar și din sud, sisteme urbane situate în Câmpia Română (județele Ilfov, Teleorman, Călărași, Dolj, Giurgiu).

Cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente înregistrează o tendință de creștere, în medie 40-65 mm, în majoritatea sistemelor urbane din România, în special în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100. Se preconizează o creștere mai accentuată pentru majoritatea sistemelor urbane (în medie între 65-90 mm și 90-115 mm) în cadrul scenariului RCP8.5, pentru aceleași orizonturi de timp (2041-2070 și 2071-2100). Aceste creșteri reprezintă în medie 90-120%, ajungând chiar până la 150% în orizontul de timp 2071-2100, la nivelul majorității sistemelor urbane din unele județe din centru și vestul țării (Arad, Alba, Cluj, Hunedoara), din sud (Argeș, Ilfov, Dolj, Ialomița) și nord (Maramureș). În restul orizonturilor de timp, în majoritatea sistemelor urbane sunt preconizate creșteri de până la 60% față de situația actuală.

În ceea ce privește viteza maximă a vântului (m/s), se estimează o ușoară creștere a vitezei vântului, cu până la 2 m/s la nivelul sistemelor urbane situate în estul și sudul țării, în special în județele Botoșani, Galați și Buzău și municipiul București, în timp ce, pentru sisteme urbane situate în centrul și vestul țării se preconizează o scădere a vitezei vântului cu cel mult - 2 m/s (în raport cu scenariul RCP4.5). Scenariul RCP8.5 indică preconizează o scădere a vitezei vântului, cu până la -2 m/s în orizonturile de timp 2021-2030, 2021-2050 și 2031-2050 și o creștere, cu până la 2 m/s în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100 pentru majoritatea sistemelor urbane. Există și anumite sisteme urbane situate în județele din estul (Botoșani, Galați, Vrancea, Suceava, Neamț, Iași) și centrul (Cluj, Mureș, Sibiu) țării unde sunt preconizate creșteri între 2-4 m/s și între 4-6 m/s.

#### 4.7. Biodiversitate

În luna iunie 2021, a fost organizat un seminar comun IPCC – IPBES, cu tematica relației dintre pierderea biodiversității și schimbările climatice.

“Rezumatul concluziilor acestei interacțiuni include 41 de puncte, evidențiind atât aspecte care privesc efecte ale schimbărilor climatice asupra biodiversității, cât și elemente referitoare la posibilitățile de acțiune în vederea prevenirii atât a schimbărilor climatice cât și a pierderilor de biodiversitate, precum și măsuri de prevenire a adaptării gresite (maladaptation). Printre aceste concluzii, se remarcă cele legate de transformările suferite de către factorii de mediu (suprafața de uscat, apa dulce, oceane) în ultimii 150 de ani, în vederea ridicării standardelor de viață a oamenilor. 77% din suprafața uscatului (cu excepția Antarcticii) și 87% din suprafața oceanului au fost modificate de efectele directe ale activităților umane. Aceste modificări sunt asociate cu pierderea a 83% din biomasa sălbatică a mamiferelor și jumătate din cea a plantelor. Animalele și oamenii reprezintă aproape 96% din toată biomasa mamiferelor de pe Pământ, iar mai multe specii sunt amenințate cu dispariția, ca niciodată în istoria omenirii. Schimbările climatice interacționează din ce în ce mai mult cu aceste procese. Eliberarea antropogenă de gaze cu efect de seră din combustia combustibililor fosili, industrie, agricultură, silvicultură și alte utilizări ale terenului (AFOLU), continuă să crească și a dus deja la încălzirea globală peste 1 °C față de era preindustrială. Schimbările climatice și pierderea biodiversității reprezintă amenințări semnificative pentru mijloacele de trai umane, securitatea alimentară și sănătatea publică, iar astfel de efecte negative sunt resimțite în mod disproporționat de comunitățile marginalizate social, politic, geografic și / sau economic.

Schimbările climatice și pierderea biodiversității sunt strâns interconectate și împărtășesc factori cauzali comuni prin activitățile umane. Ambele au efecte predominant negative asupra bunăstării umane și a calității vieții. Creșterea concentrațiilor atmosferice de gaze cu efect de seră duce la temperaturi medii crescute, regimuri de precipitații modificate, frecvența crescută a evenimentelor meteorologice extreme și epuizarea oxigenului și acidificarea mediilor acvatice, cele mai multe afectând negativ biodiversitatea. Reciproc, schimbările biodiversității afectează sistemul climatic, în special prin impactul acestora asupra ciclurilor azotului, carbonului și apei.

Aceste interacțiuni pot genera feedback-uri complexe între climă, biodiversitate și oameni, care pot produce rezultate mai pronunțate și mai puțin previzibile. Ignorarea naturii inseparabile a climei, a biodiversității și a calității vieții umane va duce la soluții non-optime pentru oricare dintre crize.

Ecosistemele și speciile cu distribuții restrânse, cele apropiate de limitele de toleranță sau cu capacitate limitată de dispersare și stabilire în noi habitate, sunt deosebit de vulnerabile la schimbările

climatică. Riscurile de extincție sunt cele mai mari în punctele fierbinți, izolate (insule de biodiversitate), cum ar fi munții, insulele, recifele de corali și digurile de coastă, sau fragmente, de habitate mai extinse, separate acum de peisaje terestre, de apă dulce și de peisaje marine mai puțin favorabile biodiversității. Schimbările climatice cauzate de om devin din ce în ce mai dominante, o amenințare directă pentru natură și oameni. Pierderea biodiversității are un impact disproporționat asupra acelor comunități și grupuri sociale care sunt cel mai direct dependente de natură.”

Prin intermediul diferitelor studii, rapoarte și strategii în domeniu elaborate de-a lungul timpului se arată că schimbările climatice au un efect vizibil negativ asupra biodiversității prin:

- schimbarea arealelor de răspândire și alterarea habitatelor (schimbarea compoziției lor, modificări fenologice, etc.);

- dispariția anumitor specii care sunt reprezentate printr-o singură populație sau prin foarte puține populații, și care trăiesc în nișe ecologice care sunt extrem de înguste, pe de o parte, dar și extrem de vulnerabile la aceste efecte pe de altă parte;

- creșterea temperaturii medii anuale. - încălzirea globală care afectează negativ ecosistemele, în special cele montane, prin retragerea și, uneori, dispariția unor forme de viață din zonele alpine. Speciile endemice montane s-au retras la mari înălțimi și unele au dispărut, pe fundalul pierderii habitatelor;

De asemenea temperaturile ridicate au contribuit la creșterea temperaturii apei din Marea Neagră, care a crescut din 1982 până în 2015 cu 0,64 ° C pe deceniu, ducând la diminuarea și chiar dispariția anumitor specii;

- modificarea perioadelor de precipitații și creșterea temperaturii au determinat diminuarea zonelor montane acoperite de zăpadă, reducând capacitatea de menținere a apei. Printr-un proces de gospodărire neconformă a apelor din zonele montane s-au modificat atât ecosistemele din zone de mică altitudine, cât și vecinătățile lor;

- seceta – care afectează toate nivelurile biotice, cauzând mortalitatea unor specii de floră, căderea prematură a frunzelor pomilor și copacilor, afectarea speciilor subterane și supraterane;

- inundațiile - inundațiile produse în ultimul deceniu au fost foarte intense și s-au produs la intervale regulate de timp. Cantitatea mare de ploi produse, a determinat apariția viiturilor virulente ce au afectat numeroase habitate naturale și specii de floră și faună;

- incendii de vegetație – au dus la creșterea mortalității unor specii de floră și faună, degradarea ecosistemelor și au diminuat stocurile de carbon;

- creșterea nivelului mării și eroziunea costieră accelerată – speciile care depind de habitate costiere joase - multe ecosisteme de coastă pot fi pierdute sau modificate ireversibil.

- procesul de eutrofizare - eutrofizarea poate reduce semnificativ utilitatea mării prin reducerea biodiversității, prin alterarea aspectului coastei și prin epuizarea stocurilor de pește. Procesul de eutrofizare îmbogățește în nutrienți apa, aspect ce duce la creșterea numărului de alge și a altor specii vegetale, ca mai apoi să determine o modificare a calității apei și un dezechilibru în rândul organismelor acvatice.

#### 4.8. Populație (Calitatea aerului)

Populația, mai ales cea din mediul urban, este afectată de stresul termic, datorat valurilor de căldură și de frig. În România, valuri intense și persistente de căldură au devenit din ce în ce mai frecvente în ultimele decenii, comparativ cu cele precedente (de exemplu, episoadele din 2007, 2012, 2017, 2021). Din punct de vedere practic, valul de căldură este definit în România, prin reglementări legislative care impun măsuri de combatere a efectelor lui asupra populației (Monitorul Oficial 2000). În acest context, valul de

căldură este definit ca intervalul de minim 2 zile consecutive cu temperaturi maxime cel puțin egale sau mai mari decât 37°C sau cu indicele temperature/umiditate ITU având valori egale sau peste 80 de unități.

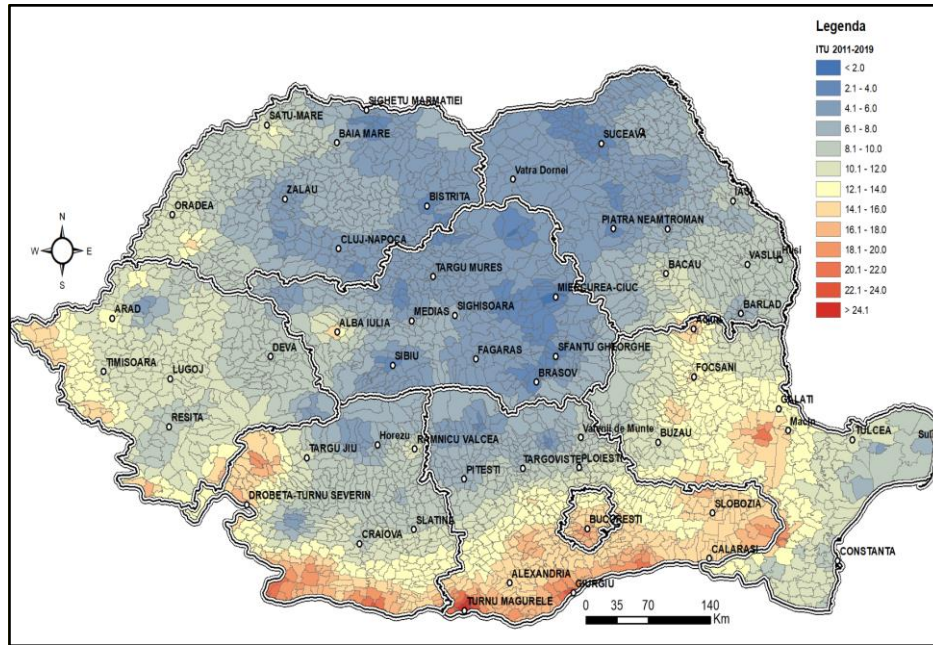


Figura 4.8.1 Numărul de zile cu ITU egal sau mai mare de 80 de unități pentru perioada 2011-2019.

Numărul de zile cu valori de căldură (definit ca în reglementările legislative din România) are o tendință semnificativă de creștere mai mare în regiunile de dezvoltare Sud, Sud-Est și București-Ilfov. În figura 4.8.1 sunt ilustrate valorile numărului de zile cu ITU egal sau mai mare de 80 de unități pentru deceniul 2011-2019. Proiecțiile în viitor ale numărului mediu anual de zile cu valori de căldură sugerează că tendința de creștere a acestui indicator se va păstra în viitor, ba chiar se va intensifica, respectând aceeași distribuție spațială.

În condițiile scenariilor climatice, regiunile în care creșterea numărului de zile cu valori de căldură se așteaptă să fie mai mare sunt tocmai cele situate în sud, est și vest, în exteriorul arcului carpatic (figura 4.8.2). Valurile de căldură au fost identificate ca hazard climatic cheie în Europa și îl putem considera la fel și în România (Bojariu și et al., 2021).



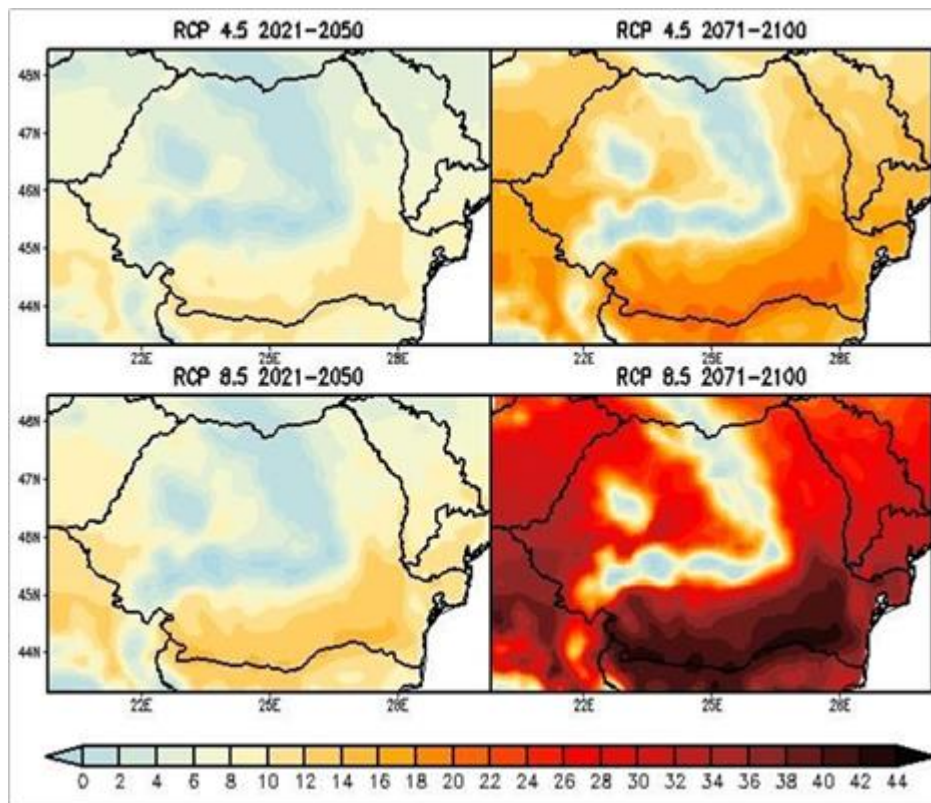


Figura 4.8.2 Modificările sezoniere relative ale numărului de zile cu indicele de confort THI  $\geq 80$  pentru mai-septembrie în perioada 2021-2050 (coloana din stânga) și 2071-2100 (coloana din dreapta), în scenariile RCP 4.5 (rândul superior) și RCP 8.5 (rândul inferior) comparativ cu anul 1971-2000, pe baza simulărilor EURO-CORDEX a patru modele climatice regionale (media celor patru modele) (Velea și Bojariu, 2018).

Pe de altă parte, numărul de zile cu valori de frig se așteaptă să fie caracterizat de o tendință de reducere pe tot teritoriul României, în condițiile schimbării climatice.

#### 4.9. Agricultură și dezvoltare rurală

Atenuarea efectelor schimbărilor climatice în agricultură reprezintă un obiectiv prioritar în cadrul acțiunilor strategice de dezvoltare ale statelor membre UE. Caracterul interdisciplinar al acțiunilor implică o abordare globală prin identificarea și corelarea activităților de dezvoltare și implementare a măsurilor intra și inter-sectoriale cu cele de răspuns la efectele schimbărilor climatice. Producția vegetală variază an de an, fiind influențată semnificativ de fluctuațiile condițiilor climatice și în special de producerea evenimentelor meteorologice extreme. Variabilitatea climatică influențează toate sectoarele economiei, dar cea mai vulnerabilă rămâne agricultura, iar impactul asupra acesteia este mai pregnant în prezent, deoarece schimbările și variabilitatea climatică se manifestă din ce în ce mai accentuat.

La nivelul Europei Centrale și de Est, scenariile prezintă o evidentă descreștere a precipitațiilor, îndeosebi în anotimpul de vară, deci un deficit pluviometric care va afecta toate domeniile de activitate, în

principal agricultura, populația și ecosistemele. Cele mai vulnerabile specii cultivate vor fi îndeosebi culturile anuale de cerealiere și prășitoare, deficitul de apă din anotimpul de vară, care coincide cu perioada cerințelor maxime de apă, determinând scăderi importante de producție. În acest sens se impune o nouă reorientare în structura culturilor agricole, respectiv varietăți cu o toleranță ridicată față de temperaturile ridicate și stresul hidric generat de lipsa apei. Totodată, se impune adaptarea tehnologiilor agricole la resursa de apă, conservarea apei din sol prin alegerea unui sistem de lucrări minime reprezentând o nouă tendință de reorientare a cerințelor privind calitatea și conservarea resurselor de sol și apă. De asemenea, descreșterea resurselor de apă cu 10-30%, în special în zonele deficitare, va accentua consecințele lipsei de apă, efectele fiind amplificate de poluare și tehnologii necorespunzătoare.

Efectele complexe ale schimbărilor climatice asupra agriculturii fundamentează necesitatea procesului decizional privind reducerea riscurilor în vederea menținerii standardelor adecvate ale recoltelor și a favoriza agricultura durabilă. Astfel, variabilitatea și schimbările climatice trebuie abordate prin prisma activităților agricole zilnice, cu ajutorul strategiilor de atenuare și a măsurilor de adaptare.

În total, există 3,86 milioane de ferme agricole în România, dintre care 96,6% se încadrează în acest subsector al fermelor „la scară mică, de subzistență”. Aceste ferme mici asigură o importantă zonă tampon socio-economică și mijloacele de trai de bază pentru o parte semnificativă din populația rurală. Ele joacă, de asemenea, un rol important în menținerea vitalității comunităților rurale și în furnizarea de importante servicii sociale, culturale și de mediu societății române în ansamblul ei. România are un mediu natural diversificat și o abundență de resurse naturale. Nu există un deficit de resurse de apă, dar disponibilitatea apei este caracterizată de o mare variabilitate în timp și spațiu. Prin urmare, o mare cantitate din apa disponibilă anual în România nu este utilizată, fie pentru că o mare parte din ea curge în perioadele de inundații, fie pentru că există o capacitate insuficientă de depozitare pentru a permite o gestionare multianuală eficientă a stocului de apă. Poluarea apelor subterane cu nitrați continuă să fie o problemă serioasă, asociată în mare măsură cu gestionarea inadecvată a dejecțiilor animale, în pofida declinului rapid și continuu al producției de șeptel din România (cu excepția păsărilor domestice), în urma prăbușirii regimului socialist. Sectorul agricol contribuie în mod semnificativ la emisiile de gaze cu efect de seră ale țării. Potrivit Inventarului gazelor cu efect de seră din România 1989-2011 (MMSC, 2013), sectorul agricol a fost răspunzător pentru 14% (16.679,72 Gg echivalent CO<sub>2</sub>) din cantitatea totală de emisii de gaze cu efect de seră estimată pentru România în 2010. Această cifră depășește ușor mediile regionale și UE (a se vedea figura 10 de mai jos), care sunt în jur de 10%. Emisiile de N<sub>2</sub>O reprezintă cea mai mare parte (52%) din totalul de emisii de echivalent CO<sub>2</sub> al agriculturii din România, urmate de emisiile de CH<sub>4</sub>, care reprezintă account restul de 48% (figura 4.9.1).

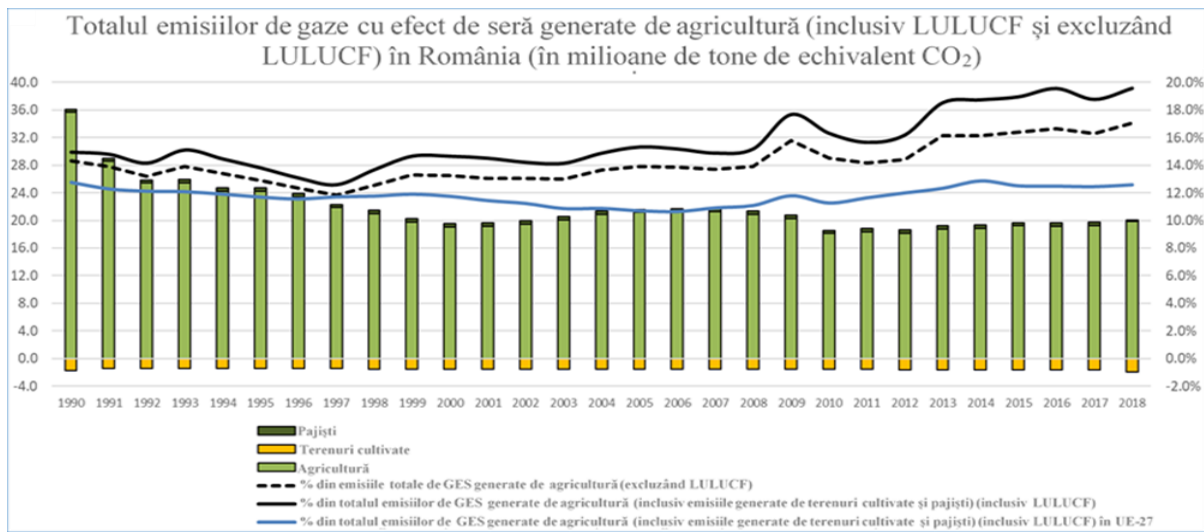


Figura 4.9.1.Sursa: Recomandările Comisiei Europene pentru planul strategic PAC al României, 2020, EUR-LEX

Schimbările climatice reprezintă o amenințare pentru **producția de animale** din cauza impactului asupra calității recoltei furajere și a furajelor, disponibilității apei, producției de animale și lapte, bolilor animalelor, reproducerii animalelor și biodiversității.

Condițiile de hrană a animalelor depind mult de condițiile climatice, îndeosebi de temperatura medie anuală înregistrată în zonele de creștere a animalelor domestice.

Conținutul de apă din corpul porcilor variază în dependență de vârstă. La purceii nou-născuți apa constituie în jur de 80% din greutatea corporală, scade treptat odată cu înaintarea în vârstă, ajungând la 53% pentru porcinele cu greutatea de 90 kg.

Ovinele sunt mai rezistente, comparativ cu alte specii de animale, la lipsa de apă, cu toate acestea apa de băut trebuie asigurată la discreție. În dependență de masa corporală, starea fiziologică, tipul de furaje succulente sau grosiere, cele mai mari cerințe în apă se înregistrează la începutul lactației și în ultima parte a gestației, mai cu seamă la oile cu 2–3 miei, în aceste cazuri cantitatea zilnică de apă băută poate ajunge la 10 l/cap.

În general necesarul de apă variază în raport cu natura rației furajere, temperatura mediului înconjurător, parcurgerea anumitor distanțe, vârsta și starea fiziologică. Cantitatea de apă, de regulă, trebuie să fie de 3–4 ori mai mare decât substanța uscată ingerată, în medie cca 3–6 l/cap/zi. Acest necesar se poate parțial acoperi atât din unele furaje, în special verzi, cât și prin adăparea la discreție, la adăpost sau la pășune, de la o sursă cu apă potabilă de bună calitate.

La vacile de lapte odată cu creșterea temperaturii mediului înconjurător de la 18 oC până la 30 oC consumul de apă sporește cu 30%. Cerințele înalte în apă (2,6–4,2 l/kg de lapte produs) pentru vacile de lapte sunt dictate de faptul că laptele conține în jur de 87% apă. Din această cauză dacă vacile suferă de insuficiență de apă, producția laptelui scade în aceeași zi, pe când insuficiența de hrană duce la o scădere mai lentă a productivității în următoarele zile.

Nivelul cantitativ de utilizare a apei de către animale depinde de conținutul de apă în nutrețuri, temperatura mediului înconjurător, cantitatea de precipitații, umiditatea relativă a aerului, dar și de perioada de timp al aflării animalelor la soare. Îndestularea cerințelor animalelor în apă este un factor limitativ foarte important al nivelului de productivitate și bunăstării lor. (IFAD, 2021)

## 5. Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra unor sectoare cheie vulnerabile și asupra populației

### 5.1. Energetic

Sectorul energetic național din România trebuie să facă față tuturor provocărilor atât la nivel global, cât și local: securitatea aprovizionării cu energie electrică, concurența în creștere și reducerea impactului asupra mediului prin reducerea emisiilor cu efect de seră.

România trebuie să acopere decalajul de performanță economică față de țările mai dezvoltate ale UE. Astfel, una dintre principalele provocări ale UE și implicit a României este modul în care este asigurată energia electrică, folosind energie electrică competitivă și „curată”, având în vedere schimbările climatice, cererea globală în creștere de energie electrică și viitorul incert al surselor tradiționale de energie (electrică).

Schimbările climatice reprezintă o amenințare pentru toată infrastructura sistemului energetic, pe întreg lanțul de producere – transport – distribuție și consum.

Mediul înconjurător acționează asupra rețelelor prin fenomene climatice de risc sau riscuri climatice, care au impact asupra stâlpilor, fundațiilor, conductoarelor, lanțurilor de izolatoare cu accesoriilor lor. La aceleași riscuri sunt expuse și sursele de producere.

Din punct de vedere electroenergetic, teritoriul României este împărțit în 5 macroregiuni meteorologice, în funcție de intensitatea și frecvența de manifestare a principalilor factori meteorologici: vântul, depunerile de chiciură, poleiul, temperatura<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> PE 104/1993 - Normativ pentru construcția LEA cu tensiune mai mare de 1000 V





Figura 5.1.1. Regionarea României din punctul de vedere al condițiilor meteo-climatice cu impact asupra rețelelor electrice<sup>2</sup>.

În tabelul 5.1.1. sunt prezentate caracteristicile fiecărei zone.

Tabel 5.1.1. Condițiile meteo-climatice per zonă

Zona	Altitudine (m)	Presiunea maximă a vântului (daN/m <sup>2</sup> )	Grosimea stratului de chiciură pe conductoare (mm)
A	800	30	20
B	800	42	24
C	800	55	24
D	800	condiții deosebite de vânt (date furnizate de ANM)	24
E	800 - 2400	condiții deosebite de vânt stabilite pe baze statistice de ANM	condiții deosebite de chiciură stabilite pe baze statistice de ANM

<sup>2</sup> Mediul și Rețeaua Electrică. Atlas Geografic realizat de Academia Română și Ministerul Industriei și Resurselor, Editura Academiei Române, 2002

Pentru evaluarea impactului potențial al schimbărilor climatice în primul rând vor fi analizate înregistrările istorice. Evenimentele de natură meteo - climatică care au impact asupra rețelei electrice de transport și /sau distribuție sunt, în general: zăpadă umedă și vânt tare în rafale; depuneri masive de chiciură într-un interval foarte scurt, furtuni cu rafale, averse de ploaie cu descărcări electrice, variații de temperatură etc.

În perioada 1990 - 2020, în România au fost înregistrate peste 70 de evenimente grave de dezastru, inclusiv 44 de inundații, 15 evenimente de temperatură extremă, 7 furtuni, 2 cutremure, mai multe episoade de secetă și 5 alunecări de teren, soldate cu peste 3,5 miliarde USD de daune directe<sup>3</sup>.

În cele ce urmează sunt prezentate câteva exemple<sup>4</sup>:

-5 noiembrie 1995 - ST Bacău: pe fondul *intensificării puternice a vitezei vântului* (30 m/s), la o temperatură exterioară cuprinsă între 0 și -10oC, un arbore smuls a căzut pe LEA 400 kV Gutinaș – Smârdan;

-20 aprilie 1996 - ST Bacău: pe fondul *intensificării puternice a vitezei vântului* (25-30 m/s), la o temperatură exterioară de 10oC, un arbore smuls a căzut pe LEA 400 kV Gutinaș – Brașov;

-13 august 1999 - ST Constanța: pe fondul unor *precipitații abundente*, viitura carea a străbătut stația electrică 400/110 kV Tulcea Vest a distrus gardul de beton, drumurile de acces și canalizarea;

-7 noiembrie 1999 - ST Timișoara: pe fondul *intensificării puternice a vitezei vântului* (25 m/s) pe LEA 220 kV Racord Săcălaz s-a rupt un conductor datorită vibrațiilor produse de vântul puternic;

-24 august 2000 - ST Pitești: averse de ploaie cu descărcări electrice, vânt tare, cu aspecte locale de vijelie, viteza rafalelor peste 25 m/s, pe LEA 400 kV Slatina - București Sud s-a rupt un stâlp din fundație.

Alte exemple au fost extrase din Raportul privind realizarea indicatorilor de performanță pentru serviciile de transport, de sistem și de distribuție a energiei electrice și starea tehnică a rețelelor electrice de transport și de distribuție 2016, disponibil pe site-ul ANRE (Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei)<sup>5</sup>:

-În data de 17.01.2016 la ora 02:48, ca urmare a condițiilor meteorologice nefavorabile (viscol, ninsoare și vânt puternic) s-a produs o succesiune de declanșări de linii electrice adiacente stației 220 kV Fundeni, ceea ce a condus la rămânerea fără tensiune (parțial sau total) a unui număr de nouă stații electrice din zona de nord-est a municipiului București. Consumul întrerupt a fost de 62,5 MW (clienți casnici și non casnici mici), realimentarea făcându-se într-un interval care a durat între 1 și 10 minute.

În data de 01.06.2016 în intervalul orar 15:58–16:33, ca urmare a temperaturilor caniculare, a vegetației crescute în luna mai, a hidraulicității ridicate în amenajările râurilor Olt, Argeș și Dâmbovița și a retragerii accidentale a LEA 220 kV Bradu–Arefu, în zona județelor Vâlcea și Argeș, s-au produs mai

<sup>3</sup> Planul Național de Management al Riscurilor de Dezastre, 2020, Comitetul Național pentru Situații de Urgență

<sup>4</sup> Mediul și Rețeaua Electrică. Atlas Geografic realizat de Academia Română și Ministerul Industriei și Resurselor, Editura Academiei Române, 2002

<sup>5</sup> <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/rapoarte-indicatori-performanta>

multe declanșări succesive în rețeaua electrică de transport și în cea de distribuție a energiei electrice, fapt care a condus la rămânerea fără alimentare cu energie electrică a zonelor de nord ale celor două județe, întreruperea fiind resimțită inclusiv în zona industrială a municipiilor Râmnicu Vâlcea, Curtea de Argeș și Câmpulung Muscel. A fost întrerupt un consum de 171 MW (clienți casnici și noncasnici), care a fost realimentat integral până la ora 17:15 și sau asigurat condițiile pentru repunerea în funcțiune a centralelor electrice deconectate în urma evenimentului.

În data de 19.06.2016, la ora 19:53, ca urmare a unor fenomene meteorologice extreme care au avut loc pe raza localităților Iernut și Cuci din județul Mureș (furtună puternică însoțită de vijelie cu manifestări de tornadă), au avut loc mai multe declanșări în rețeaua electrică de transport și în cea de distribuție a energiei electrice, generate de deteriorarea unor componente ale liniilor electrice din zona limitrofă stației electrice 400/220/110 kV Iernut, după cum urmează: - în rețeaua electrică de transport a fost afectată o linie de 400 kV (6 stâlpi deteriorați și căzuți la pământ) și o linie de 220 kV (4 stâlpi deteriorați și căzuți la pământ); - în rețeaua electrică de distribuție au fost afectate o linie dublu circuit de 110 kV aparținând operatorului de distribuție SDEE Electrica Transilvania Sud (5 stâlpi deteriorați și căzuți la pământ) și două linii dublu circuit de 110 kV aparținând operatorului de distribuție SDEE Electrica Transilvania Nord (un număr de 13, respectiv 4 stâlpi deteriorați și căzuți la pământ). În urma declanșărilor, alimentarea consumatorilor cu energie electrică nu a fost afectată. În perioada următoare s-au realizat mai multe lucrări provizorii prin care s-a asigurat un nivel corespunzător al siguranței în alimentarea cu energie electrică a rețelelor electrice din zona de nord-vest a țării. Menționăm că până pe data de 20.12.2016 toate liniile electrice afectate au fost repuse în funcțiune.

În data de 3.07.2016, în condiții de ploaie torențială, vânt puternic și descărcări atmosferice, în stația 110/20 kV Teiuș s-au înregistrat declanșări ale întrerupătorului din celula 20 kV Stremt și întrerupătorului 110 kV și întrerupătorului 20 kV Trafo 2 110/20 kV și rămânerea fără tensiune a barelor 1 și 2 20 kV din stația 110/20 kV Teiuș. Puterea întreruptă a fost de 2 MW, pe o perioadă de 51 minute. Energia electrică nelivrată a fost de 1,7 MWh. Pe linia 20 kV Teiuș - Stremt a fost întreruptă o putere de cca. 0,6 MW pe o durată totală de 7 ore și 11 minute, cu 3,21 MWh energie nelivrată.

În data de 08.11.2016 la ora 16:47, ca urmare a condițiilor meteorologice nefavorabile (ploaie cu descărcări electrice și intensificări ale vântului cu aspect de vijelie) în zona județului Tulcea, s-au produs mai multe declanșări succesive în rețeaua de transport a energiei electrice, ceea ce a condus la rămânerea fără tensiune a stației 400/110/20 kV Tulcea Vest și a 19 stații 110 kV/MT aparținând e-Distribuție Dobrogea, precum și la întreruperea unei producții de 365,4 MW aferentă centralelor electrice eoliene din zona Tulcea și din zona adiacentă. Consumul întrerupt a fost de 70,8 MW (clienți casnici și noncasnici), re-alimentarea făcându-se între 23–28 minute. S-a asigurat repunerea în funcțiune a centralelor electrice deconectate în urma evenimentului.

Nefuncționarea liniilor electrice poate avea impact asupra:

- Operatorilor rețelelor – costuri de reparații, costuri în piața de echilibrare, pentru rezolvarea congestiilor;
- Producătorilor, care nu mai au acces la rețea și nu își mai pot îndeplini obligațiile asumate de livrare.

Pot apare situații în care, ca urmare a unor defecte apărute în liniile electrice, centrala să fie deconectată de la sistem

- Consumatorilor – care rămân nealimentați. În aceste situații consecințele pot fi multiple: poate fi afectată starea de sănătate (de exemplu, dacă se înregistrează temperaturi scăzute), pot să apară defecțiuni ale aparatelor electrocasnice etc.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



Din Raportul privind realizarea indicatorilor de performanță pentru serviciile de transport, de sistem și de distribuție a energiei electrice și starea tehnică a rețelelor electrice de transport și de distribuție, realizat pentru anul 2020 (denumit în continuare „Raport 2020”), publicat pe site-ul ANRE, au fost extrase informații privind doi indicatori de calitate privind continuitatea serviciului de transport: Energia nelivrată utilizatorilor/neprodusă în centrale (ENS) și Timpul Mediu de Întrerupere – (AIT).

Evoluția valorii indicatorilor de continuitate a serviciului de transport al energiei electrice în perioada 2016-2020 (ANRE) este prezentată în tabelul 5.1.2. În anul 2020 nu au fost înregistrate cazuri de energie nelivrate din alte cauze (forță majoră, condiții meteo deosebite, alți operatori, utilizatori, producători).

Tabelul 5.1.2. Indicatorilor de continuitate a serviciului de transport al energiei electrice

Indicator		2016	2017	2018	2019	2020
ENS (MWh)	- întreruperi planificate	0	0	0	0	0
	- întreruperi neplanificate determinate de forța majoră	0	0	0	0	0
	- întreruperi neplanificate determinate de condiții meteorologice deosebite	38,62	0	0 / 476,66 <sup>1)</sup>	8,983 / 0,249 <sup>1)</sup>	0
	- întreruperi neplanificate determinate de alți operatori, utilizatori, producători	0	11,85 / 2,05 <sup>1)</sup>	0	0	0
	- întreruperi neplanificate cauzate de OTS	224,69 / 264,70 <sup>1)</sup>	289,46 / 1105,55 <sup>1)</sup>	118,81 / 3088,83 <sup>1)</sup>	91,784 / 6,532 <sup>1)</sup>	287,98 / 0 <sup>1)</sup>
AIT (min/ an)	- întreruperi planificate	0	0	0	0	0
	- întreruperi neplanificate determinate de forța majoră	0	0	0	0	0
	- întreruperi neplanificate determinate de condiții meteorologice deosebite	0,36	0	0 / 4,52 <sup>1)</sup>	0,0885 / 0,00245 <sup>1)</sup>	0
	- întreruperi neplanificate determinate de alți operatori, utilizatori, producători	0	0,113 / 0,019 <sup>1)</sup>	0	0	0
	- întreruperi neplanificate cauzate de OTS	2,11 / 2,49 <sup>1)</sup>	2,762 / 10,55 <sup>1)</sup>	1,127 / 29,302 <sup>1)</sup>	0,9047 / 0,0643 <sup>1)</sup>	2,8374 / 0 <sup>1)</sup>

1) Standardul de performanță pentru serviciul de transport al energiei electrice și pentru serviciu de sistem<sup>6</sup>, impune înregistrarea valorilor pentru energia nelivrată la utilizatori, respectiv pentru energia nelivrată din centrale din cauza întreruperilor de lungă durată.

Tot din Raportul 2020 au fost extrase informații privind serviciul de distribuție a energiei electrice. Majoritatea consumatorilor de energie electrică din România (clienți finali), sunt racordați direct la rețelele electrice de interes public din patrimoniul celor opt operatori de distribuție (OD) titulari de licență cu contract de concesiune și anume societățile: E-Distribuție Muntenia S.A., E-Distribuție Banat S.A., E-Distribuție Dobrogea S.A., Distribuție Energie Oltenia S.A., Delgaz Grid S.A., Societatea de Distribuție a

<sup>6</sup> Aprobăat prin Ordinul ANRE nr. 12/2016



Energiei Electrice Muntenia Nord S.A., Societatea de Distribuție a Energiei Electrice Transilvania Nord S.A. și Societatea de Distribuție a Energiei Electrice Transilvania Sud S.A.<sup>7</sup>

Calitatea serviciului de distribuție a energiei electrice este reglementată prin Standardul de performanță pentru serviciul de distribuție a energiei electrice<sup>8</sup> care stabilește și indicatorii de performanță în asigurarea serviciului de distribuție.

De asemenea, Standardul stabilește condițiile referitoare la modul de anunțare și de înregistrare a întreruperilor în alimentarea cu energie electrică, precum și condițiile referitoare la modul de planificare a întreruperilor necesare pentru lucrările de dezvoltare și de mentenanță, respectiv pentru *remedierea instalațiilor în urma unor evenimente accidentale*.

Pentru determinarea indicatorilor de continuitate precizați în Standard, OD are obligația să înregistreze toate întreruperile de lungă durată, precum și întreruperile de scurtă durată a căii de alimentare/evacuare a energiei electrice a locurilor de consum și/sau de producere racordate la RED, indiferent de tensiunea acestora.

Conform raportărilor incidentelor deosebite, în anul 2020 s-au înregistrat:

A. În rețeaua RED din gestiunea e-Distribuție Muntenia: 148 incidente deosebite. Doar 6% sunt incidente ale căror cauze sunt neidentificate sau au avut loc pe fond de condiții meteo deosebite (V. pag 76 din Raport).

B. În rețeaua RED din gestiunea e-Distribuție Banat s-au înregistrat 143 incidente deosebite. Dintre acestea, 22% au fost cauzate de acțiuni ale terților sau pe fondul unor condiții meteo deosebite (V. pag.82 din Raport).

C. În rețeaua RED din gestiunea E-Distribuție Dobrogea S.A. s-au înregistrat 78 incidente deosebite. Cel puțin două au fost datorate condițiilor meteorologice (V. pag.87 din Raport).

D. În rețeaua RED din gestiunea Distribuție Energie Oltenia s-a înregistrat un număr de 9 incidente deosebite. Dintre acestea, 55% au fost incidente apărute pe fondul fenomenelor meteo deosebite sau acțiuni ale terților (V. pag 92 din Raport).

E. În rețeaua RED din gestiunea Delgaz Grid s-a înregistrat un număr de 71 incidente deosebite. Dintre acestea, 37% dintre incidente au apărut pe fondul condițiilor meteo deosebite sau au fost cauzate de acțiuni ale terților (V. pag.97 din Raport).

F. În rețeaua RED din gestiunea SDEE Muntenia Nord s-a înregistrat 170 incidente deosebite. Dintre acestea, 37% au fost raportate ca incidente deosebite produse pe fondul unor condiții meteo deosebite (V. pag.102 din Raport).

<sup>7</sup> <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/rapoarte-indicatori-performanta>

<sup>8</sup> Aprobat prin Ordinul ANRE nr. 46/2021



G. În rețeaua RED din gestiunea SDEE Transilvania Nord s-a înregistrat un număr de 19 incidente deosebite. Nu sunt raportate incidente deosebite produse pe fondul unor condiții meteo deosebite (V. pag 108 din Raport).

H. În rețeaua RED din gestiunea SDEE Transilvania Sud s-a înregistrat un număr de 57 incidente deosebite, din care 26% sunt raportate ca incidente deosebite produse pe fondul unor condiții meteo deosebite sau provocate de acțiuni ale terților (V. pag 113 din Raport).

În Tabelul X1 este prezentată a sinteză a incidentelor apărute pe fondul fenomenelor meteo deosebite sau acțiuni ale terților.

Tabelul 5.1.3. Incidente apărute pe fondul fenomenelor meteo deosebite sau acțiuni ale terților

	2020	Număr total de incidente	Incidente apărute pe fondul fenomenelor meteo deosebite sau acțiuni ale terților		Medie utilizatori afectați	Putere intrerupta per incident [MW]	Energie nelivrată per incident [MWh]
1	E-Distribuție Muntenia	148	6%	9	12,705	7.06	2.88
2	E-Distribuție Banat	143	22%	31	5,054	2.93	0.91
3	E-Distribuție Dobrogea	78	9%	7	4,393	3.95	1.28
4	Distribuție Energie Oltenia	9	55%	5	15,357	4.72	6.13
5	Delgaz Grid	71	37%	26	8,016	2.57	2.21
6	SDEE Muntenia Nord	170	37%	63	10,475	4.66	3.64
7	SDEE Transilvania Nord	19	0%	0	15,579	4.5	2.27
8	SDEE Transilvania Sud	57	26%	15	10,521	6.77	2.25
	Total	695	156				

Sursa: [www.anre.ro](http://www.anre.ro)

Se poate constata că impactul unui incident diferă în funcție de zona de apariție, deoarece evenimentele pot avea intensități diferite și pot afecta un număr diferit de consumatori, în funcție de densitatea consumatorilor din zona respectivă.

Din raportările aferente anului 2020, a fost reținute pentru o estimare a impactului, un incident care a avut loc în județul Ialomița, respectiv un eveniment care a avut loc în februarie 2020 – pe fondul intensificării vântului. După cum se poate observa, în această situație, energia nelivrată a fost mult mai mare decât media energiei nelivrate.

Eveniment / data	Număr de consumatori afectați	Putere nelivrată [MW]	Energie nelivrată [MWh]
Galopaj de conductoare <sup>9</sup> 05.02.2020, 19:15, Ialomița	8524	4,02	39.44

<sup>9</sup> Acest fenomen, de oscilații longitudinale ale liniilor electrice aeriene, poate apărea pe fondul condițiilor meteo deosebite – ploaie înghețată, vânt puternic și depunere de chiciură

Considerând consumatorii alimentați în JT și un cost mediu al energiei electrice de 600 lei/MWh (medie considerată pentru anul 2020), obținem în cazul acestui eveniment, un cost al energiei nelivrate de cca 23600 lei.

Prin urmare se pot concluziona următoarele aspecte:

-sunt raportate împreună *incidentele apărute pe fondul fenomenelor meteo deosebite sau acțiuni ale terților (conform metodologiei de raportare);*

-evenimentele care au cauze fenomene meteorologice cu intensitate mare afectează, de obicei, un număr mare de consumatori – exemplul evenimentului din județul Ialomița (energia nelivrată a fost foarte mare);

-În toate situațiile, în afară de costurile energiei nelivrate, mai există și alte costuri: costurile aferente remedierii defectelor (care se vor regăsi ulterior în tarifele operatorilor de rețea), costul neîndeplinirii indicatorilor de performanță a serviciului prevăzuți în standarde<sup>10</sup>, costul echipamentelor care s-au defectat, costul externalităților negative (costuri pentru sănătate, costul unor surse alternative) etc.

## 5.2. Transporturi

Unul dintre obiectivele principale stabilite în cadrul Strategiei Naționale pentru Dezvoltarea Durabilă a României, este proiectarea și dezvoltarea unei infrastructuri calitative, fiabile, sigure și durabile pentru a sprijini dezvoltarea economică și dezvoltarea socială. Domeniul transporturilor este considerat prioritar în ceea ce înseamnă dezvoltarea țării noastre. Sectoarele principale vizate în cadrul domeniului de transporturi sunt rutier, feroviar, aerian, naval și urban.

Aceste segmente de transport trebuie să fie capabile să funcționeze în siguranță și la capacitate maximă, indiferent de acțiunile pe care mediul înconjurător le are asupra lor. Trăim într-o epocă în care eficiența și siguranța în transporturi este primordială, motiv pentru care este de un interes deosebit dezvoltarea unei infrastructuri de transport durabile și reziliente, cu abilitatea de a compensa și reduce simțitor orice acțiune a unor factori de risc climatic. Pentru a atinge acest deziderat, este imperativă conștientizarea limitărilor actuale ale acestor sectoare de transport.

Toate segmentele menționate anterior, manifestă o vulnerabilitate accentuată în fața schimbărilor climatice, motiv pentru care este imperativă cunoașterea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic. Odată cunoscuți factorii de risc asociați schimbărilor climatice, se pot determina metode adecvate de contracarare a acestor efecte distructive. Pentru a putea evalua întregul spectru de efecte, este mai facilă fragmentarea analizei pe sectoare de transport.

Factorii climatici de risc maxim pentru sectorul transporturilor sunt:

---

<sup>10</sup> Începând cu anul 2019 compensațiile pentru nerespectarea indicatorilor de performanță prevăzuți în standard se acordă automat, indiferent de tipul de compensație. În anul 2020 au fost acordate compensații în valoare de 20,5 milioane de lei (sursa: Raportul privind realizarea indicatorilor de performanță pentru serviciile de transport, de sistem și de distribuție a energiei electrice și starea tehnică a rețelelor electrice de transport și de distribuție, realizat pentru anul 2020).

- Ø Precipitații extreme (abundente)
- Ø Creșterea nivelului mării în zonele costiere
- Ø Intensificarea vânturilor
- Ø Temperaturi extreme
- Ø Cicluri frecvente îngheț-dezghet

### **Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra segmentului de transport rutier**

Având în vedere factorii de risc amintiți anterior, este de o importanță deosebită, cunoașterea efectelor climatice generate în urma manifestării violente a acestor factori. Datorită precipitațiilor extreme, pot apărea inundații, deteriorări și spălări la nivelul drumurilor și podurilor, asociate cu fenomene precum alunecări de teren, alunecări de noroi, depuneri de gheață și resturi forestiere. [2] [3]

Totodată, aceste fenomene se pot manifesta și în urma creșterii nivelului mării în zonele costiere datorită schimbărilor climatice sau a fenomenelor meteorologice asociate acestor schimbări (valuri marelui de furtună). [2] [3]

Precipitațiile extreme pot determina apariția inundațiilor cu efecte negative asupra infrastructurii rutiere, precum: eroziunea sedimentelor de la baza pilierelor podurilor, a paturilor drumurilor, a fundațiilor drumurilor, a straturilor de bază, de legătură și de uzură a șoselelor. Căile de rulare sunt cele mai vulnerabile în fața schimbărilor climatice, atât în ceea ce înseamnă integritatea lor structurală, cât și din punct de vedere al siguranței în exploatare. Astfel, datorită precipitațiilor extreme, a vântului puternic și a precipitațiilor cu gheață, stabilitatea laterală și longitudinală a vehiculelor vor fi puternic afectate, reducând în mod substanțial siguranța în exploatare, prin asociere cu problemele de vizibilitate introduse de aceste fenomene meteorologice. [2] [4]

La nivelul căilor de rulare pot apărea distrugerii și deteriorări cauzate de temperaturi ridicate (înmuierea și topirea asfaltului) precum și de alternanțe frecvente între temperaturi reduse și ridicate (îngheț-dezghet). Aceste alternanțe pot duce la deformarea, forfecarea și deteriorarea căilor de rulare, având ca și consecințe efecte negative în ceea ce înseamnă confortul și siguranța în exploatare. Cele mai vulnerabile elemente din cadrul infrastructurii rutiere în ceea ce înseamnă expunerea la alternanțe de temperaturi extreme, sunt podurile, ale căror rosturi vor fi supuse unor dilatări extreme care pot duce chiar și la prăbușirea acestora.

Structurile rutiere și echipamentele rutiere (de semnalizare și de circulație) pot fi supuse unui grad avansat de deteriorare. Vânturile puternice împreună cu precipitațiile extreme și cu gheață, pot duce la apariția unor obstrucții (linii electrice/copaci) la nivelul căilor de rulare. Acest fenomen, asociat cu condiții de vizibilitate redusă, generează un grad redus de siguranță, introducând obstacole greu de evitat pentru conducătorii auto. [2][3][4]

### **Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra segmentului de transport feroviar**

Factorii climatici de risc maxim pentru sectorul transportului feroviar, sunt similari cu cei amintiți în secțiunea dedicată transporturilor rutiere. Precipitațiile extreme, împreună cu creșterea nivelului mării în zonele costiere, intensificarea vânturilor și temperaturile extreme aflate în continuă alternanță, au potențialul de a deteriora în mod substanțial rețelele feroviare.

Cele mai vulnerabile componente din arhitectura unui sistem de transport feroviar prin prisma schimbărilor climatice, sunt căile ferate. Acestea pot fi afectate de inundații, spălări și de apariția obstacolelor asociate precipitațiilor abundente și creșterii intensității furtunilor. Odată cu aceste fenomene meteorologice, pot apărea și alunecări de teren, de roci și de noroi, care pot genera depunerea de resturi forestiere pe căile ferate. Totodată, rețelele feroviare sunt în mod special vulnerabile în ceea ce privește lipsa lor de flexibilitate în eventualitatea creșterii nivelului mării în zonele costiere.

Un factor care introduce o vulnerabilitate suplimentară regăsită la nivelul rețelilor feroviare, este susceptibilitatea elementelor structurale la deteriorări cauzate de atât de fenomene meteorologice cu acțiune directă, cât și cu acțiune indirectă. Inundațiile, alunecările de teren, eroziunile datorate cantităților semnificative de apă acumulate în zonele structurale ale rețelei, precum și alternanța frecventă între temperaturi extreme, duc la deteriorarea elementelor structurale și la prăbușirea podurilor și la deformarea și flambarea căilor ferate.

Un alt aspect de o importanță deosebită în evaluarea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic, în ceea ce privește partea de transport feroviar, este conștientizarea expunerii sistemelor de semnalizare atât de vitale în siguranța exploatarea rețelei. Intensificarea vânturilor împreună cu precipitațiile abundente și alternanța de temperaturi, pot duce la deteriorarea elementelor de semnalizare și comutare a rețelei, precum și a barierelor necesare în izolarea traficului feroviar, față de cel rutier. Un alt sistem vital în buna funcționare a transportului feroviar, este sistemul de alimentare cu energie electrică, sistem cu elemente componente cu rezistență limitată în fața unor fenomene meteorologice extreme. [2]

### **Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra segmentului de transport aerian**

Fenomenele meteorologice extreme reprezintă factorii de risc maxim în ceea ce privește siguranța în cadrul sistemelor de transport aerian. Elementele cele mai vulnerabile din cadrul acestui segment, sunt cele regăsite la nivelul solului: piste, terminale, căi de rulare, echipamente de semnalizare. Totodată, punerea în funcțiune a aeronavelor este puternic influențată atât de nivelul temperaturilor, cât și de intensitatea unor fenomene precum precipitațiile abundente sau precipitațiile cu gheață. Intensitatea vânturilor reprezintă un factor major în ceea ce înseamnă punerea în funcțiune și exploatarea în siguranță a culoarelor aeriene. [2][3][4]

Cele mai frecvente efecte ale factorilor de risc climatic, sunt inundațiile regăsite la nivelul pistelor sau a căilor de rulare ale aeroporturilor. Aceste efecte apar datorită precipitațiilor abundente și a bălților de apă asociate. În zonele costiere, fenomenele de inundație sunt augmentate de creșterile de nivel ale mării. Schimbările climatice și creșterea în intensitate a acestor fenomene meteorologice pot duce la deteriorarea structurală a elementelor principale ale sistemelor de transport aerian.

Fluctuațiile de temperatură împreună cu atingerea unor praguri extreme, pot duce la înmuierea și topirea asfaltului de la nivelul pistelor și a căilor de rulare. Prin alternanța dintre temperaturi extrem de ridicate și de scăzute, poate apărea fenomenul de fisurare, deformare și deteriorare a acestor căi de rulare. Prin asocierea acestui proces cu precipitații abundente, se pot realiza modificări substanțiale la nivelul solului cu rol structural în construcția pistelor. Aceste modificări atrag de la sine deficiențe în procesele de drenaj și evacuare a excesului de apă, dând naștere unui cerc vicios cu consecințe dezastruoase pentru structura și siguranța conferită de transportul aerian.

Vânturile puternice și precipitațiile extreme au o influență imensă în ceea ce înseamnă procesul de deteriorare a terminalelor și a echipamentelor de navigație aferente, reducând astfel confortul utilizatorilor și siguranța în exploatarea sistemului. Aceste echipamente pot fi afectate și de temperaturi extreme capabile de a genera impacturi operaționale și de exploatare, introducând atât defecte la nivelul echipamentelor, cât și probleme de securitate și sănătate în muncă.

Elementele centrale ale sistemelor de transport aerian sunt aeronavele. Aceste elemente manifestă o vulnerabilitate crescută în fața schimbărilor climatice prin prisma unor limitări mecanice exacerbate de condițiile meteorologice extreme. Precipitațiile extreme împreună cu precipitațiile cu gheață pot duce la reducerea aderenței aeronavelor, în contact cu pistele și căile de rulare.

Totodată, aeronavele pot manifesta deficiențe în procesul de decolare prin prisma portanței reduse, dependentă de densitatea aerului, fapt care presupune consumul excesiv de combustibil, reducând eficiența atât de necesară a acestor sisteme de transport. Temperaturile situate la limitele inferioare extreme, pot duce la apariția fenomenului de givraj. Pentru a combate apariția acestui fenomen nedorit, va fi necesară utilizarea unei energii suplimentare pentru a degivra aeronavele și pentru a dezgheța și dezgheța pistele și căile de rulare. [2][3][4]

### **Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra segmentului de transport naval**

Sectorul de transport naval este afectat în mod principal de modificarea nivelului apelor, cauzate de cantități excesive de precipitații și de topirea ghețurilor. Aceste fenomene duc la inundații și deteriorări ale instalațiilor portuare prin cantități excesive de precipitații, ploi cu gheață și valuri de furtună. [2][3][4]

Modificarea nivelului apelor poate duce la sporirea sau reducerea accesului la porturi. Prin creșterea nivelului mării, se poate permite accesul în porturi a navelor de dimensiuni mari. Cu toate acestea, creșterea apelor fluviale poate genera dificultăți în ceea ce înseamnă trecerea vaselor pe sub poduri. Aceste aspecte împreună cu creșterea magnitudinii furtunilor, a vânturilor și a precipitațiilor, pot duce la o manevră dificilă a vaselor, reducând astfel siguranța asociată utilizării acestui tip de transport. [2][3][4]

Fluctuațiile de temperaturi au un impact cuantificabil asupra sezonului de exploatare a porturilor. Acesta poate fi prelungit sau scurtat în funcție de evoluția temperaturilor. Pe măsură ce temperaturile sunt mai ridicate, sezonul de exploatare va fi prelungit, întrucât dispare fenomenul de îngheț a apelor. [2][3][4]

### **Impactul potențial al fenomenelor de risc climatic asupra segmentului de transport urban**



Sistemele de transport urban reprezintă un ansamblu format atât din elemente de transport rutier, cât și din elemente de transport feroviar. Această structură complexă, amplifică vulnerabilitatea pe care o manifestă acest segment de transporturi în fața schimbărilor climatice. Precipitațiile extreme asociate cu probleme de drenaj, polei și gheață, pot duce la inundații, avarii și eroziuni ale infrastructurii de suprafață (canalizări, drumuri, trotuare, piste de biciclete). Totodată, aceste fenomene meteorologice, în asociere cu temperaturi situate la extremele inferioare, pot distruge în mod substanțial sistemele de tranzit subteran (tuneluri rutiere, pasaje și metrouri).

Temperaturile extreme pot duce la deformarea și flambarea liniilor de transport feroviar. Totodată, aceste temperaturi, împreună cu alternanța frecventă între temperaturi ridicate și reduse, pot duce la înmuierea și topirea asfaltului. [2]

Datorită fluctuațiilor de temperatură, pot apărea fenomene de deteriorare a semnelor de circulație, a echipamentelor de semnalizare precum și distrugerea liniilor electrice și a vegetației (copaci căzuți care ar putea obstrucționa traseele rutiere), sub acțiunea vânturilor puternice, a precipitațiilor extreme și a ploii cu gheață. Pierderea alimentării cu energie electrică, poate duce la oprirea elementelor de semnalizare aeriană, a tramvaielor și troleibuzelor precum și a elementelor de semnalizare rutieră.[2][3][4]

### **Identificarea zonelor de risc climatic și metode pentru reducerea impactului potențial al fenomenelor de risc climatic**

Având în vedere factorii de risc menționați în prima parte a raportului, este imperativă conștientizarea amenințărilor introduse de schimbările climatice, precum și adoptarea unor metode și mijloace de reducere completă sau parțială a efectelor negative introduse de fenomenele meteorologice extreme. Ca și amenințări se amintesc:

- Producerea unor daune materiale semnificative la nivelul infrastructurii de transport terestre, cauzate de alunecări de teren, inundații și precipitații violente
- Producerea de daune materiale semnificative la nivelul infrastructurii portuare și fluviale ca urmare a modificărilor regimului de curgere a Dunării sub acțiunea precipitațiilor extreme
- Modificarea în sens negativ a condițiilor și a regimurilor de transport ca urmare a creșterii frecvenței de apariție a fenomenelor meteorologice extreme
- Variațiile de temperatură frecvente, până la praguri superioare și inferioare extreme, pot scoate în evidență limitări serioase ale materialelor utilizate în construcția infrastructurii rutiere, feroviare, aeriene, fluviale și maritime
- Tendințele de creștere a nivelului mării, pot duce la situații în care infrastructura actuală de gestiune a apelor (diguri, ziduri de chei), va fi parțial sau complet depășită
- Creșteri asociate transporturilor, datorită necesității adoptării unor soluții moderne de transport a persoanelor, în vederea obținerii unui confort sporit
- Apariția unor perturbări în regimul de transport al mărfurilor, impunând costuri sporite
- Creșterea volumului de investiții în infrastructură, pentru a permite compensarea efectelor negative asociate schimbărilor climatice[3]

Odată conștientizate amenințările impuse de schimbările climatice, este importantă alinierea principiilor de acțiune la cele europene. În cadrul lucrării cu titlul “Roadmap to a Single European

*Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*”, realizată de Comisia Europeană, este menționat faptul că orice tip de infrastructură trebuie să fie capabilă de a minimiza amprenta pe care o are asupra mediului, fiind în același timp capabilă de a rezista în timp, în fața efectelor generate de schimbările climatice, oferind o reziliență sporită.[4]

În acest sens, există două mijloace principale de adaptare a infrastructurii de transport. De cele mai multe ori, deteriorarea infrastructurii în cazul fenomenelor meteorologice extreme, este pusă în seama întreținerii precare și a tehnicilor de întreținere învechite, metode care oferă o opțiune atractivă din punct de vedere a costurilor asociate. Menținerea acestei poziții, poate duce la generarea unor incertitudini în ceea ce privește durata de viață a elementelor centrale ale sistemelor de transport. În acest sens, adoptarea unor măsuri poate fi realizată în două moduri principale:

- a. Prin utilizarea metodelor de management adaptiv, care presupune impunerea de măsuri dictate de contextul actual, cu efecte pe termen scurt și mediu (până la 10 ani). Avantajul acestei abordări este versatilitatea pe care o oferă în lupta împotriva schimbărilor climatice, strategiile de acțiune putând fi modificate în funcție de situații particulare. Această abordare presupune totuși, costuri asociate ridicate, în materie de studii și previziuni continue, reducând în același timp costurile asociate modernizării infrastructurii de transport.[5]
- b. Adoptarea unor măsuri decisive cu efecte pe termen lung

Odată adoptate metodele de acțiune, se poate realiza revizuirea tuturor reglementărilor cu privire la proiectarea, construcția și întreținerea infrastructurii în tot ce înseamnă drenarea apelor pluviale, terasamente, drumuri, căi ferate, poduri, tuneluri, canale navigabile și piste pentru sectorul aviatic.

O metodă pentru a asigura reziliența sectorului de transporturi, este identificarea și adoptarea unor rute și moduri alternative de transport, în eventualitatea producerii de daune sub acțiunea factorilor de risc climatic. Este imperativă colectarea adecvată a apelor pluviale din rețelele stradale, asigurarea unui număr suficient de mare de poduri, rigole și canale, în cazul precipitațiilor abundente precum și în cazul inundațiilor.

De o importanță deosebită este asigurarea protecției rețelelor de comunicație și a căilor ferate în vederea creșterii rezistenței în fața condițiilor meteorologice extreme. Acest lucru poate fi realizat prin introducerea unor elemente care conferă siguranță sporită (cabluri subterane în loc de cabluri de suprafață).

În cadrul infrastructurii terestre, este recomandată promovarea unor tehnologii noi în ceea ce privește îmbrăcămintea stradală (beton asfaltic sau beton ciment) și de execuție a stratului de rulare, pe bază de mixturi asfaltice realizate cu bitum modificat, pentru a putea compensa deformațiile temporare sau permanente intervenite în urma unor șocuri mecanice sau termice (fluctuații de temperatură). Totodată, în vederea reducerii amprentei infrastructurii asupra mediului, se recomandă construirea în rețelele rutiere și feroviare a unui număr adițional de facilități pentru a asigura tranzitul animalelor sălbatice (poduri verzi, pasaje).

Un alt mijloc de combatere a efectelor factorilor de risc climatic, este reducerea transportului rutier, în special a celui de marfă, prin îmbinarea cu celelalte tipuri de transport, încurajând în același timp formele de transport alternativ cu un impact cât mai redus asupra mediului. În același timp, este de o importanță deosebită urmărirea dezvoltării și îmbunătățirii căilor de rulare în vederea fluidizării traficului, urmărind eficientizarea transportului rutier, având ca și consecință consumuri reduse de combustibil și implici emisii reduse de gaze cu efect de seră.

Ca mențiuni finale în ceea ce înseamnă combaterea schimbărilor climatice în domeniul transporturilor rutiere, se recomandă limitarea masei mijloacelor de transport pe tronsoanele cele mai vulnerabile, împreună cu împădurirea zonelor afectate de inundații și alunecări de teren limitrofe drumurilor și implicit căilor de comunicație.

Primul pas în definitivarea măsurilor, este identificarea zonelor care prezintă factori de risc climatic. În acest sens este nevoie de colectarea de hărți care să cuprindă evoluția acestor factori de risc, precum și gradul de incidență ai acestora.

### 5.3. Resurse de apă

Sub aspectul impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra sectorului de management al resurselor de apă, acesta poate fi cuantificat prin intermediul datelor referitoare la debitele maxime, respectiv precipitațiile abundente înregistrate pe un anumit areal, în cazul inundațiilor și, în egală măsură, prin utilizarea unor indicatori de bază care exprimă intensitatea fenomenului climatic de risc, în cazul secetei.

În cazul inundațiilor, acestea sunt determinate de scurgerea maximă și de viituri, acestea se pot produce în orice anotimp, caracteristice fiind, însă, sezonului de primăvară când se constată producerea unei alimentări foarte bogate pluviale și nivale.

În ceea ce privește riscul producerii de inundații, acestea sunt generate de viituri, fenomene hidrice cu urmări rapide, de o gravitate deosebită, în special în contextul populării timpurii accentuate a anumitor regiuni, existând ansambluri construite expuse, vulnerabile prin situarea în proximitatea albiei râului, datorită producerii acestora într-un tempo foarte rapid, sub o formă brutală (Pișota, 1995). Aceste viituri, prin forța lor erozivă și de transport al apei și aluviunilor. Geneza acestora este legată, în principal, de condițiile climatice și meteorologice locale, formarea undelor de viitură producându-se în urma unor ploii torențiale, căderi masive de precipitații sau a topirii bruște a zăpezii, ca urmare a unei invazii de aer cald, ce dau naștere, pe de o parte, viiturilor pluviale, specifice sectorului inferior de studiu, iar pe de altă parte, viiturilor nivale sau pluvio-nivale (Mihai et al., 2016). Pe lângă factorii declanșatori ai viiturii, există așa-numiții „factori condiționali”, ce includ condițiile antecedente (pregătitoare), care acționează cumulativ, precum precipitațiile lichide și solide căzute într-un interval scurt de timp, anterior declanșării viiturii, nivelul apei în albia minoră și în stratul freatic, gradul de umiditate și temperatura substratului, înghețul în sol, dar și rata producerii evaporației (Ioniță, 2011).

De asemenea, pentru analiza unor estimări ale impactului potențial al schimbărilor climatice asupra scurgerii maxime, realizate la nivel internațional pe baza altor scenarii de schimbări climatice, au fost selectate următoarele studii reprezentative:

- Raportul tehnic: ”Impact of a changing climate, land use, and water usage on water resources in the Danube river basin”, realizat de către JRC, în anul 2018.
- Studiul ”Independence of future changes of river runoff in Europe from the pathway to global warming”, realizat de un colectiv de cercetători coordonat de JRC, publicat în anul 2020 (Climate 2020, 8, 22; doi:10.3390/cli8020022, [www.mdpi.com/journal/climate](http://www.mdpi.com/journal/climate)).

Din cadrul acestor două studii realizate la nivel internațional, se prezintă în continuare o selecție de rezultate reprezentative pentru impactul potențial al schimbărilor climatice asupra scurgerii maxime, la nivelul bazinului Dunării, respectiv la nivel European. În cadrul ambelor studii, pentru realizarea

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



modelărilor hidrologice a fost utilizat modelul hidrologic cu parametri distribuți LISFLOOD, iar ca date de intrare a fost utilizat un ansamblu de simulări realizate cu modele climatice, în diferite scenarii de evoluție a gazelor cu efect de seră.

Un rezultat important al primului studiu, este estimarea impactului potențial al schimbărilor climatice asupra riscului anual de producere a inundațiilor în bazinul hidrografic al Dunării (Figura 3), utilizând percentila de 99.5 a debitelor zilnice (Q99.5), valoare care poate fi asimilată cu debitul maxim cu perioadă medie de revenire de 1 an. După cum se poate observa în figura 5.3.1, riscul anual de producere a acestor debite maxime se așteaptă să crească la nivelul bazinului Dunării, atât pentru scenariul de 2°C, cât și pentru scenariul RCP8.5 - 2070-2099.

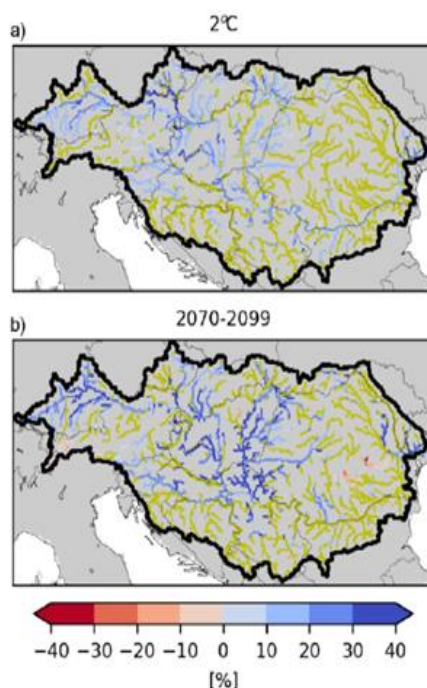


Figura 5.3.1. Estimarea impactului potențial al unui scenariu de creștere a temperaturii cu 20C (a) și, respectiv, al scenariului RCP8.5 - 2071 – 2099 (b) asupra riscului anual de producere a viiturilor în bazinul Dunării (percentila de debite Q99.5)

Foarte important de menționat este faptul că, pentru o serie de afluenți ai Dunării (marcați pe hartă cu culoarea verde deschis) rezultatele sunt incerte, având în vedere faptul că, mai mult de 3 modele din ansamblul de 11 modele climatice utilizate indică rezultate opuse la nivelul schimbărilor. Această situație se înregistrează la nivelul majorității bazinelor hidrografice din România, mai ales în ipoteza scenariului de creștere cu 2°C a temperaturii medii.

Al doilea studiu selectat a urmărit realizarea unei analize la nivel European a impactului potențial al schimbărilor climatice, utilizând de asemenea o abordare bazată pe modelare pentru un ansamblu de simulări ale evoluției climatice și respectiv a regimului hidrologic, utilizând un set de proiecții climatice realizate în cadrul proiectului EURO-CORDEX pentru scenariile climatice RCP8.5 și respectiv RCP4.5. Simulările evoluției regimului hidrologic au fost realizate la pas de timp zilnic, cu modelul LISFLOOD, pentru perioada 1981 – 2100. Un rezultat important obținut în cadrul acestui studiu îl reprezintă estimarea



impactului potențial al schimbărilor climatice asupra debitelor maxime cu probabilitate de depășire de 1%, pentru bazine hidrografice cu suprafață mai mare de 500 km<sup>2</sup> (figura 5.3.2).

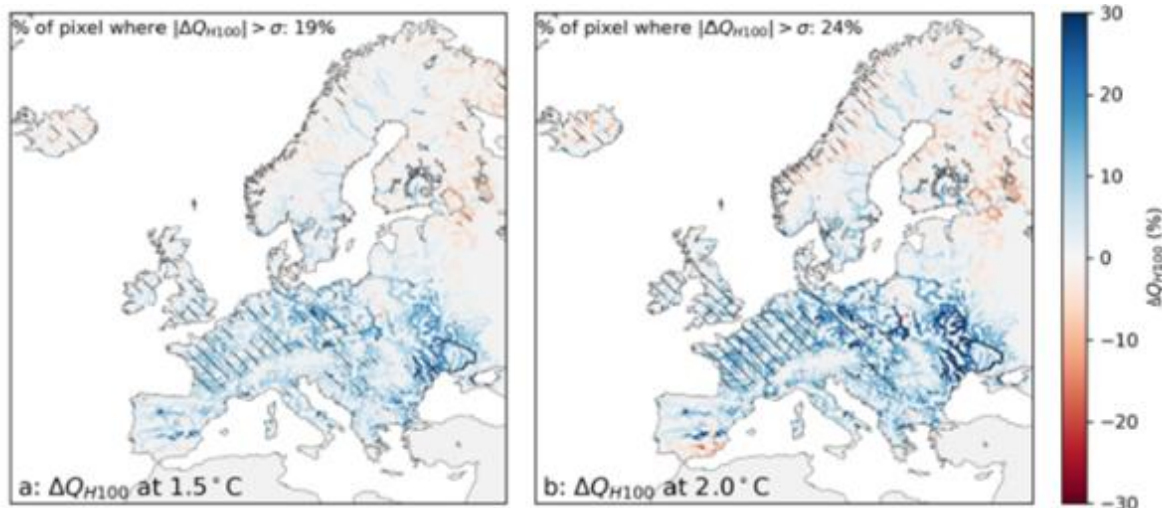


Figura 5.3.2. Estimarea schimbării relative a debitelor maxime cu probabilitate de depășire de 1%, în ipoteza unei creșteri a temperaturii medii cu 1.5°C (a), respectiv 2°C (b), pentru bazine hidrografice de suprafață > 500 km<sup>2</sup>

După cum se poate observa, în ambele scenarii analizate rezultatele indică o creștere semnificativă a debitelor maxime cu probabilitate de depășire de 1% în estul României, confirmând astfel concluziile studiilor realizate de I.N.H.G.A. Impactul schimbărilor climatice asupra scurgerii minime este un subiect care prezintă de asemenea interes prin prisma problemelor de gospodărire a apelor specifice situațiilor de ape mici. Scăderea debitelor, ca efect al schimbărilor climatice cel mai probabil va influența și atingerea obiectivelor de mediu ale Directivei Cadru a Apei.

Totodată, impactul acestor schimbări climatice asupra corpurilor de apă constă în modificări la nivelul distribuției sezoniere a scurgerii, apariția mai frecventă a situațiilor de debit scăzut și a deficitului de apă, chiar cu posibilitatea de a deveni mai severe.

În ceea ce privește analiza impactului schimbărilor climatice asupra sistemelor de gospodărire a apelor, există preocupări privind optimizarea exploatarea acumulărilor în condițiile schimbărilor climatice. Modificarea regimului hidrologic, ca efect al schimbărilor climatice va influența dezvoltarea și gospodărirea resurselor de apă și drept urmare este necesar a se adapta modul de exploatare a lacurilor de acumulare. Adaptarea la schimbările climatice a exploatarea lacurilor de acumulare trebuie realizată ținând cont de prognoza folosințelor și de cerințele de mediu - debitul ecologic necesar protecției și conservării ecosistemelor acvatice determinat prin aplicarea metodologiei recent aprobată prin Hotărârea de Guvern nr. 148/28.02.2020.

În cadrul unor proiecte internaționale s-au generat o serie de scenarii climatice pentru România folosind diferite modele climatice specifice. Utilizarea rezultatelor acestor modele privind modificările parametrilor climatici au permis estimarea impactului potențial al schimbărilor climatice, pentru diferite bazine hidrografice de pe teritoriul României, referitoare la modificarea regimului hidrologic al râurilor.



Deși în ultimii ani resursele de apă se situează sub media multianuală, s-au produs totuși viituri și inundații chiar și în anii caracterizați ca fiind secetoși, ceea ce evidențiază o tendință de intensificare a fenomenelor extreme. Efectul schimbărilor climatice se transpune regional sau local, atât în intensificarea fenomenelor extreme, cât și în amploarea fenomenului de secetă pedologică și hidrologică, având drept consecință reducerea resurselor de apă. Rezultatele studiilor arată faptul că, cele două fenomene nu se manifestă în același sens într-un anumit areal.

Simulările hidrologice cu modelele utilizate, având parametrii optimi obținuți prin procesul de calibrare, au fost efectuate pentru perioada de referință și pentru un orizont de timp viitor, respectiv 1971-2000 (Scenariul 0) și 2021-2050 (Scenariul 1), pentru un număr de 285 stații hidrometrice din România. A fost realizată o analiză comparativă a datelor de intrare în modelele hidrologice (precipitații și temperaturi medii la nivelul sub-bazinelor corespunzătoare secțiunilor analizate) între cele două perioade de timp considerate în studiile I.N.H.G.A. Figurile 5.3.3 și 5.3.4 arată abaterile relative ale precipitațiilor și respectiv ale temperaturii aerului, ca valori anuale medii multianuale, între scenariul 1 (S1) și scenariul 0 (S0). Rezultatele modelării au constatat din debite medii lunare multianuale. Pe baza analizei acestora, s-a identificat o creștere semnificativă a resursei de apă în ianuarie și februarie și o scădere semnificativă în aprilie, mai și august - noiembrie.

În ceea ce privește debitele medii sezoniere, pentru bazinele hidrografice analizate s-a identificat, în general, o creștere în timpul iernii și o scădere a lor în celelalte sezoane.

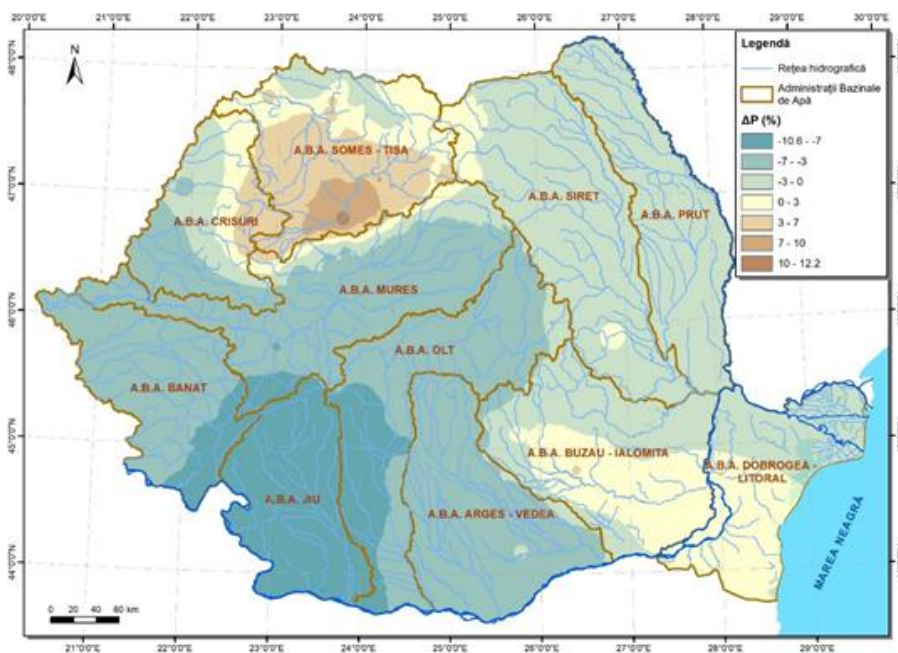


Figura 5.3.3. Deviația relativă a precipitațiilor medii multianuale,  $\Delta P$  (%), pentru S1 comparativ cu S0, în bazinele hidrografice din România luate în considerare în studio

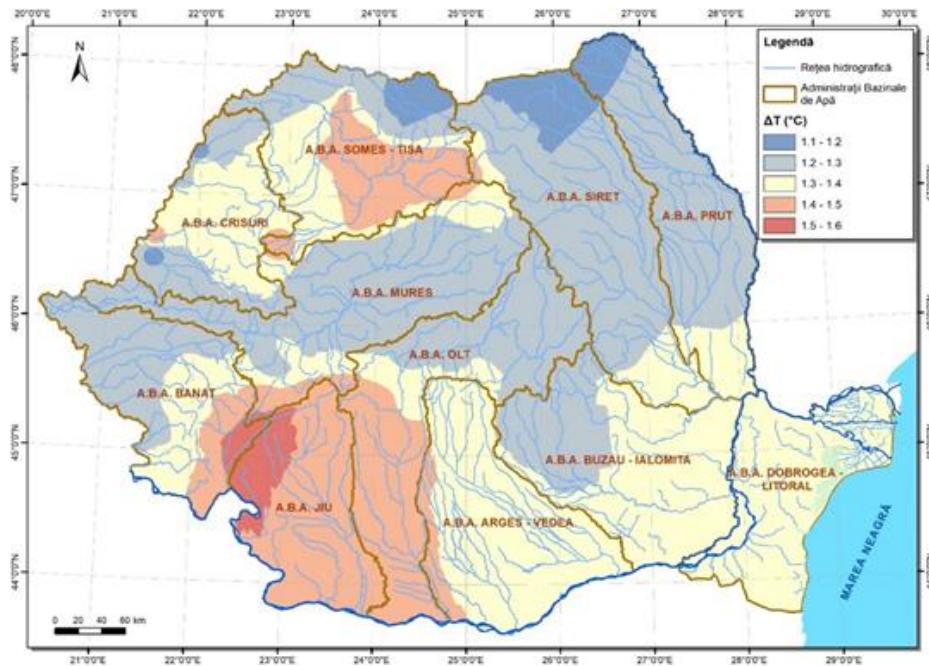
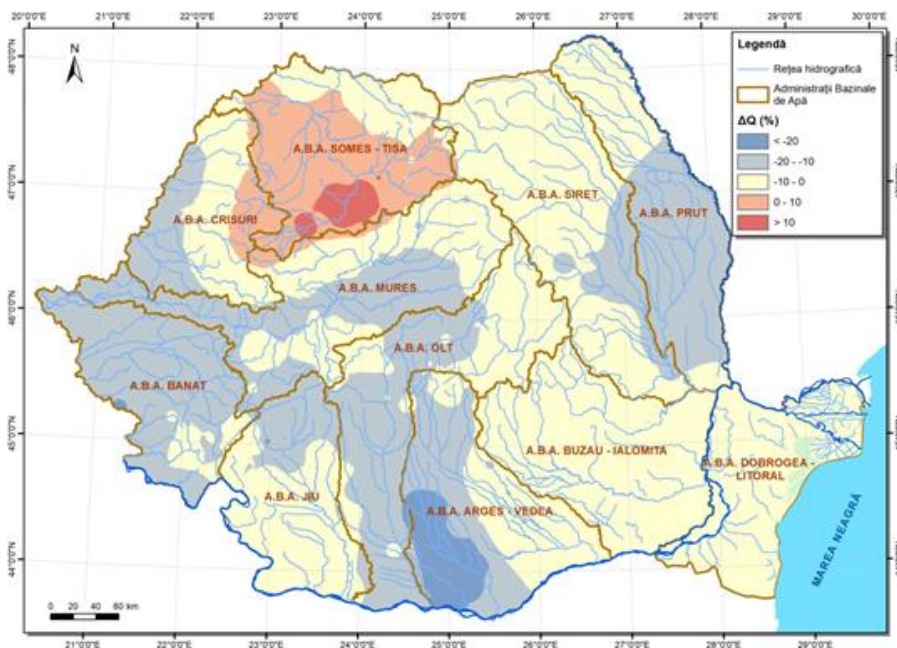


Figura 5.3.4. Deviația relativă a temperaturii medii multianuale,  $\Delta T$  (%), pentru S1 comparativ cu S0, în bazinele hidrografice din România luate în considerare în studiu

La nivelul debitelor medii multianuale în bazinele hidrografice analizate, simulările au indicat, în general, o tendință de scădere de maxim -15% (valori mai mici fiind obținute pentru bazinele hidrografice din nord-vestul țării, maxim -5% și mai mari, până la -40% în unele bazine din sudul României, cu excepția bazinului râului Someș pentru care s-a obținut o creștere a resursei de apă (figura 5.3.5).



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Figura 5.3.5. Deviația relativă a debitelor medii multianuale,  $\Delta T$  (%), pentru S1 comparativ cu S0, în bazinele hidrografice din România luate în considerare în studio

Proiecțiile climatice arată, în general, o tendință de reducere a cantității medii de precipitații, o creștere a frecvenței de producere a precipitațiilor cu caracter torențial (și, în general, a fenomenelor extreme), iar din punct de vedere al regimului hidrologic, o reducere a debitelor medii. Deși în ultimii ani resursele de apă se situează sub media multianuală, s-au produs totuși viituri și inundații chiar și în anii caracterizați ca fiind secetoși, ceea ce evidențiază o tendință de intensificare a fenomenelor extreme. Acestea sunt confirmate de modelele climatice care arată o creștere a intensității precipitațiilor. Cele mai mari creșteri ale intensității precipitațiilor vor fi în zone muntoase din Apuseni, Carpații Meridionali și Nordul Carpaților Orientali și în regiuni din Oltenia și Moldova (în bazine hidrografice mici). Inundațiile urbane sunt și ele amplificate în orașe, în condițiile în care intensitatea precipitațiilor crește, iar izolarea solului cu asfalt și construcții determină o creștere a scurgerii apei la suprafață și o reducere a apei infiltrate în sol.

Astfel, în ceea ce privește estimarea impactului schimbărilor climatice asupra regimului hidrologic al debitelor maxime pentru perioada 2021-2050, simulările de lungă durată realizate arată că, în peste jumătate din teritoriul României debite maxime cu probabilitatea de 1% pot înregistra creșteri în perioada 2021-2050 față de perioada de referință 1971-2000, cu un grad mai mare de certitudine. În general, bazinele hidrografice mici, mai ales în zona montană, vor înregistra o creștere a debitelor maxime. În anumite zone ale României, bazinele hidrografice dezvoltate preponderent în arealul câmpiei sau bazinele hidrografice cu suprafețe mari ar putea înregistra o creștere mai redusă a debitelor maxime.

De asemenea, este de așteptat ca în perioada 2051-2100 modificarea debitelor maxime față de perioada de referință 1971-2000 să fie mai mare. Creșterea frecvenței de producere a precipitațiilor cu caracter torențial, atât la nivel local, cât și regional, poate avea un impact negativ asupra biodiversității și ecosistemelor acvatice și terestre. Analizând un număr de 101 stații hidrometrice principale la nivelul României, se constată că, debitele maxime cu probabilitatea de depășire de 1% vor suferi modificări față de perioada 1970-2000. Pentru 53 dintre acestea se estimează o creștere semnificativă a acestora.

Bazinul hidrografic Someșul Mare este caracterizat de o creștere de debite maxime ce își face simțită efectul până în zona Jibou. În aval, debitele sunt staționare sau vor crește mai puțin (figura 5.3.6). În schimb, bazinele hidrografice din zona de vest a României se caracterizează prin două tendințe diferite: a) în bazinele hidrografice care au un sector superior bine dezvoltat în arealul montan, așa cum este Crișul Repede și Crișul Negru, se va înregistra o ușoară creștere; b) pentru bazinele hidrografice dezvoltate preponderent în arealul câmpiei, așa cum sunt Crasna și Crișul Alb, se așteaptă o creștere mai mică a debitelor maxime. De asemenea, creșteri ușoare de debite au fost stabilite și pentru sectorul inferior al Mureșului, spațiul hidrografic Banat și pentru zona de sud-vest a României, inclusiv Jiul.



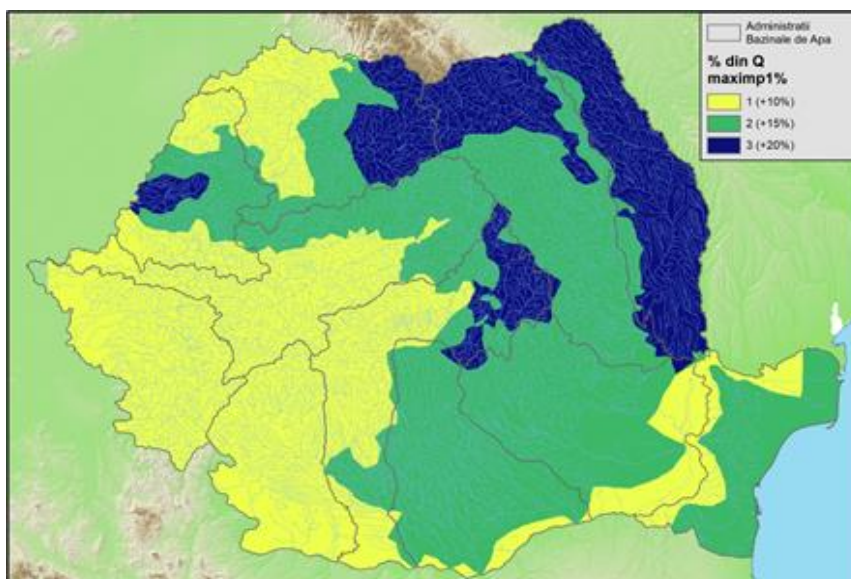


Figura 5.3.6. Deviația relativă a debitelor medii multianuale,  $\Delta T$  (%), pentru S1 comparativ cu S0, în bazinele hidrografice din România luate în considerare în studiu

Începând de la bazinul hidrografic Vedea, zona de sud-est, și mai ales cea de est (Siret și Prut), s-a stabilit o tendință clară de creștere a debitelor maxime pe fondul schimbărilor climatice. Excepție fac sectoarele inferioare ale Ialomiței și Buzăului, unde debitele ar putea fi relativ staționare. În cazul debitelor maxime cu probabilitatea de depășire de 0,1% și 10%, distribuția spațială este aceeași dar, evident, cu modificări diferite ale viitoarelor debite comparativ cu cele din perioada anterioară (mai mari pentru 0,1% și mai reduse pentru 10%). Totuși, față de analiza la nivelul principalelor cursuri de apă, la nivelul bazinelor hidrografice cu suprafețe mici se așteaptă o creștere generalizată a debitelor maxime.

Ținând seama de șirul lung de valori ce trebuie considerat pentru calculul statistic al debitelor cu diferite probabilități, de debitele maxime anuale, de debitele maxime istorice, dar și de incertitudinile privind scenariile pentru schimbări climatice, recomandăm ca, în viitoarele studii, debitele maxime să se considere cu o creștere ușoară în cazul în care pentru acestea sunt evaluate creșteri de până la 7,5%.

Pentru debitele maxime cu probabilitatea de depășire de 1% au fost stabilite 3 clase de schimbare pentru studiile viitoare (figura 5.3.2):

- Debite maxime cu o creștere ușoară (+10%);
- Debite maxime cu o creștere medie (+15%);
- Debite maxime cu o creștere semnificativă (+20%).

Astfel, circa 47% din numărul stațiilor analizate pot fi considerate cu o creștere ușoară, 35% cu o creștere medie și 18% cu o creștere semnificativă. Această ultimă clasă caracterizând mai ales estul României. Alte zone unde rezultatele studiilor INHGA evidențiază creșteri semnificative sunt Carpații de la Curbură și Carpații Orientali, precum și sectoarele inferioare ale Crișului Repede și ale Crișului Negru. Se poate concluziona, cu un grad mediu de certitudine, că peste jumătate din teritoriul României va înregistra în perioada următoare (2021-2050) debite maxime cu probabilitatea de 1% mai mari decât în

perioada 1970-2000. De asemenea, este de așteptat ca în perioada 2051-2100 să crească gradul de extremizare a debitelor. Rezultatele se bazează pe o analiză extrem de complexă, ce a necesitat modelarea maximelor anuale (din fiecare an) pe perioada 2021-2050 și recalcularea probabilităților cu noile valori în scenariul schimbărilor climatice.

Evident, sunt necesare analize suplimentare, detaliate, privind impactul schimbărilor climatic asupra debitelor maxime, ce vor fi continuate în anii următori.

În ceea ce privește seceta, o „*perioadă cu deficit de umiditate în sol astfel încât să existe o cerință insuficientă de apă pentru viața plantelor, animalelor și oamenilor*” sau o „*perioadă anormală de vreme uscată care persist destul de mult pentru a produce dezechilibre hidrologice serioase*”, aceasta poate fi caracterizată prin mai mulți indicatori estimativi care redau în ce măsură precipitațiile dintr-un anumit areal, prin raportare la o anumită perioadă de timp, se abat de la valoarea medie multianuală, ei putând fi calculați pentru diverse extinderi spațiale și temporale. Câteva exemple de indicatori utilizați pentru a caracteriza seceta, redați în literatura de specialitate sunt, după cum urmează: Indicele de ariditate (I.A.), Indicele Thornthwaite, Indicele Palfay, Indicele Palmer pentru Severitatea Secetei (I.P.S.S.), Indicele Palmer pentru Seceta Hidrologică (I.P.S.H.), Indicele Standardizat de Precipitații (S.P.I.) sau Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.) (I.N.H.G.A., 2016).

*Indicele de ariditate (I.A.)* este exprimat prin raportul dintre cantitatea anuală de precipitații (P, în mm) și evapotranspirația potențială (ETP, în mm), pe baza relației propuse și acceptate în Programul Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător (UNEP), în vederea clasificării valorilor acestui indice, fiind utilizat sistemul de referință de mai jos:

$$IA = P/ETP$$

Tabelul 5.3.1. Clasificarea Indicelui de ariditate (I.A.) (Sursa: I.N.H.G.A., 2015)

Clasificare	Indice de ariditate (I.A.)
Foarte arid	$< 0,05$
Arid	$0,05 < I < 0,20$
Semi-arid	$0,20 < I < 0,50$
Uscat spre subumed	$0,50 < I < 0,65$
Subumed	$0,65 < I < 0,75$
Relativ umed	$> 0,75$



La nivelul României, în urma analizei unor reprezentări cartografice ce redau repartitia teritorială a Indicelui de ariditate, pe baza mediilor multianuale calculate pentru perioada 1961-2014, putem spune că, valori mai mari de 1,0 ale acestui indice se întâlnesc pe suprafețe mari ale teritoriului țării, pe întreaga zonă montană și subcarpatică, precum și în partea înaltă a Podișului Getic, partea nord-vestică a Podișului Moldovenesc, zona dealurilor înalte și depresiunile intramontane din estul Transilvaniei, descriind un regim climatic umed. De asemenea, în zonele cu precipitații scăzute cantitativ și cu condiții propice pentru o evaporare puternică, indicele de ariditate coboară sub 0,7 cuprinzând un teritoriu redus din partea sudică a țării (Lunca Dunării, partea estică a Câmpiei Române și Dobrogea), caracteristic pentru un regim subumed. În egală măsură, a fost observată o modificare a zonelor cu regim uscat spre subumed și a celor cu regim semiarid, prin creșterea suprafețelor cu aceste caracteristici în extremitatea estică și sud-estică a României, dar și apariția unor zone cu un regim uscat spre subumed în sud și chiar în vest, fapt ilustrat de înregistrarea unei serii de ani secetoși, pe cuprinsul ultimelor decenii (anii 2003, 2007 - cea mai severă secetă din ultimii 60 de ani, 2009, 2011 și 2012) (I.N.H.G.A., 2016).

*Indicele Standardizat de Precipitații (S.P.I.)* a fost stabilit drept un instrument pentru identificarea și caracterizarea secetei, însă poate fi utilizat și pentru analiza excedentului de precipitații pentru un anumit areal. Acest indice vizează cuantificarea deficitului și excesului de precipitații în diferite intervale de timp, inițial pentru 3, 6, 12, 24 și 48 de luni, fiind extins apoi și la intervale mai scurte de timp (lună, săptămână), conform unei scări bine definite (tabelul 5.3.2) (Bojariu et al., 2015).

Tabelul 5.3.2. Clasificarea Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.) (Sursa: I.N.H.G.A., 2015)

Clasificare	S.P.I.
Extrem de secetos	$\leq - 2,00$
Foarte secetos	- 1,99 – - 1,50
Secetos	- 1,49 – - 1,00
Normal	- 0,99 – 0,99
Umed	1,00 – 1,49
Foarte umed	1,50 – 1,99
Extrem de umed	$\geq 2,00$

În ceea ce privește evoluția acestui indicator din perspectiva evoluției viitoare, prin raportare la perioada de referință 1971 – 2000, Indicele Standardizat de Precipitații (S.P.I.), pentru intervalul cuprins între 2021 – 2030, atinge valorile maxime cuprinse între 0,04 – 0,07 în regiunile de Nord-Vest, Sud-Vest și respectiv Vest, pe baza tendinței generale de intensificare a influenței vânturilor de vest asupra acestor

zone, ceea ce determină un aport pluviometric însemnat și implicit înregistrarea unui excedent de precipitații pentru acest areal. La polul opus, regiunile în care sunt înregistrate valori negative ale indicatorului de interes cuprinse în intervalul  $-0,04 - -0,01$  în regiunile de Nord-Est și Sud-Est, datorită accentuării treptate de aridizare a acestor zone. Astfel, pe aceste principii poate fi bazată analiza indicatorului de interes și pentru perioadele mai îndelungate de timp, în intervalul de referință cuprins între 2031 – 2050 fiind observată o tendință interesantă comparativ cu perioada anterioară, anume aceea că, valorile maxime ale Indicelui Standardizat de Precipitații sunt cuprinse între  $0,16 - 0,19$ , înregistrate de această dată în regiunile de Nord-Est și Centru ale țării, în timp ce valorile minime cuprinse între  $0,08 - 0,09$  sunt specifice în regiunile de Vest și Sud-Vest, ceea ce indică o tendință de accentuare a amprentei de ariditate în estul și centrul țării. În egală măsură, în perioada 2041 – 2070, se poate observa o constanță a valorilor maxime ale indicatorului studiat în zonele nord-estice, nord-vestice și centrale, în acest interval de timp nordul și centrul țării fiind cele mai expuse zone tendinței de creștere a umidității prin înregistrarea unor valori cuprinse în ecartul  $0,11 - 0,17$ , spre deosebire de regiunile de Sud-Est și Sud-Vest, în care valorile sunt mai reduse, încadrate în intervalul  $0,07 - 0,08$ , ceea ce demonstrează un aport pluvial scăzut asupra acestor regiuni. De asemenea, dacă analizăm valorile medii ale indicatorului, pentru perioada de referință 2071 – 2100, putem observa tendința de menținere a variabilității pluviometrice identificată și pe baza observării variației valorice pentru intervalele anterioare de timp, anume în Vestul, Nord-Vestul, Nord-Estul și Centrul țării se mențin valori relativ ridicate ale indicelui de interes, cuprinse în intervalul  $0,13 - 0,23$ , comparativ cu valorile minime ale acestuia ce se încadrează între  $0,01 - 0,06$  și sunt localizate în regiunile de Sud, Sud-Est, Sud-Vest și în zona București-Ilfov. În urma analizei realizate, valorile Indicelui Standardizat al Precipitațiilor (S.P.I.) se încadrează în limitele indicate în tabelul prezentat anterior ( $0,99 < \text{S.P.I.} < -0,99$ ), acest lucru indicând faptul că, totalitatea condițiilor pluviometrice sunt aproape de normă, fapt ce se constituie într-un factor determinant, într-o manieră pozitivă sau negativă, asupra managementului resurselor de apă. Dacă valorile obținute în urma evaluării indicatorului de interes ating  $-1,0$  și  $1,0$ , în această situație putem spune că regimul de umiditate prezintă condiții anormale. Totodată, în măsura micșorării valorilor indicelui standardizat, crește gradul de ariditate a climatului din regiune. Prin urmare, suporturile cartografice care ilustrează variația acestui indice, în baza datelor observate la stațiile meteorologice de pe cuprinsul României, permit concretizarea arealelor de repartiție la nivel regional, precum și intensitatea valorilor indicelui de interes.

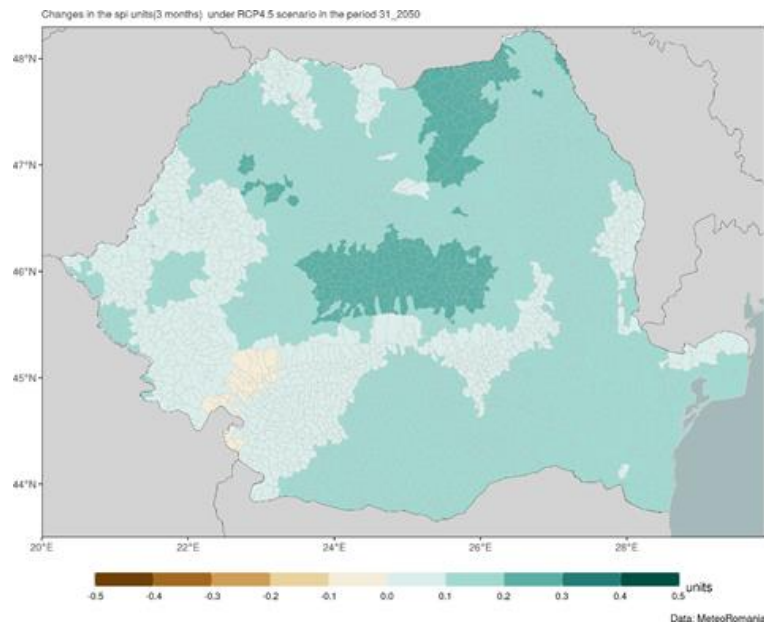


Figura 5.3.7. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), pentru perioada de referință 2031-2050

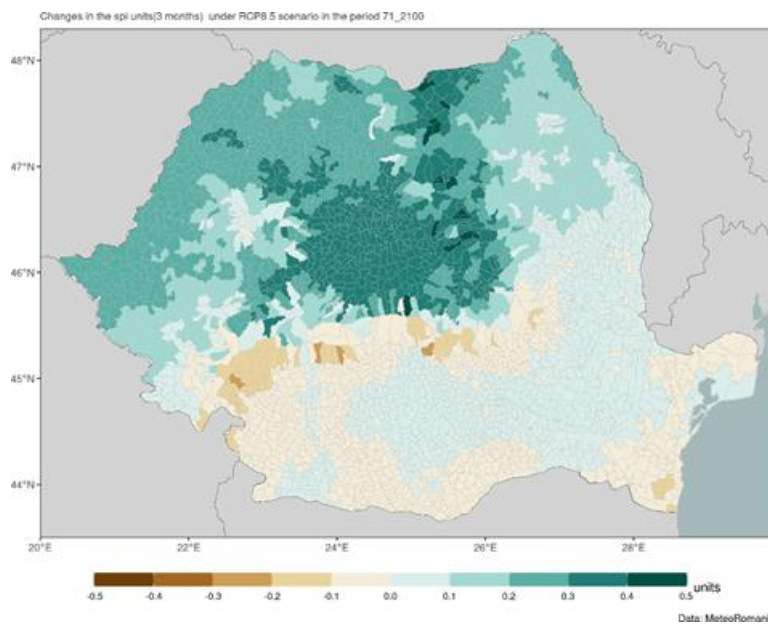


Figura 5.3.8. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), pentru perioada de referință 2071-2100

*Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.)* se bazează pe cantitatea de precipitații și pe evapotranspirație, prin îmbinarea sensibilității indicelui I.P.S.S. la schimbările în evapotranspirație - cauzate de fluctuațiile și tendințele temperaturilor, cu simplitatea calculului și natura multi-temporală a indicelui S.P.I. Calcularea indicelui analizat se bazează pe procedura inițială de estimare a indicelui S.P.I., prin folosirea ca date de intrare cantitatea lunară de precipitații, fiind utilizată diferența

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



dintre cantitatea de precipitații și evapotranspirația potențială, rezultând un bilanț climatic simplu al apei, calculat la diferite scări temporale pentru obținerea indicelui S.P.E.I. (Bojariu et al., 2015).

Referitor la variabilitatea acestuia pe teritoriul țării, prin raportare la perioada de referință 1971 – 2000 și la mai multe intervale temporale viitoare, în perioada cuprinsă între 2021 – 2030, Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.) descrie o tendință negativă pentru acest prim interval de interes, înregistrând valori scăzute cuprinse între -0,08 – -0,15 în regiunile Nord-Vest, Nord-Est, Centru și valori mai ridicate raportate la tendința generală cuprinse între -0,06 – -0,1 ce corespund majorității regiunilor țării, anume regiunilor de Sud, Sud-Est, Sud-Vest, Vest și București-Ilfov, fapt ce indică existența unei tendințe viitoare de aridizare a teritoriului în perioada analizată. Din perspectiva perioadei cuprinse între 2031 – 2050, deși valorile indicatorului de interes se păstrează sub pragul de o unitate, acesta devine pozitiv pe cuprinsul tuturor celor opt regiuni de raportare, astfel, ilustrând valori mai scăzute cuprinse în intervalul 0,05 – 0,07 în regiunea Centrală, Vestică, Estică, Nord-Vestică și Nord-Estică, spre deosebire de valorile mai scăzute care se încadrează în intervalul 0,02 – 0,04 și sunt identificate în București-Ilfov, regiunea Sud-Estică și Sud-Vestică, demonstrând o ușoară creștere a cantității de precipitații. De asemenea, dacă ne raportăm la intervalul cuprins între anii 2041 – 2070, comparativ cu perioada anterioare, au fost obținute valori în mare parte negative ale Indicelui Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.), anume cuprinse între -0,01 – -0,05 pentru majoritatea regiunilor țării (Vest, Sud, Sud-Est, Sud-Vest și București-Ilfov), valori pozitive cuprinse între 0 – 0,01 fiind înregistrate doar în regiunea Centrală, Nord-Estică și Nord-Vestică, fapt ce ilustrează o tendință de apariție a unui interval secetos. De altfel, această tendință predominant negativă persistă și în perioada 2071 – 2100, cu valori maxime cuprinse între 0,01 – 0,02 în regiunile de Nord-Vest și Centru, în comparație cu ecartul valoric negativ cuprins între -0,13 – -0,17 ce caracterizează regiunea București-Ilfov, Sud, Sud-Est și Sud-Vest. Ca și în cazul Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), și indicatorul prezentat în cadrul prezentului paragraf se încadrează, din perspectivă valorică, în limitele normale, neavând un impact semnificativ asupra managementului resurselor de apă.

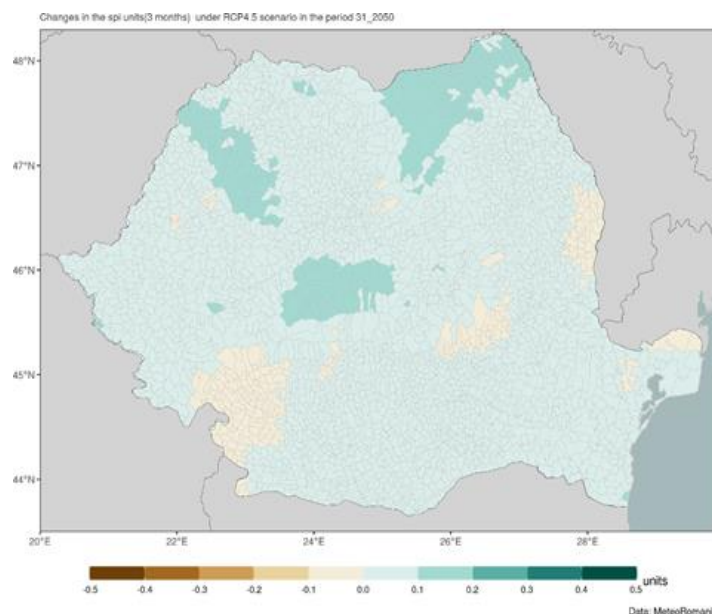




Figura 5.3.9. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.), pentru perioada de referință 2031-2050

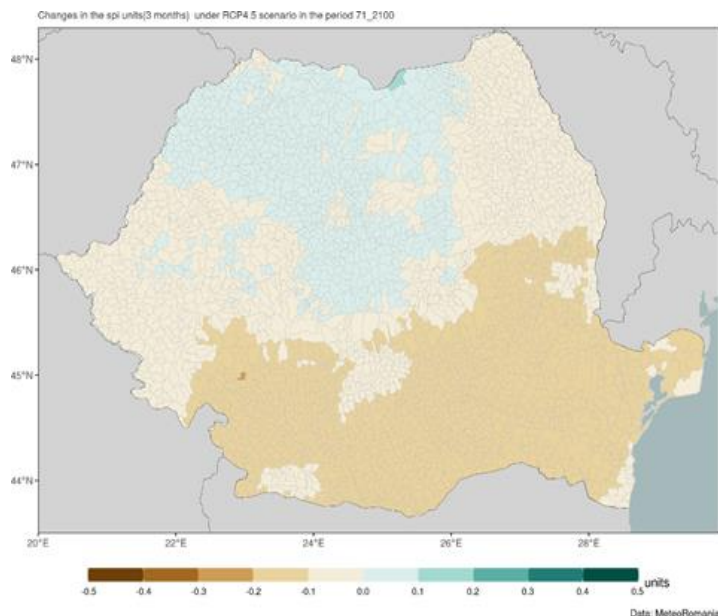


Figura 5.3.10. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.), pentru perioada de referință 2071-2100

Prin urmare, în România există o tendință de secetă de la moderată la extremă pe areale din vestul țării, Câmpia Română, Bărăgan și nordul Dobrogei, dar și a unei tendințe spre excedent (surplus de apă), de la moderat la extrem al resurselor de apă în regiuni din nord-vestul României și sudul Dobrogei, mai ales în vestul extrem și sud-vestul României (I.N.H.G.A., 2016).

## 5.4. Forestier

În cazul sectorului forestier fenomenele de risc climatic au potențialul de a genera alte probleme relaționate atât cu ecosistemele forestiere cât și cu sectoarele (economic, social etc.) conectate la resursele forestiere. De exemplu, furtunile și vânturile puternice pot cauza doborâturi de vânt în masă, care cauzează perturbări în managementul obișnuit al pădurilor cu privire la localizarea și cantitățile stabilite pentru recoltare, aspect care este valabil și în cazul unor fenomene de uscăre în masă. Astfel de situații necesită:

- lucrări de punere în valoare și avize pentru recoltarea masei lemnoase care sunt consumatoare de timp;
- mobilizare extraordinară cu tehnică de lucru pentru recoltarea lemnului calamitat [1] care, de multe ori, nu este la îndemână;
- degradarea și pierderea de valoare a lemnului în cazul unor intervenții întârziate sau a abandonului recoltării și punerii în valoare a lemnului;
- pierderea de valoare economică a lemnului datorită pierderii de calitate prin doborâturi și rupturi,



- dar și apariției unui surplus de lemn pe piață față de recoltele planificate [1,2];
- investiții costisitoare pentru lucrările necesare de regenerare naturală;
  - dezechilibre ale recoltelor care vor manifesta pe perioade lungi [2];
  - dezechilibre de structură și compoziție ale arboretelor viitoare dintr-o zonă dată.

Incendiile de pădure, la rândul lor, pot să cauzeze importante daune materiale și umane și, în plus, combaterea și stingerea acestora necesită o importantă mobilizare logistică și materială. De exemplu, cele 425 de incendii de vegetație forestieră menționate în [3] care au afectat circa 2500 de hectare au produs pagube de circa 175 mii lei și mobilizarea a aproape 10000 de persoane.

Toate speciile forestiere (arbori) pot fi caracterizate de un optim ecologic precum și de limite de toleranță față de lumină, căldură, umiditate etc. [4]. De aceea, schimbarea trendurilor principalilor parametri climatici poate cauza mai multe fenomene precum migrarea și/sau extincția [5]. Se presupune că unele specii vor găsi noi condiții propice prin migrarea pe verticală (altitudine) și/sau pe orizontală (latitudine), aspecte care au fost puse în evidență de unele studii pe problemă [5]. Din păcate, studiile românești care relaționează dinamica migrării speciilor în condițiile forestiere sunt puține [e.g. 6], deși multe dintre documentele programatice și strategiile elaborate până în prezent indică mai multe rezultate negative cum ar fi:

- Creșterea temperaturilor cu circa 1-2°C va conduce la aridizarea zonelor sudice, de câmpie și deal, aspect care va deveni defavorabil vegetației forestiere existentă în prezent în astfel de zone;
- Scăderea productivității pădurilor și destabilizarea acestora în zonele joase;
- Creșterea incidenței atacurilor biotice.

Nu trebuie omis impactul pe care fenomenele de risc climatic îl pot avea asupra economiei forestiere și societății în ansamblu. De exemplu, lucrarea [2] descrie un impact potențial cu privire la:

- Diminuarea capacității pădurilor de a stoca carbonul atmosferic;
- Eliberarea de carbon prin descompunerea lemnului calamitat;
- Impact economic, care este dificil de evaluat;
- Impact asupra industriei și pieței;
- Impact social.

Sectorul forestier este foarte complex, putând fi caracterizat, în linii mari, de resursele forestiere care furnizează intrările necesare în circuitul economic sau alte beneficii și servicii, actorii care administrează și gestionează resursele, actorii economici care valorifică resursele forestiere și beneficiarii direcți și indirecti ai serviciilor oferite de ecosistemele forestiere. Factorii climatici de care pot să genereze riscuri și impact pentru sectorul forestier sunt următorii:

- Temperaturile extreme (ridicate sau scăzute);
- Schimbarea regimului temperaturii (temperaturi medii previzionate mai ridicate);
- Precipitații extreme (abundente);
- Precipitații reduse și secetă;
- Schimbarea regimului precipitațiilor;
- Intensitatea vânturilor și creșterea frecvenței și intensității furtunilor.

În tabelul 5.4.1 sunt sintetizate fenomenele climatice de risc pentru sectorul forestier și impactul potențial asociat cu acestea.

Tabel 5.4.1. Evaluarea calitativă a impactului schimbărilor climatice asupra sectorului forestier

Fenomene climatice de risc	Impact
Temperaturi ridicate	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Limitarea capabilităților operaționale relaționate cu tehnica și forța de muncă în sectorul forestier;</li> <li>2.Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere;</li> <li>3.Risc de incendii forestiere mai ridicat;</li> <li>4.Riscuri de atacuri biotice mai ridicate;</li> <li>5.Riscuri pentru fauna cinegetică și salmonicolă;</li> <li>6.Efecte economice negative generate de întârzieri operaționale și/sau de necesitatea luării unor măsuri suplimentare.</li> </ol>
Temperaturi scăzute	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Limitarea capabilităților operaționale relaționate cu tehnica și forța de muncă în sectorul forestier;</li> <li>2.Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere;</li> <li>3.Efecte economice negative generate de întârzieri operaționale și/sau de necesitatea luării unor măsuri suplimentare;</li> <li>4.Ciclurile frecvente de îngheț și dezgheț afectează infrastructura de transport forestier;</li> <li>5.Riscuri pentru fauna cinegetică și salmonicolă;</li> <li>6.Efecte economice negative generate de întârzieri operaționale și/sau de necesitatea luării unor măsuri suplimentare</li> </ol>
Schimbarea regimului temperaturilor	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Migrarea speciilor forestiere;</li> <li>2.Extincția unor specii forestiere;</li> <li>3.Apariția unor zone nefavorabile pentru ecosistemele forestiere (deșertificare);</li> <li>4.Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere;</li> <li>5.Schimbarea configurației actuale și a proporției/distribuției speciilor forestiere;</li> <li>6.Efecte negative asupra productivității unor ecosisteme forestiere;</li> <li>7.Riscuri pentru fauna cinegetică și salmonicolă, posibil migrare a unor specii;</li> <li>6.Efecte economice negative generate de reconfigurarea distribuțiilor speciilor și descreșterea productivității.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Destabilizarea versanților, fenomene de torențialitate și alunecări de teren prin ploi abundente;</li> </ol>

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



<p>Precipitații extreme (abundente)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Afectarea infrastructurii de transport forestier (drumuri forestiere auto) prin ploi abundente;</li> <li>3. Transport de sedimente crescut prin ploi abundente (afectarea solurilor forestiere);</li> <li>4. Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere (căderi abundente de zăpadă, freezing rain);</li> <li>5. Riscuri pentru fauna cinegetică (strat mare de zăpadă – dificultăți în apărarea față de prădători) și salmonicolă (turbiditate ridicată a râurilor de munte, persistentă pentru mai mult timp);</li> <li>6. Efecte economice negative generate de fenomene asociate cu precipitațiile abundente, inclusiv afectarea unor tipuri de ecosisteme forestiere;</li> <li>7. Efecte economice negative asociate cu limitarea capacității operaționale în păduri în condiții de umiditate mare/excesivă a solului.</li> </ol>
<p>Precipitații reduse și secetă</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Destabilizarea unor ecosisteme forestiere, inclusiv creșterea mortalității arborilor;</li> <li>2. Schimbări în frecvența și intensitatea atacurilor biotice;</li> <li>3. Creșterea riscului și frecvenței incendiilor forestiere;</li> <li>4. Afectarea altor componente ecosistemice, inclusiv cele din solurile forestiere.</li> <li>5. Efecte economice negative generate de pierderea de valoare sau declasarea lemnului.</li> </ol>
<p>Schimbarea regimului precipitațiilor</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Migrarea speciilor forestiere;</li> <li>2. Apariția unor zone nefavorabile pentru ecosistemele forestiere (deșertificare);</li> <li>3. Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere;</li> <li>4. Schimbarea configurației actuale și a proporției/distribuției speciilor forestiere;</li> <li>5. Efecte negative asupra productivității unor ecosisteme forestiere;</li> <li>6. Riscuri pentru fauna cinegetică și salmonicolă, posibil migrare a unor specii;</li> <li>7. Efecte economice negative generate de reconfigurarea distribuțiilor speciilor și descreșterea productivității.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creșterea frecvenței, severității și amplitudinii unor fenomene cum sunt doborâturile de vânt;</li> <li>2. Efecte destabilizatoare asupra ecosistemelor forestiere;</li> <li>3. Deficiențe a capacităților operaționale pentru intervenție în caz de calamitate;</li> </ol>

Intensitatea vânturilor, creșterea frecvenței și intensității furtunilor	4.Favorizarea declasării lemnului și a apariției de pierderi economice; 5.Favorizarea declanșării unor atacuri biotice; 6.Efecte economice negative generate de furtuni și vânturi intense, precum și efectele pe care acestea le generează în ecosistemele forestiere
--	--

După cum se observă schimbările climatice au potențialul de a afecta multe dintre componentele sectorului forestier. Resursele forestiere, ca o primă componentă, sunt previzionate a suferi modificări în sensul distribuției și proporției speciilor forestiere. Multe dintre documentele elaborate pe problema efectului schimbărilor climatice asupra sectorului forestier indică faptul că unele zone ale teritoriului național, actual forestiere, nu vor mai avea capacitatea de a susține ecosisteme forestiere, precum și faptul că se vor înregistra pierderi de productivitate a unor ecosisteme forestiere în viitor. Modificarea dinamicii unor parametri climatici va genera probleme atât la nivel strategic cât și la nivel operațional. Pe lângă eventualele pierderi economice asociate cu reconfigurarea resurselor forestiere, incapacitatea sau capacitatea limitată de răspuns și intervenție vor genera pierderi economice suplimentare.

## 5.5. Turism

Turismul poate juca un rol semnificativ în abordarea schimbărilor climatice dacă inovarea și resursele de la nivel global din acest sector economic vital sunt pe deplin mobilizate și orientate către acest obiectiv. Preocuparea comunității turistice cu privire la provocarea schimbărilor climatice a crescut vizibil, Organizația Mondială a Turismului (OMT) și mai multe organizații partenere, inclusiv UNEP, convocând încă din anul 2003 prima conferință internațională privind schimbările climatice și turismul la Djerba, Tunisia.

pregătirea pădurilor astfel încât acestea să se adapteze la noile condiții. Astfel de măsuri se referă la speciile cultivate, stațiunile forestiere, spațiere, tipul și intensitatea lucrărilor silvotecnice aplicate precum și la dimensiunile arborilor, compoziția și structura arboretelor. Distribuirea riscurilor se referă, printre altele, la [1] „deținerea de păduri într-o gamă largă de locații geografice, sau cu variabilitate a vârstei arboretelor (intra și inter-arboret) și a speciilor” și/sau la colaborarea cu alți actori. Dintre măsurile silviculturale, s-au propus identificarea speciilor tolerante față de condițiile previzionate și introducerea lor în cultură, intervenții mai devreme

Stilul de viață, economiile, sănătatea și bunăstarea socială sunt toate afectate de schimbările climatice și, deși consecințele schimbărilor climatice vor varia la nivel regional, toate țările și sectoarele economice vor trebui să facă față provocărilor schimbărilor climatice prin adaptare și măsuri de atenuare a impactului. Turismul nu face excepție și, în deceniile următoare, schimbările climatice vor deveni o problemă tot mai importantă care afectează dezvoltarea și gestionarea turismului.

Schimbările climatice pot influența radical activitatea turistică din Europa, schimbând destinațiile turistice și structura cererii sezoniere (Scott et al., 2008). Schimbările climatice pot influența direct turismul prin procesul decizional. Clima are un impact direct asupra unor astfel de decizii precum: „Când să pleci în vacanță?” și „unde să mergi în vacanță?”. Vremea și clima influențează deciziile atât în zona de

destinație/receptoare, cât și în regiunea de unde se pleacă/furnizoare (Viner & Agnew). Comunitatea științifică a răspuns, de asemenea, prin numărul de publicații științifice care examinează interacțiunile dintre turism și schimbările climatice. În 2006, OMM a înființat o echipă de experți în domeniul climei și turismului în colaborare cu OMT, care are în vedere aplicarea informațiilor meteorologice și climatice în sectorul turistic și înțelegerea implicațiilor schimbărilor climatice.

Climatul influențează lungimea și calitatea sezoanelor turistice și joacă un rol major în alegerea destinației și cheltuielile turistice. În multe destinații, turismul este strâns legat de mediul natural. Clima afectează o gamă largă de resurse de mediu care sunt atracții importante pentru turism, cum ar fi stratul de zăpadă, productivitatea și biodiversitatea faunei sălbatice, nivelurile și calitatea apei. Clima are, de asemenea, o influență importantă asupra condițiilor de mediu care pot descuraja turiștii, inclusiv bolile infecțioase, incendiile, insectele sau dăunătorii de apă (de exemplu, meduze, înmulțirea algelor) și evenimentele extreme (UNWTO & UNEP, 2008).

Conform UNWTO & UNEP, 2008 sunt 4 categorii de impact al schimbărilor climatice care pot afecta destinațiile turistice:

- Impact direct - modificarea sezonității turistice și modificări ale costurilor de funcționare sezoniere (costurile de încălzire/răcire, de producere artificială a zăpezii, costuri cu irigarea și alimentarea cu apă, costuri de asigurare).

Impactul direct include modificări ale factorilor de tip push-pull legate de climă, modificări ale costurilor de operare ca rezultat al schimbărilor climatice și schimbări în apariția evenimentelor meteorologice extreme. Clima în sine este o resursă principală pentru turism, deoarece co-influentează dezvoltarea activităților turistice și este un factor principal al sezonității cererii. În general, condițiile climatice adecvate sunt esențiale pentru toate tipurile de activități turistice, variind de la turismul convențional pe litoral la segmente de interes special, cum ar fi turismul ecologic, de aventură și sport.

Unul dintre cele mai directe efecte va fi redistribuirea resurselor climatice între regiunile turistice. Schimbările în durata și calitatea anotimpurilor turistice dependente de climă (de exemplu, vacanța în zona litoralului sau la schi) ar putea avea implicații considerabile în ceea ce privește relațiile competitive între destinații și, prin urmare, asupra profitabilității companiilor din turism.

În România, o sezonalitate diferită a activităților turistice se va înregistra, spre exemplu, în privința sezonului turistic de iarnă care va fi mai scurt. Astfel, se va înregistra o supra-aglomerare a stațiunilor în unele zone și un grad mai redus de ocupare în alte zone. Spre exemplu, părțile de schi aflate la o altitudine mai mare, în Sinaia, Bălea, Poiana Brașov, Râncea, Șugag (jud. Alba), Mădăraș (Harghita), Parâng, Straja, Transalpina vor înregistra un aflus sporit de turiști.

În consecință, veniturile rezultate din activitățile turistice vor scădea în zonele afectate de restrângerea activităților turistice și vor crește în zonele care vor beneficia de un număr mai ridicat de turiști.

Un alt impact direct al schimbărilor climatice asupra turismului ar fi modificările costurilor de funcționare sezonieră, cum ar fi încălzirea și răcirea camerelor din unitățile de cazare, irigarea și alimentarea cu apă și costurile anuale de asigurare.

De asemenea, se vor înregistra costuri suplimentare pentru producerea zăpezii artificiale în stațiunile specializate în practicarea sporturilor de iarnă care vor avea mai puțină zăpadă. De exemplu, numeroase părți de schi din zona montană Harghita, Oaș, Gutâi, Bucegi și Postăvaru se află la altitudini joase (sub



1500 m), ceea ce va însemna că sunt necesare investiții suplimentare pentru a produce zăpadă artificială, astfel încât să se prelungească sezonul turistic

Costurile energiei utilizate în cadrul infrastructurii turistice variază, însă o parte importantă este alocată costurilor de încălzire/răcire a camerelor din unitățile de cazare, astfel că, această creștere a costurilor de încălzire/răcire va duce la o creștere suplimentară a costurilor totale.

Un al treilea tip de impact direct al schimbărilor climatice îl reprezintă cel determinat de extremele meteorologice. Creșterea intensității fenomenelor extreme ar afecta activitatea turistică prin creșterea pagubelor infrastructurii, planificarea suplimentară a pregătirii în caz de urgență, cheltuieli mai mari de funcționare (de exemplu, asigurări, sisteme de alimentare cu apă și energie de rezervă, evacuări) și întreruperi ale afacerii. Spre exemplu în România, fenomenele extreme pot avea un impact potențial asupra infrastructurii de transport, astfel că, anumite destinații turistice vor fi mai puțin accesibile, sau complet inaccesibile din cauza drumurilor avariate, al imposibilității deplasării pe calea ferată datorită temperaturilor ridicate din timpul verii.

- Impact indirect al schimbărilor de mediu - inclusiv schimbări climatice induse de mediu, cum ar fi schimbări în disponibilul de apă, pierderea biodiversității, declinul în nivelul estetic al peisajului, alterarea productivității agricole (ex turismul viticol), creșterea probabilității de producer a hazardelor naturale, eroziunea costieră, creșterea bolilor transmise de vectori, deteriorarea infrastructurii.

Destinațiile montane și de litoral din România sunt considerate deosebit de sensibile la schimbările de mediu provocate de climă, acestea fiind considerate segmente de bază ale pieței turistice.

Scăderea preconizată a nivelului de precipitații în unele regiuni turistice va afecta activitățile turistice. În unele zone, de exemplu, Oltenia, această problemă se referă la potențialul deficit de apă, atât la lipsa apei pentru nevoile de bază, cât și la problemele de distribuție a apei, legate de concurența pentru apă între diferite sectoare (de exemplu, agricultură și turism) sau între diferite forme de utilizare în unitățile de turism (de exemplu, camere, bucătărie, întreținerea grădinilor, etc.). Contrar, excedentul de precipitații, de exemplu, inundațiile vor avea impact negativ atât asupra atracțiilor naturale, cât și asupra patrimoniului cultural din multe regiuni ale țării.

În zona litoralului Mării Negre, vor fi înregistrate pierderi ale zonelor de plajă din cauza eroziunii costiere și costuri mai mari de întreținere a țărmului mării.

De asemenea, reducerea suprafețelor împădurite, secarea lacurilor terapeutice pot afecta activitățile turistice practicate în aceste areale (ex: turism de recreere, turism balnear și terapeutic).

Accentuarea și mărirea numărului de riscuri pentru sănătatea populației, disconfortul termic cu care se vor confrunta turiștii este al tip de impact. Vor fi afectate, în special acele regiuni cu o capacitate de adaptare redusă (IPCC, 2007).

- Impactul politicilor naționale sau internaționale de reducere a impactului schimbărilor climatice asupra mobilității turistice - modificări ale fluxului de turiști din cauza creșterii prețurilor; modificări ale rutelor de aviație; modificări ale ponderii zborurilor pe distanțe scurte și lungi.

Politicile care privesc reducerea emisiilor de GES sunt susceptibile de a avea un impact asupra fluxurilor turistice. Acestea vor duce la o creștere a costurilor de transport și pot încuraja atitudini de mediu care îi determină pe turiști să își schimbe tiparele de călătorie (de exemplu, schimbarea modului de transport sau opțiunile de destinație). Destinațiile pe distanțe lungi pot fi afectate în mod deosebit (Bartlett, 2007,

Boyd, 2007). Pe de altă parte, proiecțiile scenariilor de emisii elaborate pentru acest raport indică faptul că pot apărea oportunități pentru modurile de transport cu emisii reduse de carbon, cum ar fi transportul pe uscat (șosea și calea ferată). În România, acest tip de impact este mult mai puțin resimțit.

- Impact indirect al schimbărilor în societate - schimbările în creșterea economică, modelele de dezvoltare, stabilitatea social-politică și siguranța personală în unele regiuni. Acestea vor avea efecte „knock-on” asupra activităților, ocupării forței de muncă și probleme de securitate în turism și sectoarele conexe. Se consideră că schimbările climatice reprezintă un risc pentru creșterea economică viitoare și pentru stabilitatea politică a unor națiuni (IPCC 2007, Stern 2006, Barnett 2001, German Advisory Council on Global Change 2007). Conform Raportului Stern PIB-ului global, ar putea fi afectat de schimbările climatice, astfel că o reducere a PIB-ului global ar avea implicații negative pentru dezvoltarea viitoare a turismului.

Un exemplu de hazard climatic (fenomen climatic de risc), prezentat cu impacturile asociate în tabelul 5.5.1, este detaliat în continuare. În condițiile reducerii grosimii stratului de zăpadă, pentru a estima impactul schimbărilor climatice asupra turismului de iarnă, din perspectiva condițiilor optime pentru schi, din zona Carpaților românești, am analizat numărul de zile cu condiții bune de schi și numărul de luni cu condiții adecvate pentru producerea artificială a zăpezii, într-un sezon de schi (de la 1 decembrie până la 15 aprilie anul viitor). Analiza a folosit scenariile moderat (RCP 4.5) și pesimist (RCP 8.5).

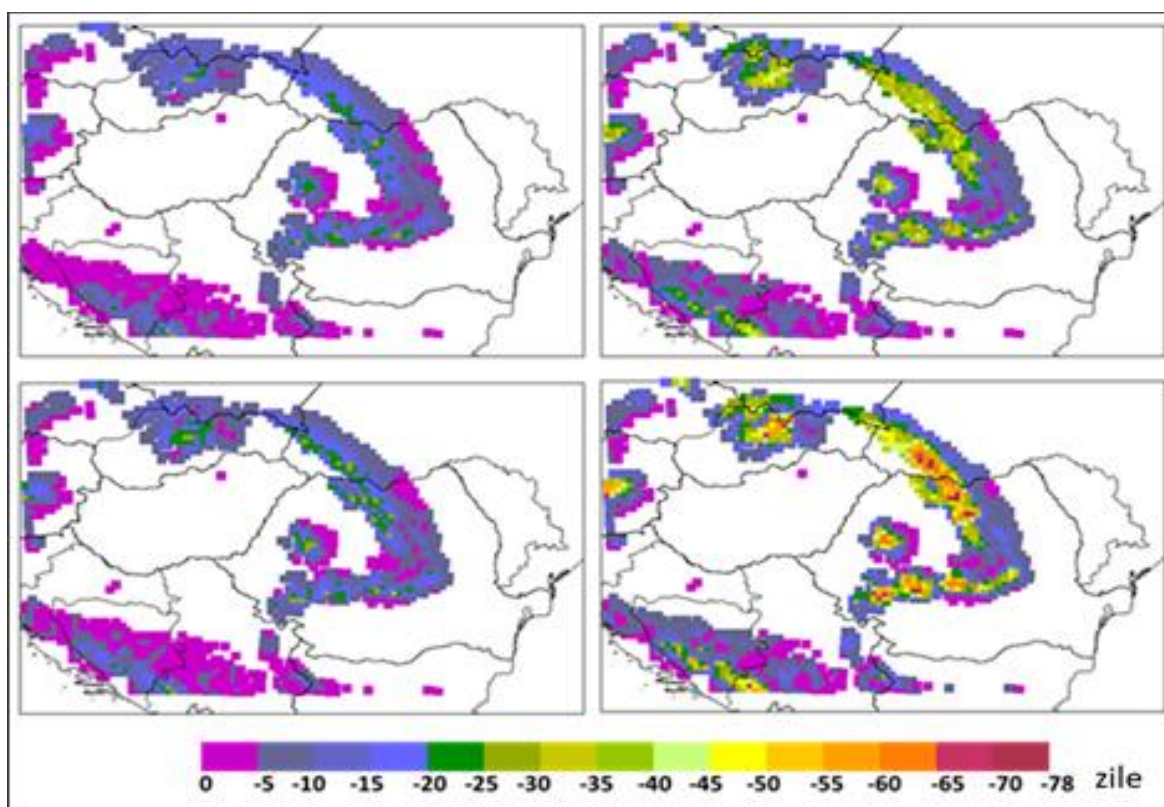


Figura 5.5.1. Diferența în numărul de zile cu condiții optime de schi (grosimea stratului de zăpadă egală sau mai mare de 30 cm) în condițiile scenariilor RCP 4.5 (sus) și RCP 8.5 (jos), în orizonturile de timp 2021-2050 (stânga) și

2071-2100 (dreapta), comparative cu intervalul 1971-2000. Diferențele au fost calculate pentru toate punctele de grilă cu altitudini mai mari de 500 de m. (După Bojariu și et al., 2021)

Condițiile bune de schi sunt definite pentru o grosime a stratului de zăpadă de cel puțin 30 cm. La evaluarea condițiilor adecvate pentru producerea artificială a zăpezii Steiger și Mayer (2008) au propus considerând drept condiție adecvată pentru înzăpezire artificială ca temperatura medie zilnică a aerului să fie egală sau mai scăzută de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . În analiză, ne concentrăm asupra modificărilor în contextul scenariilor climatice, comparativ cu condițiile actuale simulate. Am folosit și aici simulările modelelor din arhiva EURO-CORDEX. Figura 5.5.1 prezintă cu cât se reduce numărul de zile având condiții optime de schi în cazul scenariilor RCP 4.5 și RCP 8.5 și pentru diferite orizonturi de timp (2021-2050 vs. 1971-2000 și 2071-2100 vs. 1971-2000). Valorile numerice sunt orientative, având în vedere incertitudinile legate de modelarea proceselor de scară fină ce au un impact asupra stratului de zăpadă, în condițiile complexe de relief ale zonei montane. Conform figurii 5.5.1, zonele montane cele mai expuse reducerii numărului de zile cu condiții optime pentru schi sunt cele din Munții Apuseni, Carpații Meridionali și rama interioară a Carpaților Orientali. Rezultatele experimentelor cu modelele climatice regionale din arhiva EURO-CORDEX pot fi interpolate la locațiile montane dorite, ca în figura 5.5.2. Rezultatele modelelor prezentate în figura 5.5.2 au fost ajustate (bias-corrected), folosind observațiile din perioada de referință 1971-2000 (Bojariu și et al., 2021).

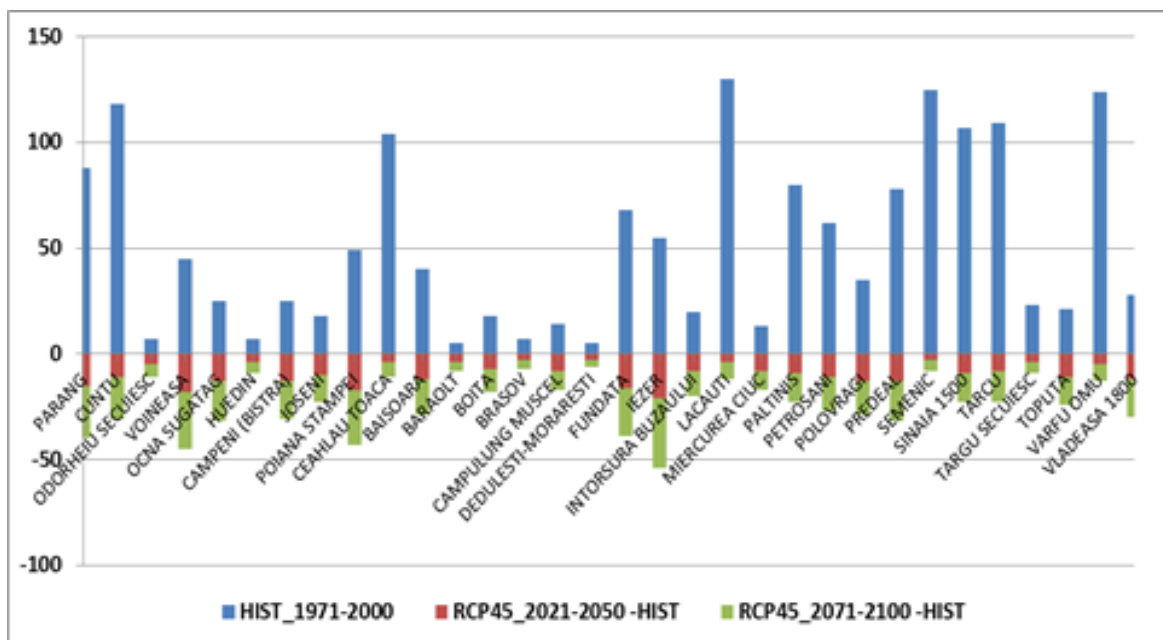


Figura 5.5.2. Numărul mediu de zile cu grosimea stratului de zăpadă mai mare de 30 cm, într-un sezon de schi, simulat la locațiile a 32 stații meteo românești din zona de munte, pentru perioada 1971-2000 (albastru) și diferențele față de această perioadă de referință în condițiile scenariului RCP 4.5 pentru perioadele 2021-2050 (roșu) și 2071-2100 (verde). Au fost folosite la calcularea mediei ansamblului experimentele numerice cu 5 modele din arhiva EURO-CORDEX. (După Bojariu și et al., 2021)

Tabel 5.5.1 Tipuri de impact al schimbărilor climatice asupra turismului

Fenomene climatice de risc	Impact
Temperaturi ridicate	Sezonalitate modificată, stres termic pentru turiști, costuri de răcire a camerelor în unitățile de cazare, modificări ale populației și distribuției plante-animale sălbatice-insecte, apariția de boli infecțioase
Scăderea/micșorarea stratului de zăpadă	Lipsa zăpezii în stațiunile destinate sporturilor de iarnă, costurile crescute pentru producerea zăpezii artificiale, scurtarea sezonelor pentru sporturile de iarnă, reducerea calității estetice a peisajului
Creșterea frecvenței și intensității furtunilor	Riscuri pentru facilitățile/infrastructura turistică, creșterea costurilor asigurării/pierderea asigurărilor, costurile de întrerupere a afacerii
precipitații reduse și evaporația mărită în unele regiuni	Deficitul de apă, competiția pentru apă între turism și alte sectoare economice, deșertificarea, creșterea frecvenței declanșării incendiilor care amenință infrastructura și afectează cererea turistică
Frecvența crescută a precipitațiilor abundente în unele regiuni	Deteriorarea patrimoniului cultural, deteriorarea infrastructurii turistice, modificarea sezonality
Creșterea nivelului mării	Eroziunea costieră, reducerea zonei de plajă, costuri mai mari pentru protejarea și întreținerea litoralului
Modificări ale biodiversității terestre și marine	Pierderea atracțiilor naturale și a speciilor din arealele de destinație
Incendii forestiere mai frecvente și mai extinse	Pierderea atracțiilor naturale, creșterea posibilității de declanșare a inundațiilor, deteriorarea infrastructurii turistice
Modificări ale solului (de exemplu, nivelurile de umiditate, eroziune și aciditate)	Degradarea siturilor arheologice și a unor resurse naturale, cu impact asupra atracțiilor din zonele de destinație

## 5.6. Sisteme Urbane

Hazardele climatice și meteorologice afectează toate așezările din Europa, deși în moduri diferite și cu intensități diferite, în funcție de expunerea unui anumit oraș și de vulnerabilitatea la hazarde. Diferențele în impacturile deja experimentate și în cele proiectate subliniază necesitatea evaluărilor locale ale riscului climatic și ale vulnerabilității, bazate pe date de înaltă calitate (EEA, 2020). Cu deosebire în arealele urbane,

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





impactul negativ al evenimentelor hidro-climatice extreme includ o serie de efecte asupra sănătății, disconfortului uman, concentrații mai mari de poluanți, degradarea calității apei, creșterea cererii de energie pentru răcire/încălzire și scăderea productivității muncii (Zander și et al., 2015; Estrada et și et al., 2017; Smid și et al., 2019) (Tab. 5.5.2). Totodată, hazardele naturale care apar în afara arealelor urbane sunt modificate semnificativ în interiorul acestora, în unele situații, diferite hazardes la care sunt expuse arealele urbane acționează combinat (Hunt și et al., 2017).

Orașele pot fi deosebit de vulnerabile la fenomene meteorologice extreme, în special la inundații, valuri de căldură/frig, furtuni extreme, căderi abundente de zăpadă, creșterea instabilității versanților și modificarea unor proprietăți geofizice. Schimbările climatice pot avea un impact negativ asupra sănătății populației, deteriorarea clădirilor, întreruperea furnizării energiei electrice, gaze și apă, perturbarea transportului, precum și creșterea consumului de energie pentru încălzire și răcire etc. (EEA, 2020).

Astfel planificarea urbană și proiectarea unei infrastructuri adecvate joacă un rol important în minimizarea impactului schimbărilor climatice și reducerea riscului asupra mediului antropic.

#### **a. Temperaturile ridicate și valurile de căldură**

*Impactul asupra sănătății și bunăstării umane.* Până în prezent, temperaturile ridicate și valurile de căldură au provocat mai multe victime în Europa decât orice alte dezastre meteorologice.

*Valurile de căldură* duc la creșterea pe termen scurt a numărului de decese sau la agravarea anumitor afecțiuni cronice (în special a celor cardiovasculare și respiratorii). Regiunile cele mai afectate de valurile de căldură sunt în special arealele urbane, unde spațiile verzi sunt insuficiente sau chiar și-au redus suprafața, iar construcțiile urbane din beton și asfalt străzilor duc la absorbția intensă a radiației solare, care se acumulează și se eliberează în timpul nopții. În același timp, transportul urban contribuie la aceste efecte, în condițiile în care numărul de mașini a crescut anual, semnificativ în România. Verile mai lungi duc la creșterea expunerii la radiațiile UV, cu efecte directe asupra sănătății pielii (cancer de piele). De asemenea, în perioadele cu temperaturi ridicate, performanța la locul de muncă poate fi afectată.

În orașe, riscurile suplimentare pentru sănătate sunt cauzate de *efectul insulei de căldură urbană*, care determină creșterea temperaturilor ambientale și reducerea răcirii pe timp de noapte.

Combinarea dintre stresul termic și poluarea aerului dăunează în mod special sănătății umane.

*Impactul asupra cererii de energie.* Temperaturile interioare ridicate se pot traduce printr-o cerere crescută de energie. Cererea maximă de energie electrică pentru răcire, care este aproape exclusiv electrică va crește în toată Europa, cele mai mari creșteri fiind proiectate pentru Italia, Spania și Franța (EEA, 2020).

*Impactul asupra transportului.* Creșterea temperaturilor și căldura extremă pot afecta negativ sistemele de transport și alte infrastructuri majore. La nivel local, transportul public poate fi afectat de temperaturile extreme prin creșterea disconfortului călătorilor și al șoferului, în special în mijloacele de transport care nu sunt prevăzute cu sisteme de aer condiționat. Acest lucru poate crește riscul de accident și poate afecta sănătatea persoanelor vulnerabile. De asemenea, necesitatea folosirii sistemelor de aer condiționat poate conduce la creșterea consumului de energie sau combustibil.

Temperaturile ridicate pot afecta mijloacele de transport public prin uzarea sau topirea anvelopelor și supraîncălzirea echipamentelor, cum ar fi motoarele diesel.



*Insula de căldură urbană.* Frecvența și magnitudinea evenimentelor meteorologice extreme, cum ar fi valurile de căldură, sunt de așteptat să crească odată cu creșterea temperaturii aerului. Astfel de evenimente sunt exacerbate atunci când se obține efectul insulă urbană de căldură (Urban Heat Island – UHI). Mai mulți factori, cum ar fi: creșterea emisiilor fluxului de căldură antropogen, modificarea geometriei urbane, densitatea populației și schimbările acoperirii și utilizării terenului au ca rezultat fenomenul de insulă urbană de căldură. Odată cu creșterea rapidă a urbanizării, acoperirea terenului verde este înlocuită de suprafețe impermeabile, cum ar fi: clădirile din beton și drumurile bituminoase. Schimbarea modului de acoperire a terenului modifică proprietățile termice, radiațiile de suprafață și umiditatea zonei urbane, ducând la efectul de insulă urbană de căldură.

Formarea insulei urbane de căldură poate avea diverse efecte asupra diferitelor elemente ale societății, cum ar fi consumul de energie, sănătatea umană, biodiversitatea, agricultura, disponibilitatea apei, etc.

*Impactul secetei.* Lipsa apei în zonele urbane afectează bunăstarea umană prin reducerea alimentării publice cu apă, precum și activitățile economice și infrastructura care depinde de utilizarea apei, de exemplu răcirea centralelor electrice, navigația interioară și funcționarea ecosistemelor urbane. Perioadele prelungite caracterizate prin lipsa apei pot fi costisitoare pentru orașe. Deficitul de apă poate afecta serviciile ecosistemice furnizate de infrastructura verde, de exemplu umbrirea și răcirea prin evapotranspirație. În plus, consumul redus de apă în timpul secetei poate duce la scăderea fluxurilor de apă în rețelele de canalizare, provocând mirosuri și corozivitate intensificate (Sofoulis, 2015), precum și concentrații mai mari de poluanți în deversările de ape uzate din zonele urbane (Novický și et al., 2009).

#### **b. Precipitațiile abundente generatoare de inundații**

La nivelul arealelor urbane pot fi identificați mai mulți factori care accentuează sau diminuează riscul de inundații în orașe. Printre acești cei mai importanți sunt: *etanșarea suprafeței terenurilor (suprafața impermeabilă)*; *starea sistemelor de drenaj urban - canalizare* (majoritatea orașelor au o rețea de canalizare relativ veche, ridicându-se problema dacă aceste rețele sunt capabile să facă față unor volume mai mari de apă de ploaie în perioadele cu precipitații intense); *modul de utilizare a terenului și populația din arealele urbane inundabile, etc.*

*Impactul inundațiilor asupra sănătății populației.* În contextul european, decesele asociate cu inundațiile sunt relativ mici în comparație cu, de exemplu, decesele asociate cu valurile de căldură. Numărul anual de alunecări de teren fatale în Europa, legat de evenimente meteorologice extreme sau cutremure au crescut în perioada 1995-2014.

Debordul de canalizare cauzat de inundații crește riscul de boli infecțioase; acest risc este mai mare în orașele cu proporții ridicate de sisteme combinate de apă pluvială și canalizare sanitară. Inundațiile pot mobiliza, de asemenea, substanțe chimice, cum ar fi mercurul din depozite de deșeuri, sol sau nămol, rezultând o expunere crescută a oamenilor la aceste substanțe (EEA, 2020).

Persoanele afectate de inundații pot suferi, de asemenea, probleme de sănătate mintală atât imediat, cât și mult timp după un eveniment de inundație. Problemele pot varia de la traume și suferință mentală pe termen scurt la tulburare de stres post-traumatic, anxietate, insomnie, psihoză, depresie și chiar sinucidere (Zhong și et al., 2018).

Stresorii secundari, cum ar fi întreruperea serviciilor publice, inclusiv sănătatea și educația, precum și impactul asupra relațiilor, pierderea obiectelor personale de valoare sentimentală și dificultățile cu care se confruntă în accesarea compensațiilor și efectuarea reparațiilor, pot juca un rol semnificativ în afectarea mentală pe termen lung (Tempest și et al., 2017; Mulchandani și et al., 2019).

Grupurile sociale cu niveluri ridicate de dependență de ceilalți sau niveluri scăzute de resurse, cum ar fi vârstnicii, copiii și cei care trăiesc în gospodării cu venituri mici, sunt mai vulnerabili la problemele de sănătate mintală după un eveniment de inundații.

*Impactul economic al inundațiilor pluviale și fluviale.* Frecvența evenimentelor cu precipitații abundente este de așteptat să crească în continuare, cu o creștere corespunzătoare a daunelor dacă nu se iau măsuri de adaptare. Astfel, costurile directe și indirecte ale inundațiilor pot fi semnificative, acestea reprezentând unele dintre cele mai scumpe dezastre naturale din Europa (EEA, 2020).

În arealele urbane inundațiile pot provoca pagube materiale considerabile prin deteriorarea clădirilor și infrastructurii. Creșterea intensității și frecvenței precipitațiilor severe va duce, de asemenea, la o frecvență crescută a alunecărilor de teren.

Daunele viitoare vor varia la nivel teritorial, în funcție de scenariul schimbărilor climatice, de tiparele de urbanizare și de acțiunile de adaptare întreprinse.

Costurile indirecte ale inundațiilor, cum ar fi pierderea activităților comerciale, sunt, de asemenea, considerabile. Întreprinderile mici și mijlocii pot fi grav afectate de inundații, mai ales dacă activitățile lor sunt întrerupte pentru perioade mai lungi de câteva zile.

Întreruperea diferitelor servicii urbane, în special a transporturilor, generează pierderi indirecte. Accesul la servicii poate fi limitat chiar dacă zonele relativ mici sunt afectate de inundații, dacă acestea corespund punctelor cheie ale rețelelor de infrastructură. Acest lucru este deosebit de periculos dacă inaccessibilitatea rețelelor de transport împiedică accesul serviciilor de urgență.

### **c. Temperaturile scăzute și valurile de frig**

Impactul temperaturilor scăzute și a valurilor de frig se resimte atât asupra sănătății umane, cât și asupra infrastructurii de transport, de distribuție a energiei electrice și termice, dar și asupra ecosistemelor și biodiversității (Tab. 5.5.2). În ceea ce privește impactul asupra sănătății umane, sunt foarte importante caracteristicile demografice și socio-economice. Statutul economic scăzut este legat de dificultatea de acoperire a costurilor energetice, care previne izolarea adecvată de temperaturile exterioare. În plus, locuința persoanelor cu statut economic scăzut tinde să prezinte proprietăți termice mai proaste, astfel încât ambii factori afectează vulnerabilitatea populației la temperaturi scăzute. Acest lucru conduce la inegalități sociale cu impact diferit asupra populației (López-Bueno et al., 2021). Disconfortul termic provocat de temperaturile scăzute poate duce și la scăderea productivității muncii și accentuarea unor afecțiuni preexistente (ex. boli cardiovasculare, respiratorii), mai ales în cazul categoriilor de angajați a căror activitate se desfășoară în aer liber (ex. construcții, spații verzi).

Una dintre activitățile grav afectate de temperaturile scăzute și de valurile de frig sunt producția și consumul de energie. Acesta este foarte afectat de condițiile meteorologice extreme, care introduce un nivel de imprevizibilitate pentru generarea și consumul de energie electrică, care afectează operațiunile, volatilitatea prețurilor afectând chiar și securitatea energetică. Efectele valurilor de frig asupra sectorului energetic includ diverse defecțiuni ale centralelor electrice deoarece gheața și zăpada se pot acumula și le

pot acoperi în condiții de îngheț generând căderi de tensiune și alte tipuri de perturbări (Añel et al., 2017). Totodată, temperaturile scăzute și valurile de frig pot provoca creșteri semnificative ale cererii de energie electrică și termică care poate duce la creșterea prețurilor la electricitate din cauza combinației condițiilor meteorologice și a altor constrângeri ale pieței. O altă problemă asociată cu temperaturile foarte reci care reprezintă o amenințare substanțială pentru sectorul energetic este ploaia înghețată (freezing rain), prin consecințele asupra liniilor de transport a energiei electrice (Añel et al., 2017).

Temperaturile scăzute și valurile de frig afectează și calitatea infrastructurii verde din mediul urban. Efectele prelungite ale acestor impacte pot duce, în timp, reducerea biodiversității și la degradarea habitatelor urbane (tabelul 5.5.2).

#### d. Vântul puternic

În arealele urbane vântul are efecte diferențiate de viteză, dar și de direcție, intensitate și frecvență. Efectele mecanice distructive ale vitezei și intensității pot duce la ruperea arborilor, afectarea rețelei de transport a energiei electrice, afectarea transportului urban, etc. Totodată, calitatea aerului în mediul urban este la rândul său afectată viteza vântului și înălțimea (adâncimea) stratului de amestecare care influențează concentrarea și diluarea poluanților atmosferici (Oleniacz și et al., 2016).

*Impactul vânturilor puternice* reprezintă unul dintre cele mai distructive hazarde naturale care afectează arealele urbane și care pot provoca pierderi anuale semnificative. Vântul extrem afectează orașele prin deteriorarea infrastructurii de transport și a energiei, a vegetației, a proprietății private și a sănătății umane.

Clădirile din orașe pot fi serios avariate de vânturile puternice. Structurile fizice construite în orașe, cum ar fi clădirile înalte, modifică modul în care vântul bate prin oraș și uneori creează tunele de vânt unde acesta bate cu viteză mare. Pe măsură ce orașele devin mai dense cu clădiri mai înalte, presiunea medie a vântului scade, dar fluctuațiile cresc, ceea ce lasă elementele clădirii, cum ar fi placarea sau acoperișurile, mai vulnerabile la avarierea vântului. Combinația dintre presiunea vântului și precipitații poate reduce durabilitatea fațadelor prin pătrunderea apei.

Infrastructura verde în mediul urban este mai vulnerabilă la vânturile puternice decât vegetația rurală, deoarece copacii și plantele din orașe sunt expuse factorilor de stres existenți, cum ar fi poluarea aerului și compactarea solului. Doborârea arborilor urbani poate deteriora infrastructura și proprietățile, și deasemenea poate avea impact asupra sănătății umane. Deteriorarea infrastructurii verzi urbane are, de asemenea, efecte indirecte asupra sănătății din cauza pierderii beneficiilor oferite de copaci în ceea ce privește umbrirea, atenuarea efectului insulei de căldură urbană și îmbunătățirea calității aerului (EEA, 2020).

Tabel 5.5.2. Tipuri de impact al schimbărilor climatice asupra sistemelor urbane

Fenomene climatice de risc	Impacte potențiale
----------------------------	--------------------

<p>Temperaturile ridicate și valurile de căldură</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sănătatea umană: accentuarea unor afecțiuni existente (ex. cardiovasculare, respiratorii), stresul/disconfortul termic;</li> <li>- Energie: creșterea cerințelor de energie (ex. pentru răcire, aer conditionat);</li> <li>- Resursele de apă: creșterea cerințelor de apă și alte servicii (ex. stocarea apei sau a alimentelor), deficitul resurselor de apă;</li> <li>- Infrastructură: deficiențe legate de transportul și/sau generarea de energie;</li> <li>- Ecosisteme și biodiversitate: degradarea habitatelor urbane; pierderea biodiversității; pericolul producerii de incendii forestiere; degradarea solului, deșertificare;</li> <li>- Altele: scăderea productivității muncii</li> </ul>
<p>Temperaturile scăzute și valurile de frig</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sănătatea umană: accentuarea unor afecțiuni existente (ex. cardiovasculare, respiratorii), stresul/disconfortul termic;</li> <li>- Energie: creșterea cerințelor de energie (ex. pentru încălzire, aer conditionat);</li> <li>- Infrastructură: deficiențe legate de transportul și/sau generarea de energie; creșterea consumului de energie electrică și termică;</li> <li>- Ecosisteme și biodiversitate: degradarea habitatelor urbane; pierderea biodiversității;</li> <li>- Altele: scăderea productivității muncii</li> </ul>
<p>Cantitățile de precipitații generatoare de inundații</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosisteme și biodiversitate: degradarea ecosistemelor zonelor umede ca urmare a inundațiilor; poluarea apei ca urmare a inundațiilor;</li> <li>- Infrastructură: perturbarea rețelelor de transport urban; afectarea infrastructurii de canalizare</li> <li>- Altele: deteriorarea mobilierului urban, vătămări și daune cauzate de vânt; pierderi economice</li> </ul>
<p>Vântul puternic</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sănătatea umană: accentuează transportul emisiilor din trafic și a particulelor de PM2.5 și PM10; calitatea aerului prin concentrarea și diluarea poluanților atmosferici</li> <li>- Ecosisteme și biodiversitate: degradarea vegetației forestiere urbane;</li> <li>- Infrastructură: afectarea transportului rutier/feroviar; urban, a infrastructurii de transport a energiei electrice; avarierea clădirilor, a podurilor; deteriorarea mobilierului urban,</li> </ul>
<p>Insula de căldură urbană</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sănătatea umană: stres legat de poluarea termică și atmosferică, în special pentru persoanele cu tulburări cardiovasculare și respiratorii; disconfort termic (în timpul valurilor de căldură, în arealele urbane, zilele tropicale sunt adesea urmate de nopți tropicale din cauza efectului insulei de căldură).</li> </ul>

Sursa: Wilbanks et al., 2007; Satterthwaite et al., 2007; Depietri et al., 2012; Zander et al., 2015; Oleniacz et al., 2016; Estrada et al., 2017; Pregnotato et al., 2017; Smid et al., 2019; Rasilla et al., 2020; López-Bueno et al., 2021.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



## 5.7. Biodiversitate

Efectele schimbărilor climatice asupra componentei abiotice a ecosistemelor naturale, manifestate sub forma impactului direct (modificări asupra regimului radiativ, termic, pluviometric, hidrologic) determină un impact indirect asupra componentei biotice (floră și faună) și asupra populației.

Pe baza datelor publicate în raportul *Climate change, impacts and vulnerability in Europe* (EEA, 2012, (disponibil la adresa: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>), au fost redată grafic proporțiile categoriilor de habitate și a grupelor de specii de interes comunitar (menționate în Directiva 92/43/CEE - Directiva „Habitat”) în cadrul cărora cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respectiv.

La nivelul UE, habitatele afectate în cea mai mare proporție de schimbările climatice sunt mlaștinile și turbăriile (în proporție de 50% din tipurile de habitate încadrate în această categorie). La rândul lor, grupele de specii afectate cel mai mult de schimbările climatice sunt amfibienii (în proporție de 45% din speciile încadrate în această categorie).

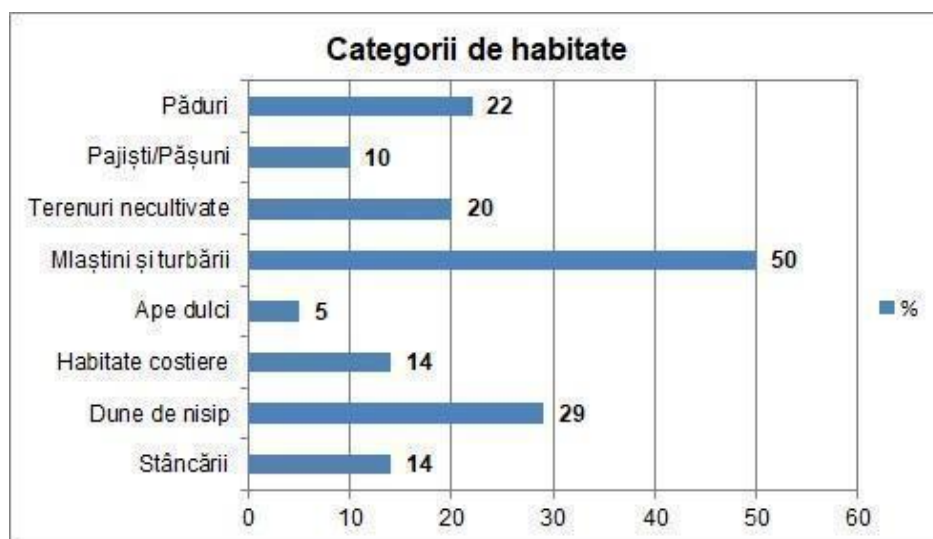


Fig. 5.7.1 - Proporția tipurilor de habitate de interes comunitar dintr-o anumită categorie, în cadrul căreia cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respective



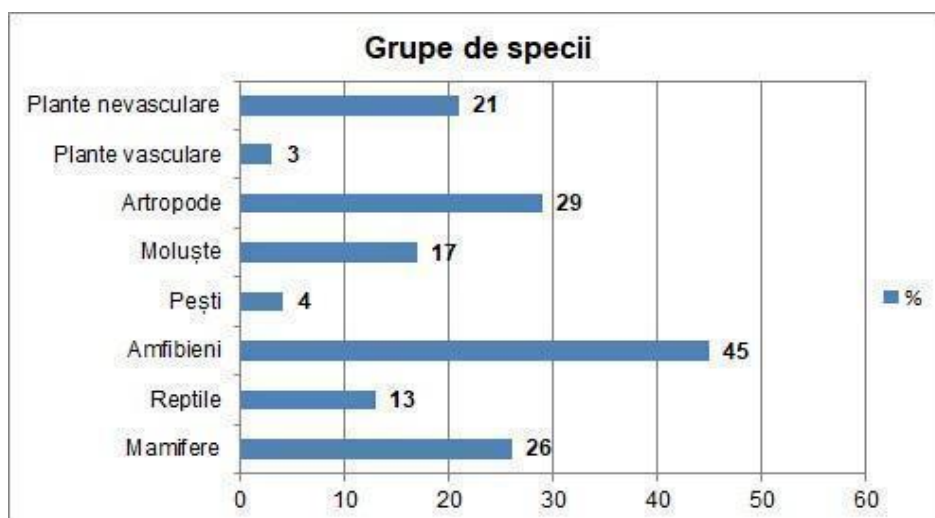


Fig. 5.7.2 - Proporția speciilor de interes comunitar dintr-o anumită grupă, în cadrul căreia cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respective

Se poate stabili o oarecare corespondență între categoriile de habitate și grupele de specii caracteristice acestora în sensul că mlaștinile, care sunt afectate într-o mare proporție de încălzirea globală (Fig. 5.7.1), reprezintă habitat pentru speciile de amfibieni, la rândul lor afectate cel mai mult de schimbările climatice (Fig. 5.7.2). În schimb, habitatul de ape dulci și speciile de pești sunt categoriile puțin afectate de aceste amenințări.

În general, amenințările de natură climatică (Tabelul 5.7.1) sunt reprezentate de fenomene naturale determinate de deficitul de apă pe termen mediu sau de excedentul hidric pe termen scurt (secete și respectiv inundații). Riscurile climatice și cele hidrice se află într-o strânsă relație de cauzalitate.

Tabelul 5.7.1. Amenințările de natură climatică asupra biodiversității  
(conform clasificărilor IUCN, SINCRON și Natura 2000)

IUCN		SINCRON	Natura 2000
11 - Schimbări climatice și fenomene climatice extreme	112 - Secete	K01.03 - secare	920 - Secare
		M01.02 – secete și precipitații reduse	
	113 – Temperaturi extreme	M01.01 – schimbarea temperaturii (creșterea temperaturii și extremele)	
		K01.04 - inundare	941 - Inundare

	114 – Furtuni și inundații	L07 – furtuni, cicloane	
		L08 – inundații (procese naturale)	
		M01.03 – inundații și creșterea precipitațiilor	
		M – Schimbări globale	
		H04.01 – ploi acide	
		M01 – schimbarea condițiilor abiotice	

Temperaturile extreme pot deveni amenințare fie pe termen scurt (valuri de căldură/frig și contraste termice accentuate într-un interval de timp relativ scurt), fie pe termen lung (încălzirea globală, care se poate manifesta și prin diferențe termice accentuate de la o regiune la alta). În zona geografică a României, tipurile de circulație atmosferică potențial generatoare de fenomene extreme sunt: circulația tropicală care aduce aer cald și uscat (valuri de căldură) în timpul verii, circulația de blocaj asociată perioadelor de uscăciune și secetă și advecțiile maselor de aer arctic în sezonul rece (sub impulsul circulației polare), care pot determina înghețuri timpurii sau târzii.

*Seceta meteorologică* se poate instala ca urmare a lipsei precipitațiilor într-un interval de timp îndelungat. De asemenea, manifestarea unor fenomene orajoase în contextul unei perioade uscate poate declanșa incendii naturale, în special în habitatele forestiere (Tabelul 5.7.2).

Impactul schimbărilor climatice asupra biodiversității în Europa Centrală și de Est poate fi evaluat ca moderat negativ (Behrens et al., 2010). Zonele montane vor fi afectate de încălzirea globală într-o măsură mai mare decât restul regiunilor, iar singura direcție de adaptare a speciilor este migrația în altitudine (Anderson et al., 2007). Există totodată și o tendință de reducere a distribuției speciilor endemice prin competiție (speciile de altitudini mai joase care vor urca în etaje superioare în detrimentul speciilor native) precum și prin limitări fiziologice (Hurdu, 2012). Se estimează că zona climatică alpină va urca cu câteva sute de metri până în anul 2085, ducând la restrângerea drastică a extinderii acestora în suprafață, cu efecte profunde asupra habitatelor și speciilor (Nagy et al., 2009, citat de Behrens et al., 2010).

Habitatele alpine vor fi printre cele mai afectate de schimbările climatice (Inouye, 2019). Habitatetele de tufărișuri și pajiști alpine și subalpine (care includ tipurile de habitat \*4070 Tufărișuri de Pinus mugo și Rhododendron hirsutum și \*6230 Pajiști de Nardus bogate în specii, pe substraturi silicatică din zone montane) sunt mai dependente de temperaturi joase, asociate cu prezența stratului de zăpadă (grad de acoperire de 70-80%), speciile de plante caracteristice (hecostermofite, psichrotermofite) fiind foarte sensibile la încălzirea climatică. În schimb, habitatele forestiere (de exemplu, habitatul\*91D0 Turbării cu vegetație forestieră) sunt potențial mai sensibile la fenomene de secetă (Sârbu et al., 2020).

Comunitățile de plante din regiunea alpină sunt caracterizate de un sezon de vegetație scurt (care corespunde cu intervalul lipsit de strat nival) și necesită umiditate suficientă pentru începerea ciclului

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



vegetativ (Beniston, 2003). În climatele montane aflate sub influența continentală și mediteraneană (cum este cazul Carpaților de pe teritoriul României), vegetația poate fi afectată de evapotranspirația în creștere, sub influența valurilor de căldură care se vor amplifica în decursul următoarelor decenii atât ca durată, cât și ca frecvență, mai ales în Carpații Meridionali (potrivit scenariului climatic RCP8,5). De aceea, speciile psihrotermofite (ex. *Draba dorneri*) și microtermofite (ex. *Tozzia alpina* ssp. *carpathica* - asociată habitatului \*6230) vor fi afectate în mare măsură de aceste fenomene climatice, în funcție și de perioada din an în care acestea se manifestă (raportată la stadiul ciclului vegetativ). Printre efectele schimbărilor climatice se numără o perioadă mai scurtă de acoperire cu strat de zăpadă și un dezgheț mai timpuriu, ceea ce va afecta comunitățile de camefite (care ierneză sub strat de zăpadă, ex. *Draba dorneri*).

Tabelul 5.7.2. Fenomene de risc climatic cu impact asupra biodiversității

Fenomenul de risc	Efecte asupra biodiversității și ecosistemelor
Valuri de căldură	- Stres termic pentru speciile de hekisto/psichro/microtermofite (din bioregiunea alpină) în cursul sezonului lor de vegetație.
Valuri de frig	- Perturbarea fazelor fenologice la începutul sezonului de vegetație; - Înghețul suprafețelor acvatice (lacuri, bălți) cu indisponibilizarea temporară a habitatelor de hrănire pentru speciile de păsări acvatice (sedentare/oaspeți de iarnă).
Fenomene de secetă	- Creșterea deficitului de apă din sol cu afectarea speciilor de higro/mezohigrofitelor din habitatele de pajiști umede și mezofile; - Restrângerea ecosistemelor lentice cu afectarea populațiilor de amfibieni și a speciilor de hidrofite și higrofite; - Secarea temporară a cursurilor de apă secundare cu afectarea ihtiiofaunei.
Incendii naturale	- Afectarea habitatelor forestiere și de pajiști; - Perturbarea speciilor de faună (migrație forțată spre locuri neafectate de incendii).
Precipitații foarte abundente în intervale scurte de timp	- Procese de pluviudenudare pe versanți cu afectarea comunităților vegetale ale pajiștilor din zonele alpine și submontane; - Afectarea unor habitate de sărături (ex. 1530* Mlaștini și stepe săraturate panonice) prin desalinizarea superficială a solurilor.
Vijelii	- Doborâturi de arbori și afectarea ecosistemelor forestiere.

Schimbările climatice în sine au un impact important asupra biodiversității, contribuind la amplificarea fenomenelor de risc climatic. Amenințările generate de schimbările climatice asupra valorilor naturale cu potențial de eliminare a habitatelor sau chiar de extincție a speciilor vulnerabile, sunt legate de încălzirea globală și fenomenele meteo-climatice extreme, care se situează în afara limitelor normale de variație a parametrilor atmosferici.

Fenomenele climatice de risc fac parte din categoria proceselor naturale. Totodată, evenimentele calificate ca dezastre naturale din perspectivă umană reprezintă o metodă de restabilire a echilibrului în cadrul ecosistemelor. Acestea pot deveni în schimb o amenințare dacă un habitat sau o specie a fost deja supus/ă altor presiuni și amenințări (antropice), care i-au afectat reziliența, devenind astfel vulnerabilă la alți factori perturbatori. Este posibil ca, în viitor, intensitatea și frecvența fenomenelor climatice să depășească limitele naturale de variație din cauza factorului uman (creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră etc).

## 5.8. Populație (Calitatea aerului)

Impacturile schimbării climatice au efecte multiple asupra sănătății populației. Stresul termic, de multe ori cuplat cu poluarea locală, ce reduce calitatea aerului, favorizează creșterea mortalității și morbidității (mai ales în marile aglomerări urbane). Sursele pentru emisii de poluanți locali și gaze cu efect de seră sunt în multe situații aceleași, astfel că prin reducerea acestor emisii se obțin simultan atât beneficii privind combaterea efectelor schimbării climei, cât și beneficii pentru sănătatea publică. Modificarea condițiilor climatice (regimul termic și pluviometric) poate contribui la dezvoltarea vectorilor patogeni care provoacă boli (de exemplu, malaria, boala Lyme, infecția West Nile, febra denga) în regiuni unde acestea nu erau/sunt endemice dar devin, prin efectul schimbării climei. Durata crescută a sezonului de vegetație – o consecință a schimbării climatice în multe zone – determină producerea unei cantități sporite de alergeni, cu impact asupra sănătății populației. Creșterea intensității precipitațiilor (un alt efect al încălzirii globale), prin favorizarea inundațiilor, poate duce atât la pierderi imediate de vieți omenești, cât și la propagarea, după episodul respectiv, a unor boli specifice ca holera și leptospiroza, cauzate de reducerea calității apei potabile. Nu trebuie neglijat nici impactul schimbării climatice asupra sănătății mentale. De asemenea, impacturi climatice cu efecte sinergice pot să favorizeze inclusiv migrații la scară mare și/sau conflicte civile (Bojariu și et al., 2021).

Stresul termic cauzat de temperaturi scăzute și ridicate crește mortalitatea și morbiditatea. De exemplu, Croitoru și et al. (2018) estimează pentru orașul Cluj o creștere cu 14% a mortalității în perioadele de vară caracterizate de condiții de val de căldură, comparativ cu cele în care acestea lipsesc în intervalul 2006-2015. Vicedo-Cabrera și et al. (2021) atribuie schimbării climatice observate valori ale mortalității pentru un număr de orașe din lume (ce include și 8 din România).

În general, studiile au arătat că asocierea temperatură zilnică / mortalitate zilnică este una neliniară, cu un răspuns aproape imediat și o creștere rapidă a mortalității la temperaturile mai mari față de temperatura optimă (figura 5.8.1). Pentru temperaturile mai mici decât cea optimă, mortalitatea are, în general, o creștere mai lentă, ce cumulează efecte întârziate ce se întind pe o perioadă de câteva săptămâni (figura 5.8.2). Temperatura optimă este definită ca fiind cea corespunzătoare excesului minim de mortalitate și este determinată prin aceeași metodologie neliniară care modelează statistic asocierea expunere la stresul termic / răspunsul în excesul de mortalitate (Gasparrini și Leone 2014). Conform metodologiei propuse de Gasparrini și Leone (2014), pentru setul de date privind mortalitatea zilnică, cauzată de bolile sistemului circulator, în perioada 1999-2019, în București, temperatura optimă estimată este 23,9 °C (Chițu și et al. 2021).

Analizele realizate în cadrul proiectelor URCLIM și EXHAUSTION de echipa Administrației Naționale de Meteorologie au arătat că, în cazul municipiului București, populația în vârstă și femeile cu

boli cronice (cardiovasculare și respiratorii) sunt cele mai vulnerabile categorii la stresul termic (figura 5.8.2). Aceste tipuri de boli impun o povară economică grea asupra sistemelor de sănătate din România și Europa, în general.

Bolile sistemului circulator, care includ și bolile cardio-vasculare, reprezintă 50-60% din totalul deceselor din România. Bolile ischemice ale inimii reprezintă principala cauză de deces, deși mortalitatea cauzată de diferite forme de cancer este în creștere. Bolile ischemice de inimă și accidentele vasculare cerebrale au reprezentat mai mult de 550 de decese la 100 000 de locuitori în 2016. Rata mortalității din cauza bolilor de inimă ischemice este de aproape trei ori mai mare în România decât în UE în ansamblu.

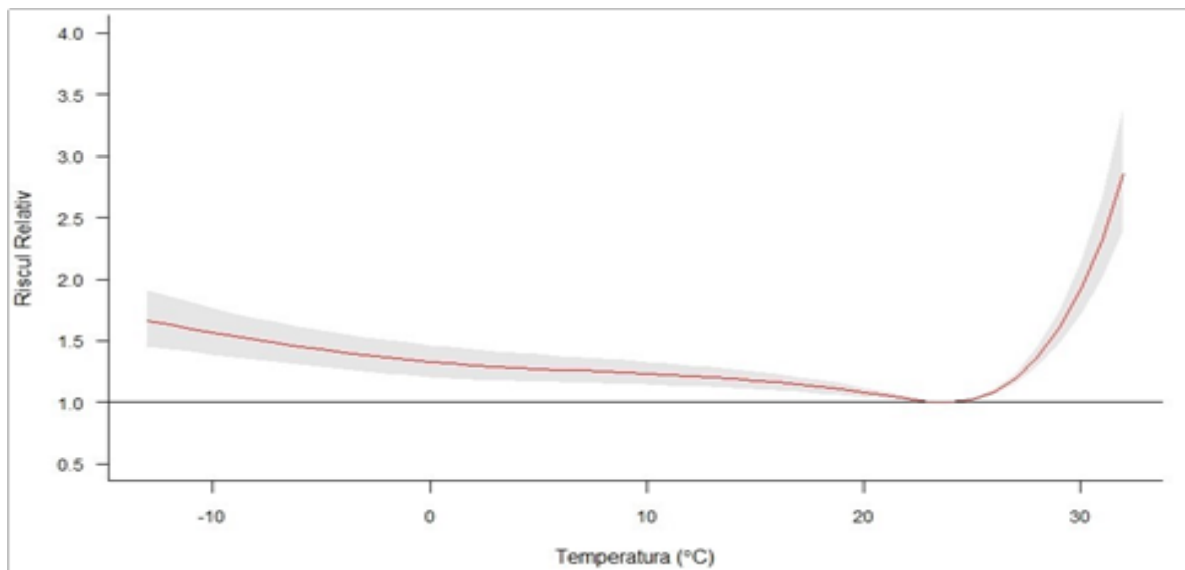


Figura 5.8.1. Riscul relativ (cu efectele întârziate cumulate până la 21 de zile) la asocierea temperatură/mortalitate zilnică cauzată de bolile sistemului circulator (International Classification of Diseases-10th revision: ICD - 10 I00: I99), estimat pentru municipiul București, perioada 1999-2019. Banda gri ilustrează intervalul de încredere la nivelul de 95%. După Bojariu și et al. (2021).



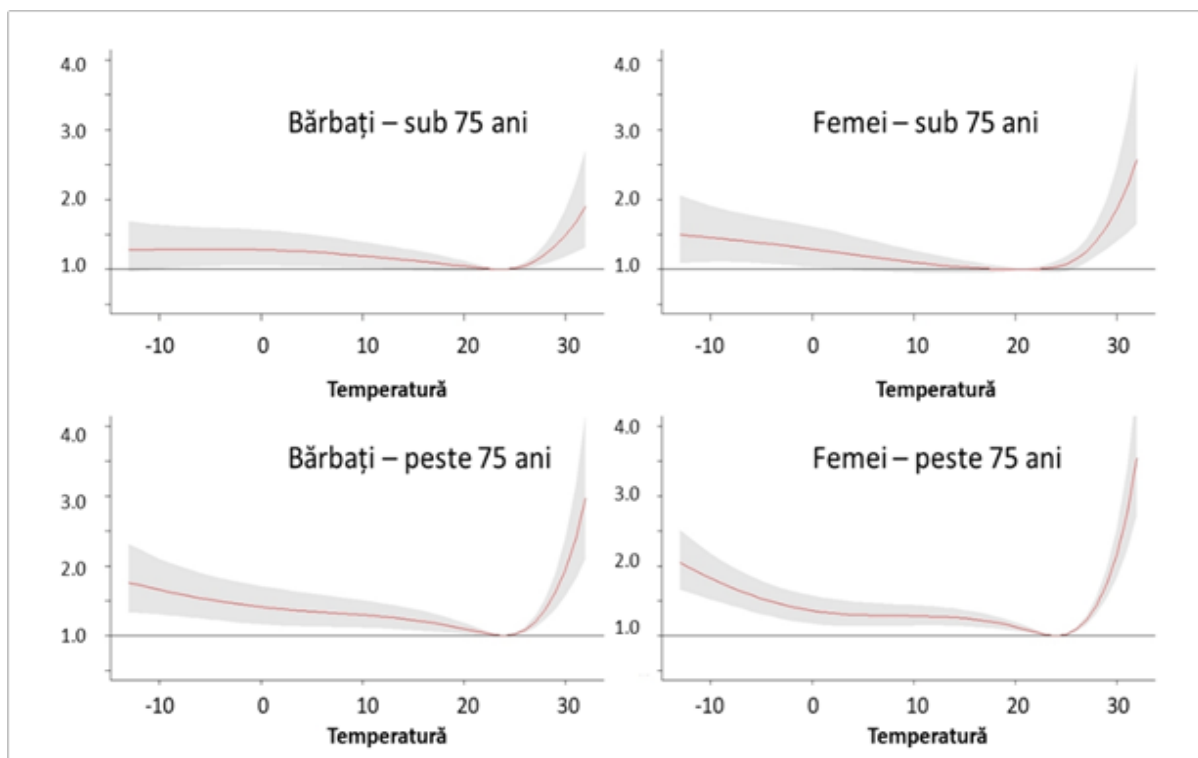


Figura 5.8.2. Riscul relativ (cu efectele întârziate cumulate până la 21 de zile) la asocierea temperatură/mortalitate zilnică, cauzată de bolile sistemului circulator (International Classification of Diseases-10th revision: ICD - 10 I00: I99), estimat pentru municipiul București, perioada 1999-2019 și pentru populații de vârste și gen diferite. Banda gri ilustrează intervalul de încredere la nivelul de 95%. După Bojariu și et al. (2021).

În ciuda unei reduceri semnificative din 2000, accidentul vascular cerebral rămâne a doua cauză cea mai importantă de deces, cu 256 de decese la 100 000 de locuitori în 2016, cu mult peste media UE de 80 de decese la 100 000 de locuitori (OECD/European Observatory on Health Systems and Policies 2019). Costul total al bolilor cardiovasculare și respiratorii în UE a fost estimat la 600 miliarde EUR, cu o rată a mortalității legate de boli cardiovasculare de 60% în Europa de Est, în 2016. Pe de altă parte, o populație din ce în ce mai îmbătrânită, așa cum indică proiecțiile viitoare demografice, înseamnă, de asemenea, amplificarea vulnerabilității populației la stresul termic.

Studiile de până acum au arătat că, în mediul urban, categoriile vulnerabile sunt persoane cu boli ale sistemului circulatoriu, dintre care cele mai expuse sunt cele în vârstă și femeile (Chițu și et al., 2021).

Analiza pentru municipiul București a datelor zilnice de temperatură și mortalitate determinată de bolile sistemului circulator și a proiecțiilor viitoare ale acestora arată că efectul net al schimbării climatice este o creștere netă a mortalității legate de stresul termic, la sfârșitul acestui secol (Fig. 5.8.3), cauzată de creșterea accentuată a mortalității asociate cu temperaturile ridicate, chiar dacă mortalitatea asociată temperaturilor scăzute se reduce (Fig. 5.8.4).

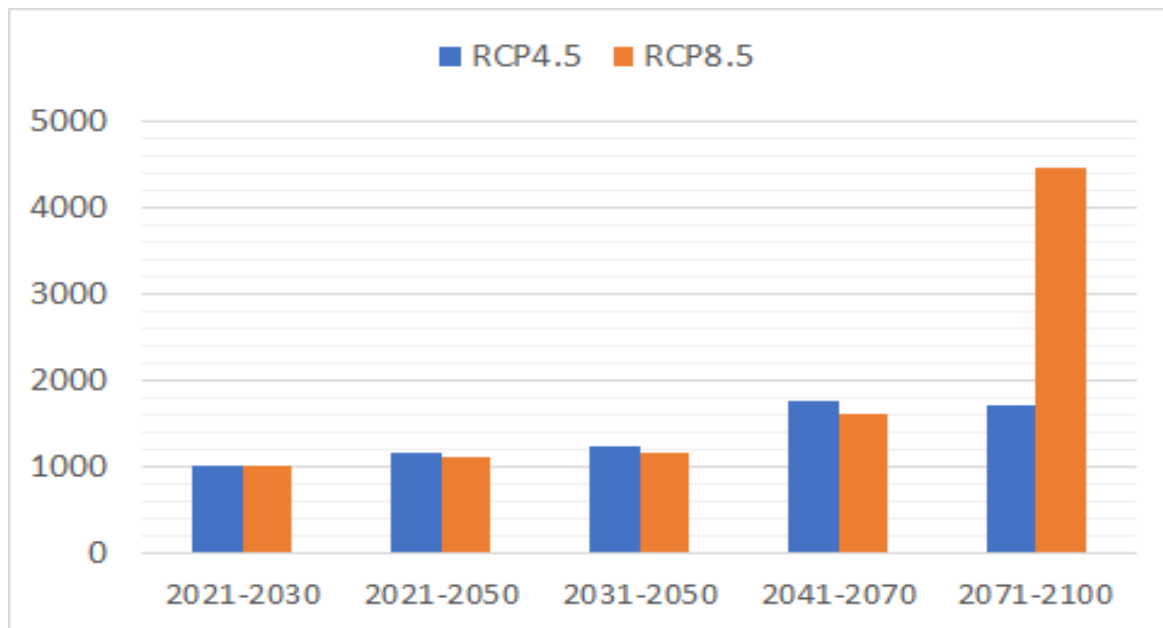


Figura 5.8.3 Proiecțiile viitoare pentru București ale diferențelor în rata decenală a mortalității totale (decese/deceniu), calculate pentru diferite perioade comparativ cu intervalul de referință 1971-2000, folosind media ansamblului a 5 modele climatice regionale din programul EURO-CORDEX, în condițiile scenariilor RCP 4.5 și RCP 8.5.

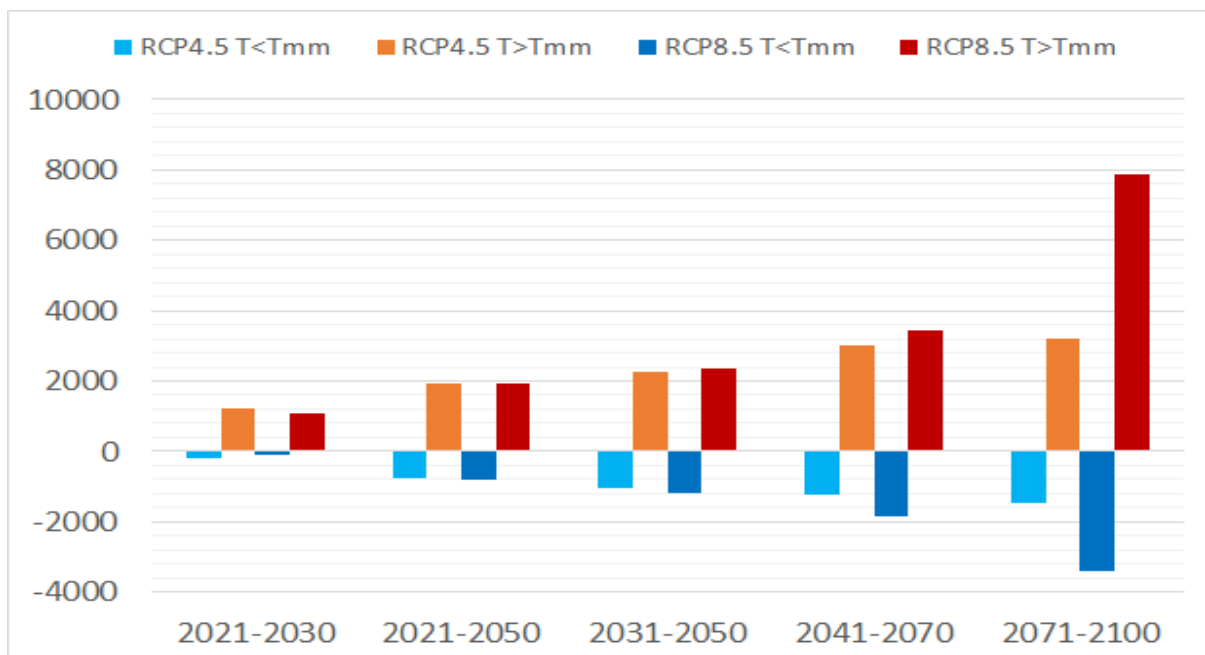


Figura 5.8.4 Proiecțiile viitoare pentru București ale diferențelor în rata decenală a mortalității asociată temperaturilor scăzute ( $T < T_{mm}$ ; decese/deceniu) și ridicate ( $T > T_{mm}$ ; decese/deceniu), calculate pentru diferite perioade comparativ cu intervalul de referință 1971-2000, folosind media ansamblului a 5 modele climatice regionale din programul EURO-CORDEX, în condițiile scenariilor RCP 4.5 și RCP 8.5.  $T_{mm}$  este temperatura estimată la care mortalitatea este minimă.

Pe de altă parte, numeroase studii sugerează că reducerea calității aerului amplifică impactul stresului termic și acest factor suplimentar trebuie luat în considerare în studiile viitoare privind efectul creșterii frecvenței și intensității valurilor de căldură asupra indicatorilor de sănătate publică din România (Bojariu și et al., 2021).

Semenza și et al. (2016) și Semenza & Suk (2018) au identificat impacturi ale schimbării climatice asupra răspândirii unor boli infecțioase în Europa, datorită modificării habitatului și ciclului de viață al vectorilor ce transportă agenți patogeni. De exemplu, în condițiile climatice estimate pentru 2050, studiile acestor cercetători sugerează că probabilitatea de distribuție a virusului West Nile (purat de țanțari și păsări) ar putea crește, pe întreg teritoriul României, până la valori de peste 50%, (Figura 5.8.3), ceea ce ridică problema unui alt tip de impact climatic, cu riscul climatic asociat

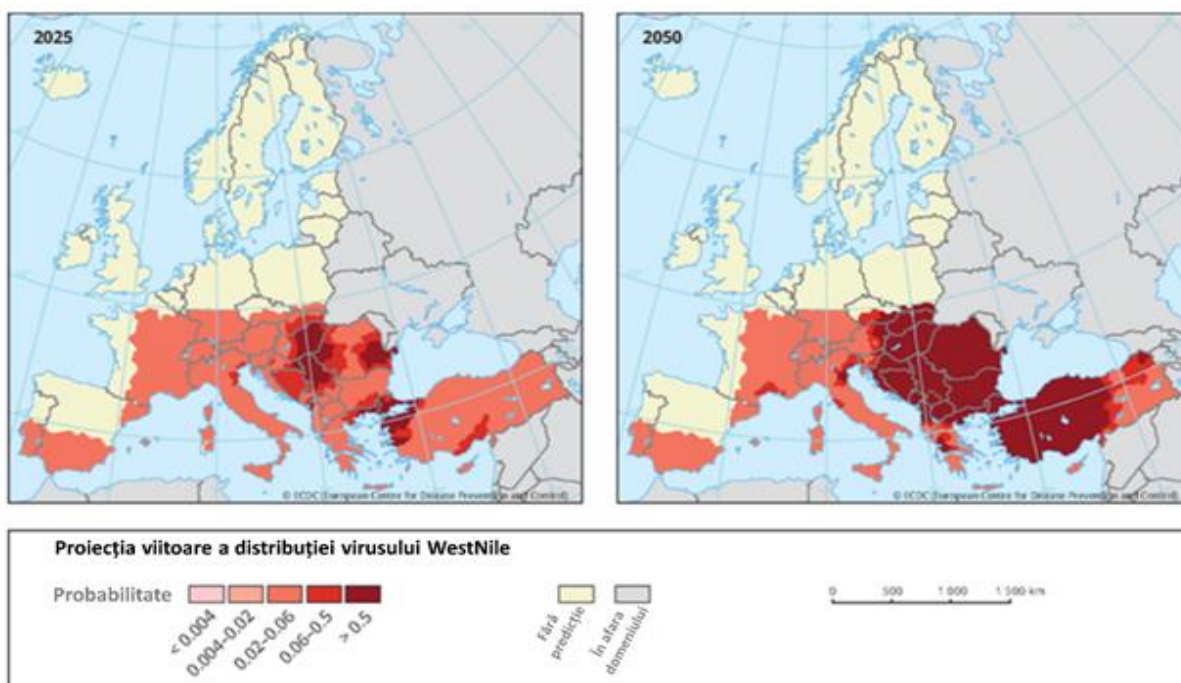


Figura 5.8.5. Proiecții viitoare ale distribuției spațiale a virusului West Nile pentru anii 2025 (stânga) și 2050 (dreapta). Adaptare după European Environment Agency (EEA) și European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/projected-future-distribution-of-west-1>) și Semenza și et al. (2016).

Tabelul 5.8.1. Fenomene de risc climatic cu impact asupra populației

Fenomenul de risc	Efecte asupra populației

Valuri de căldură	Stres termic ce determină creșterea morbidității și mortalității mai ales asupra grupurilor vulnerabile de populație (cu vârste mai mari de 65 de ani, cu boli ale sistemului circulator, femei), din mediul urban. Acest impact devine predominant în viitor, în condițiile schimbării climatice.
Valuri de frig	Stres termic ce determină creșterea morbidității și mortalității mai ales asupra grupurilor vulnerabile de populație (cu vârste mai mari de 65 de ani, cu boli ale sistemului circulator, femei), din mediul rural. În clima prezentă, acest impact este predominant, dar se reduce odată cu schimbarea climatică, în viitor.
Modificări ale regimului mediu al temperaturii și precipitațiilor	Afectarea populației prin dezvoltarea vectorilor patogeni care provoacă boli (de exemplu, malaria, boala Lyme, infecția West Nile, febra denga) în regiuni unde acestea nu erau/sunt endemice dar devin, prin efectul schimbării climei asupra condițiilor medii noi de temperatură și precipitații.
Creșterea perioadei de vegetație	Favorizează frecvența crescută a episoadelor alergice ale populației expuse.
Precipitații foarte abundente în intervale scurte de timp/inundații	Pierderi de vieți omenești și boli transmisibile prin reducerea calității apei în episoadele cu inundații.
Vijelii	Pierderi de vieți omenești.
Poluare	Accentuează efectele stresului termic asupra populației.

În concluzie, populația este afectată de impactul schimbărilor climatice prin mai multe procese, exemplificate în tabelul 5.8.1.

## 5.9. Agricultură și dezvoltare rurală

Din datele Recensământul General Agricol 2010, din cele 23,8 milioane ha cât însumează teritoriul României, suprafața agricolă utilizată în exploatațile agricole este de circa 13,3 mil. ha (55,9 %), din care circa 8,3 mil. ha reprezintă teren arabil.

După modul de folosință, terenul arabil ocupă circa 62,5% din suprafața agricolă. Cerealele și plantele oleaginoase ocupă circa 80% din suprafața arabilă. (MADR / 2015)

Impactul variabilității climatice asupra creșterii, dezvoltării și formării recoltelor agricole se cuantifică prin potențialitatea parametrilor meteorologici de a asigura condiții optime de vegetație sau a produce efecte nefavorabile, în funcție de gradul de intensitate al factorului perturbator, modul și durata de acțiune, probabilitatea de producere și revenire în timp și spațiu, precum și vulnerabilitatea speciilor vegetale la producerea evenimentelor extreme. Fiecare proces fizic, chimic și biologic care determină creșterea și dezvoltarea culturilor agricole este reglat de cerințe climatice specifice, iar orice abatere de la aceste cerințe determină implicit, variabilitatea producțiilor agricole.

În agricultură, principalele fenomene meteorologice care prezintă un impact direct și uneori ireversibil asupra recoltelor obținute, sunt *secetele*, *gerurile din anotimpul de iarnă*, *înghețurile târzii de primăvară* și

*timpurii de toamnă, variațiile bruște de temperatură din anotimpul rece, temperaturile deosebit de ridicate din sezonul cald al anului, precum și ploile torențiale, inundațiile, grindina, poleiul, chiciura, vânturile puternice.*

Lipsa precipitațiilor atmosferice pe o perioadă suficient de lungă provoacă efecte negative vizibile asupra diferitelor componente ale mediului, respectiv asupra vegetației, hidrografiei, a solului, dar cel mai important, asupra producției agricole.

Factorii climatici pot fi considerați factori de risc deoarece pot diminua semnificativ recoltele agricole atunci când se manifestă cu severitate, îndeosebi în perioadele critice de dezvoltare ale culturilor.

În agricultura, indicatorii agrometeorologici de risc sunt:

- a. parametri agrometeorologici de **stres termic**:
  - Fenomenul de arșiță;
  - Fenomenele de frig și ger;
  - Împimăvărarea;
- b. parametri agrometeorologici de **stres hidric**:
  - fenomenul de seceta pedologică;
  - cantitățile de precipitații pe diferite intervale specifice culturilor agricole din România

### **Impactul parametrilor agrometeorologici de risc termic pentru agricultura**

Fenomenul de „arșiță” care este caracterizat prin evoluția în dinamica a temperaturile maxime zilnice ale aerului  $\geq 32^{\circ}\text{C}$ , indica impactul cuantumului unităților de „arșiță” ( $\sum T_{\text{max}} \geq 32^{\circ}\text{C}$ ) și exprima intensitatea de producere a fenomenului pe parcursul sezonului activ de vegetație (aprilie-septembrie) sau intervale caracteristice pentru principalele culturi de câmp:

- culturi cerealiere de toamnă, ex. graul de toamnă, lunile mai-iunie care corespund fenologic cu perioada de înflorire-inflorire-formarea și umplerea boabelor;
- culturi prasitoare, ex. porumbul, floarea-soarelui, lunile iulie-august, deci perioada de înflorire-formarea și umplerea boabelor/semintelor.

Temperaturile maxime din aer peste pragul biologic critic de  $32^{\circ}\text{C}$  / „arsita”, asociate cu deficite mari de umiditate în aer/seceta atmosferică și sol/seceta pedologică, caracterizează complexitatea fenomenului de seceta agricolă care determină efecte severe asupra plantelor și anume:

- la *graul de toamnă*, îndeosebi pe parcursul lunilor mai și iunie, sunt afectate procesele de fecundare-polenizare, cu o defectuoasă acumulare a substanțelor uscate în bob; accentuarea fenomenului de palire / „sistavire” a boabelor; forarea proceselor de maturizare și coacere, iar în final, diminuarea semnificativă a recoltelor agricole;
- la *porumb*, în special în lunile iulie și august, polenul se scutura înaintea apariției mătăsii, ceea ce înseamnă grăbirea formării inflorescenței masculine și apariția acestora cu mai multe zile înaintea stigmatei (10-12 zile), multe plante devenind astfel sterile, iar stiuleții au multe boabe lipsă.

### **Asprimea Iernii**

În anotimpul rece, scăderea temperaturii aerului sub valoarea de  $0^{\circ}\text{C}$  constituie un fenomen meteorologic obișnuit, în majoritatea regiunilor agricole ale țării noastre. Acțiunea dăunătoare a temperaturilor scăzute, ca rezultat al deshidratării protoplasmei celulare și a înghețării apei în țesuturi, se manifestă sub



diferite forme. La plantele ierboase suferă în primul rând părțile aeriene și apoi rădăcina și părțile subterane ale culturii. La plantele perene lemnoase suferă în special lăstarii tineri. Dacă gerul este mai mare, sunt atinse și ramurile mai bătrâne și chiar trunchiul copacilor.

Pagubele cele mai mari de pe urma temperaturilor scăzute se produc la cereale, pomi-fructiferi și vița de vie.

La cerealele de toamnă, gerurile puternice din timpul iernii (temperaturi minime mai mici de  $-25^{\circ}\text{C}$ ) pot duce la micșorarea numărului de plante sau chiar la pieirea completă a acestora prin distrugerea nodului de înfrățire. În condițiile din România, calamitățile determinate de temperaturile joase nu afectează de regulă mari zone agricole, ele având mai ales un caracter local.

Înghețurile și dezghețurile repetate, care se produc de obicei spre sfârșitul iernii, contribuie la dezrădăcinarea plantelor. Prin îngheț se înțelege coborârea temperaturii aerului din imediata apropiere a solului sub  $0^{\circ}\text{C}$  (până la  $-5 \dots -6^{\circ}\text{C}$ ), în perioada caldă a anului (perioada de vegetație a culturilor). Apa din sol prin înghețare își mărește volumul și ridică stratul superficial al solului împreună cu plantele, provocând ruperea rădăcinilor și dezgolirea nodului de înfrățire. În această situație, plantele sunt expuse la scăderile ulterioare ale temperaturii și pier ușor.

Înghețurile determină nu numai frânarea dezvoltării plantelor și încheierea prematură a ciclului de vegetație, ci chiar moartea parțială sau totală a acestora. Ritmurile de creștere și dezvoltare ale fazelor fenologice se diferențiază în funcție de cerințele speciilor cultivate, intensitatea proceselor fiziologice fiind în corelație directă cu evoluția factorului termic între anumite praguri specifice fiecărui genotip. Influența factorului termic asupra succesiunii fenofazelor de creștere și dezvoltare este preponderentă. Necesarul de căldură al culturilor agricole pentru parcurgerea fazelor fenologice se determină prin calcularea sumei gradelor de temperaturi active obținute prin însumarea temperaturilor medii zilnice situate peste pragul biologic caracteristic speciilor agricole.

Cerințele plantelor față de temperatură/căldură sunt variabile în funcție de specie (termofile, mezofile) și fazele fenologice (germinație, încolțire, răsărire, înfrunzire, etc.). Pentru parcurgerea fiecărei faze fenologice sunt necesare praguri termice (sume de temperaturi) specifice fiecărui genotip. O particularitate o reprezintă culturile de toamnă care traversează sezonul rece al anului agricol (decembrie-februarie), perioadă în care au loc variații termice specifice climatului țării noastre. Astfel, în perioada decembrie-februarie evoluția regimului termic al aerului permite analiza duratei și intensității gerului, oferind astfel o imagine asupra condițiilor de iernare pentru cerealierele de toamnă în diferite zone agricole. Intensitatea fenomenului de „ger” în România este cuantificată prin  $\sum T_{\min} \leq -10 \dots -15^{\circ}\text{C}$  în intervalul decembrie-februarie (anotimpul de iarnă).

Înghețurile târzii provoacă pagube mari în agricultură atunci când se produc îndeosebi cu 2-3 săptămâni mai devreme și respectiv mai târziu, față de datele medii multianuale caracteristice pentru fiecare treaptă de relief. Estimarea datei de producere a înghețului în fiecare an agricol este importantă pentru practica agricolă în vederea diminuării consecințelor prin măsuri specifice.

## Împrișăvărarea

Potențialul termic al perioadei de trecere de la anotimpul de iarnă la primăvără este exprimat prin indicele de împrișăvărare ( $\sum T_{\text{med}} \geq 0^{\circ}\text{C}$ ), calculat la nivelul intervalului 01 februarie-10 aprilie, când se produc oscilații termice puternice, cu implicații asupra reluării vegetației, precum și în desfășurarea lucrărilor agricole în câmp. De obicei, încălzirea vremii din luna februarie este favorabilă cerealierele de toamnă, determinând un avans în vegetație și un ritm intens de acumulare a substanței uscate în bob.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



## Impactul parametrilor agrometeorologici de stres hidric pentru agricultura

*Regimul pluviometric* este indicatorul hidric care exprima gradul de favorabilitate din punct de vedere al necesarului de apă al plantelor pe parcursul unui interval agricol specific sau perioada de vegetație în ansamblu și se caracterizează prin cantitățile de precipitații cumulate între diferite praguri/limite de referință, deficitare sau optime, corelate cu cerințele plantelor față de apă pe parcursul principalelor faze de creștere și dezvoltare, precum și anul agricol în ansamblu.

*Precipitațiile* reprezintă principala sursă de apă pentru creșterea și dezvoltarea plantelor agricole, iar elementele cele mai semnificative ale acestui parametru meteorologic sunt variabilitatea cantitativă, distribuția și repartiția spațio-temporală. Ca fenomene de risc/stres hidric cu impact asupra culturilor agricole sunt analizate prin:

- suma anului agricol;
- media multianuală;
- limite optime și critice ale cantităților de precipitații pe diferite intervale caracteristice/sezoniere, anuale, etc.;

*Fenomenul de seceta* este direct influențat de regimul pluviometric care evidențiază deficitul de umiditate din aer și sol, creșterea evapotranspirației potențiale și scăderea treptată a rezervelor de apă accesibile plantelor agricole. Impactul fenomenului de seceta pedologică implică valori mai mici de 50% din CAu (capacitatea de apă utilă a solurilor), pe profilul de sol 0-20 cm, 0-50 și 0-100 cm. Astfel vorbim de 3 clase ale intensității deficitului de apă din sol în agricultura:

- 0 - 20% CAu / <350 mc/ha = SE - seceta pedologică extremă
- 20 - 35% CAu / 350-600 mc/ha = SP - seceta pedologică puternică
- 35 - 50% CAu / 600-900 mc/ha = SM - seceta pedologică moderată

Seceta este fenomenul studiat sub diverse denumiri științifice, respectiv definiții simple și/sau asociate, compuse și/sau complexe, cum ar fi: fenomen meteorologic/climatic periculos, eveniment meteorologic/climatic extrem, de risc/stres hidric, etc. (Bulletin de l'OMM, 1986, 1990; Bulletin de Societe Languedocienne de Geographie, 1991). Toate aceste denumiri exemplifică posibilitatea reală de producere a acestui tip de fenomen natural extrem, cu elemente de risc specifice și potențial distructiv sau consecințe gradate.

Prin interacțiunile sale complexe și consecințele pe plan socio-economic și politic, *seceta* și *deșertificarea*, precum și celelalte procese de degradare a solurilor constituie probleme de mediu ce implică analize la nivel mondial și regional în scopul stabilirii unor măsuri comune de prevenire și combatere pe plan local, național, regional și global.

Seceta reprezintă fenomenul natural determinat de precipitațiile situate sub valorile normale. În condițiile unei perioade lungi fără precipitații, temperaturi ridicate și o umezeală relativă a aerului scăzută se produce *seceta atmosferică*. Absența îndelungată a precipitațiilor determină de asemenea, scăderea semnificativă a rezervelor de apă din sol și instalarea *secetei pedologice*. Asocierea celor două tipuri de seceta conduce la apariția *secetei agricole* care determină compromiterea parțială/totală a culturilor agricole. Efectele cele mai severe se manifestă îndeosebi asupra populației din mediul rural, dependentă de activitatea agricolă.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Modificările climatice globale manifestate prin creșterea temperaturii medii, schimbarea regimului și cantităților de precipitații, au determinat în ultimele decenii, o creștere a suprafețelor afectate de seceta, atât la nivel mondial, cât și în țara noastră.

O privire generală asupra definițiilor referitoare la seceta reliefează faptul că, fenomenul poate fi clasificat conform criteriului de bază folosit și corespunzător domeniului de interes științific.

Seceta este un fenomen complex care poate fi studiat din mai multe puncte de vedere și anume: meteorologic, hidrologic, agrometeorologic, economic, ecologic, agricol, etc.

Agrometeorologia exemplifică impactul secetei în agricultura și factorii meteorologici/climatici care determină necesarul unui sistem agricol sau biotop agricol pentru atingerea productivității biologice optime.

În literatura de specialitate, definițiile secetei sunt numeroase și au la bază parametrii meteorologici, singurari și/sau în combinație, dar în corelație directă cu cerințele față de umiditate ale plantelor pe parcursul principalelor faze și interfaze specifice de vegetație.

În esență, seceta reprezintă o stare a solului și atmosferei, în care cantitatea de apă este insuficientă pentru creșterea și dezvoltarea normală a plantelor cultivate. În condiții de seceta producția agricolă se reduce substanțial, iar în condiții de seceta accentuată și persistentă, producția vegetală se poate compromite în totalitate. Seceta înseamnă deci, fenomenul natural datorat precipitațiilor semnificativ inferioare nivelurilor înregistrate normal, iar prin durată, intensitatea și distribuția spațio-temporală poate afecta întreaga activitate economică a unei regiuni. Seceta agricolă complexă (atmosferică și pedologică) se manifestă cu diferite grade de intensitate în cursul sezonului de vegetație, în condiții de seceta excesivă și persistentă determinând deprecierea treptată a stării de vegetație a culturilor agricole în regim neirigat, până la compromiterea parțială/totală a acestora.

Impactul secetei agricole este variat și deosebit de complex, iar efectele asupra stării de vegetație și productivității culturilor agricole pot fi directe/indirecte, singulare/cumulative, momentane/prelungite, locale/extinse.

*Efectele directe* conduc la deprecierea progresivă a stării de vegetație și reducerea producției agricole anuale, deteriorarea treptată până la compromiterea totală a culturii.

*Efectele indirecte* sunt mai complexe, determinând schimbări în practicile de utilizare a terenurilor agricole și tehnologia de cultivare, precum și a modului de folosință al acestora, fiind afectată stabilitatea recoltelor anuale și chiar dezvoltarea economică a unei regiuni sau zone agricole atunci când fenomenul se succede în timp și spațiu și nu se iau măsuri de prevenire și/sau diminuare a consecințelor nefavorabile.

Pagubele determinate de fenomenul de seceta pot fi deci, dimensionate funcție de intensitatea și durata factorilor perturbatori:

*Seceta de iarnă* determină diminuarea rezervelor de apă necesare pornirii în vegetație a cerealielor de toamnă în primăvară și dificultăți în realizarea unei pregătiri corespunzătoare a patului germinativ în vederea însămânțărilor de primăvară.

*Seceta de primăvară*, destul de frecventă în țara noastră, se caracterizează prin absența sau insuficiența precipitațiilor, umiditate scăzută a aerului, vânturi puternice, temperaturi moderate, etc.

*Seceta de vară* are un impact negativ diferit asupra culturilor agricole, funcție de tipul de cultură, fenofaza de creștere și dezvoltare, rezistența genotipurilor biologice (soiuri/hibrizi), tehnologia aplicată, etc.

*Seceta de toamna* se caracterizează îndeosebi prin deficite de apă în sol datorită absenței precipitațiilor sau insuficienței acestora încă din luna august și menținerea acestor condiții pe tot parcursul lunilor de toamnă, pe fondul unor temperaturi ale aerului uneori destul de ridicate (peste valorile medii multianuale lunare). Efectele fenomenului de seceta pot deveni deosebit de severe (extreme) în următoarele condiții:

- când fenomenul se produce în perioadele critice, cu cerințe maxime față de apă ale plantelor, deficitul de apă din sol fiind deosebit de accentuat și persistent, asociat și cu temperaturi în aer ridicate, evapotranspirație puternică, umezeala aerului redusă, vanturi uscate și fierbinți, precipitații absente;
- când seceta complexă (atmosferică și pedologică) este de durată lungă, de la câteva luni la ani consecutivi;
- când fenomenul se produce după perioade de îngheț sau alte fenomene meteorologice de iarnă care au afectat plantele agricole;
- când lucrările solului sunt necorespunzătoare condițiilor de umiditate din sol;

Perioadele critice ale plantelor agricole sunt:

- în anotimpul de toamnă, respectiv perioada de răsărire a cerealiilor de toamnă;
- în anotimpul de vară, când plantele parcurg fazele de înflorire-fecundare-formarea rodului;
- în primăvara, când rezerva de apă a solului din perioada de acumulare a apei în sol înregistrează valori deosebit de scăzute și nu poate asigura pornirea în vegetație a culturilor de toamnă, iar în condiții de seceta prelungită, semănatul de primăvară nu se poate efectua în epoca optimă, solul fiind uscat și lipsit de coeziune.

Factorii climatici pot fi considerați factori de risc deoarece pot diminua semnificativ recoltele agricole atunci când se manifestă cu severitate, îndeosebi în perioadele critice de dezvoltare ale culturilor. Cerințele culturilor față de temperatură sunt variabile în funcție de specie (termofile, mezofile) și fazele fenologice (germinare, încolțire, răsărire, înfrunzire, etc.).

Producția culturilor variază de la an la an, fiind puternic influențată de fluctuațiile condițiilor climatice și, în special, de evenimentele meteorologice extreme. Variabilitatea climatică influențează toate sectoarele economiei, dar agricultura rămâne sectorul cel mai vulnerabil, iar impactul acestuia este mai accentuat în prezent, deoarece schimbările climatice și variabilitatea acestora devin din ce în ce mai pronunțate.

În cifre absolute, vorbind despre producția totală de grâu, doar în trei ani recolta a depășit 10 milioane de tone: 2017-10.034.955 tone, 2018 – 10.143.671 tone și 2019 – 10.297.107 tone. Cele mai mici producții totale s-au consemnat în 2003 – 2.479.052 tone, an urmat de producțiile din 2007 – 3.044.465 tone și 1996 – 3.143.818 tone. În 1990 producția a fost de 7.289.344 tone, cifră care reprezintă 79,79% față de recolta totală din 2019. Pe regiuni de dezvoltare, cea mai mare cantitate de grâu a fost obținută în Sud-Muntenia (3.024.497 tone) și Sud-Est (2.103.387 tone) ,(figura 5.9.1).

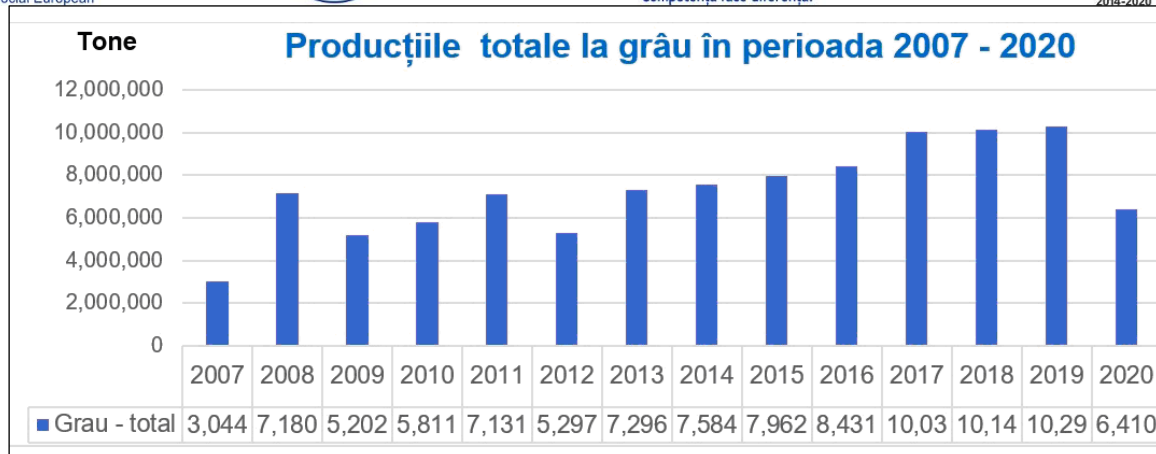


Figura 5.9.1. Producția totală de grâu (MADR / 2021)

Ca medie la unitatea de suprafață, cea mai mare producție din ultimii 30 de ani s-a înregistrat în 2017 – 4.888 kg/ha, urmat de 2018 (4.793 kg/ha) și 2019 (4.749 kg/ha). Cei trei ani sunt singurii, de altfel, cu medii de peste 4 mii de kilograme de grâu la hectar. La polul opus, cele mai mici recolte au fost consemnate în anii 2003 – 1.429 kg/ha, 2007 – 1.541 kg/ha, 1996 – 1.765 kg/ha și 2002 – 1.924 kg/ha. (figura 5.9.2)

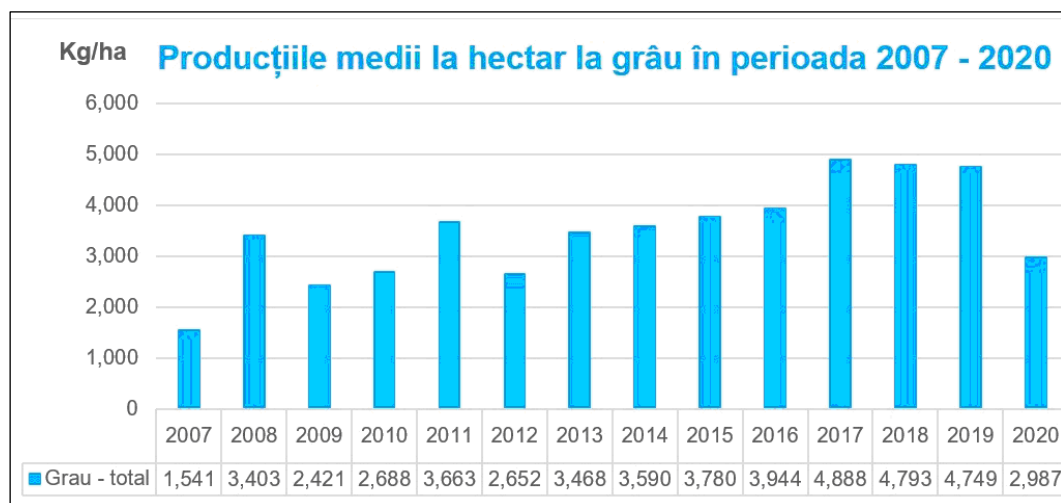


Figura 5.9.2. Producția de grâu - medie (MADR / 2021)

Conform MADR (2021) în dinamica evoluției producțiilor totale (tabelul 5.9.1) și medii/ha (tabelul 5.9.2) la principalele culturi agricole din România, se evidențiază anii cu risc agroclimatic, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013 și 2015, când umiditatea solului la diferite adâncimi (0-20 cm, 0-50 cm și 0-100 cm) și diferite culturi (grâu de iarnă și porumb) a înregistrat fenomenul de secetă pedologică cu diferite grade de intensitate (moderată, puternică și extremă).

Tabel 5.9.1. Producțiile totale (tone) obținute la principalele culturi în perioada 2007-2020 (MADR / 2021)



Specificație	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Grâu - total</b>	3.044.5	7.180.1	5.202.5	5.811.8	7.131.6	5.297.8	7.296.4	7.584.8	7.962.4	8.431.1	10.034.1	10.143.7	10.297.2	6.410.2
<b>Rapiță</b>	361.5	673.0	569.6	943.0	739.0	157.5	666.1	1.059.1	919.5	1.292.8	1.673.3	1.610.9	798.2	727.7
<b>Secară</b>	20.6	31.4	33.0	34.3	31.4	18.2	23.8	24.4	24.3	25.9	28.2	28.6	26.2	27.8
<b>Triticale</b>	81.8	100.8	97.3	123.1	144.8	133.9	245.0	275.2	262.1	287.3	331.6	337.5	314.0	262.9
<b>Orz</b>	231.9	577.2	619.3	777.1	712.8	540.9	930.5	1.085.6	1.072.8	1.267.7	1.271.7	1.276.6	1.340.4	829.4
<b>Orzoaică</b>	299.5	632.2	562.8	534.0	616.9	445.4	611.7	626.9	553.6	549.5	635.0	594.1	539.6	291.8
<b>Ovaz</b>	251.6	382.0	295.8	304.5	375.9	339.0	373.8	381.6	348.0	381.4	407.8	383.7	361.6	199.9
<b>Porumb</b>	3.853.918	7.849.083	7.973.258	9.042.032	11.717.591	5.953.352	11.305.095	11.988.553	9.021.403	10.746.387	14.326.097	18.663.939	17.432.223	10.152.641

Tabel 5.9.2. Producțiile medii (kg/ha) obținute la principalele culturi în perioada 2007-2020 (MADR / 2021)

Specificație	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Grâu - total</b>	1.541	3.403	2.421	2.688	3.663	2.652	3.468	3.59	3.78	3.944	4.888	4.793	4.749	2.987
<b>Rapiță</b>	991	1.844	1.357	1.755	1.882	1.496	2.408	2.604	2.499	2.835	2.798	2.546	2.264	2.124
<b>Secară</b>	1.702	2.416	2.124	2.355	2.54	2.103	2.217	2.396	2.532	2.479	2.937	2.79	2.799	2.413
<b>Triticale</b>	2.484	3.172	2.522	3.001	3.464	2.786	3.362	3.587	3.498	3.479	4.138	4.272	3.986	3.49
<b>Orz</b>	1.772	3.564	2.858	3.003	3.628	2.613	3.451	3.571	4.019	4.283	4.731	5.09	4.702	2.882
<b>Orzoaică</b>	1.286	2.724	1.871	2.077	2.766	2.05	2.706	2.957	2.728	2.961	3.402	3.44	3.294	1.949
<b>Ovaz</b>	1.206	1.906	1.459	1.679	2.028	1.743	2.051	2.124	1.999	2.239	2.46	2.376	2.243	1.942
<b>Porumb</b>	1526	3215	3409	4309	4525	2180	4488	4770	3462	4159	5959	7644	6502	3963

Impactul schimbărilor climatice asupra cantității și calității furajelor depinde de regiunea și durata sezonului de creștere (Polley și et al., 2013; Thornton și et al., 2009). O creștere de 2°C va produce efecte negative asupra pășunilor și producției de animale în regiunile aride și semiaride și impacturi pozitive în regiunile temperate umede. Lungimea sezonului de vegetație este, de asemenea, un factor important pentru calitatea și cantitatea furajelor, deoarece determină durata și perioadele furajelor disponibile. O scădere a calității furajelor poate crește emisiile de metan pe unitate de energie brută consumată (Benchaar și et al., 2001). Prin urmare, dacă scade calitatea furajelor, ar putea fi necesar să fie compensată prin scăderea aportului de furaje și înlocuirea acestuia cu cereale pentru a preveni emisiile crescute de metan de către animale (Polley și et al., 2013).

Variabilitatea climatică este un factor limitativ asupra producției de animale, deoarece schimbările climatice viitoare pot determina creșterea de aproximativ trei ori a consumului de apă a animalelor, precum și o extindere a terenurilor agricole datorită necesității unei creșteri cu 70% a producției și preocuparea privind securitatea alimentară, deoarece aproximativ o treime din recolta de cereale la nivel mondial este folosită pentru hrana animalelor.

Cantitatea și calitatea furajelor sunt afectate în principal datorită creșterii nivelurilor și temperaturii atmosferice de CO<sub>2</sub> (Chapman și et al., 2012). Efectele schimbărilor climatice asupra cantității și calității furajelor depind de locație, sistemul de creștere a animalelor și speciile (IFAD, 2010)

Modificările de temperatură și nivelurile de CO<sub>2</sub> pot afecta compoziția pășunilor prin modificarea dinamicii concurenței speciilor datorită modificărilor ratelor optime de creștere (IFAD, 2010; Thornton și et al., 2008; Thornton și et al., 2009; Thornton și et al., 2015). Concurența plantelor este influențată de schimbările sezoniere ale disponibilității apei (Polley și et al., 2013). Productivitatea primară în pășuni poate fi crescută datorită schimbărilor în structura speciilor dacă crește temperatura, precipitațiile și depunerea concomitentă de azot (IPCC, 2007).

Temperatura și precipitațiile, au o influență mare asupra ciclului de disponibilitate a pășunilor și a resurselor alimentare pe tot parcursul anului și a tipurilor de boli și focare de paraziți în rândul populațiilor de animale (Elsa Lamy și et al. 2012). Animalele consumă în general mai multă energie și își măresc aportul voluntar de hrană pentru a-și menține temperatura de bază, rezultând o eficiență mai mică a hranei (NRC 1981).

Menținerea unei temperaturi adecvate poate fi un factor important care influențează proiectarea adăposturilor și în deciziile de creștere a animalelor sensibile la frig, cum ar fi păsările de curte, porcii și animalele tinere. Temperaturile scăzute din anotimpului rece sau pierderea de energie a adăposturilor de animale pot provoca pierderi economice determinate de creșterea morbidității la animalelor (Mader 2003).

În România în perioada 2006-2020, efectivele de bovine au scăzut continuu din anul 2006 până în anul 2011, ajungând la 1988,9 mii capete. Din anul 2011 până în anul 2020, efectivele de bovine s-au menținut la un nivel aproximativ constant, reprezentând 65,1% în anul 2020 față de anul 2006. (INSSE, 2021)

Efectivele de porcine au scăzut ajungând la 55,0% în anul 2020 față de anul 2006. Efectivele de ovine și caprine au început să crească, atingând în anul 2020 un nivel de 12 094,8 mii capete, respectiv cu 43,9% mai mult față de anul 2006 (figura 5.9.3.)

Grafic : Evoluția efectivelor de animale existentela 1 decembrie în perioada 2006 – 2020

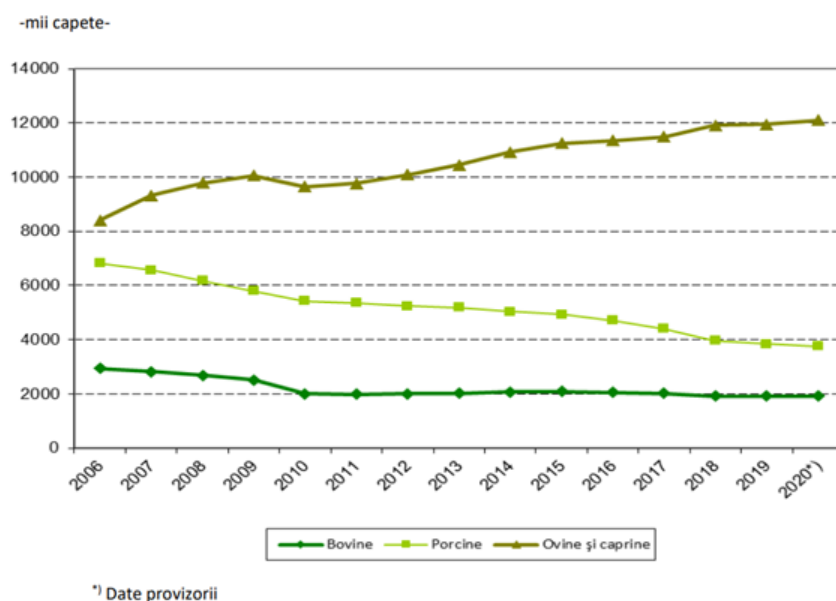


Fig.5.9.3 Evoluția efectivelor de animale în perioada 2006 – 2020 în România

În același timp, sectorul zootehnic contribuie cu 14,5% din emisiile globale de gaze cu efect de seră (GES), determinând schimbările climatice suplimentare. În consecință, sectorul zootehnic este un jucător cheie în atenuarea emisiilor de GES și îmbunătățirea securității alimentare globale.

Creșterea animalelor este cea mai importantă sursă de gaze cu efect de seră din agricultură, mai mult de 50% din acestea, la nivelul UE, provenind din crescătoriile de animale și din depozitele de bălegar, principalele gaze cu efect de seră din acest sector fiind metanul și protoxidul de azot.

Concentrațiile mari de CO<sub>2</sub> din atmosferă provin din materialele vegetale ce sunt considerate, similar situației din sectorul energetic, o sursă regenerabilă de energie. Dioxidul de carbon din respirația animalelor domestice nu contribuie la aceste cantități, ci este din nou încorporat prin plante în materia organică și astfel ciclul continuă.

Metanul este în cea mai mare parte generat prin fermentarea alimentelor în tractul intestinal al animalelor domestice, în special în partea anterioară a stomacului rumegătoarelor, dar și în timpul stocării îngrășământului animal.

Deși carbonul din metan provine din materialul vegetal, el nu este neutru pentru mediu, așa cum este dioxidul de carbon format prin respirație. Efectul de seră al metanului este de 21 de ori mai mare decât cel al dioxidului de carbon.

Creșterea animalelor are în principal un impact negativ asupra climei, dar poate avea și un efect pozitiv sub anumite aspecte. Animalele ierbivore folosesc pășuni extinse, solurile acestor pășuni fiind de obicei bogate în materie organică ce poate reține dioxidul de carbon, aducând astfel beneficii mediului. Pe de altă parte, bălegarul crește cantitatea de materie organică din terenurile arabile

În perioadele de stocare, descompunerea bălegarului generează cantități considerabile de metan și protoxid de azot, dar și emisii indirecte de protoxid de azot din cauza volatilizării amoniacului. În cazul unei administrări defectuoase, emisii indirecte de protoxid de azot se produc și din cauza filtrării și scurgerii de compuși ai azotului în apele subterane și de suprafață.

Emisiile directe de gaze cu efect de seră din adăposturile animalelor sunt neglijabile. Totuși, în mod indirect, sistemul de realizare a acestor adăposturi poate influența emisiile în timpul stocării bălegarului, și poate afecta emisiile indirecte de protoxid de azot datorate volatilizării amoniacului. (ICPA, 2014)

## Concluzii

Parametri agrometeorologici analizați în acest studiu pot fi considerați factori de risc cu impact în sectorul agricol din România, cu o contribuție în diminuarea semnificativă a recoltelor agricole atunci când se manifestă cu severitate, îndeosebi în perioadele critice de dezvoltare ale culturilor, astfel:

- Lipsa sau insuficiența precipitațiilor căzute, în corelație directă cu temperatura ridicată și umiditatea scăzută a aerului determină intensificarea procesului de evapotranspirație, ceea ce accentuează deficitul de umiditate din sol.
- Temperaturile maxime situate peste pragul biologic critic de 32°C afectează creșterea și dezvoltarea culturilor agricole, prin intensitatea și durata fenomenului de “arșiță” pe parcursul perioadei cu cerințe maxime față de apă a plantelor de grâu de toamnă și porumb, respectiv intervalul iunie – august.
- Fenomenul de îngheț provoacă daune importante în agricultură atunci când este însoțit de brumă, se produce cu 1-3 săptămâni mai devreme toamna și mai târziu primăvara, și când depășește 5-6 ore consecutive ca durată, fiind unul din fenomenele nefavorabile proceselor biologice ale plantelor de câmp.
- Înghețurile târzii provoacă pagube mari în agricultură atunci când se produc îndeosebi cu 2-3 săptămâni mai devreme și respectiv mai târziu, față de datele medii multianuale caracteristice pentru fiecare treaptă de relief.

## 6. Măsuri de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice în fiecare din sectoarele cheie vulnerabile și asupra populației

### 6.1. Energetic

Regulamentul (UE) 2018/1999 privind guvernanța uniunii energetice și a acțiunilor climatice, de modificare a Regulamentelor (CE) nr. 663/2009 și (CE) nr. 715/2009 ale Parlamentului European și ale Consiliului, a Directivelor 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE și 2013/30/UE ale Parlamentului European și ale Consiliului, a Directivelor 2009/119/CE și (UE) 2015/652 ale Consiliului și de abrogare a Regulamentului (UE) nr. 525/2013 al Parlamentului European și al Consiliului face parte dintr-un pachet legislativ al cărei teme generale este „eficiența energetică înainte de toate”.

Prin Regulamentul (UE) 2018/1999 a fost instituită obligația Statelor Membre de a notifica Comisiei un Plan Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice (PNIESC).

”Regulamentul stabilește fundamentul legislativ necesar pentru o guvernanță fiabilă, favorabilă incluziunii, eficientă din punctul de vedere al costurilor, transparentă și previzibilă a uniunii energetice și a acțiunilor climatice (mecanismul de guvernanță), care să asigure atingerea obiectivelor uniunii energetice prevăzute pentru anul 2030 și pe termen lung ...”. Uniunea energetică trebuie să acopere cinci dimensiuni: securitatea energetică, piața internă a energiei, eficiența energetică, decarbonizarea și cercetarea, inovarea și competitivitatea.

Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030 care a fost aprobat la începutul lunii octombrie 2021, prin Hotărârea de Guvern nr. 1076/2021, conține contribuția asumată a României la realizarea obiectivelor Uniunii Europene. Principalele obiective ale PNIESC 2021 – 2030, la nivelul anului 2030 sunt prezentate în tabelul 6.1.1.

Tabelul 6.1.1. Principalele obiective ale PNIESC 2021 – 2030

Sursă: Analiză Deloitte pe baza documentelor oficiale elaborate de autoritățile implicate în elaborarea PNIESC

Emisii ETS (% față de 2005)	-43,9%*
Emisii non-ETS (% față de 2005)	-2% <sup>11</sup>
Ponderea globală a energiei din surse regenerabile în consumul final brut de energie	30,7%
Ponderea SRE-E (Surse Regenerabile de Energie în sectorul Energie Electrică)	49,4%
Ponderea SRE-T (Surse Regenerabile de Energie în sectorul Transport)	14,2%

<sup>11</sup> Este foarte probabil ca acest nivel să fie revizuit ca urmare a negocierilor care au loc pentru implementarea Pachetului Fit to 55.

Ponderea SRE-Î&R (Surse Regenerabile de Energie în sectorul Încălzire și Răcire)	33,0%
Eficiență Energetică (% față de proiecția PRIMES 2007 la nivelul anului 2030)	
Consum primar de energie	-45,1%
Consum final de energie	-40,4%
Consum primar de energie (Mtep)	32,3
Consum final de energie (Mtep)	25,7

În ceea ce privește reducerea poluării, este cunoscut faptul că o mare parte dintre schimbările climatice este datorată sectorului de producere a energiei electrice. Centralele de producere pe bază de cărbune fac parte din categoria celor mai mari poluatori și, de aceea, Uniunea Europeană a decis închiderea treptată a acestora.

Sistemul Uniunii Europene de comercializare a emisiilor (EU ETS), lansat în 2005, este unul dintre pilonii importanți ai politicilor climatice europene. Acest sistem a contribuit la reducerea producției de energie electrică pe bază de cărbune.

În același timp, în Europa a fost intensificată utilizarea energiei din surse regenerabile. În anul 2009 a fost adoptată Directiva [2009/28/CE](#) privind promovarea utilizării energiei din surse regenerabile, care a permis statelor membre să implementeze scheme de sprijin pentru promovarea surselor regenerabile de energie.

Până la punerea în funcțiune a grupului nr. 1 al centralei nucleare de la Cernavodă, structura de producție a SEN era compusă în principal din termocentrale (70%) funcționând pe cărbune, gaze naturale și păcură și 30% centrale hidroelectrice.

Restructurarea sistemului electric și liberalizarea piețelor de energie au produs schimbări ale structurii de producție. În figura ...este prezentat modul în care mixul de producere din România a evoluat în perioada 2006-2021.



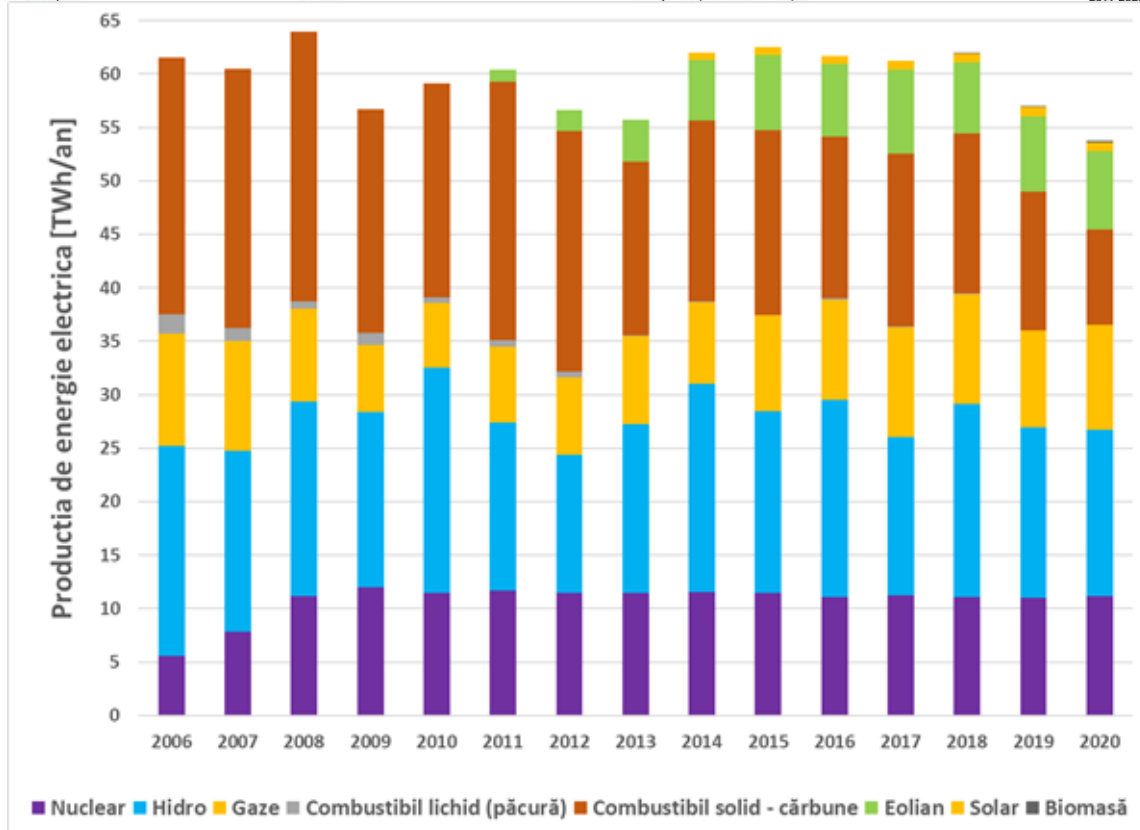
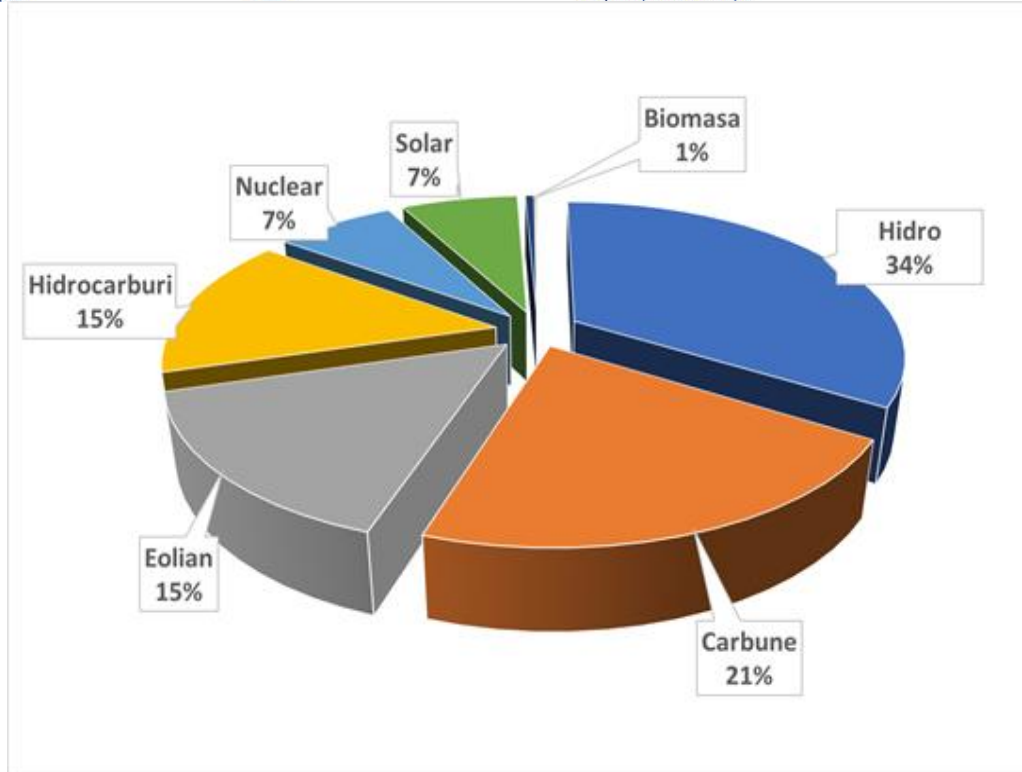


Figura 6.1.1. Evoluția mixului de producere în perioada 2006 – 2020.

Putem constata că odată cu implementarea sistemului de tranzacționare a cotelor de CO<sub>2</sub> și în special în cea de a doua perioadă de tranzacționare (2012-2020), producția pe bază de cărbune a scăzut semnificativ (cu 65% față de maximum înregistrat în anul 2008).

În același timp a crescut puterea instalată în centrale fotovoltaice și eoliene, aceasta ajungând să fie de 4408,5 MW (3014, 91 MW – eoliene, respectiv 1393,57 MW centrale fotovoltaice).



Sursa: [www.anre.ro](http://www.anre.ro)

Așa cum se menționează în Planul Național Integrat în domeniul Energiei și Schimbărilor Climatice 2021-2030, pentru atingerea ponderii energiei din surse regenerabile de 30,7% în anul 2030 (ca limită minimă a ponderii energiei din surse regenerabile). Aceasta se va face cu investiții corespunzătoare în rețelele electrice, pentru a asigura adecvanța corespunzătoare a sistemului electric, dar flexibilitatea producerii de E-SRE prin instalarea de capacități de back up pe gaze naturale, capacități de stocare și utilizarea de tehnici inteligente de management a rețelelor electrice.

Pentru atingerea obiectivelor SRE propuse, România va dezvolta o serie de politici și măsuri menite deopotrivă să diminueze consumul de energie, dar și să încurajeze utilizarea surselor SRE în sectoarele relevante – Încălzire & Răcire, Energie electrică și Transporturi, maximizând sinergiile dintre diferitele acțiuni preconizate.

Prin investiții, până în 2030 România trebuie să aibă capacități nete instalate în surse regenerabile de 5,1 GWh de solar și 5,3 GWh de eolian. Prin PNISC, România și-a propus ca în perioada 2021-2030 să instaleze capacități adiționale de 6,9 GW din surse regenerabile.

O altă dimensiune a planului se referă la eficiența energetică, iar România și-a asumat să dezvoltăm o serie de politici și măsuri menite deopotrivă să diminueze consumul de energie, în sectoarele relevante – Încălzire & Răcire, Energie electrică și Transporturi.

Notă: în situația în care, urmare a negocierilor pentru implementarea Pachetului Fit to 55, va fi crescută ținta de reducere a GES (de la 2% la 12,7%), vor fi necesare politici și măsuri care să susțină investițiile suplimentare necesare pentru atingerea noilor obiective.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



## 6.2. Transporturi

Schimbările climatice afectează fără echivoc toate tipurile de infrastructuri de transport, indiferent de mediu. Având în vedere acest aspect crucial, este imperativă adoptarea unor serii de măsuri în vederea reducerii sau eliminării impactului schimbărilor climatice. În procesul de adoptare a acestor măsuri, se vor lua în considerare atât aspecte economice, cât și aspecte legate de impactul acestor măsuri asupra mediului.

### a. Segmentele de transport terestru ( rutier, urban, feroviar )

Principala impact al schimbărilor climatice asupra acestor segmente, are ca efect deteriorarea și distrugerea infrastructurii de transport. În acest sens, se recomandă realizarea unei analize amănunțite în ceea ce privește magnitudinea vulnerabilității pe care sistemele terestre o manifestă în fața anomaliilor climatice.

Fluctuațiile de temperatură, precipitațiile abundente, creșterea nivelului apelor au potențialul de a provoca daune semnificative asupra infrastructurii terestre de transport, conducând la apariția unor fenomene precum eroziunea, dilatarea și deformarea căilor de transport. Totodată, aceste fenomene afectează decisiv structura acestor infrastructuri.

În vederea reducerii efectelor menționate anterior, se recomandă adaptarea materialelor utilizate în construcția căilor de rulare rutiere, având în prim-plan aspecte legate de evoluția temperaturilor și a precipitațiilor, în zonele cele mai expuse. În cazul în care se constată anomalii în ceea ce înseamnă cantitățile de precipitații, se recomandă supradimensionarea elementelor de evacuare a apei, împreună cu modificarea structurii drumului, pentru a facilita acest proces. Pentru a conferi un plus de rezistență termică, se recomandă realizarea unei analize extinse a compoziției învelișului asfaltic, cu scopul de a obține o construcție rezilientă și versatilă, cu capacități de adaptare atât la temperaturi scăzute, cât și la temperaturi ridicate.

Podurile rutiere și feroviare reprezintă elemente care manifestă o vulnerabilitate superioară în fața precipitațiilor abundente și a fluctuațiilor de temperaturi. În acest sens, se recomandă realizarea unor lucrări de reabilitare și adaptare, în vederea obținerii unui plus de eficiență și siguranță. În ceea ce privește rețeaua feroviară, este imperativă realizarea unor lucrări de modernizare și înlocuire a șinelor, pe sectoarele cu vulnerabilitate maximă. În plus, pe lângă modificările structurale ale rețelei, se recomandă impunerea unor limite de viteză în zonele care prezintă probleme atunci când sunt supuse temperaturilor extreme și precipitațiilor abundente.

Măsurile menționate anterior pot fi adoptate progresiv, fiind asociate cu studii periodice, în vederea stabilirii procedurilor optime, pentru a obține costuri de adaptare cât mai scăzute. Totodată, aceste măsuri pot fi adoptate pe termen lung, eliminând nevoia unor intervenții intermediare.

### b. Segmentul de transport aerian

Fenomenele care afectează cel mai mult segmentul de transport aerian, sunt: precipitațiile abundente, temperaturile scăzute, inundațiile, intensificarea vânturilor. În sectorul aviatic, cele mai viabile opțiuni în materie de adaptare a infrastructurii de transport, sunt reprezentate de acțiuni de consolidare a infrastructurii existente, împreună cu construcția de elemente suplimentare de protecție (diguri și șanțuri pentru protecția împotriva inundațiilor). În cazul în care există un pericol accentuat de inundații, există și posibilitatea elevării infrastructurii existente.

O altă strategie de adaptare este adoptarea programului de funcționare, în funcție de evoluția schimbărilor climatice. Unicele metode viabile din punct de vedere financiar, sunt reprezentate de reparația, înlocuirea și reproiectarea infrastructurii existente, luând în calcul schimbările climatice la nivel regional. În acest fel, pot fi contracarate efectele negative cauzate de precipitațiile abundente și de intensificarea vânturilor.

### c. Segmentul de transport naval

Modificarea nivelului apelor precum și fluctuațiile de temperatură, sunt elementele care manifestă cel mai mare grad de influență asupra sectorului de transport naval. În acest sens, există o serie de măsuri care pot fi adoptate, în vederea reducerii impactului schimbărilor climatice:

Dezvoltarea unor structuri ușoare și a unor nave de mici dimensiuni, cu forma plată a cocii, pentru a permite deplasarea acestora pe canale cu nivel scăzut, și pentru a spori capacitatea acestora de transport

Realizarea unor lucrări de modernizare la nivelul căilor navigabile

Operarea continuă a căilor navigabile, cu scopul de a fluidiza traficul și de a crește capacitatea de transport

Impunerea operațiunilor de întreținere a canalelor navigabile și a porturilor, cu scopul de a preveni daune cauzate de fluctuațiile de nivel ale apelor

Îmbunătățirea capacităților de predicție meteorologică, pentru a abilita autoritățile portuare în procesul de prevenire a daunelor cauzate de fenomenele meteorologice extreme.

## 6.3. Resurse de apă

Această sinteză are în vedere principalele riscuri climatice – inundațiile și seceta.

În ceea ce privește managementul riscului la inundații, instrumentul de planificare strategică (în conformitate cu Directiva 2007/60/EC) este Planul de Management al Riscului la Inundații (P.M.R.I.). Conform literaturii de specialitate, cele cinci domenii de acțiune aflate în strânsă legătură cu ciclul de management al riscului la inundații sunt: Prevenire (*Prevention*), Protecție (*Protection*), Pregătire (*Preparedness*), Conștientizare a riscului la inundații (*Awareness*) și respectiv Refacere / Reconstrucție (*Recovery and Review*). În România, este în curs de elaborare cel de-al doilea P.M.R.I.; acesta are la bază „Catalogul de măsuri potențiale la nivel național”, măsurile propuse fiind integrate în cadrul a patru domenii, recomandate, de altfel, și de C.E., după cum urmează: *Prevenire, Protecție, Pregătire, Refacere / Evaluare*, cu mențiunea că acțiunea de Conștientizare a riscului la inundații (*Awareness*) este integrată în domeniul de Pregătire.

Măsurile de prevenire se referă, în principal, la prevenirea amplasării de noi receptori sau de receptori suplimentari în zonele inundabile (*Evitare*), îndepărtării receptorilor din zonele inundabile sau relocării acestora în zone cu o probabilitate mai mică la inundații (*Îndepărtare / Relocare*), dar și adaptării receptorilor pentru reducerea consecințelor adverse provocate de inundații asupra clădirilor, rețelelor publice de utilități, etc. (*Diminuire / Atenuare*).

Măsuri potențiale de prevenire se pot aplica atât la nivel național, regional, cât și local / bazinal. În acest sens, se recomandă coordonarea strategiilor de planificare teritorială cu normele / ghidurile de utilizare a terenurilor în zonele inundabile prin introducerea hărților de hazard și de risc la inundații în Planurile de

Urbanism și de Dezvoltare Locală, actualizarea Regulamentelor Generale și Locale de Urbanism aferente Planurilor Urbanistice Generale pentru unitățile administrativ teritoriale, anume cuprinderea de prevederi pe termen mediu și lung cu privire la zonele de risc la inundații identificate în hărțile de risc la inundații și adoptarea măsurilor cuprinse în P.M.R.I., dar și planificare teritorială și urbană prin prisma evaluărilor de risc la inundații (studii de inundabilitate). Procesul de diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra resurselor de apă poate fi realizat prin implementarea unor măsuri de adaptare a construcțiilor existente și a lucrărilor de infrastructură.

Măsurile de protecție implică un management natural al scurgerii la nivelul bazinului hidrografic, cât și al scurgerii de suprafață (inundațiile pluviale). În contextul schimbărilor climatice, protecția în cazul producerii inundațiilor se poate realiza printr-o strategie de management natural al pădurilor din lunca inundabilă și din zona ripariană, inclusiv cu ajutorul unor perdele de protecție a digurilor, împreună cu împădurirea la scară largă a bazinului hidrografic și a zonelor superioare ale bazinelor hidrografice torențiale. La scară bazinală, câteva măsuri aplicate în prezent și totodată, pretabile pentru viitor constau în remeandrarea cursului de apă și restaurarea cursurilor de apă și a luncii inundabile sau crearea unor zone de retenție naturală a apei. Reducerea impactului inundațiilor pluviale, se recomandă a fi realizat prin implementarea la nivel local de Sistemele Durabile de Drenaj (SuDS), pe baza reglementarilor existente și/sau adaptarea reglementărilor existente cu privire la Sistemele Durabile de Drenaj (SuDS).

În cazul măsurilor de pregătire, acestea sunt centrate asupra stabilirii și implementării sistemelor de monitorizare, a modelelor de prognoză și a sistemelor de avertizare / alarmare (meteorologice și hidrologice), planificării acțiunilor de răspuns în situații de urgență, elaborării planurilor de pregătire, dar și asupra instituirii sau îmbunătățirii gradului de conștientizare al publicului cu privire la riscul la inundații (*Conștientizarea și pregătirea publicului*), în timp ce, măsurile de refacere și evaluare au drept scop refacerea individuală și a societății, desfășurarea unor activități de curățare și reabilitare aferente elementelor de infrastructură. De asemenea, sunt vizate acțiuni de asistență psihologică, inclusiv managementul stressului, asistență financiară la dezastru, inclusiv asistență juridică, relocarea temporară sau permanentă, împreună cu refacerea / reabilitarea din punctul de vedere al mediului. Desigur, toate aceste măsuri cuprinse în cadrul celor patru domenii principale pot fi dublate și prin alte măsuri de prevenire, protecție, pregătire, refacere și evaluare.

În ceea ce privește fenomenul climatic de *secetă*, ca și în cazul inundațiilor, este necesară realizarea unor studii de specialitate – ca singura bază solidă pentru adoptarea unor măsuri de adaptare în vederea protejării resurselor de apă împotriva efectelor schimbărilor climatice. În cadrul acestor studii, se recomandă a se avea în vedere aspecte precum evaluarea resurselor de apă disponibile, pentru fiecare bazin hidrografic, determinarea influenței previzionate a secetei asupra resurselor de apă și a vulnerabilității resurselor de apă la fenomenul de secetă, dar și evaluarea pericolului de deficit de apă și secetă la nivelul bazinelor hidrografice, pe baza unor scenarii climatice diferite, evaluarea pagubelor potențiale, stabilirea unei metodologii pentru pragurile de secetă (coroborată cu îmbunătățirea serviciilor de monitorizare și avertizare privind scăderea debitelor / seceta la nivel național), identificarea / actualizarea zonelor cu potențial de risc la deficit de apă / secetă etc. Printre măsurile concrete care pot fi întreprinse pentru a combate seceta / deficitul de apă (așa cum rezultă din „*Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020*”), se menționează mărirea capacității de stocare a apei, diminuarea pierderilor de apă în rețelele de distribuție, implementarea unor planuri de aprovizionare prioritară cu apă a populației / ierarhizarea restricțiilor de folosire a apei în perioade deficitare, elaborarea unor măsuri de economisire și folosire eficientă a apei pentru irigații, industrie etc.

De asemenea, în cadrul „*Planului de Acțiune pentru Schimbări Climatice 2021-2015*”, elaborat de către Banca Mondială, care face referire la promovarea aspectelor legate de schimbările climatice pe baza unei abordări cu privire la dezvoltarea ecologică, rezilientă și favorabilă incluziunii, este reliefată importanța



asigurării necesarului de apă și adaptării managementului resurselor de apă la schimbările climatice, în principal, și la fenomenul de secetă, în particular, prin asigurarea amplasării și proiectării corespunzătoare a infrastructurii hidrotehnice (pentru a face față incertitudinilor asociate schimbărilor climatice viitoare, dar și prin promovarea unor practici eficiente de management al resurselor de apă menite să le protejeze pe acestea împotriva riscului accentuat de secetă. De asemenea, este necesară creșterea și îmbunătățirea modalităților de stocare a apei prin adaptarea eficientă a infrastructurii și aplicarea la diferite scări de referință a soluțiilor bazate pe natură.

Având în vedere fenomenele meteorologice și hidrologice extreme care s-au acutizat în special în ultimul deceniu, provocând atât perioade prelungite de secetă, cât și evenimente semnificative de inundații, considerăm a fi necesară abordarea cu responsabilitate a politicilor și măsurilor de adaptare în contextul impactului schimbărilor climatice asupra managementului resurselor de apă. Pentru ca sectorul managementului resurselor de apă să poată fi adaptat contextului climatic din prezent, este necesar ca România să investească în planificarea și eficientizarea suportului legislativ, să recurgă la creșterea capacității de stocare a apei și să îmbunătățească sistemele de reutilizare a apei, inclusiv prin implementarea unor soluții care să vizeze elemente ale infrastructurii verzi, cu eficiență dovedită în cazul schimbărilor climatice.

## 6.4. Forestier

În domeniul forestier măsurile de diminuare și prevenire a impactului schimbărilor climatice sunt relativ puține și relativ greu de gestionat/implementat. De exemplu, lucrarea indică trei modalități de tratare a riscurilor asociate cu efectele furtunilor violente și vânturile puternice: reducerea riscurilor – prin management forestier, distribuirea riscurilor și acceptarea riscurilor. Atât în acest caz particular, cât și pentru ceilalți factori de risc climatic, o primă măsură de adaptare a sectorului forestier este aceea de a susține cercetarea științifică și implementarea progresului tehnologic în sectorul forestier, ca măsură premergătoare generării unor măsuri programatice concrete de adaptare și prevenire a efectelor schimbărilor climatice asupra sectorului. Cercetările în domeniu ar trebui să ia în considerare toate aspectele legate de sector și nu ar trebui să fie concentrate numai pe resursele forestiere. Studiul modului în care actorii se vor adapta schimbărilor climatice, a modului în care economia forestieră va răspunde schimbărilor, creșterea și îmbunătățirea capacităților tactice și operaționale de răspuns în caz de calamitate, debirocratizarea și digitalizarea sectorului sunt cerințe cheie pentru asigurarea rezilienței sectorului în fața schimbărilor climatice.

În general, și având la bază documente programatice precum Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon, dar și alte documente sau constatări ale practicii, se pot contura unele măsuri generale de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice în sectorul forestier:

### 1. Gestionarea resursei:

1.1. Îmbunătățirea capacităților de monitorizare a resurselor forestiere, prin tranziția la un sistem care să permită monitorizarea în timp real a schimbărilor care se manifestă în ecosistemele forestiere datorită factorilor de risc de natură climatică;

1.2. Împăduriri active, prin luarea în considerare a zonelor agricole degradate, ameliorarea terenurilor, protecția bazinelor hidrografice și sporirea producției de lemn cu utilizare economică;

### 1.3. Managementul resurselor forestiere prin:

1.3.1. Adaptarea practicilor actuale de management forestier și a normelor existente la schimbările climatice previzionate, în acord cu cercetările științifice de profil în schemele și compozițiile de împădurire, resursele genetice, ameliorarea speciilor de arbori etc.;

1.3.2. Creșterea capacității pădurilor de a se adapta la schimbările climatice previzionate, prin dimensionarea adecvată a intervențiilor silvotehnice și a celor de regenerare, având la bază cercetarea științifică;

1.3.3. Susținerea cercetării științifice de profil pentru a testa, valida și extinde dacă este cazul rezultatele cercetării internaționale de profil;

1.3.4. Reducerea sensibilității pădurilor la schimbări climatice prin practici forestiere precum identificarea și promovarea unor specii sau proveniențe mai adaptate la regimurile climatice din viitor precum și adaptarea practicilor cu privire la aplicarea lucrărilor de îngrijire și a tratamentelor silvice;

## 2. Capacitatea de răspuns și intervenție în caz de calamitate:

2.1. Dezvoltarea și modernizarea rețelei de transport forestier ca primă necesitate pentru asigurarea accesului cu tehnică operațională atât pentru creșterea eficienței sectorului cât și pentru reducerea timpului de răspuns în caz de calamitate (doborâturi de vânt, incendii etc.);

2.2. Retehnologizarea logistică și operațională, inclusiv alte aspecte pe care aceasta le presupune (training, acceptare instituțională): găsirea de soluții tehnologice moderne pentru sectorul forestier de exploatare și transport a lemnului care să limiteze timpul de răspuns și să crească eficiența operațională astfel încât actorii din domeniu să poată să își coreleze activitățile cu restricțiile ce pot fi cauzate de fenomene meteorologice extreme, contribuind în acest fel la reziliența sectorului;

2.3. Susținerea cercetării științifice de profil pentru a dezvolta sau, după caz, testa, valida și extinde rezultatele cercetării internaționale de profil și a soluțiilor existente de natură logistică și operațională la nivelul sectorului forestier românesc;

2.4. Debirocratizarea sectorului forestier, ca măsură de îmbunătățire a timpului de răspuns în caz de necesitate și găsirea de soluții tehnice de inventariere, estimare și evaluare rapide, inclusiv a unor măsuri de propagare rapidă a informației necesare între actorii din sector;

2.5. Găsirea de soluții de corelare tactică și operațională rapidă cu alte sectoare pentru intervenția în caz de calamitate (de ex. în caz de incendii forestiere);

## 3. Susținerea sectorului, actorilor din sector și educarea populației:

3.1. Stocarea carbonului în ecosistemele forestiere și adaptarea ecosistemelor forestiere la schimbările climatice previzionate depind de managementul și practica forestieră. Intervențiile sub raport silvotehnic pentru crearea unor condiții de regenerare, dezvoltare și reziliență a arboretelor sunt necesare și benefice. Pentru susținerea acestor lucrări trebuie găsite soluții de valorificare a lemnului de calitate mai slabă cum este cel din rărituri, pentru încurajarea unei economii bazate pe lemn și pentru îmbunătățirea imaginii sectorului;

3.2. Companiile care lucrează în operații de exploatare a lemnului sunt distribuite pe întreg teritoriul țării și sunt, în general, slab tehnologizate. Pentru a menține capacitatea de intervenție atât în condiții obișnuite cât și în caz de calamitate, este necesară susținerea acestor companii care sunt, în mare majoritate, mici și mijlocii;

3.3. Susținerea dezvoltării economice a sectorului prin crearea de facilități fiscale și de altă natură cu menirea consolidării companiilor de profil, menținerii forței de muncă calificată în țară, întinerirea forței de muncă și îmbunătățirea condițiilor de muncă în sector;

3.4. Educarea populației cu privire la rolul multifuncțional pe care pădurile îl au în contextul schimbărilor climatice, precum și la necesitățile de management operațional al pădurilor.

#### 4. Responsabilitatea comună:

4.1. Găsirea de soluții pentru reducerea emisiilor în sectorul forestier, abordare care trebuie împărtășită de către toate sectoarele de activitate. Reducerea emisiilor este relaționată cu re tehnologizarea sectorului;

4.2. Responsabilitate comună sectorială și internațională: fără angajarea efectivă a tuturor, atenuarea efectelor schimbărilor climatice va crea dezechilibre economice pentru cei care se angajează în astfel de măsuri iar efectele pozitive vor fi eliminate parțial de cei ce nu adoptă măsuri. Efortul trebuie să fie proporționat la nivel sectorial și la nivel internațional.

### 6.5. Turism

OMT se angajează să accelereze progresul către dezvoltarea unui turism bazat pe emisii scăzute de carbon și contribuția acestui sector la atingerea obiectivelor internaționale privind obiectivele climatice, în conformitate cu recomandările One Planet Vision (unwto.org). Schimbările climatice trebuie privite ca un catalizator care consolidează și accelerează locul schimbărilor structurale în turism; prin urmare, în timp ce o evaluare a obiectivelor impactului potențial asupra sectorului turistic ar fi utilă, este la fel de important să se identifice, planifice și dezvolte noi măsuri pentru a reduce posibilele impacturi economice și de angajare.

#### Măsuri generale pentru adaptarea sectorului de activități turistice și recreative la schimbările climatice:

a. Protecția și extinderea zonelor recreative naturale în orașe și în împrejurimile acestora. Importanța calității timpului recreativ este în creștere pentru oamenii care trăiesc în medii urbane. Reconnectarea cu natura, chiar și pentru o pauză scurtă în timpul unei zile de lucru sau în week-end, a devenit unul dintre cele mai dorite tipuri de activități recreative. În contextul fragmentării timpului recreativ și a condițiilor meteorologice mai puțin predictibile, zonele naturale recreative, atât în interiorul cât și în apropierea zonelor urbane, sunt importante pentru populația locală, precum și pentru vizitatori. De aceea, este important ca aceste zone naturale să fie accesibile pentru un public divers și să poată oferi oportunități recreative de înaltă calitate. Pentru zonele naturale atât din interiorul, cât și din apropierea orașelor, statutul recreativ și de protecție a fost stabilit și aplicat, o politică privind spectrul de oportunitate recreativă SOP trebuind să fie implementată. Succesul va fi măsurat prin existența acestor zone atât în interiorul, cât și în apropierea zonelor urbane.

b. Dezvoltarea destinațiilor turistice mai puțin dependente de schimbările climatice

Se vor lua în considerare, pentru fiecare destinație, riscurile și oportunitățile generate de schimbările climatice. De asemenea, trebuie să se acorde atenție și să se planifice destinațiile și segmentele de piață mai puțin vulnerabile la schimbările climatice, ex. stațiuni balneoclimaterice, MICE (întâlniri, stimulente, conferințe, expoziții – tip de turism bine planificat în care participă grupuri mari de turiști iar pachetele turistice sunt cumpărate cu mult timp înainte), turism cultural și ecoturism.

**c. Planificarea pe termen lung în cazul stațiunilor montane ecologice sezoniere**

Pentru zonele montane este important să se aibă în vedere o ofertă turistică adaptivă și extinsă, fiind necesară o planificare și dezvoltare a infrastructurii pentru susținerea unei astfel de oferte. În plus, la nivel european, există un grad crescut de conștientizare cu privire la călătoriile în destinații turistice ecologice. De aceea, este importantă integrarea principiilor de durabilitate în planificarea și operaționalizarea acestor destinații nu numai pentru un consum eficient de energie și apă, dar și pentru a poziționa destinațiile pe o piață europeană foarte competitivă.

**d. Adaptarea și protejarea infrastructurii turismului de litoral la schimbările climatice**

Posibilele inundații și pagube cauzate de creșterea nivelului mării și de furtuni va predispune la risc mai multe unități turistice în anii următori. Pentru a împiedica construirea unor infrastructuri turistice în zone vulnerabile, planurile urbanistice trebuie să indice zonele care prezintă risc climatic.

**e. Dezvoltarea unei educații pe termen lung pentru ca turismul, prin activitățile aferente, să ia în calcul consecințele schimbărilor climatice**

Atât la nivelul învățământului academic, cât și la cel profesional, există o nevoie stringentă de creștere a nivelului de conștientizare, cunoștințe și abilități în ceea ce privește turismul și adaptarea la schimbările climatice. De aceea, adaptarea la schimbările climatice trebuie să fie integrată în programa managementului destinațiilor și serviciilor atât pentru învățământul academic, cât și pentru cel profesional.

Conștientizarea la nivelul învățământului primar, gimnazial și liceal.

**f. Adaptarea Organizațiilor de Management al Destinației**

Schimbarea climei va oferi atât oportunități, cât și provocări pentru destinațiile turistice. OMD trebuie să evalueze punctele tari și pe cele slabe de la nivel local, luând în considerare limitarea resurselor naturale și a pericolelor care pot apărea. Strategiile pe termen lung trebuie bazate pe o astfel de analiză, care să adapteze politica locală pentru dezvoltarea infrastructurii, dezvoltarea și comercializarea produsului la contextul schimbărilor climatice.

**g. Adaptarea politicii naționale de marketing și comunicare în domeniul turismului la schimbările globale în ceea ce privește cererea turistică**

La nivelul României este dificil de evaluat care va fi dinamica fluxurilor. Unele modele indică o scădere a vizitatorilor în zonele care înregistrează o creștere a temperaturii, în timp ce altele indică o posibilă mică creștere de-a lungul anilor, în general. Există indicii că numărul maxim de turiști din lunile iulie și august ar putea scădea începând cu anul 2030, când este posibil ca temperaturile să fie mai mari cu un grad față de mediile actuale și există unele dovezi care susțin o creștere a numărului de turiști în timpul primăverii și toamnei. Măsurile constă în furnizarea celor mai bune informații sectoarelor privat și public cu privire la aceste demersuri, astfel că acestea să se reflecte în oricare planificare internațională de marketing și oricare planificare națională de dezvoltare.

## Măsuri de adaptare a furnizorilor de servicii turistice

Turiștii au cea mai mare capacitate de adaptare, bazată pe trei resurse cheie: bani, timp și cunoștințe. Ei își pot modifica preferințele de călătorie pentru a evita condițiile climatice nefavorabile și pot căuta zonele favorabile. Pe de altă parte, furnizorilor de servicii turistice au o capacitate mai redusă de a se adapta.

- În acest context, operatorii din sectorul turistic trebuie să-și adapteze investițiile pentru a contracara amenințările și de a valorifica oportunitățile. Deși acest lucru poate genera costuri mai mari, protecția pe termen lung față de schimbările climatice va avea ca rezultat beneficii durabile.
- Unitățile turistice trebuie să fie construite în locații care favorizează adaptarea la efectele schimbărilor climatice, folosind materiale reziliente la noile condiții de climă.
- Asigurările vor constitui, de asemenea, o importantă măsură de protecție climatică.
- Produsele turistice trebuie să fie diversificate, concentrându-se pe serviciile mai puțin vulnerabile și punând un accent mai mare pe turismul rural.
- Personalul din turism și turiștii trebuie să fie mai bine educați cu privire la efectele negative ale schimbărilor climatice și la măsurile de adaptare la efectele schimbărilor climatice.
- De asemenea, unitățile turistice trebuie să beneficieze de sisteme de monitorizare și avertizare climatică, astfel încât să reducă riscul expunerii la fenomene meteorologice extreme și să-și adapteze oferta în timp real.

## Măsuri care implică schimbări în management sau comportament, atât din parte personalului angajat în turism, cât și din partea turiștilor

- Investiția în activități turistice alternative cu impact minim asupra resurselor naturale, cum ar fi turismul comunitar (gestionat de comunități locale), eco-turismul, sportul și turismul cultural/de patrimoniu. În cazul zonelelor litorale, acest lucru va reduce dependența de turism bazat pe „soare, mare și nisip”, dezvoltând alternative mai fezabile;
- Utilizarea energiei regenerabile prin înlocuirea combustibililor fosili cu surse de energie care emit gaze cu efect de seră în proporții mai mici sau deloc, cum ar fi energia eoliană și solară;
- Implementarea de măsuri de conservare și eficientizare a resurselor de apă și energie în cadrul unităților de cazare, angajând atât personalul, cât și oaspeții;
- Educarea oaspeților, a personalului și a comunității locale cu privire la adaptarea la schimbările climatice, de exemplu, cu privire la măsurile de conservare a apei, fermentarea deșeurilor biodegradabile etc. Pot fi dezvoltate programe de instruire privind adaptarea la schimbările climatice;
- Oferirea de activități mai numeroase în interior, mai ales dacă unitatea de cazare este situată în sau lângă un ecosistem fragil sau amenințat.

### 6.6. Sisteme urbane

Sistemele urbane sunt esențiale pentru implementarea politicilor de schimbări climatice, atât din perspectiva atenuării, cât și a adaptării. Unele sisteme urbane au efectuat evaluări ale riscurilor, au stabilit obiective de reducere a impacturilor și au introdus politici, strategii, planuri și programe în vederea atenuării și adaptării la schimbările climatice într-un mod coerent care să vină în sprijinul autorităților locale în



identificarea de priorități și oportunități (Heidrich et al., 2013; Demuzere et al., 2014; Reckien et al., 2018). Modul de utilizare al terenurilor urbane poate modifica vulnerabilitatea schimbărilor climatice prin caracteristicile mediului natural, proiectarea formei urbane și a mediului construit și reducerea activă a întinderii efectului insulei de căldură urbane. Orașele își pot spori capacitatea de adaptare la schimbările climatice prin gestionarea terenurilor urbane, care include planificarea urbană, reglementările de zonare urbană, infrastructura și serviciile urbane, piețele funciare etc. (Wilbanks et al., 2012).

Cele mai importante măsuri de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra sectorului sisteme urbane sunt legate de reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și se corelează, în principal, cu sectoarele Energie și Transporturi. Creșterea emisiilor din transport se corelează cu fenomenul de expansiune urbană (urbanizare și suburbanizare) și a creșterii mobilității atât în interiorul orașului cât și spațiul înconjurător (suburban).

În 2019, principala utilizare a energiei de către gospodăriile din UE a fost pentru încălzirea locuințelor (64%), sursele regenerabile reprezentând mai mult de un sfert (28%) din consumul de încălzire a spațiilor din gospodăriile UE [1]. La sfârșitul anului 2020, în România existau aproximativ 9,2 milioane de locuințe, dintre care 54% în mediul urban. 61% sun reprezentate de locuințele unifamiliale care consumă în medie 24% mai multă energie pe metru pătrat în comparație cu o locuință (apartament) dintr-o clădire multifamilială. Astfel, prin adoptarea de măsuri de îmbunătățire a performanței termice a clădirilor, potențialul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră în sectoarele rezidențial și comercial este considerabil.

Principalele măsuri de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice în sectorul sisteme urbane pot fi grupate în mai multe sub-sectoare: energie, sănătate, transport, inundații, alimentare cu apă, calitatea apei (tabelul 6.6.1).

Tabel 6.6.1. Principalele măsuri de prevenire și diminuare a impactului schimbărilor climatice asupra sectorului sisteme urbane, grupate pe sub-sectoare cheie

Sub-sectoare	Strategii sectoriale de adaptare	Mediu	Economie și societate	Diminuare
Energie	Extinderea/conservarea capacității; îmbunătățirea eficienței energetice;  promovarea consumatorilor activi, instalarea de panouri solare și pompe de căldură în clădirile publice/sectorul rezidențial; adaptarea designului clădirilor: acoperișuri verzi, acoperișuri albe (albedo ridicat); creșterea suprafețelor de spații verzi (ex. acoperișuri verzi, grădini urbane)	Creșterea/descresțerea emisiilor  Reducerea efectelor insulei de căldură urbane, umbrire	Creșterea/descresțerea unor subsecțiuni de gestionare a energiei	Conservarea energiei și utilizarea surselor regenerabile pentru reducerea GES  Stocarea carbonului

Sănătate	Instalații de aer condiționat; îmbunătățirea și extinderea serviciilor de sănătate; implementare de sisteme de avertizare.	Dacă nu se iau măsuri de conservare a energiei, mai multe efecte legate de insula de căldură urbană,	Chetuieli legate de instalațiile de aer condiționat	Extinderea utilizării instalațiilor de aer condiționat pot duce la creșteri ale consumului de energie  Reducerea efectelor insulei de căldură urbane
Transport	Extinderea transportului public; încurajarea și promovarea transportului nemotorizat	Reducerea emisiilor și a congestiei	Mijloace de transport eficiente	Reducerea GES
Inundații	Impermeabilizare; redimensionarea și reabilitarea sistemelor de preluare a apelor pluviale; sisteme de drenaj, colectare și canalizare a apei pluviale; proiectarea și adaptarea infrastructurii urbane	Beneficii pentru mediu legate de creșterea debitelor	Mai puține pagube legate de inundații; mai puține cheltuieli la nivel de gospodărie  Resurse de apă	Acolo unde se folosește infrastructura verde-stocarea carbonului, reducerea efectelor insulei de căldură urbane, umbrire  Reducerea impactului asupra infrastructurii și a bunăstării urbane
Alimentare cu apă	Managementul cererii; sisteme regionale comune, integrate	Cerere redusă - îmbunătățire a calității	Posibile modificări ale facturilor	Mai puțină energie folosită pentru alimentarea cu apă
Calitatea apei	Managementul surselor de poluare	Îmbunătățirea calității apei	Posibile modificări ale facturilor	Acolo unde se folosește infrastructura verde - stocarea carbonului, reducerea efectelor insulei de căldură urbane

Preluare și adaptare pe baza: Amitrano et al., 2007; Wilbanks et al., 2012; Wilbanks & Fernandez, 2014; Maxwell et al., 2018; Grynning et al., 2020; Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020.

*Îmbunătățirea performanței termice a clădirilor.* În România, intensitatea energetică a sectorului rezidențial este mai mare decât cea din UE, ca urmare a ineficienței de încălzire centralizată și a lipsei de izolare termică a majorității locuințelor/apartamentelor. Ca urmare, continuarea reabilitării termice a clădirilor existente va îmbunătăți considerabil eficiența energetică a clădirilor și va contribui la reducerea emisiilor de GES. Lucrări de reabilitare care pot conduce la economie de energie în clădiri, în condițiile realizării și menținerii condițiilor de confort interior și de eficiență economică: *i)* reabilitarea termică a anvelopei clădirii și a instalațiilor aferente; *ii)* repararea, după caz, înlocuirea/achiziționarea unor centrale termice de bloc/scară, respectiv centrală termică pentru locuința unifamilială; *iii)* introducerea, după caz, a unor sisteme alternative pentru asigurarea parțială/totală a energiei pentru apă caldă de consum, iluminat și/sau încălzire (Strategia

națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020).

La acestea se adaugă introducerea de proiecte demonstrative pentru case pasive și case active sau case cu un consum aproape de zero; modernizarea infrastructurii de transport și distribuție a energiei termice în sisteme centralizate; sprijin pentru îmbunătățirea eficienței energetice în clădirile ocupate de persoanele cu venituri reduse; încurajarea consumatorilor pentru achiziționarea de articole electrice și electrocasnice cu eficiență energetică crescută etc.; promovarea consumatorilor activi, instalarea de panouri solare și pompe de căldură în clădirile publice/sectorul rezidențial (conform Strategiei naționale de renovare pe termen lung pentru sprijinirea renovării parcului național de clădiri rezidențiale și nerezidențiale, atât publice, cât și private, și transformarea sa treptată într-un parc imobiliar cu un nivel ridicat de eficiență energetică și decarbonat până în 2050, 2020).

*Îmbunătățirea performanțelor în domeniul transportului urban.* În acest sens se are în vedere trecerea la o dezvoltare urbană integrată și realizarea unui plan de transport integrat care să aibă în vedere reducerea nevoii de transport, diversificarea și îmbunătățirea modalităților de transport mai puțin poluante, crearea și aplicarea sistemelor de transport inteligente și eficientizarea consumurilor de carburanți.

*Promovarea sistemelor de transport inteligent – STI* care vor contribui substanțial la optimizarea traficului de călători și mărfuri, la reducerea intensității energetice și implicit la diminuarea emisiilor de GES.

*Încurajarea și promovarea transportului nemotorizat* și dezvoltarea unei infrastructuri adecvate pentru ciclism: piste de biciclete, rasteluri de depozitare, vagoane/compartimente speciale pentru biciclete la metrou și în trenuri și alte asemenea, conduce la reducerea transportului motorizat rutier și implicit la reducerea emisiilor de GES. Aceste măsuri ar trebui corelate cu acțiuni de informare și conștientizare care să promoveze mersul cu bicicleta pentru activitățile zilnice (deplasarea la serviciu, cumpărături, școală), nu doar pentru activitățile recreative și cu politicile de planificare urbană care ar trebui să prevadă extinderea pistelor de biciclete și a arealelor pietonale.

*Programe de educare, informare și conștientizare a populației.* Acestea vor viza atât aspectele legate de introducerea și folosirea mijloacelor de transport mai puțin poluante și limitării transportului rutier, cât și implementării și utilizării de metode și practici de reducere a consumului de energie, a consumului de apă sau de întreținere a spațiilor verzi urbane. Pentru o eficiență sporită, acțiunile de conștientizare și informare se vor adresa atât populației, cât și agenților economici, actorilor implicați în procesul decizional etc.

*Reducerea consumului de apă* prin sisteme eficiente de următoarea decadă, deoarece conduce și la o reducere substanțială a consumului de energie folosit la pomparea apei.

*Creșterea suprafețelor de spații verzi* prin extinderea și diversificarea infrastructurii verzi (ex. acoperișuri verzi, grădini urbane) și reabilitarea spațiilor verzi existente. Pădurile urbane și periurbane, precum și centurile verzi ale localităților și marilor orașe reprezintă o prioritate, întrucât acestea constituie o sursă naturală de stocare a carbonului.

## 6.7. Biodiversitate

Este de așteptat ca strategiile de conservare și management pentru menținerea și refacerea biodiversității să diminueze și să prevină unele dintre impacturile negative ale schimbărilor climatice; cu toate acestea, există niveluri (praguri) și amplitudini ale schimbărilor climatice pentru care adaptarea naturii ecosistemelor va deveni tot mai dificilă, fapt evidențiat și prin elementele/aspectele prezentate în diferitele rapoarte IPCC, inclusiv SR 1.5 (IPCC, 2018[1]), SRCL și SROCC (IPCC, 2019 a[2],b[3]).

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Opțiunile de creștere a capacității de adaptare a speciilor și ecosistemelor habitatelor vulnerabile în fața accelerării schimbărilor climatice includ:

Reducerea stresului non-climatic, cum ar fi stres constând în:

- poluarea atmosferei, apei, solului, subsolului
- supraexploatarea resurselor naturale/biologice
- pierderea și fragmentarea habitatului (fragmentarea și pierderea habitatelor)
- speciile alogene invazive

Adoptarea pe scară largă a practicilor de conservare și utilizare durabilă, inclusiv prin consolidarea rețelelor de zone arii protejate.

Facilitarea managementului adaptiv prin consolidarea sistemelor de monitorizare și evaluare a speciilor și habitatelor.

### **Planificarea și reglementarea utilizării terenurilor**

Relocarea, migrația asistată, reproducerea în captivitate și depozitarea ex-situ a germoplasmei ar putea contribui la menținerea capacității de adaptare a speciilor de faună/loră; cu toate acestea, astfel de măsuri sunt adesea costisitoare, mai puțin eficiente decât acțiunile in situ, nu se aplică tuturor speciilor, sunt, de obicei, fezabile numai la scări mici și rareori mențin funcțiile și serviciile ecosistemului.

În cazul relocării și migrării asistate, trebuie luate în considerare consecințele ecologice neintenționate, care pot genera efecte nedorite asupra altor specii, fiind necesară evaluarea corespunzătoare a posibilelor consecințe.[4]

## **6.8. Populație (Calitatea aerului)**

Pentru selectarea măsurilor optime de adaptare, care să reducă expunerea și vulnerabilitatea la hazardurile climatice viitoare din sectorul sănătății publice, este nevoie de studii extinse, aprofundate și detaliate privind circumstanțele climatice și epidemiologice ale modificărilor indicatorilor de sănătate publică, în condițiile schimbării climatice. În plus, reducerea calității aerului amplifică impactul stresului termic și acest factor suplimentar trebuie luat în considerare în studiile viitoare privind efectul creșterii frecvenței și intensității valurilor de căldură asupra indicatorilor de sănătate publică din România.

Pe lângă impacturile legate de stresul termic și răspândirea vectorilor ce transportă patogeni, trebuie luate în considerare și alte impacturi ale hazardurilor climatice, cum ar fi pierderile de vieți omenești în contextul fenomenelor meteorologice extreme, bolile cauzate de calitatea apei, afectarea sănătății mentale, efectul răspândirii alergenilor, cele legate de securitatea alimentară precară și intensificarea conflictelor și migrației favorizate de schimbarea climei.

Măsurile de adaptare pentru populație vizează mai multe scări de timp. Pe termen scurt și mediu de timp, o măsură eficientă de adaptare este construirea și dezvoltarea sistemelor de alertă dedicate factorilor de risc climatic (hazardurilor climatice) și a impacturilor acestora asupra sănătății publice. Sistemele de alertare în cazul furtunilor și inundațiilor, indicând zonele de risc, deja funcționează în România, salvând vieți omenești în cazul fenomenelor extreme cu o evoluție rapidă. De asemenea, pe lângă estimarea prognostică cu diferite

anticipații a indicatorilor de tipul indicatorului de confort termic, ce există și în sistemul actual de prognoze, se pot adăuga, în viitor, și alți indicatori precum riscul relativ al stresului termic, favorabilitatea condițiilor de dezvoltare a vectorilor unor agenți patogeni (de exemplu, pentru virusul West Nile), indicatori locali ai poluării aerului.

Astfel de estimări cu sisteme de alertare/avertizare permit, mai departe, luarea unor măsuri specifice precum: monitorizarea mai detaliată a stării de sănătate a persoanelor vulnerabile la stresul termic prin rețele urbane dedicate, coordonate de direcțiile teritoriale de sănătate publică, instalarea unor puncte publice de refugiu în aglomerările urbane, măsuri de reducere a timpului de lucru în aer liber și/sau modificarea programului angajaților astfel încât să minimizeze expunerea la factorii de risc.

În cazul când sistemele de alertare indică creșterea favorabilității condițiilor de dezvoltare a vectorilor unor agenți patogeni precum virusul West Nile, măsurile trebuie să vizeze cartografierea populațiilor de țânțari purtători cu identificarea de zone cu risc în parcuri și alte spații verzi, anunțarea populației pentru evitarea acestora și limitarea spațiilor cu condiții favorabile (de exemplu, zonele cu bălți).

Pe termen lung, planificarea dezvoltării localităților trebuie să se facă ținând cont de minimizarea impactului factorilor de risc climatic (hazardurilor climatice) asupra localităților României, dezvoltând și gestionând optim infrastructura de colectare a apei pluviale, adaptând clădirile din perspectiva unei bune izolări termice care să minimizeze consumul de energie și folosind alte resurse locale (de exemplu, perdelele de arbori). În cazul aglomerărilor urbane este necesară reducerea intensității insulei de căldură a orașului prin mărirea suprafețelor verzi și albastre (luciu de apă), reducerea impermeabilizării solului, găsirea de soluții arhitectonice pentru constituirea de rezervoare de apă pluvială, adoptarea unui cod de urbanism coerent pentru, de exemplu, reducerea efectului de canion. Multe din aceste măsuri urbanistice contribuie, în același timp, și la reducerea poluării locale.

În concluzie, măsurile de adaptare privind populația vizează, pe termen scurt și mediu, îmbunătățirea continuă a sistemelor de alertare/avertizare privind: poluarea și hazardurile climatice ca valurile de frig și căldură și impacturile lor potențiale; furtuni; inundații; favorabilitatea condițiilor climatice de apariție a virusurilor (e.g West Nile, febra denga, etc.). Pe lângă alertare, planurile de măsuri de urgență trebuie să vizeze și diminuarea impacturilor acestora, în funcție de specificitățile locale. Pe termen lung, planificarea dezvoltării localităților din România trebuie să țină cont de limitarea impermeabilizării excesive a solului, limitarea efectelor hazardurilor de tipul inundațiilor și furtunilor prin îmbunătățirea și gestionarea optimă a infrastructurii și resurselor locale. În acest context, pentru marile aglomerări urbane este necesară limitarea impactului insulei de căldură a orașului prin mărirea suprafețelor cu vegetație, a luciului de apă, a rezervoarelor de apă pluvială și reducerea efectului de canion, printre alte măsuri de dezvoltare urbanistică coerentă.

## 6.9. Agricultură și dezvoltare rurală

În contextul în care schimbările climatice reprezintă un proces cu caracter global, acțiunile de adaptare sunt în continuă ascensiune, mai ales în sectorul agricol, având în vedere dependența acestuia de condițiile meteorologice.

Sunt necesare atitudini noi prin care să se reducă riscurile climatice și să se atenueze impactul activității umane asupra climei. Un procent ridicat din gazele cu efect de seră, ca metanul și protoxidul de azot, provine din agricultură; agricultura determină, astfel, schimbări climatice globale care, la rândul lor, își pun amprenta asupra acesteia.



Relația fermierilor cu schimbările climatice este duală: pe de o parte, fermierii sunt afectați de schimbările climatice prin modificarea randamentelor de producție, pe de altă parte, prin activitățile lor, ei influențează bilanțul gazelor cu efect de seră. Comportamentul fermierilor este, în general, influențat de condițiile actuale climatice, având și o puternică componentă bazată pe tradiție cunoștințe rezultate din activitățile desfășurate în trecut.

Efectele complexe ale schimbărilor climatice asupra agriculturii care fundamentează necesitatea procesului decizional, privind reducerea riscurilor pentru a menține standardele adecvate ale recoltelor și a favoriza agricultura durabilă, se poate concretiza printr-o serie de recomandări:

- elaborarea unor ghiduri de bune practice pentru agricultură, în special pentru agricultura neirigată;
- realizarea și implementarea planurilor de acțiune locale (la nivel de comună) pentru adaptarea la schimbările climatice;
- elaborarea și implementarea planurilor de îmbunătățiri funciare care să mărească probabilitatea precipitațiilor (inclusiv împăduriri, lăcuș de apă etc.);
- utilizarea cercetării pentru a combate vulnerabilitățile existente și a modifica structura culturilor/exploatațiilor în sensul unei agriculturi mai puțin expuse la schimbările climatice;
- încurajarea asigurărilor pentru culturi/ ferme;
- îmbunătățirea disponibilității și aplicabilității opțiunilor de modelare și adaptare pentru uzul fermierilor (furnizarea de date și rezultate privind reacția resursei de apă la scenariile posibile de schimbări climatice, promovarea utilizării tehnologiei GIS etc.);
- Promovarea practicilor de agricultură extensivă pe pajiștile permanente care contribuie la gestionarea durabilă a resurselor naturale și totodată la adaptarea la efectele schimbărilor climatice.

În ceea ce privește măsurile de adaptare la efectele schimbărilor climatice, specialiștii în sectorul agricol recomandă fermierilor următoarele:

- utilizarea unor tehnologii agricole adecvate, care să asigure o mai bună orientare către adaptarea la efectele schimbărilor climatice;
- selecția varietăților cultivate prin corelarea condițiilor locale de mediu cu gradul de rezistență al genotipurilor față de condițiile limitative de vegetație (secetă, excese de umiditate, temperaturi ridicate, frig/ger etc.);
- administrarea culturilor și utilizarea rațională a terenului ca măsuri obligatorii pentru păstrarea potențialului producției, menținând în același timp un impact redus al practicilor agricole asupra mediului și climei;
- cultivarea unui număr mai mare de varietăți/genotipuri, respectiv soiuri/hibridi, în fiecare an agricol, cu perioada de vegetație diferită, pentru o mai bună valorificare a condițiilor climatice, îndeosebi în ceea ce privește regimul de umiditate și eșalonarea lucrărilor agricole;
- alegerea de genotipuri rezistente la condițiile limitative de vegetație, cu o toleranță ridicată la arșiță, secetă și exces de umiditate;
- selectarea unor varietăți de plante cu rezistență naturală la boli specifice determinate de agenți patogeni;
- practicarea asolamentului și stabilirea unei structuri de culturi la nivelul fermelor, care să includă cel puțin trei grupe de plante, respectiv cereale păioase 33%, prășitoare - plante tehnice 33% și leguminoase 33%;
- limitarea deficitului de apă din sol în arealele cu potențial de deșertificare prin înlocuirea lucrării de bază a solului (arat) cu metode de lucrare minimă a solului (minimum tillage) care limitează cantitatea de apă evaporată din stratul superficial al solului, contribuind astfel și la reducerea necesității utilizării unor resurse suplimentare de apă.

Cunoașterea și identificarea fenomenelor meteorologice extreme (valuri de căldură/frig, perioadele de secetă/inundații) cu efecte asupra stabilității recoltelor trebuie să se bazeze atât pe sisteme de avertizare timpurie privind evenimentele meteorologice periculoase, cât și pe practici tehnologice aplicate în raport cu

evoluția curentă a condițiilor climatice și viitoarele scenarii previzibile. De aceea, complexitatea posibilităților de adaptare la efectele schimbărilor climatice având drept scop reducerea impactului asupra procesului de producție agricolă se bazează în principal pe optimizarea duratei perioadei de vegetație a culturilor agricole, rezistența genotipurilor la temperaturile extreme (aria, frig/ger), deficitul/excesul de apă în sol și creșterea riscului agenților fitopatogeni, plasticitatea ecologică, toleranța la efectele fenomenelor meteo extreme (ex. bălțirile de apă de lungă durată, precum și ploile torențiale însoțite de vijelii pot determina creșterea riscului față de căderea în vetre în special a plantelor cu talie înaltă, precum și întârzierea lucrărilor de recoltare).

Activitățile specifice procesului de adaptare în domeniul zootehnic se referă la fondul de gene, măsuri specifice de elaborare a dietei, pășunatul și adăpostirea animalelor, precum și tehnici de depozitare a îngrășămintelor. Astfel, emisiile de gaze cu efect de seră din sectorul creșterii animalelor pot fi reduce semnificativ prin îmbunătățirea genetică, prin analiza potențialului genetic din rase de animale selectate, printr-un echilibru corespunzător între energie și proteinele din dietă, prin construirea unor adăposturi corespunzătoare și a unor depozite de îngrășămintă potrivite. Introducerea unor sisteme corespunzătoare de pășunat la ferme poate contribui, de asemenea, la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Pentru sectorul **zootehnic**, codul bunelor practici în agricultura recomandă:

- platforme de stocare a gunoiului de grajd mari, etanșizate și dotate corespunzător;
- depozitarea gunoiului de grajd în locuri răcoase și umbroase;
- acoperirea bazinelor cu reziduuri lichide pentru reducerea emisiilor de amoniac în atmosferă prin utilizarea de prelate impermeabile;
- asigurarea cantităților corespunzătoare de gunoi de grajd în cadrul fermelor specializate în colectarea și prelucrarea acestuia;
- construirea unor instalații pentru captarea biogazului, rezultând în reducerea emisiilor de metan, iar energia obținută este utilizată în scopul reducerii combustibililor fosili;
- pășunatul în aer liber față de creșterea în sisteme cu adăposturi;
- educația, creșterea gradului de conștientizare în rândul fermierilor asupra consecințelor determinate de efectele schimbărilor climatice;
- revizuirea continuă a strategiilor din agricultură, pentru a asigura flexibilitatea acestora în relație cu efectele schimbărilor climatice și măsurile de adaptare.

Proiecțiile climatice actuale și viitoare arată faptul ca, toate regiunile lumii vor fi afectate de fenomenul încălzirii globale, amplificându-se totodată diferențierile regionale în evoluția principalelor variabile de mediu, în principal resursele termice și de precipitații, precum și efectele complexe ale fenomenelor meteo extreme la nivel local. Adaptarea la schimbările climatice va putea beneficia astfel de experiență dobândită din reacția la evenimentele climatice extreme prin implementarea planurilor de adaptare și diminuarea riscurilor climatice. Dată fiind limitarea resurselor naturale de baza, un element important în elaborarea strategiilor de management agricol îl constituie îmbunătățirea cunoștințelor și capacităților pentru o mai bună gestionare a variabilității climatului prin intermediul analizei datelor climatice istorice și evaluarea riscurilor și oportunităților. În acest sens, relația între genetica plantelor, practicile agricole și condițiile locale de mediu reprezintă baza cantitativa și calitativa a producției. De aceea, analiza complexă a potențialului resurselor de mediu prin interrelaționarea acestora cu biotopul agricol permite repartizarea speciilor cultivate în zone agricole cu potențial diferențiat, astfel încât modalitățile de identificare a zonelor cu gradul cel mai mare de risc la producerea unor fenomene meteorologice extreme să asigure reducerea/diminuarea efectelor pe termen scurt, mediu și lung.

## Analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi

### 1. Introducere

Regiunile de dezvoltare din România sunt unități teritoriale statistice fără statut administrativ și juridic și care corespund nivelului 2 al Nomenclaturii Unităților Teritoriale Statistice (NUTS 2) al UE (Fig. 1).



Figura 1.1. – Regiunile de dezvoltare

Concepute ca spații regionale cu probleme specifice de dezvoltare, acestea au fost delimitate ca spații funcționale de dimensiuni comparabile compuse din județe cu niveluri diferite de dezvoltare economico-socială. Din punct de vedere al suprafeței și mărimii demografice, cu excepția Regiunii București-Ilfov, regiunile variază puțin (tabel 1). De asemenea, în termeni socio-economici, diferențierile sunt moderate, cu excepția Regiunii Nord-Est, cu performanțe mai reduse (Hansen 1996, Popescu, Săgeată 2016).

Tabel 1.1. Regiunile de dezvoltare, componență și caracteristici geografice, 2020

Regiune de Dezvoltare	Județe componente	Sediul	Suprafața (km <sup>2</sup> )	Nr. locuitori	Nr. orașe	Nr. comune	Ponderea populației urbane	PIB (lei/loc.)
Nord-Vest	Bihor, Cluj, Bistrița-Năsăud, Maramureș, Satu Mare, Sălaj	Cluj-Napoca	3,416,046	2,832,940	43	403	54.1	40,870.6
Centru	Alba, Brașov, Covasna, Harghita, Mureș, Sibiu	Alba-Iulia	3,409,972	2,628,881	57	357	59.7	41,625.4

<b>Nord-Est</b>	Bacău, Botoșani, Iași, Neamț, Suceava, Vaslui,	Piatra-Neamț	3,684,983	3,999,777	46		45.4	27,498.4
<b>Sud-Est</b>	Brăila, Buzău, Constanța, Galați, Tulcea, Vrancea	Brăila	3,576,170	2,812,450	34	356	55.6	36,105.1
<b>Sud-Muntenia</b>	Argeș, Călărași, Dâmbovița, Giurgiu, Ialomița, Prahova, Teleorman	Călărași	3,445,299	3,167,385	48	519	42.8	33,808.4
<b>București-Ilfov</b>	Ilfov, Bucharest Municipality	București	182,115	2,605,519	9	32	90.9	101,495.3
<b>Sud-Vest Oltenia</b>	Dolj, Gorj, Olt, Mehedinți, Vâlcea	Craiova	2,921,169	2,146,177	40	408	49.8	32,582.4
<b>Vest</b>	Arad, Caraș-Severin, Hunedoara, Timiș	Timișoara	3,203,317	1,998,689	42	281	63.1	45,220.6

Sursa datelor: Institutul Național de Statistică

*Regiunea Nord-Vest* cuprinde șase județe: Bihor, Bistrița-Năsăud, Cluj, Maramureș, Satu Mare și Sălaj și se suprapune provinciilor istorice Crișana, Maramureș și părții de nord-vest a Transilvaniei, ocupă 14,3% din suprafața țării și concentrează 12,7% din populație.

*Regiunea Centru* se compune din județele Alba, Brașov, Covasna, Harghita, Mureș și Sibiu localizate în partea centrală și sudică a provinciei istorice Transilvania și deține 14,3% din suprafața țării și 11,8% din populația României.

*Regiunea Nord-Est* este formată din șase județe - Bacău, Botoșani, Iași, Neamț, Suceava și Vaslui, încadrată în provincia istorică Moldova. Este cea mai extinsă (15,5% din suprafața țării) și ca populație se situează pe primul loc între cele opt regiuni (17,4% din populația totală României).

*Regiunea Sud-Est* este formată din șase județe: Buzău, Brăila, Constanța, Galați, Vrancea și Tulcea, care dețin 15,0% din suprafața țării și 13,0% din populația totală. Se caracterizează printr-un grad mare de heterogenitate din punct de vedere al apartenenței culturale la provinciile istorice – județele Constanța și Tulcea fac parte din Dobrogea, Brăila și Buzău din Muntenia, iar Vrancea și Galați din Moldova.

*Regiunea Sud-Muntenia* include șapte județe: Argeș, Dâmbovița, Prahova, Ialomița, Călărași, Giurgiu și Teleorman care dețin 14,5% din suprafața țării și 14,8% din populația totală. Este singura regiune care cuprinde o enclavă în partea centrală (Regiunea București-Ilfov).

*Regiunea București-Ilfov* cuprinde municipiul București, capitala țării și județul Ilfov și deține 11,2% din populația țării și 0,8% din suprafața acesteia, fiind cea mai mică regiune.

*Regiunea Vest* se suprapune provinciei istorice Banat, la care se adaugă areale din Crișana și Transilvania. Este formată din 4 județe - Arad, Caraș-Severin, Hunedoara și Timiș și deține 13,4% din suprafața țării și 9,1% din populație.

*Regiunea Sud-Vest Oltenia* este alcătuită din cinci județe – Dolj, Gorj, Mehedinți, Olt și Vâlcea – care se suprapun provinciei istorice Oltenia oferindu-i o identitate culturală distinctă. Regiunea ocupă 12,2% din suprafața țării și deține 10,0% din populația totală.

## 2. Diferențieri regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic în sectoarele cheie vulnerabile

### 2.1. Agricultură și dezvoltare rurală

Contextul climatic actual impune un efort accelerat la nivel internațional și național în ceea ce privește monitorizarea și înțelegerea mecanismelor de evoluție a extremelor climatice și de mediu în contextul schimbărilor climatice, pentru a fi capabili să dezvoltăm metode de contracarare a efectelor acestora în timp util.

S-au analizat în acest scop bazele de date actuale de scenarii climatice și de indicatori standardizați climatici cu focus pe extreme climatice și agroclimatice în România. Scopul este de a identifica zonele vulnerabile la aceste extreme proiectate. Analiza furnizează informație orientată către utilizatori: valori, praguri, indici și sector potențial vizat ca impact.

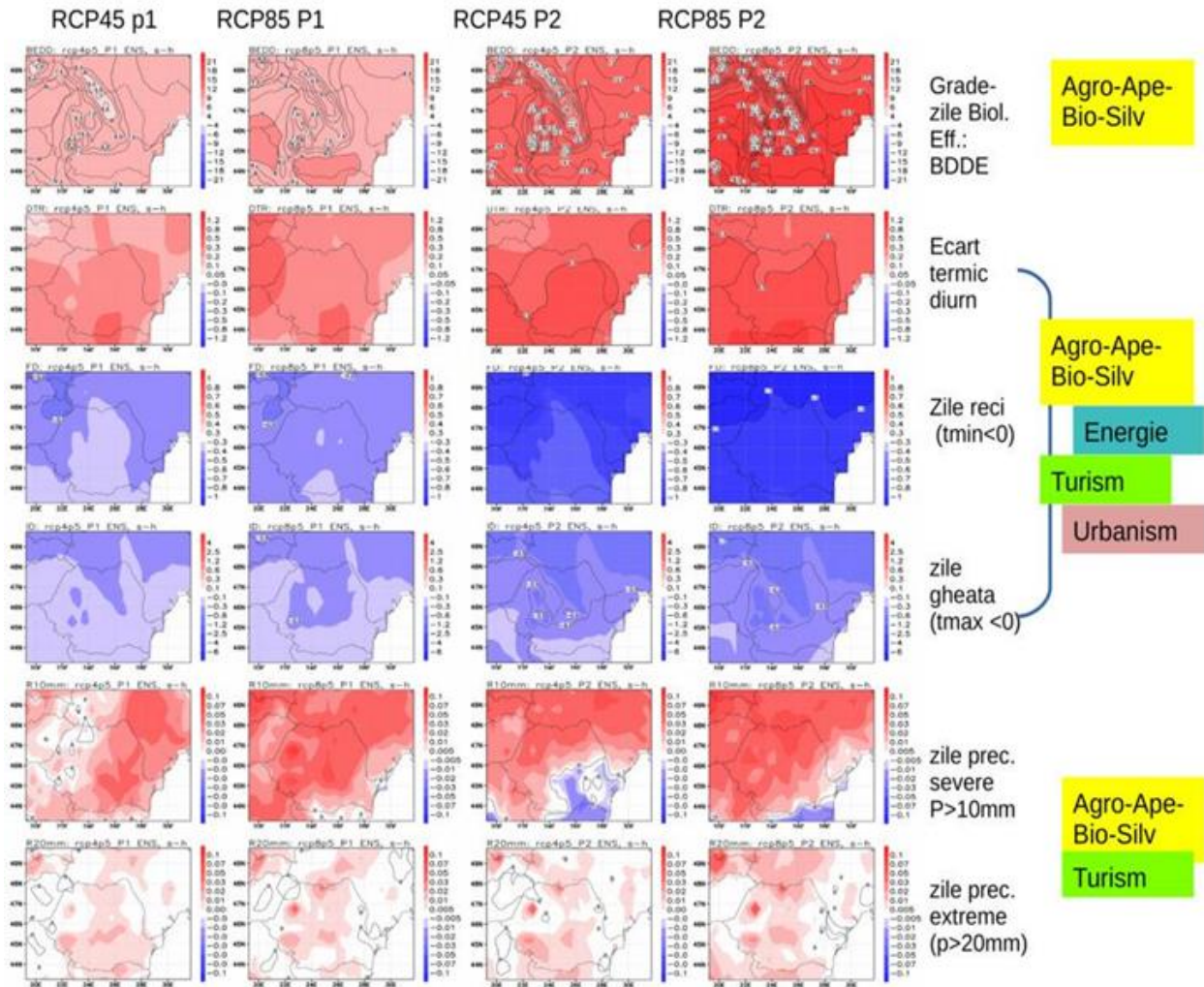
Indicatorii au fost selectați din baza de date COPERNICUS, selectând un ansamblu de 5 modele ESM globale: GFDL, HadGEM, IPSL, MIROC, NorESM.; pentru extreme climatice și impact ne interesează orizontul temporal apropiat (<2070). A fost analizată soluția de ansamblu (media modelelor) pentru 18 indicatori de extreme climatice:

Tabelul 2.1.1: Definiția indicatorilor de climat extrem (COPERNICUS)

nr.	Indicator de extreme climatice	nr.	Indicator de extreme climatice
1	BDDE : grade per zile biologic efective= suma temp. medii zilnice >10C si < 30C	10	Nr. zile de vară (temp. max >25C), SU
2	Ecartul termic diurn	11	Media(Tmean)
3	Nr. zile reci (temp. min < 10C )	12	Media(Tmin)
4	Nr. zile inghet (temp. max. < 10C)	13	MIN(Tmin)
5	Nr. zile Precipitații abundente (P>10mm), RR10	14	MAX(Tmin)
6	Nr. zile precipitații extreme (P>20mm), RR20	15	Nr. zile Nopti tropicale (temp. min > 20C), TR
7	Nr. zile umede (P>=1mm), RR1	16	Media(Tmax)
8	Precip. Totale (mm), RR	17	MIN (Tmax)
9	Intensit. zilnică a precip. (mm/ zi umeda), SDII	18	MAX (Tmax)

Comparăm în figura 2.1.1. a,b,c indicatorii 1-18 din tabelul 2.1.1, calculați pentru cele 5 modele globale și meditați pentru ansamblul modelelor.





\*Agro-Ape-Bio-Silv:-Sectoare:Agricultura-Resurse de apa-Biodiversitate-Forestier

Figura 2.1.1.-a) Indicatorii climatici extremi 1-6 (Tabel 2.1.1). Figura prezintă diferența indicatorilor pentru perioada P1 (coloana 1 și 2) și perioada P2 (coloana 3 și 4) între scenariu (media multi-model) și perioada istorică (P0), astfel: RCP45-HIST):coloana 1 și 3; (RCP8.4-HIST): coloana 2,4. P1=2011-2040; P2=2041-2070; P0=1971-2000. P1, P2 corespund RCPs iar P0 simulării HIST.

Din indicatorii climatici (1-6) analizați în figura 2.1.1, se evidențiază următoarele:

- numărul de zile Biologic efective BDDE: cresc în toată țara, îndeosebi în sudul țării în RCP4.5 apoi și în sud-vestul țării în RCP8.5; aceiași răspuns se accentuează în P2;
- ecartul temperaturii diurne crește îndeosebi în sud și vest;
- numărul de zile reci ( $T_{min} < 10$ ) scade începând din vest și est în RP45, apoi în toată țara în RCP85; în P2 scăderea se accentuează îndeosebi în zona de Nord;
- numărul de zile cu îngheț: scad în Carpații Orientali în P1 în RCP45 și peste tot în zona montană în RCP85 în P1; în P2 scăderea se accentuează în aceleași zone;
- precipitații severe (R10mm): aceste extreme cresc în P1 îndeosebi în sud, sud-est și est în P1 în RCP45 și în toată țara (îndeosebi la munte) în RCP85; în P2 acestea rămân concentrate în zona de vest și nord a țării, în ambele scenarii, și descreșc față de perioada actuală în sud și SE;

- precipitații extreme (R20mm): aceste extreme cresc local în ambele scenarii și perioade în sudul/sud vestul, centrul și nordul țării (în RCP85 tind să se concentreze spre zona montană dar local sunt prezente și în sudul și nordul țării).

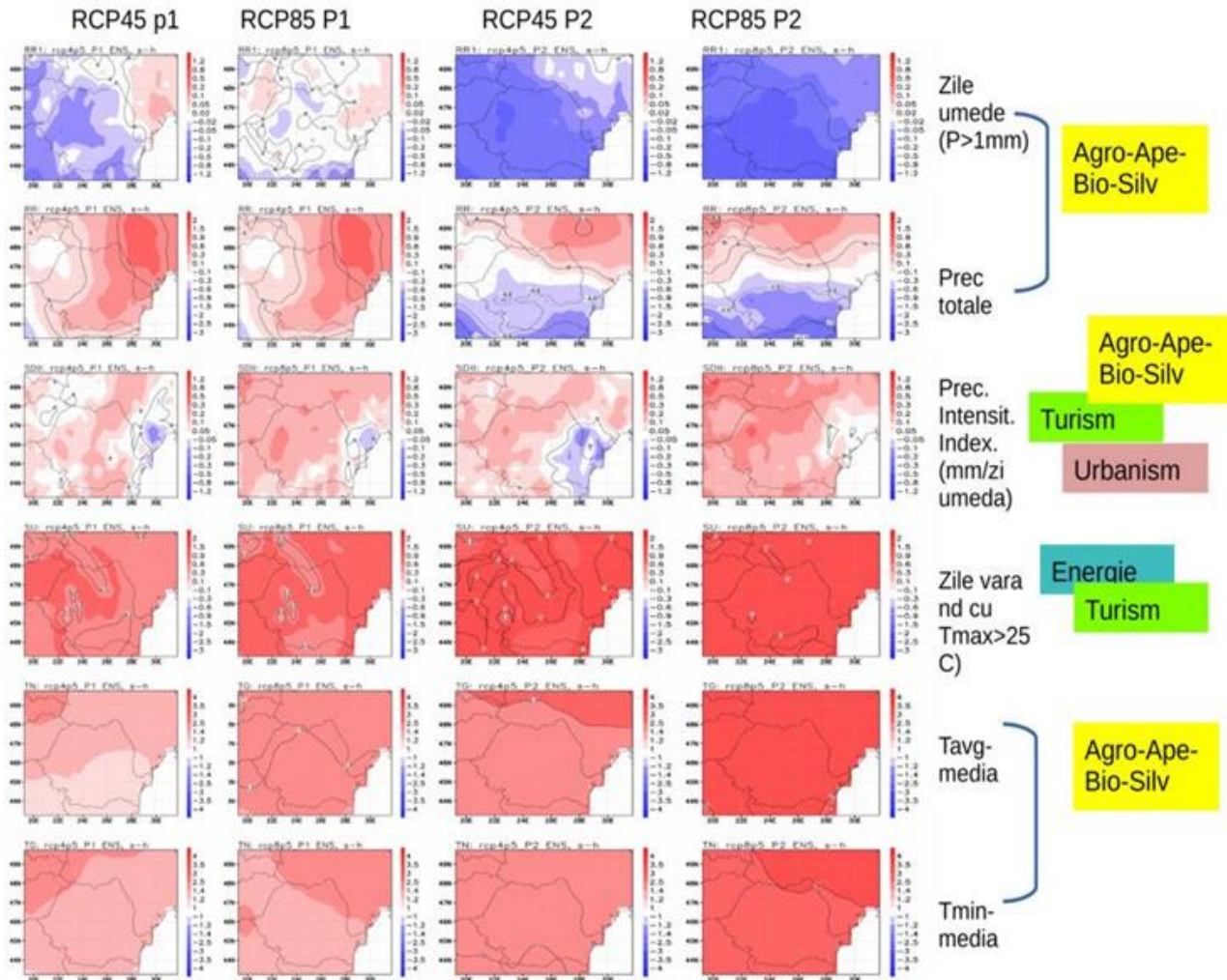


Figura 2.1.2 b) Indicatorii climatici extremi 7-12 (Tabel 2.1.1): Figura prezintă diferența indicatorilor pentru perioada P1 (coloana 1 și 2) și perioada P2 (coloana 3 și 4) între scenariu (media multi-model) și perioada istorică (P0), astfel: RCP45-HIST):coloana 1 și 3; (RCP8.4-HIST): coloana 2,4. P1=2011-2040; P2=2041-2070; P0=1971-2000. P1, P2 corespund RCPs iar P0 simulării HIST.

Pentru indicatorii climatici (7-12) studiați în figura 2.1.2, se constată următoarele considerente:

- numărul de zile umede (RR1) scade (deși precipitațiile extreme cresc) semnificativ în vestul țării în RCP45 în P1 și în toată țara în P2; în RCP85 scăderea se resimte doar târziu, în P2;
- totalul precipitațiilor (RR) scade în vestul țării dar crește în rest în RCP45 în P1, pentru că pe termen lung, în P2 să scadă semnificativ;
- -indicele SDII (indicele de intensitate a precipitațiilor) urmează patternul RR (și R10, R20) în P1; în schimb în P2 deși RR cresc doar în nord, zonele cu precipitații intense (SDII) corespund zonelor de R10, R20 intense și anume: vestul țării și nordul țării;



- numărul de zile vara crește continuu, îndeosebi în vest și nord (relativ la perioada actuală) în RCP45 și îndeosebi la munte (e evidențiat aspectul de schimbări accelerate în zona montană în RCP85 față de RCP45 – datorate feedbackului intensificat al zăpezii) – (impact potențial asupra rezervei de apă);
- Tmean, Tmin cat și Tmax cresc continuu, îndeosebi în jumătatea de nord a țării.

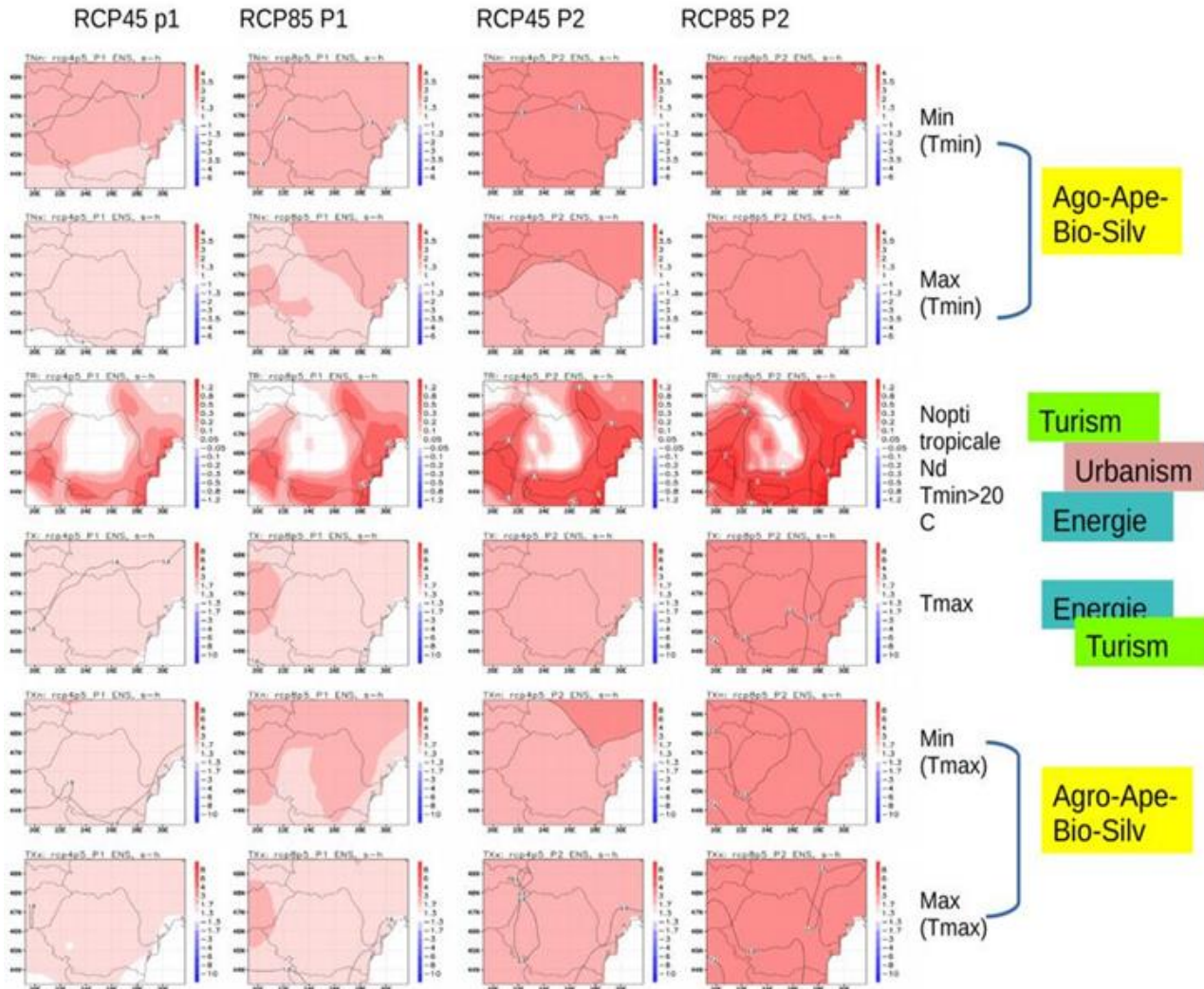


Figura 2.1.3 c) Indicatorii climatici extremi 13-18: Figura prezintă diferența indicatorilor pentru perioada P1 (coloana 1 și 2) și perioada P2 (coloana 3 și 4) între scenariu (media multi-model) și perioada istorică (P0), astfel: RCP45-HIST):coloana 1 și 3; (RCP8.4-HIST): coloana 2,4. P1=2011-2040; P2=2041-2070; P0=1971-2000. P1, P2 corespund RCPs iar P0 simulării HIST.

Din indicatorii climatici (13-18) analizați în figura 2.1.3, se evidențiază următoarele:

- Temperatura minimă crește în medie dar îndeosebi crește minima temperaturii minime în P1 în ambele scenarii, în ambele perioade;
- maxima temperaturii minime crește mai lent, acest aspect este de potențial interes pentru rezistența plantei (culturilor); temperatura minimă crește îndeosebi în jumătatea de nord/ nord-est dar și în vestul extrem al țării;
- -temperaturile maxime cresc în ambele scenarii, continuu, la fel începând din vestul extrem și nord-est;

- creșterea valorilor minime ale maximei diurne (TXn) este mai rapidă decât creșterea valorilor maxime ale maximei diurne (Txx);
- numărul de zile cu nopți tropicale TR crește în sud-vestul extrem și estul extrem (extraCarpatice), continuu, în ambele scenarii; se ajunge la un factor > 3 în P2.

### Sumar al indicatorilor extremi

Scenariile climatice actuale proiectează schimbări importante climatice la nivelul țării, evidențiate în Indicii Extremi climatici standardizați (IeC), indică:

- creșterea continuă a temperaturii medii, minime, maxime diurne;
- o variabilitate regională a precipitațiilor, cu creșterea frecvenței evenimentelor severe și extreme (precipitații intense > 10mm/zi și > 20mm/zi) în sudul și estul țării în RCP4.5 și în toată țara în RCP8.5 în orizontul apropiat (<2040); orizontul îndepărtat (2070) aduce schimbări dinamice, datorate circulației la scara globală, cu impact asupra localizării extremelor regionale în România;
- scăderea numărului de zile cu îngheț la sol în toată țara (îndeosebi în vestul și estul țării).

Un factor semnificativ de creștere este proiectat pentru indicii termici: SU (nr de zile de vară) la nivelul țării (la început îndeosebi la munte) și TR (nr de nopți tropicale) îndeosebi în sudul, vestul și estul extrem; creșterea proiectată a ecartului termic diurn la nivelul țării este maximă în sud (Campia Romana). Numărul de zile biologic efective (BEDD) crește în toată țara, cu o creștere maximă proiectată pentru sudul țării.

## 2.2. Resurse de apă

De-a lungul timpului, cu precădere în ultimele două decenii, efectele schimbărilor climatice sunt din ce în ce mai pregnante la nivel regional și local asupra managementului resurselor de apă, prin intensificarea unor fenomene de risc climatic dintre care, cele mai însemnate pentru sectorul de interes sunt inundațiile și seceta. Dacă vorbim atât despre procesul de producere a inundațiilor, cât și despre fenomenul de secetă, în ambele cazuri, factorul primordial favorizant și declanșator este reprezentat de către precipitații, implicit precipitații extreme în cazul inundațiilor, respectiv deficitul de precipitații în cel al secetelor. Mai mult decât atât, în ceea ce privește riscul la inundații, se poate observa faptul că, societatea nu este expusă doar riscului de producere a viiturilor lente, pe cuprinsul bazinelor hidrografice medii și mari, cât și riscului reprezentat de către viiturile rapide, specifice bazinelor hidrografice mici, cu suprafețe de sub 200-300 km<sup>2</sup>. Viiturile rapide, severe pot avea drept consecințe producerea unor pagube materiale semnificative și, deseori, chiar pierderi de vieți omenești, fiind observată o tendință ascendentă în frecvența acestora, fapt ce semnifică importanța deosebită a gestionării viiturilor menționate în scopul reducerii efectelor din plan social, economic, de mediu și de patrimoniu cultural. De altfel, inundațiile, considerate fenomene climatice de risc, ocupă primul loc în ceea ce privește răspândirea geografică, număr de evenimente și număr de persoane afectate. La nivelul țării noastre au fost identificate și raportate către Comisia Europeană în etapa de evaluare preliminară a riscului la inundații:

- 375 zone cu risc potențial semnificativ la inundații pentru cursurile de apă interioare și 24 de zone pentru Dunăre (Figura 2.2.1) (Planul de Management al Riscului la Inundații, INHGA, 2016) în ciclul 1 de implementare a Directivei Inundații;
- 526 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din care 17 zone având sursă pluvială de producere a inundațiilor) în ciclul 2 de implementare a Directivei Inundații (Figura 2.2.2).

Lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații este de aproximativ 19.482 km, reprezentând 24% din lungimea totală a cursurilor de apă cadastrate de pe teritoriul României (inclusiv fluviul Dunărea).

În Ciclul I de implementare a Directivei Inundații 2007/60/C.E., zonele cu risc potențial semnificativ la inundații au fost selectate ținând cont de:

- zonele prevăzutele cu lucrări de protecție împotriva inundațiilor (având lungimea digurilor mai mare de 5 km);
- rezultatele obținute în cadrul proiectului PHARE 2005/017-690.01.01 Contribuții la dezvoltarea strategiei de management al riscului la inundații (beneficiar – M.M.P. și A.N.A.R.);
- tronsoanele de curs de apă / zonele subiect ale viiturilor semnificative din trecut respectiv înfășurătoarea acestor inundații istorice. Realizarea layer-elor GIS a acestor zone a fost realizată la nivelul teritoriului național cu sprijinul A.N.A.R, prin Administrațiile Bazinale de Apă în coordonarea M.M.P. și cu îndrumarea științifică a I.N.H.G.A. în perioada 2009-2010 pentru realizarea *Planurilor de apărare împotriva inundațiilor, fenomenelor meteorologice periculoase, accidentelor la construcții hidrotehnice și poluărilor accidentale.*

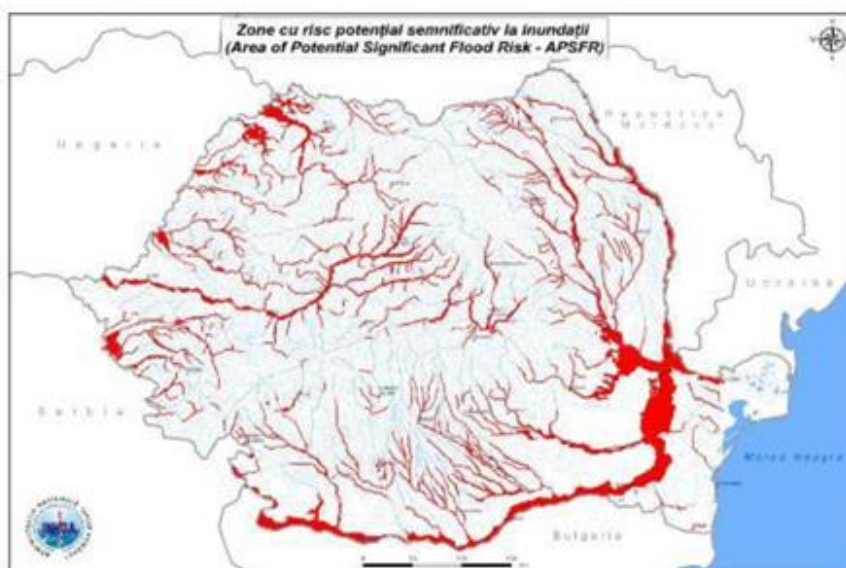


Figura 2.2.1. Zone cu risc potențial semnificativ la inundații  
(Sursa: Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, 2012)

Prin urmare, la nivelul României au fost identificate mai multe zone cu risc potențial semnificativ la inundații (A.P.S.F.R.), fiind relevante în cuantificarea riscului analizat bazinele din cadrul Administrațiilor Bazinale de Apă cu cele mai mari lungimi ale A.P.S.F.R.-urilor, după cum este prezentat în tabelul de mai jos (Tabelul 2.2.1). De altfel, lungimea totală a cursurilor de apă declarate ca zone cu risc potențial semnificativ la inundații este de aproximativ reprezintă aproximativ 24% din lungimea totală a cursurilor de apă cadastrate de pe teritoriul României, luând în considerare inclusiv fluviul Dunărea. Cu toate acestea, în contextul analizării anterioare a indicatorilor climatici determinanți, cu rol potențial și declanșator în producerea inundațiilor, este important de precizat faptul că, în cadrul metodologiei privind desemnarea zonelor cu risc potențial semnificativ la inundații la nivel de Administrație Bazinală de Apă nu s-a luat în considerare ca bază de raportare cantitatea de precipitații, ci s-a pornit de la identificarea principalelor evenimente semnificative (inclusiv localizarea spațială a acestora).



Tabelul 2.2.1. Distribuția zonelor A.P.S.F.R și H.H.R.I. la nivelul Administrațiilor Bazinale de Apă în ciclul I de implementare al Directivei Inundații 2007/60/CE (Sursa : I.N.H.G.A., 2016)

A.B.A.	Zone A.P.S.F.R.		
	Nr.	L (km)	L (%)
Argeș-Vedea	34	2404	13.7
Mureș	51	2284	13
Siret	54	2218	12.7
Prut	35	1857	10.6
Someș-Tisa	37	1519	8.7
Olt	39	1342	7.7
Crișuri	37	1252	7.1
Banat	46	1241	7.1
Buzău-Ialomița	16	1137	6.5
Dunărea	24**	1108	6.3
Jiu	16	737	4.2
Dobrogea-Litoral	10*	415	2.4
<b>TOTAL</b>	<b>399</b>	<b>17512</b>	<b>100</b>

\* din care două zone (84 km) sunt zone litorale

\*\* din care o zonă (34 km) este de tip litoral

În **Ciclul II de implementare**, metodologia de stabilire a zonelor cu risc potențial semnificativ la inundații a suferit numeroase îmbunătățiri, acestea fiind desemnate ținând cont de următoarele principii generale:

- evaluarea evenimentelor istorice semnificative indică faptul că zona este supusă și în prezent riscului la inundații sau la inundații recurente;
- evaluarea riscului potențial la inundații indică faptul că zona este considerată a fi de importanță strategică națională sau critică în cazul unor situații de urgență majoră (cum ar fi afectarea unor spitale, aeroporturi internaționale, școli, infrastructură de transport etc.);
- specialiștii din domeniul managementului riscului la inundații la nivel de Administrații Bazinale de Apă sau alte părți interesate la nivel local pot indica în mod clar zone supuse riscului la inundații severe; acestea pot fi confirmate de către analize detaliate la nivelul întregii țări.

Pentru determinarea acestora au fost luate în considerare informații disponibile la momentul actual, precum:

- tronsoane de râu stabilite ca A.P.S.F.R. în ciclul I al Directivei Inundații 2007/60/C.E.;
- tronsoanele cursurilor de apă pe care s-au produs inundații istorice semnificative în perioada 2010-2016;
- zone care au fost identificate ca fiind afectate de inundații istorice semnificative după implementarea Ciclului I al Directivei Inundații 2007/60/C.E., respectiv după anul 2012, și care îndeplineau criteriile de hazard și risc luate în considerare în definirea A.P.S.F.R.-urilor la nivel național în ciclul I; acestea au fost identificate în cadrul etapei de elaborare a P.M.R.I.;
- extinderea spațială a hazardului pentru viituri rapide și scurgeri importante pe versanți, torenți, pâraie, precum și a riscului aferent;
- rezultatele obținute în cadrul proiectului VULMIN (*“Vulnerabilitatea așezărilor și mediului la inundații în România în contextul modificărilor globale ale mediului – VULMIN”*, 2012-2017, Programul Parteneriate în Domenii Prioritare - Direcția 3: Mediu, PN-II-PT-PCCA-2011-3.1-1587), respectiv tronsoane de cursuri de apă susceptibile la viituri rapide;
- localități afectate de inundații provenite din ploi abundente de scurtă / lungă durată și cu drenaj deficitar;

- zonele susceptibile la inundații, sub forma înfășurătorii inundațiilor rezultate în urma modelării cu sisteme Fuzzy – GIS GRASS și aplicării unor metode de procesare GIS a Modelului Digital al Terenului;
- date spațiale pentru evaluarea impactului potențial al inundației (consecințe potențiale).

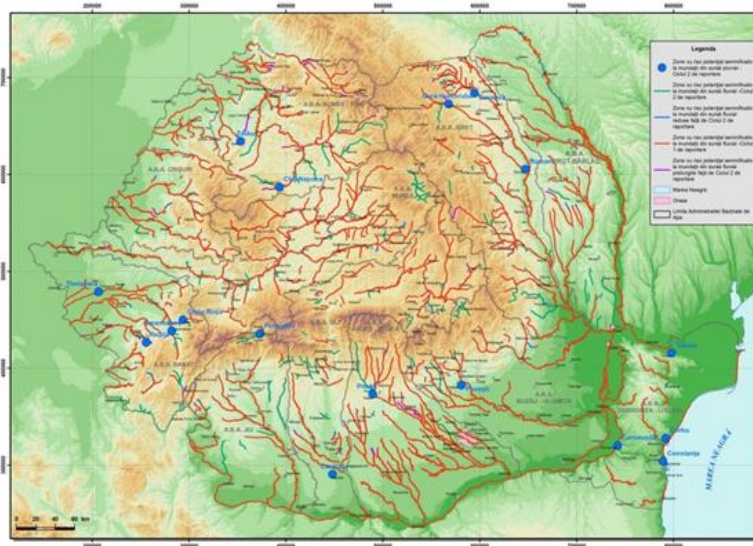


Figura 2.2.2. Zone cu risc potențial semnificativ la inundații identificate în cele 2 cicluri de raportare a Directivei Inundații (Sursa : Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, 2019)

În continuare, se prezintă situația zonelor cu risc potențial semnificativ la inundații (A.P.S.F.R.) și a lungimii acestora pe bazine hidrografice, așa cum au fost raportate de România (WISE) în ciclul II de implementare al Directivei Inundații 2007/60/CE, după cum urmează:

- *Administrația Bazinală de Apă Someș-Tisa* – 33 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială și pluvială), ca urmare a aplicării metodologiei privind desemnarea zonelor cu risc potențial semnificativ la inundații la nivel de A.B.A.;
- *Administrația Bazinală de Apă Crișuri* – 34 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială), însumând nu mai puțin de 1259,52 km (22% din lungimea totală a cursurilor de apă);
- *Administrația Bazinală de Apă Mureș* – 78 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială), însumând o lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații de 2505,14 km, ceea ce reprezintă 23% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate de A.B.A. Mureș;
- *Administrația Bazinală de Apă Banat* – 48 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială și din sursă pluvială). Lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații este de 1.376 km, reprezentând 20% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate la nivel de A.B.A.;
- *Administrația Bazinală de Apă Jiu* – 25 zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială și pluvială), cu o lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial

semnificativ la inundații de 997,2 km (20% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate de această Administrație Bazinală);

- *Administrația Bazinală de Apă Olt* – 53 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială, dar și din sursă pluvială), având o lungime de 1543,68 km (16% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate);
- *Administrația Bazinală de Apă Argeș-Vedea* – 34 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială și respectiv din sursă pluvială). Lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații este de 2591,93 km (37% din lungimea totală a cursurilor de apă);
- *Administrația Bazinală de Apă Buzău-Ialomița* – 22 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială și pluvială), lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații fiind de 1.251,89 km (23% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate de către A.B.A.);
- *Administrația Bazinală de Apă Siret* – 66 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială, dar și din sursă pluvială), care însumează nu mai puțin de 2.496 km, anume 23% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate de A.B.A. Siret;
- *Administrația Bazinală de Apă Prut-Bârlad* – 46 de zone cu risc potențial semnificativ la inundații (din sursă fluvială), cu o lungime totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații de 2042,95 km (26% din lungimea totală a cursurilor de apă administrate de A.B.A. Prut-Bârlad);
- *Administrația Bazinală de Apă Dobrogea - Litoral* – 16 zone cu risc potențial semnificativ la inundații (atât din sursă fluvială și respectiv pluvială), lungimea totală a cursurilor de apă declarate zone cu risc potențial semnificativ la inundații fiind de 426,06 km (78% din lungimea totală a cursurilor de apă).

Instrumentul de planificare strategică (în conformitate cu Directiva 2007/60/EC) este Planul de Management al Riscului la Inundații (P.M.R.I.). În România, este în curs de elaborare cel de-al doilea P.M.R.I. Obiectivele acestui plan sunt redată mai jos (cu evidențierea obiectivului g):

- a. Evitarea/Controlul riscurilor asociate inundațiilor.
- b. Reducerea impactului negativ al inundațiilor asupra populației.
- c. Reducerea impactului negativ al inundațiilor asupra infrastructurii și activității economice.
- d. Reducerea impactului negativ al inundațiilor asupra patrimoniului cultural.
- e. Reducerea impactului negativ al inundațiilor asupra mediului și atingerea /menținerea obiectivelor de mediu în conformitate cu Directiva Cadru Apă.
- f. Consolidarea gradului de conștientizare și reziliență cu privire la riscurile la inundații, precum și consolidarea capacității de avertizare timpurie, alarmare și intervenție și răspuns în caz de urgență.
- g. Creșterea gradului de adaptare la impactul schimbărilor climatice la nivelul bazinelor hidrografice și zonei costiere.
- h. Maximizarea eficienței în atingerea obiectivelor legate de riscurile la inundații, luând în considerare costurile și a finanțarea disponibilă.

i. Îmbunătățirea implicării tuturor părților interesate.

În egală măsură, cel de-al doilea hazard natural negativ major asupra populației, sectorului socio-economic și de mediu este reprezentat de către fenomenul de secetă, putând avea o dimensiune spațio-temporală și intensitate de producere diferită, atât în cazul secetei meteorologice, cât și în cel al secetei hidrologice. De altfel, mecanismele de producere și manifestare a acestor tipuri de secetă sunt deosebit de complexe și sunt condiționate singular sau combinat de factorii meteorologici/climatici, hidrologici, resursele de apă disponibile, etc. (Bojariu et al., 2015).

Astfel, dacă vorbim despre impactul potențial al inundațiilor și secetei asupra sectorului de management al resurselor de apă, putem spune că, aceste fenomene climatice de risc pot fi determinate prin variabilitatea temporală și spațială ai gradientilor de temperatură și precipitații, diferențiate regional în funcție de particularitățile topo-climatice ale unui anumit areal, în cazul analizei resurselor de apă.

În cele ce urmează au fost interpretați mai mulți indicatori climatici relevanți în determinismul diferențierilor regionale ale fenomenelor climatice de risc menționate anterior, primul dintre aceștia fiind *temperatura medie zilnică* raportată la o evoluție decadală, de altfel, un parametru climatic esențial în manifestarea unei suite însemnate de procese fizico-chimice, mecanice, climatice, hidromorfologice ș.a. Referitor la variația temperaturii medii anuale în perioada de referință cuprinsă între 1961 – 2020, putem spune că, acest parametru climatic prezintă o tendință pregnantă de creștere pe toată suprafața țării, valorile de variație periodică înregistrate fiind cuprinse exclusiv în ecartul cuprins între  $0,05 - 0,40^{\circ} \text{C}$  / decadă, cu o distribuție teritorială interesantă, anume valorile cuprinse în intervalul  $0,05 - 0,20^{\circ} \text{C}$  / 10 ani putând fi identificate, conform materialului cartografic (Figura 2.2.3), cu precădere în vestul României, pe cuprinsul Câmpiei Aradului, Câmpiei Vingăi și Câmpiei Timișului, în Dealurile Lipovei, în extremitatea sud-vestică a Câmpiei Române, în centrul și sud-vestul Carpaților Orientali, dar și în Câmpia Bărăganului și Delta Dunării. Aceste areale fizico-geografice corespund, din punct de vedere hidrologic, bazinelor Crișurilor, Carașului, Nerei, porțiunii sudice a bazinelor Jiului și Oltului, Ialomiței, Dunării și sectorului intramontan al bazinului Mureșului. În ceea ce privește abordarea aceluiași indice climatic termic, putem menționa și bazine hidrografice pe cuprinsul cărora s-a înregistrat o tendință de creștere semnificativă a temperaturii medii zilnice cu valori cuprinse între  $0,35 - 0,40^{\circ} \text{C}$  în 10 ani, acestea fiind areale precum bazinul hidrografic al Bârladului, sectorul inferior al Prutului, bazinul Argeșului, sectorul vestic depresionar al Someșului sau bazinul hidrografic al Sucevei. De altfel, dacă luăm în considerare tendințele climatice din intervalul de referință ce se încadrează în întregime ca fiind pozitive, putem spune că, acestea au o legătură indisolubilă de interdependență cu aportul pluviometric regional prin creșterea graduală a evaporației și implicit a nebulozității, parametrii care se reflectă în distribuția regională și locală a cantității de precipitații.



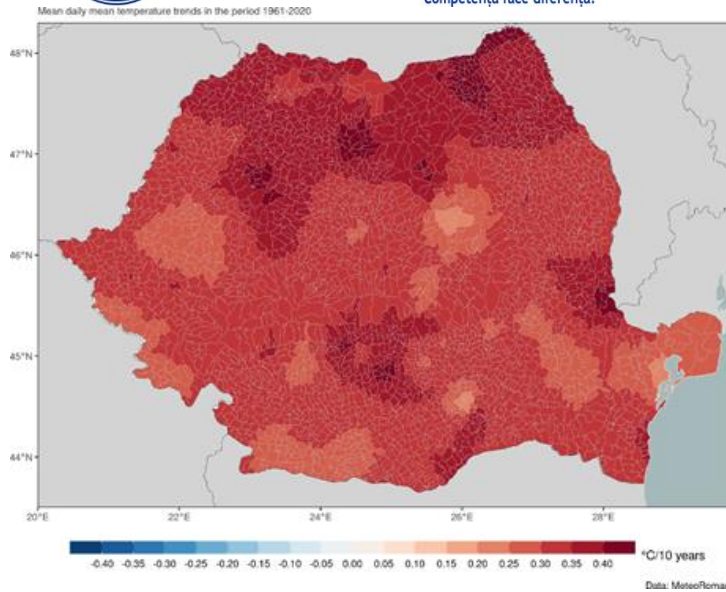


Figura 2.2.3. Variația / UAT a valorii Temperaturii medii zilnice / 10 ani, pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

În cazul indicelui *cantității anuale de precipitații* (Figura 2.2.4), putem observa o evoluție regională relevantă din punct de vedere climatic pentru dinamica fenomenelor climatice de risc, în perioada 1961 – 2020, pe cuprinsul principalelor bazine hidrografice semnificative la nivel regional sunt reliefate tendințe semnificative de scădere a cantităților anuale de precipitații cuprinse între -5 – -15% și chiar -20% pe perioade temporale a câte 10 ani, în bazinele hidrografice ale râurilor Crișul Repede, Oltului (în sectorul bazinal superior, ce se suprapune treptei altimetrice montane) și fluviului Dunărea (în nordul Podișului Dobrogei), dar pot fi remarcate și valori ale ponderilor de creștere a cantității anuale de precipitații cuprinse între 5 – 15%, pe alocuri chiar 20% / 10 ani, prin raportare la perioada de referință, cu precădere în bazinele hidrografice ale Someșului (pe râurile Crasna și Sălaj), Mureșului (pe afluenții Iara, Arieș și Ampoi), Siretului (pe Bistrița și în arealul delimitat de râurile Almaș și Agrij), în bazinul superior al Argeșului și în sudul Podișului Dobrogei, anume în bazinele afluenților secundari ai Dunării și pe suprafețele semi-endoreice.

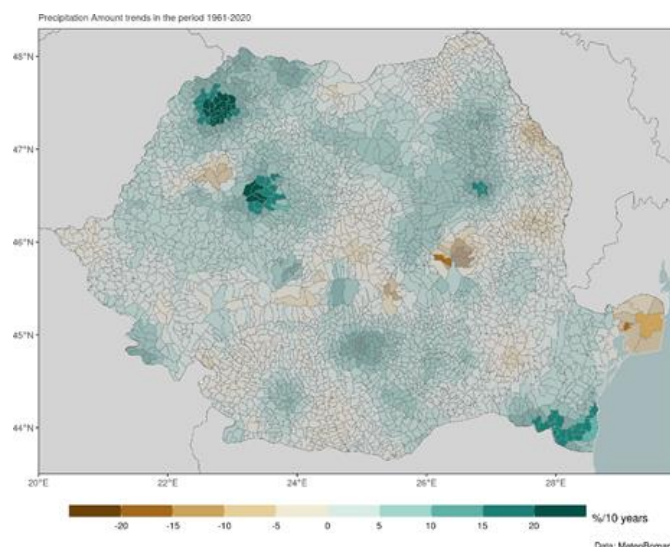


Figura 2.2.4. Variația / UAT a valorii Cantității anuale de precipitații / 10 ani,

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

În egală măsură, un alt indicator climatic ce poate avea o importanță însemnată în procesul determinismului causal asupra riscului producerii în special a unor inundații este reprezentat de către *numărul de zile cu precipitații foarte abundente*, prin analiza hărții specifice ce ilustrează variația acestui parametru climatic la nivelul României (Figura 2.2.5.) fiind reliefată, în perioada de referință cuprinsă între 1961 – 2020, o preponderență însemnată a regiunilor în care acest indicator înregistrează o variație însemnată, cu o fluctuație predominant pozitivă, față de regiunile în care este vizibilă o tendință descendentă. Astfel, în bazinele hidrografice ale râurilor Tisa, Crișul Repede, Bârzava, Jiu, în bazinul superior al Siretului și în bazinele hidrografice ale Teliței și Taiței (două râuri care se varsă în lagune maritime), este înregistrată o rată semnificativă de creștere a numărului de zile cu precipitații abundente cu aproximativ 0,2 zile până la peste 0,6 zile pe decadă, la polul opus aflându-se bazine hidrografice precum cel al Dornei (afluent al râului Bistrița), Gurghiului, Târnavelor, Hârtibaciului (afluenți ai Mureșului) sau Mostiștei (afluent al fluviului Dunărea) pe cuprinsul cărora poate fi identificată o amprentă deficitară în variația indicatorului analizat pentru perioada de interes, constatându-se o scădere a numărului de zile cu precipitații abundente cu o rată de -0,1, -0,2 – peste -0,4 zile / decadă.

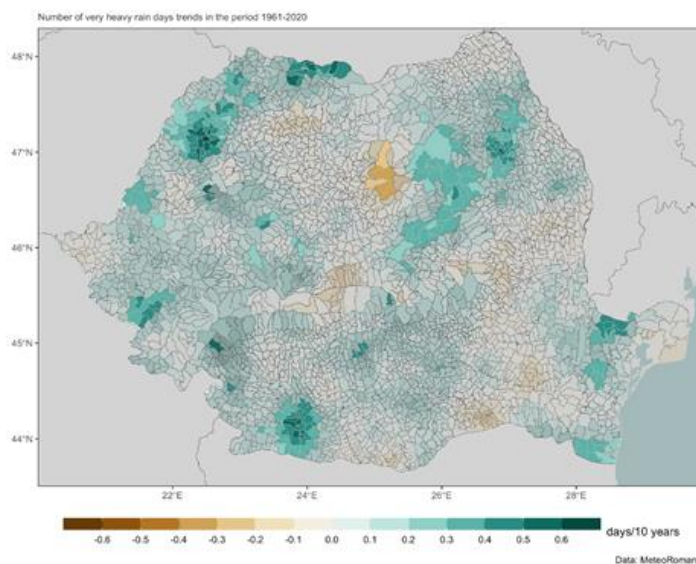


Figura 2.2.5. Variația / UAT a valorii Numărului de zile cu precipitații foarte abundente / 10 ani, pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

De asemenea, în procesul producerii fenomenului climatic de secetă este relevant a lua în considerare *numărul maxim de zile consecutive fără precipitații (sub 1,0 mm)*, putând fi remarcate, din această perspectivă, doar râurile din bazinul hidrografic al Dunării, în sectorul de defileu, anume râurile Blahnița și Drincea, dar și cele din vestul bazinului hidrografic al Jiului, precum râurile Coșuștea și Motru, acestea fiind situate într-o regiune ce se remarcă printr-o tendință de creștere cu 1,4 – peste 2 zile a indicatorului menționat anterior, comparativ cu bazinele hidrografice ale unor râuri care se varsă în lagunele și limanele maritime, cum este cazul râurilor Telița, Taița, Slava și Casimcea, care se află într-o regiune caracterizată printr-o tendință descendentă a indicatorului analizat cu aproximativ -1,4 – -0,6 zile, fapt ce relevă conturarea unei amprente climatice de ariditate, în special în extremitatea vestică și sud-vestică a Câmpiei Române, dar și în Podișul Dobrogei și Delta Dunării (Figura 2.2.6.).

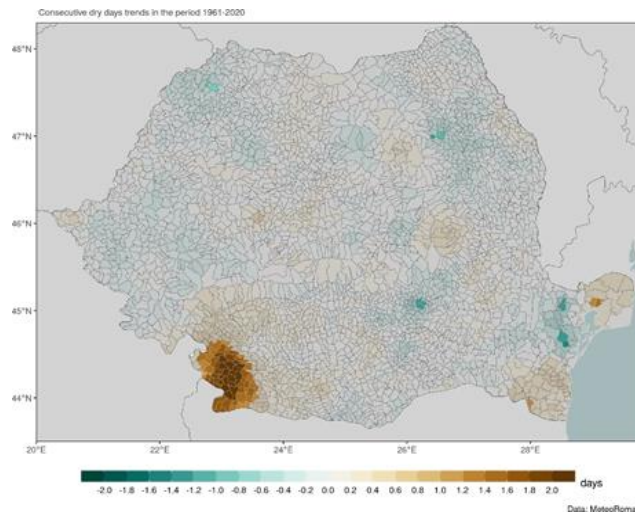


Figura 2.2.6. Variația / UAT a valorii Numărului maxim de zile consecutive fără precipitații (sub 1,0 mm), pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

Cu toate că, totalitatea indicatorilor analizați anterior constituie o bază importantă în procesul determinării diferențierilor regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic, precum este cazul inundațiilor și secetei, de departe cei mai semnificativi indicatori în demersul cuantificării potențialului de producere al fenomenelor menționate care pot descrie deopotrivă tendințele de manifestare ale fenomenelor de inundații și secetă, sunt reprezentați de către Indicele Standardizat de Precipitații (S.P.I.) și Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.). În cazul primului dintre aceștia, un instrument util în procesul identificării și caracterizării secetei, dar și în cel al analizei excedentului de precipitații pentru un anumit areal, pentru perioada de referință cuprinsă între 1961 – 2020, putem observa că, după cum este ilustrat și în materialul cartografic de mai jos (Figura 2.2.7.), valorile pozitive ale acestui indicator, cuprinse în intervalul 0 – 0,15 unități sunt specifice cu precădere bazinelor râurilor Crasna (afluent al Someșului), Barcău împreună cu afluentul său, Ier, Crișul Repede, Mureș, Siret, Olt (împreună cu bazinele ce corespund afluenților săi, anume Homorodul Mare, Bârsa și Râul Negru), dar și în bazinul hidrografic al Dunării, pe sectorul cuprins între Călărași și Brăila (cunoscut drept și sectorul Bălților Dunării), ceea ce ilustrează, conform parametrilor de încadrare specifici acestui indicator, un climat temperat-continental cu nuanțe de ariditate și tendințe de evoluție normale ale gradientului pluviometric, fără a fi constatate modificări anormale ale tendințelor climatice determinante pentru producerea unor fenomene precum inundațiile sau seceta. În același timp, ușoara amprentă de ariditate este ilustrată prin valorile ușor negative ale Indicelui Standardizat de Precipitații, cuprinse între -0,05 – -0,10 unități, identificate cu precădere în bazinul hidrografic al Dunării, pe sectorul Dunării maritime, ce este localizat între Brăila și Marea Neagră.

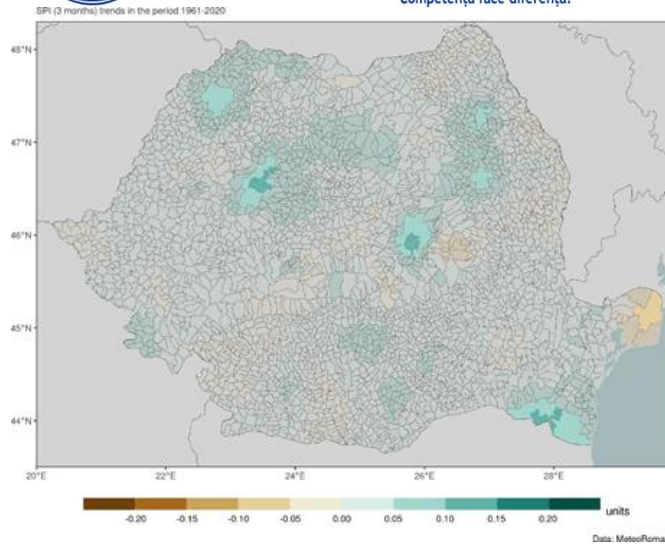


Figura 2.2.7. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

În egală măsură, evoluția dintr-o perspectivă viitoare a Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), prin raportare la perioada de referință, pentru intervalul cuprins între 2021 – 2030 (Figura 2.2.8.), are valori maxime cuprinse între 0,04 – 0,07 unități în regiunile bazinelor hidrografice din nord-vest, sud-vest și respectiv vest, datorită tendinței generale de intensificare a influenței vânturilor de vest asupra acestor zone, ceea ce determină un aport pluviometric însemnat și implicit înregistrarea unui excedent de precipitații. La polul opus se află bazinele hidrografice din regiunile în care sunt înregistrate valori negative ale indicatorului de interes cuprinse în intervalul -0,04 – -0,01 unități, anume în nord-est și sud-est, datorită accentuării treptate de aridizare a acestor zone. Astfel, pe aceste principii poate fi bazată analiza indicatorului de interes și pentru perioadele mai îndelungate de timp, în intervalul de referință cuprins între 2031 – 2050 fiind observată o tendință interesantă comparativ cu perioada anterioară, anume aceea că, valorile maxime ale indicelui de interes sunt cuprinse între 0,16 – 0,19 unități, fiind înregistrate de această dată în regiunile de nord-est și centru, în timp ce valorile minime cuprinse între 0,08 – 0,09 unități sunt specifice regiunilor de vest și sud-vest, ceea ce indică o tendință de accentuare a amprentei de ariditate în estul și centrul țării. În perioada 2071 – 2100 (Figura 2.2.9.), putem observa tendința de menținere a variabilității pluviometrice identificată și pe baza observării variației valorice pentru intervalele anterioare de timp, anume pe cuprinsul bazinelor hidrografice din vestul, nord-vestul, nord-estul și centrul țării se mențin valori relativ ridicate ale indicelui, cuprinse în intervalul 0,13 – 0,23 unități, comparativ cu valorile minime ale acestuia ce se încadrează între 0,01 – 0,06 unități și sunt localizate în sud, sud-est și sud-vest.

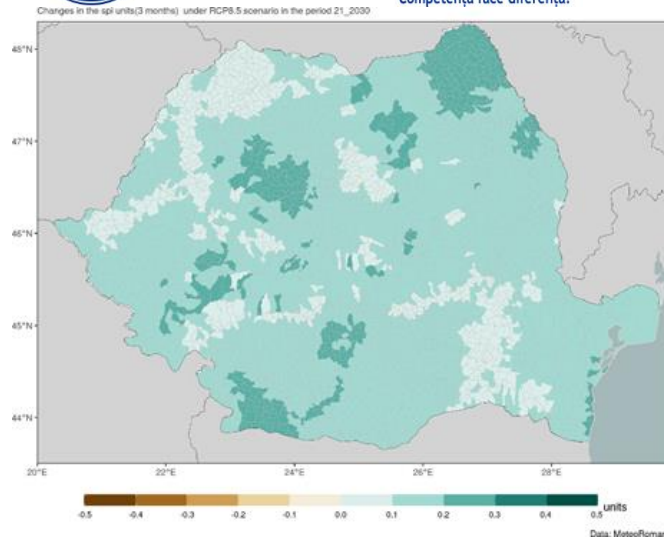


Figura 2.2.8. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicelui Standardizat de Precipitații (S.P.I.), pentru perioada de referință 2021-2030 (Sursa : A.N.M., 2021)

De asemenea, dacă ne referim la variabilitatea Indicelui Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.) pe cuprinsul regiunilor geografice și al bazinelor hidrografice, prin raportare la perioada de referință 1961 – 2020, (Figura 2.2.10) acest parametru care se bazează pe cantitatea de precipitații și pe evapotranspirație, înregistrează valori pozitive cuprinse doar în intervalul 0 – 0,05 unități în bazinele hidrografice ale râurilor Siret, Someșul Mare, Mureș, Caraș și în bazinul fluviului Dunărea (sectorul Bălților Dunării, cuprins între Călărași și Brăila), la polul opus aflându-se bazinele hidrografice pe cuprinsul cărora sunt înregistrate valori ușor negative, cuprinse între -0,05 – -0,20 unități, anume în bazinele hidrografice ale Prutului, Siretului, Mureșului (cu câțiva dintre afluenții săi – Târnava Mică, Târnava Mare, Niraj, Hârtibaciu), Arâncăi, Begăi, Jiului (cu afluenții Motru și Coșuștea), dar și în bazinul râului Olt și al afluenților acestuia, precum Cerna, Olteț și Teslui, al râului Ialomița și nu în ultimul rând, în bazinul inferior al Dunării, pe sectorul de defileu localizat între Baziaș și Porțile de Fier.

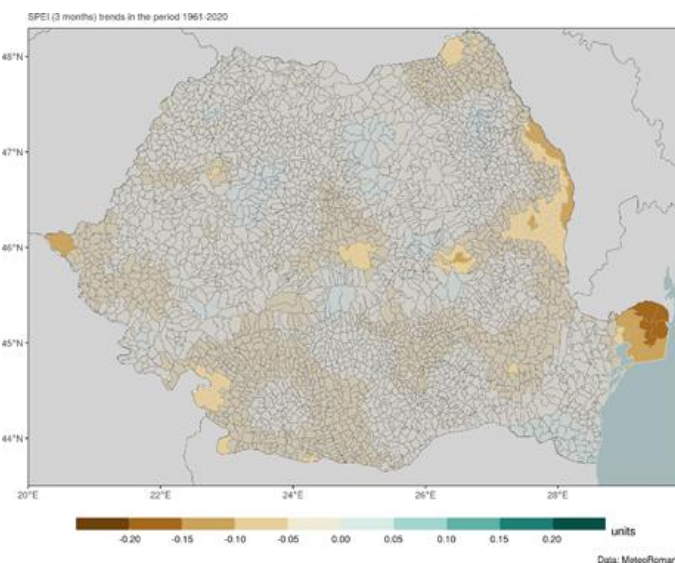


Figura 2.2.9. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicelui Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.), pentru perioada de referință 1961 – 2020 (Sursa : A.N.M., 2021)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





De altfel, din perspectiva schimbărilor viitoare, în perioada cuprinsă între 2021 – 2030 (Figura 2.2.11), acest indice descrie o tendință negativă față de intervalul de interes, înregistrând valori scăzute cuprinse între -0,08 – -0,15 unități în bazinele hidrografice principale și în subbazinele din regiunile nord-vestice, nord-est, centrale și valori mai ridicate raportate la tendința generală cuprinse între -0,06 – -0,1 unități ce corespund majorității bazinelor hidrografice din sudul, sud-estul, sud-vestul și vestul țării, fapt ce indică existența unei amprente de aridizare a teritoriului. Din perspectiva perioadei cuprinse între 2031 – 2050, deși valorile indicatorului de interes se păstrează sub pragul de o unitate, acesta devine pozitiv pe aproape toată suprafața bazinelor hidrografice de la nivelul țării, excepție făcând doar câteva bazine hidrografice din sud-estul și sud-vestul teritoriului, fiind observate valori mai scăzute cuprinse în intervalul 0,02 – 0,04 unități, fapt ce ilustrează o ușoară creștere a cantității de precipitații. De asemenea, o tendință predominant negativă persistă și în perioada 2071 – 2100 (Figura 2.2.12), cu valori maxime cuprinse între 0,01 – 0,02 unități în spațiile hidrografice din nord-vestul și centrul României, acest indicator fiind încadrat, totuși, în limitele valorice normale, neavând un impact semnificativ în determinismul asupra diferențierilor regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic (inundații și secetă) asupra managementului resurselor de apă.

Totodată, seceta, expresie a dezechilibrului din natură, poate fi caracterizată prin intermediul unor indicatori de bază care exprimă intensitatea secetei, aceștia estimând în ce măsură precipitațiile dintr-un anumit loc, pe o anumită perioadă se abat de la valoarea medie multianuală, precum se poate realiza prin intermediul Indicelui de ariditate (I.A.) propus de U.N.E.P. sau a Indicele Palmer pentru evaluarea severității secetei (I.P.S.S.). Astfel, Indicele de ariditate, anume media multianuală a acestuia a avut valorile cele mai scăzute (sub 0,5) în bazinele hidrografice care corespund extremității estice a țării (zona Dobrogei – caracterizată printr-un regim semiarid), în bazinele din sudul și sud-estul țării, indicele de interes a avut valori cuprinse între 0,50- 0,65, ceea ce indică un regim uscat spre sub-umed, iar în cele din centrul, nordul și vestul țării, conform distribuției spațiale a aceluiași indicator, regimul este sub-umed. Pe baza analizei materialului cartografic de mai jos (Figura 2.2.13), privind repartitia teritorială a Indicelui de ariditate se poate observa o modificare a zonelor cu regim uscat spre sub-umed și a celor cu regim semiarid în sensul creșterii suprafețelor cu aceste caracteristici în bazinele hidrografice din extremitatea estică, sud-estul și estul țării și apariția unor zone cu regim uscat spre sub-umed în cele din sudul țării și chiar în vest.



Figura 2.2.10. Repartiția teritorială a Indicelui de Ariditate (medii multianuale calculate 1961-2014)  
(Sursa : Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, 2015)

În consecință, referitor la fenomenul climatic de secetă, putem spune că în prezent, în România zonele cele mai afectate de secetă sunt cele situate în sudul, sud-estul, și estul țării, anume regiunile situate în Câmpia Olteniei, Câmpia Munteniei, Dobrogea, estul extrem (Delta Dunării) și Câmpia Moldovei. În consecință, bazinele hidrografice identificate ca fiind supuse, în mod frecvent, fenomenului de secetă atât în prezent, cât și în viitor, ținând seama de efectele schimbărilor climatice, sunt cele care se află pe teritoriul următoarelor administrații bazinale de apă: A.B.A. Jiu, A.B.A. Olt, A.B.A. Argeș-Vedea, A.B.A. Buzău-Ialomița, A.B.A. Siret, A.B.A. Prut-Bârlad și A.B.A. Dobrogea-Litoral.

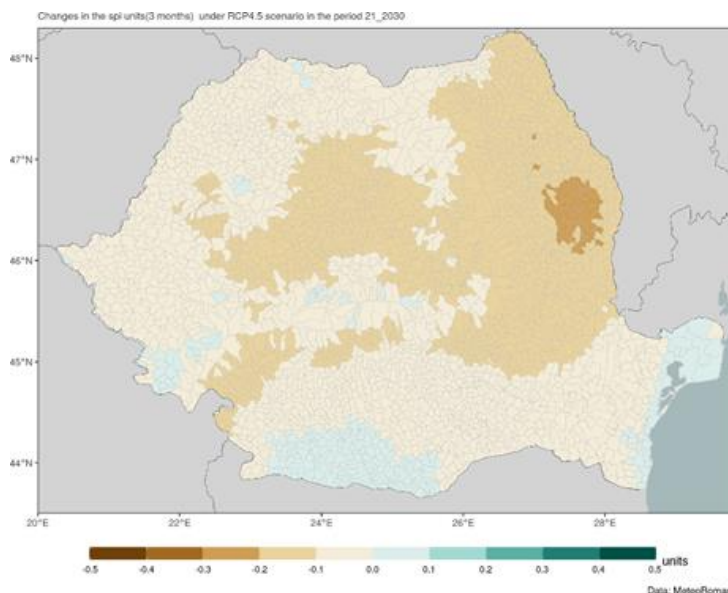


Figura 2.2.11. Schimbarea medie / UAT a valorii medii a Indicele Standardizat de Precipitații și Evapotranspirație (S.P.E.I.), pentru perioada de referință 2021-2030 (Sursa : A.N.M., 2021)

### 2.3. Transporturi

#### Introducere

Proiectarea și întreținerea construcțiilor infrastructurilor de transport pentru a-și menține integritatea și capacitatea de funcționare sunt esențiale din punct de vedere a implicațiilor sectorului transportului în economia națională și cu efect direct asupra calității vieții cetățenilor. Cu toate acestea, abordarea unor politici și măsuri pentru evitarea completă a deteriorării infrastructurii provocate de vreme și a defecțiunilor încă din faza de proiectare, nu este fezabilă din punct de vedere economic.

Transportul de mărfuri și pasageri se bazează intrinsec pe o rețea complexă de conexiuni/noduri și infrastructuri terestre, de apă interioară, maritime și aeriene. Necesitatea de a limita efectele deteriorării cauzate de condițiile meteorologice nefavorabile (de exemplu, precipitații prelungite, stres termic, ciclul de îngheț-dezghet) și a consecințelor daunelor în caz de evenimente extreme (de exemplu, defectarea digului) este un factor cheie care influențează proiectele de investiție, proiectare și construcție a infrastructurii de transport. Contribuția efectelor climatice la uzura obișnuită a infrastructurii precum și riscurile legate de dezastre meteorologice (cauzate de fenomene meteorologice extreme) sunt considerați a fi parametrii intrinseci pentru o proiectare

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



fezabilă a sistemului de transport național, atât în prezent cât și pe viitor. Podurile și traversările, de exemplu, sunt proiectate de obicei pentru a rezista la deversarea râului de 100 de ani, în timp ce infrastructura de rulare rutieră (stratul asfaltic superior de rulare) are o durată de viață estimate la 7-10 ani. Condițiile de transport sunt, de asemenea, extrem de afectate de evenimente meteorologice extreme, cum ar fi furtuni de iarnă, gheață și ploii abundente.

Prin urmare, atât condițiile medii de exploatare, cât și cele extreme (cauzate de variațiile meteorologice intense) reprezintă în prezent o componentă deloc neglijabilă a costurilor legate de exploatarea și întreținerea infrastructurii de transport (în special cea rutieră și feroviară). Pentru infrastructurile de transport rutier, analizele efectuate au arătat că stresul meteo reprezintă de la 30% la 50% din costurile actuale de întreținere a drumurilor din Europa (8-13 miliarde EUR / an). Aproximativ 10% din aceste costuri (valoare estimată de 0,9 miliarde EUR / an) sunt asociate doar cu evenimente meteorologice extreme, în care precipitațiile puternice extreme și evenimentele de inundații reprezintă prima contribuție[1].

Pentru analiza spațială pentru identificarea diferentierilor regionale ale posibilelor impacturi legate de sectorul transporturi, au fost considerate patru direcții principale de studiu, în vederea unei analize la nivel național cu privire la vulnerabilitatea și adaptarea la schimbările climatice viitoare (Tabelul 2.3.1), acoperind diferite aspecte ale schimbărilor climatice (stres termic, precipitații și inundații extreme, creșterea nivelului mării), tipuri de infrastructură (drumuri, cale ferată, poduri) și considerând duratele de viață specifice fiecărui element de infrastructură de transport (de la 7 ani la peste 100 de ani). Toate aceste direcții principale de studiu au fost efectuate pe baza prognozelor fenomenelor meteo (RCP 4.5 și RCP 8.5), pentru intervalele de timp 2021-2030, 2031-2050, 2041-2070 și 2071-2100.

Tabelul 2.3.1. Analiza națională privind vulnerabilitatea și adaptarea la schimbările climatice viitoare

Efectul climatic	Sector transport	Tip infrastructură	Durata de viață (ani)	Mod interpretare risc climateric	Măsuri adaptive	Efecte datorate evitării impacturilor climatice
Temperatura	Rutier	Drum	7-10	Determinarea zonelor expuse pericolului de deteriorare termică a asfaltului	-Schimbarea tipului de asfalt -Aplicarea de restricții de circulație	-Reducerea deteriorării stratului de rulare -Reducerea numărului de accidente -Creșterea eficienței economice a procesului de transport
	Feroviar	Cale ferată	50-100	Determinarea zonelor expuse pericolului de deteriorare termică a șinei de rulare	-Schimbare tip șină de rulare -Aplicarea de restricții de viteză	-Reducerea deteriorării integrității și forme șinei de rulare -Reducerea numărului de accidente -Creșterea eficienței economice a procesului de transport
Precipitații	Rutier	Drum	7-10	Determinarea zonelor expuse pericolului de deteriorare termică a asfaltului	-Verificarea permanentă și întreținere infrastructură de transport (poduri și traversări)	-Reducerea deteriorării stratului de rulare -Reducerea numărului de accidente -Creșterea eficienței economice a procesului de transport
	Feroviar	Cale ferată	50-100	Determinarea zonelor expuse pericolului de deteriorare termică a șinei de rulare	-Verificarea permanentă și întreținere infrastructură de transport (poduri și traversări)	-Reducerea deteriorării integrității și forme șinei de rulare -Reducerea numărului de accidente -Creșterea eficienței economice a procesului de transport
Intensitate vânt	Aerian	Infrastructură aeroportuară	100	Determinarea zonelor cu intensități ridicate ale vântului	-Restricții de amplasare a viitoarelor aeroporturi în zona vizată -Utilizarea de echipamente speciale de identificare în mod	-Reducerea/eliminarea numărului de incidente/accidente

					real (și prognoză) a intensității vântului	
<b>Nivelul mărilor și oceanelor</b>	Rutier (costier)	Drum	7-10	Determinarea zonelor expuse pericolului de deteriorare a asfaltului datorită inundațiilor cauzate de creșterea nivelului mării	-Relocarea/ reamplasarea drumurilor -Construcția de diguri de protecție	-Reducerea deteriorării stratului de rulare -Reducerea numărului de accidente

[1] F. Nemry, H. Demirel - Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures (2012), European Union, JRC, ISBN 978-92-79-27037-6.

### Analiza spațială pentru identificarea posibilelor impacturi climatice asupra infrastructurii de transport rutier

Proiectarea și întreținerea adecvată a pavajului rutier (infrastructură de rulare) pentru rețeaua rutieră sunt esențiale pentru o bună operare a activităților de transportului și a elementelor ce țin de siguranța rutieră a tuturor participanților la trafic. Dezvoltarea unei largi varietăți de asfalturi și lianți de asfalt a permis ajustarea caracteristicilor pavajului rutier la condițiile meteorologice locale.

În funcție de condițiile climatice, constrângerile meteo pot consta în condiții de iarnă foarte reci și cicluri frecvente de îngheț-dezghet, precipitații intense și/sau condiții de temperatură ridicată (episode) în special în sezonul de vară. Constrângerile meteo sunt, în unele cazuri, deosebit de dificile pentru operatorii de întreținere a infrastructurii de transport, din cauza condițiilor meteorologice greu de prezis, este dificil să se realizeze organizarea din timp sau în timp util (activități, materiale, personal, aprobări etc.) corectă, promptă și eficientă a proceselor de mentenanță și de reparare, cerute de infrastructură. De exemplu, una din cerințele de siguranță necesară desfășurării unui bun trafic implică existența unui pavaj rutier specific condițiilor de trafic și caracteristicilor vehiculelor ce îl utilizează cu cerințe directe asupra alegerii tipului asfaltului în funcție de frecvența locală sau regională a unor efecte meteorologice intense (temperatură, precipitații intense frecvente) sau specifice zonei geografice (zile de îngheț frecvente).

Deteriorarea pavajelor rutiere este cauzată ca urmare a unui cumul de factori, atât în ceea ce privește încărcarea transportată, cât și datorită condițiilor meteorologice extreme. Atât temperatura, cât și precipitațiile reprezintă parametri de stres meteo, care pot contribui la începutul deteriorării pavajelor rutiere, ulterior dacă măsurile necesare de întreținere nu sunt luate (sau nu pot fi luate) se pot accelera efectele dăunătoare (fisuri, denivelări permanente – praguri la nivelul pavajului, formarea de gropi în carosabil, alunecări etc.).

În România (la fel ca și în Europa) rețeaua națională de transport rutier este în general acoperită cu pavaje, asfaltul bituminos fiind preponderent ca și soluție constructivă a căii de rulare. În viitor se așteaptă o încălzire generală în toată Europa (deci și în România), cu niveluri diferite de creștere a temperaturii la nivel regional, încălzire ce ar putea necesita adoptarea și implementarea de modificări în proiectarea și întreținerea pavajului rutier. Creșterea valorii temperaturilor de vară cât și creșterea intervalelor de existență a acestora ar putea implica necesitatea schimbării proprietăților fizice ale asfaltului. Efectul acestui lucru rezidă imediat în necesitatea de a modifica standardele actuale ce definesc proprietățile tipului de asfalt și lianților de asfalt necesari pentru construcția unei infrastructuri de transport rutier.



Prin urmare, îmbunătățirea performanței asfaltului la condiții climatice noi - mai calde - este, prin urmare, o măsură de adaptare care trebuie avută în vedere în viitor pentru a menține capacitatea de transport și siguranța transportului rutier, dar trebuie ținut cont că acest lucru poate duce la o creștere a costurilor de construcție și întreținere a drumurilor.

#### a. Efectul temperaturii asupra infrastructurii rutiere

Standardul UE EN13108 specifică amestecurile permise pentru asfalt și utilizarea acestora, pe baza relației matematice care face legătura dintre fenomene meteo specifice (în acest caz temperatura ambientală) și temperatura atinsă de asfalt (cu modificările morfologice și fizice aferente).

Relația matematică mai sus amintită are forma:

$$T_p = 0.9545(T_a - 0.00618 \cdot L^2 + 0.2289 \cdot L + 42.2) - 17.78$$

, unde:

- $T_p$  – temperatura asfaltului (oC)
- $T_a$  – temperatura ambientală (oC)
- $L$  - latitudinea geografică unde se realizează calculul (o arc)

Pe baza acestui lucru și ținând cont că odată cu atingerea unei temperaturi ambientale de 35oC, temperatura la nivelul asfaltului este cea limită prevăzută în normativele naționale și europene de 50oC, pe baza informațiilor spațiale în ceea ce privește înregistrarea temperaturilor privind România (atât înregistrările pentru perioade trecute cât și prognozele pentru viitor) se pot delimita zonele de risc în ceea ce privește menținerea integrității startului asfaltic (a pavajului) a infrastructurii majore de transport rutier.

Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului odată cu delimitarea zonelor cu temperaturi ce pot influența integritatea structurală a asfaltului, s-au identificat drumurile rutiere (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 4.5

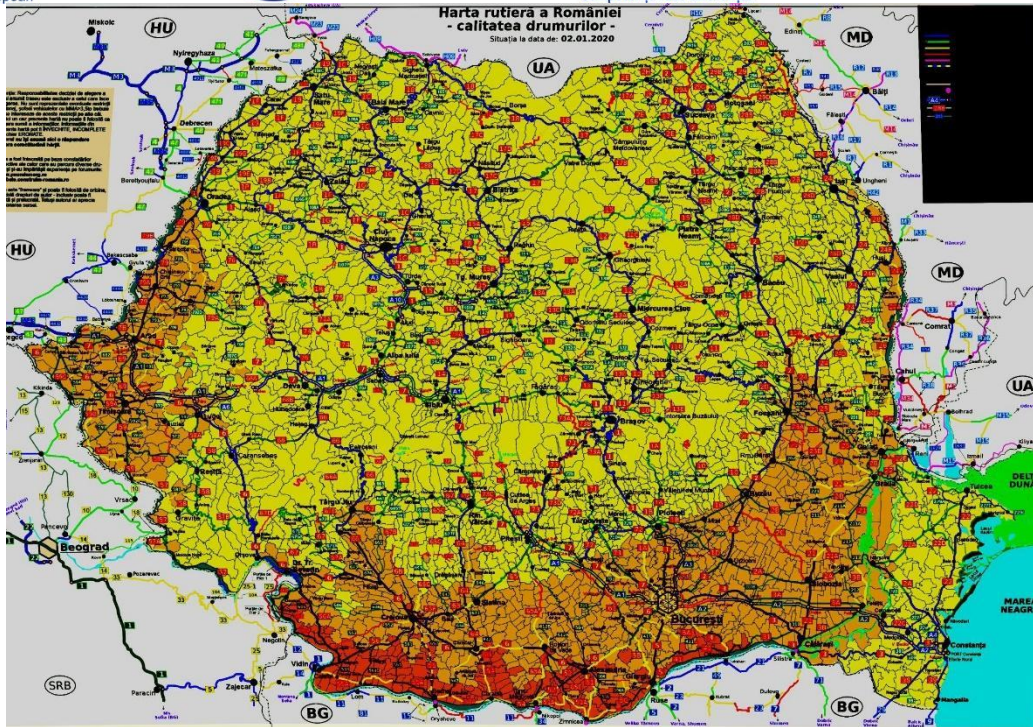


Figura 2.3.1 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2021-2030 – RCP 4.5

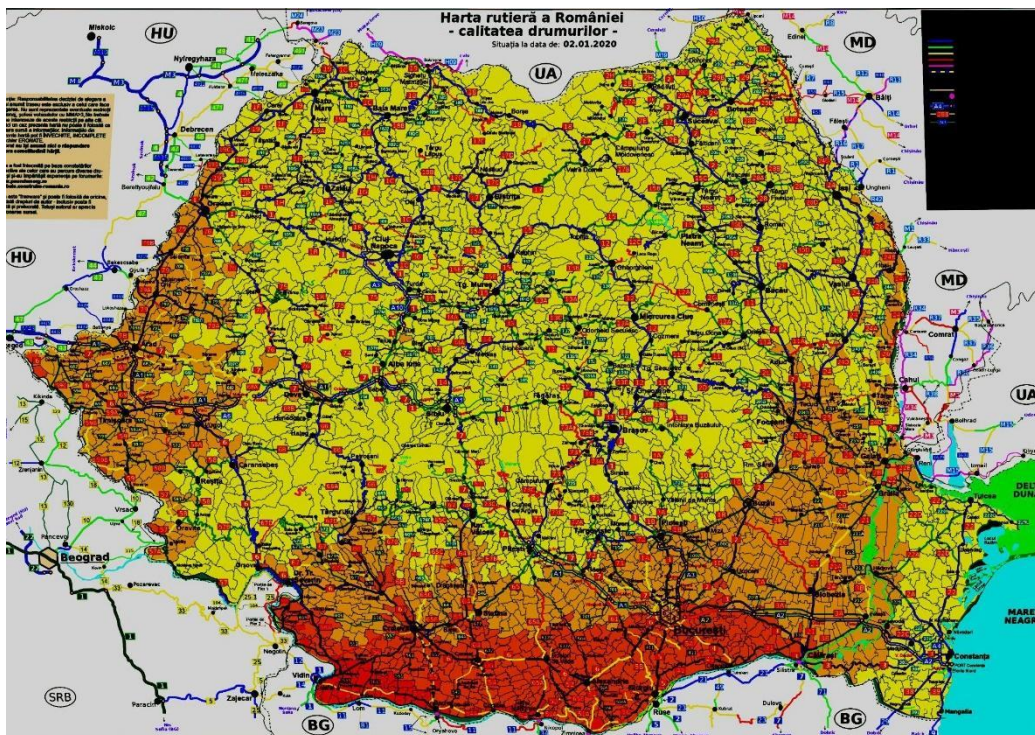


Figura 2.3.2 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2031-2050 – RCP 4.5



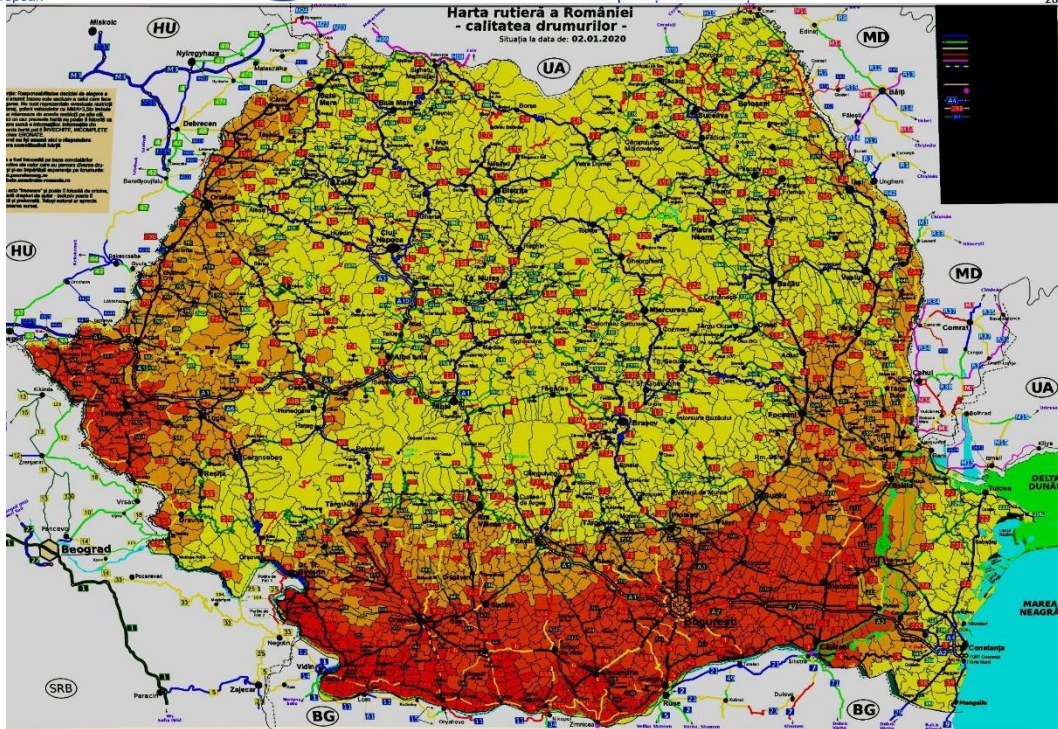


Figura 2.3.3 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2041-2070 – RCP 4.5

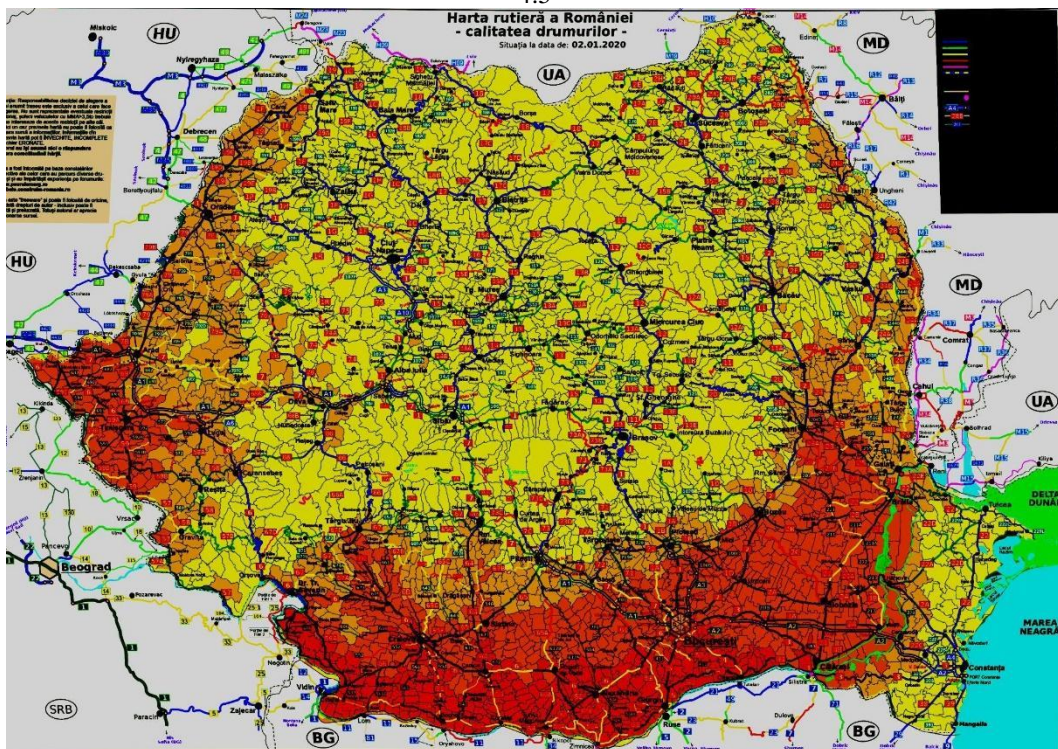


Figura 2.3.4. - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2071-2100 – RCP 4.5

Estimările de cost au fost realizate în urma unui proces amplu de contorizare a numărului de km situați în zonele vulnerabile. Prin suprapunerea hărților s-a determinat numărul de km de

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





infrastructură rutieră vulnerabili. Odată determinat acest număr, s-a realizat o înmulțire cu prețurile asociate reabilitării sau înlocuirii stratului de uzură, atât pentru autostrăzi, cât și pentru drumuri naționale. Costurile asociate au următoarele valori:

Reabilite/constructie autostrada: 20,1-23.3 milioane Euro/km

- Inlocuire strat uzura asphalt autostrada: 543.335 Euro/km
- Reabilite/constructie DN: 0,925 milioane Euro/km
- Inlocuire strat uzura asphalt DN: 0,253 milioane Euro/km

sursa: <http://www.consiliulconcurentei.ro/wp-content/uploads/2020/01/raport.pdf>

### Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.2 și Tabelul 2.3.3, pentru regiunea de Nord-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 115 milioane €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 31.7 milioane €.

Tabel 2.3.2. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor –Nord-Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord Vest	DN+E	Oradea-Carei	99.5
	DN	Carei-Tășnad	25.8
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			125.3

Tabel 2.3.3. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile la creșterea temperaturilor – Nord-Vest - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	92.037.500	25.173.500
da	23.865.000	6.527.400
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>115.902.500</b>	<b>31.700.900</b>
<b>Cost total</b>	<b>115.902.500</b>	<b>115.902.500</b>
		<b>31.700.900</b>

### Nord-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.4 și Tabelul 2.3.5, pentru regiunea de Nord-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 319 milioane €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi 87.3 milioane €.

Tabel 2.3.4. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Nord-Est - 2021-2100 - RCP 4.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord Est	DN+E	Tecuci-Bârlad	50,4
	DN+E	Adjud-Bârlad	60,4
	DN	Bârlad-Costești	214
	DN+E	Huși-Albița	20,6
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			345,4

Tabel 2.3.5. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile la creșterea temperaturilor – Nord-Est - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Înlocuire strat uzură
da	46.620.000	12.751.200
da	55.870.000	15.281.200
da	197.950.000	54.142.000
da	19.055.000	5.211.800
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>319.495.000</b>	<b>87.386.200</b>
<b>Cost total</b>	<b>319.495.000</b>	<b>87.386.200</b>

## Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.6 și Tabelul 2.3.7, pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 4.7 și 5.5 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 415 milioane €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 5.1 -5.95 miliarde €.

În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 129.1 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 175.5 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 304 milioane €.

Tabel 2.3.6. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor –Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
VEST	DN	Oradea- Salonta	36,5
	DN	Salonta - Chișineu Criș	35,4
	DN	Chișineu Criș - Vârșand	24,6
	DN	Chișineu Criș - Ineu	30,5
	DN	Chișineu Criș - Arad	43,4
	Autostrada	Arad - Nădlac	52,2
	Autostrada	Arad-Izvin	56,9
	Autostrada	Arad-Timișoara	58,6
	DN	Timișoara - Cenad	73,8
	Autostrada	Timișoara - Lugoj	70

	DN	Tmișoara - Moravița	58.4
	DN	Voiteg-Bocșa	47.2
	DN+E	Arad-Oradea	115
	DN	Ineu-Sebiș	25
	DN+E	Arad-Severin	88
	DN+E	Lugoj-Caransebeș	46.2
	DN	Deta-Cărpiniș	69.7
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			237.7
			693.7

Tabel 2.3.7. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile la creșterea temperaturilor –Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare		Inlocuire strat uzură
da	33.762.500		9.234.500
da	32.745.000		8.956.200
da	22.755.000		6.223.800
da	28.212.500		7.716.500
da	40.145.000		10.980.200
da	1.049.220.000	1.216.260.000	28.362.087
da	1.143.690.000	1.325.770.000	30.915.762
da	1.177.860.000	1.365.380.000	31.839.431
da	68.265.000		18.671.400
da	1.407.000.000	1.631.000.000	38.033.450
da	54.020.000		14.775.200
da	43.660.000		11.941.600
da	106.375.000		29.095.000
da	23.125.000		6.325.000
da	81.400.000		22.264.000
da	42.735.000		11.688.600
da	64.472.500		17.634.100
<b>Cost total autostradă</b>	<b>4.777.770.000</b>	<b>5.538.410.000</b>	<b>129.150.730</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>415.787.500</b>		<b>175.506.100</b>
<b>Cost total</b>	<b>5.193.557.500</b>	<b>5.954.197.500</b>	<b>304.656.830</b>

## Centru

Regiunea centrală nu prezintă vulnerabilități în fața schimbărilor climatice, în acest scenariu.

## Sud-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.8 și Tabelul 2.3.9, pentru regiunea de Sud-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 1 miliard €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 290.5 milioane €.

Tabel 2.3.8. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Sud-Est- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100
-----------

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili	
Sud-Est	DN+E	Călărași-Galați	166	
	DN	Buzău-Brăila	103	
	DN	Buzău-Slobozia	89.3	
	DN	Râmnicu Sărat-Brăila	82.6	
	DN	Focșani-Brăila	90	
	DN+E	Focșani-Tecuci	36.8	
	DN	Tecuci-Galați	76.9	
	DN+E	Galați-Tulcea	83.9	
	DN	Tulcea-Hârșova	97.8	
	DN+E	Tulcea-Constanța	131	
	DN+E	Hârșova-Constanța	92.2	
	DN+E	Constanța-Mangalia	42.9	
DN+E	Constanța-Negru Vodă	55.9		
<b>Total Km vulnerabili</b>			<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
			0	1148.3

Tabel 2.3.9. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile la creșterea temperaturilor – Sud-Est - 2021-2100 - RCP 4.5

Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativa disponibilă (da/nu)	2021-2100		
	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură	
da	153.550.000	41.998.000	
da	95.275.000	26.059.000	
da	82.602.500	22.592.900	
da	76.405.000	20.897.800	
da	83.250.000	22.770.000	
da	34.040.000	9.310.400	
da	71.132.500	19.455.700	
da	77.607.500	21.226.700	
da	90.465.000	24.743.400	
da	121.175.000	33.143.000	
da	85.285.000	23.326.600	
da	39.682.500	10.853.700	
da	51.707.500	14.142.700	
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.062.177.500</b>		<b>290.519.900</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.062.177.500</b>	<b>1.062.177.500</b>	<b>290.519.900</b>

### Sud-Vest + București – Ilfov

Conform datelor din Tabelul 2.3.10 și Tabelul 2.3.11, pentru regiunea de Sud-Vest +București-Ilfov, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 6.1 și 7.1 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 2 miliarde €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 8.2 – 9.1 miliarde €.

Tabel 2.3.10. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Sud-Vest + București -Ilfov - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100
-----------

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili	
Sud-Vest + București - Ilfov	DN+E	Calafat-Giurgiu	294	
	DN+E	Giurgiu-București	62.1	
	DN+E	Calafat-Craiova	90.8	
	DN	Maglavit-Orsova	139	
	DN	Hinova-Maglavit	114	
	DN	Drobeta Turnu Severin - Filiași	74.9	
	DN	Craiova-Târgu Jiu	111	
	DN+E	Craiova-Slatina	52.8	
	DN+E	Craiova-Caracal	55.3	
	DN	Caracal-Drăgășeni	64.8	
	DN+E	Caracal-Giurgiu	166	
	DN	Caracal-Corabia	42.3	
	DN	Pitești-Turnu Măgurele	150	
	DN	Alexandria-Zimnicea	41.3	
	DN	Giurgiu-Găești	122	
	DN+E	Alexandria-București	89.2	
	E	București-Pitești	120	
	Autostrada	București-Ploiești	78.2	
	DN	București-Târgoviște	81.6	
	DN+E	București-Adjud	232	
E	București-Călărași	131		
Autostrada	București-Constanța	227		
<b>Total Km vulnerabili</b>			<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
			305.2	2234.1

Tabel 2.3.11. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile la creșterea temperaturilor – Sud-Vest + București - Ilfov - 2021-2100 - RCP 4.5

Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativa disponibila (da/nu)	2021-2100	
	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	271.950.000	74.382.000
da	57.442.500	15.711.300
da	83.990.000	22.972.400
da	128.575.000	35.167.000
da	105.450.000	28.842.000
da	69.282.500	18.949.700
da	102.675.000	28.083.000
da	48.840.000	13.358.400
da	51.152.500	13.990.900
da	59.940.000	16.394.400
da	153.550.000	41.998.000
da	39.127.500	10.701.900
da	138.750.000	37.950.000
da	38.202.500	10.448.900
da	112.850.000	30.866.000
da	82.510.000	22.567.600
da	111.000.000	30.360.000
da	1.571.820.000	1.822.060.000
da	75.480.000	20.644.800

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





da	214.600.000		58.696.000
da	121.175.000		33.143.000
da	4.562.700.000	5.289.100.000	123.337.045
<b>Cost total autostradă</b>	<b>6.134.520.000</b>	<b>7.111.160.000</b>	<b>165.825.842</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>2.066.542.500</b>		<b>565.227.300</b>
<b>Cost total</b>	<b>8.201.062.500</b>	<b>9.177.702.500</b>	<b>731.053.142</b>

În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 165 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 565.2 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 731 milioane €.

Din analiza figurilor 2.3.1-2.3.4 se observă că cele mai afectate zone/regiuni în perioada 2021-2100- RCP4.5, vor fi Sud-Vest, București- Ilfov, împreună cu regiunea de Sud-Est și Vest .

Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului odată cu delimitarea zonelor cu temperaturi ce pot influența integritatea structurală a asfaltului, s-au identificat drumurile rutiere (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 8.5

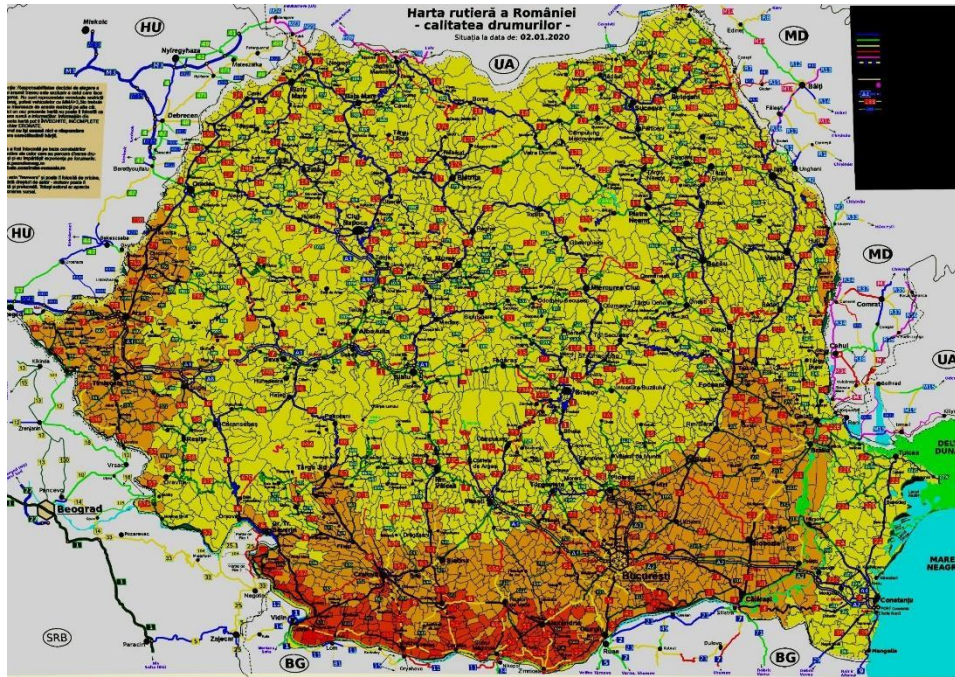


Figura 2.3.5 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2021-2030 – RCP 8.5



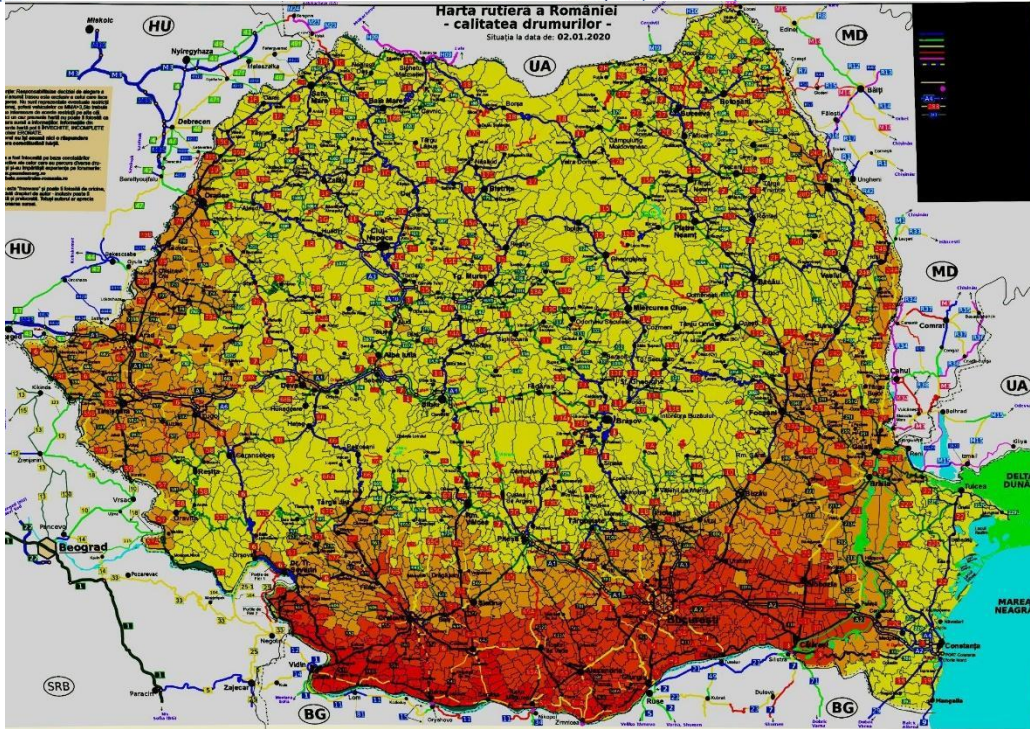


Figura 2.3.6. - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2031-2050 – RCP 8.5

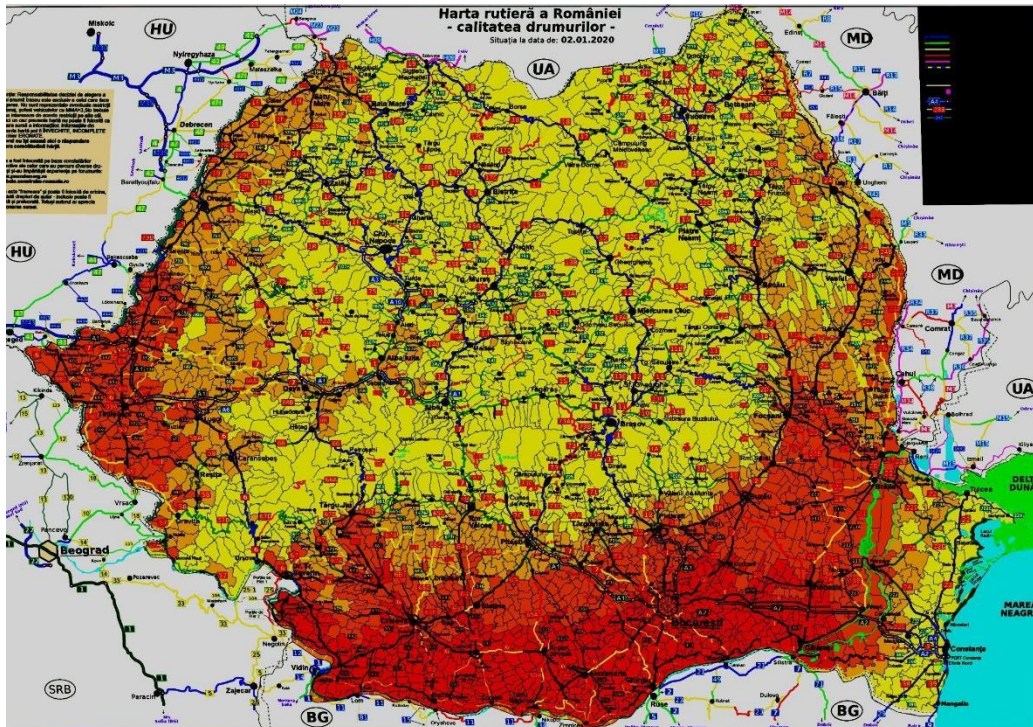


Figura 2.3.7 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2041-2070 – RCP 8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





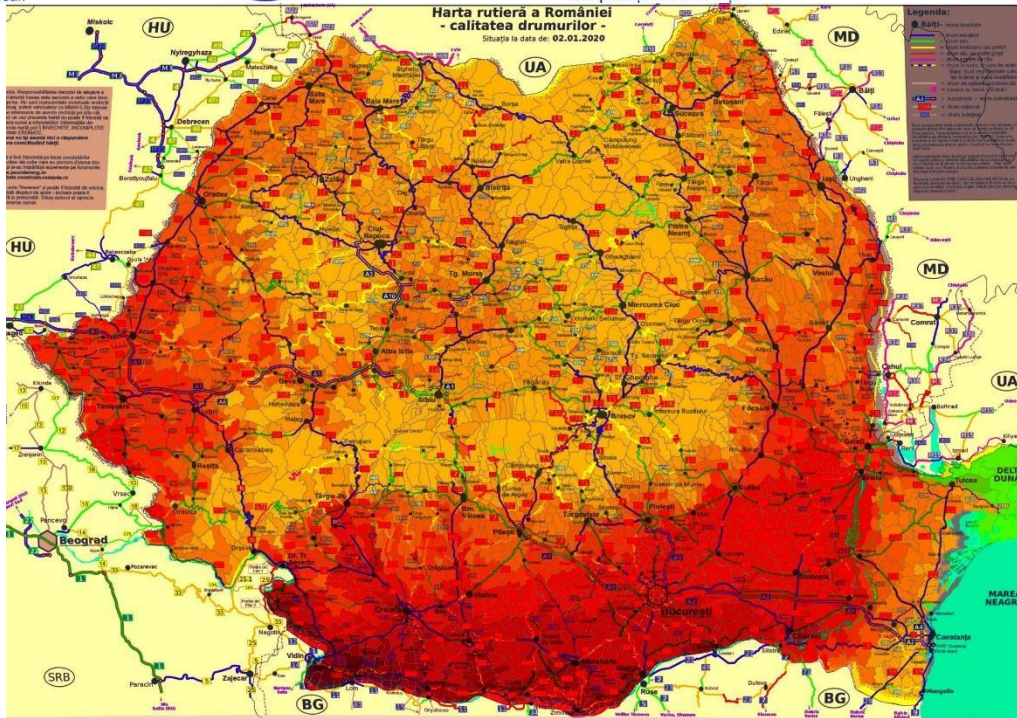


Figura 2.3.8. - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2071-2100 – RCP 8.5

### Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.12 și Tabelul 2.3.13, pentru regiunea de Nord-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 377.5 milioane €.

### Rutier TxGe- RCP 8.5

Tabel 2.3.12. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Nord-Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord-Vest	DN+E	Oradea-Carei	99.5
	DN+E	Carei-Satu Mare	36.9
	DN+E	Satu Mare-Halmeu	35.1
	DN+E	Satu Mare-Baia Mare	62.1
	DN+E	Satu Mare-Acâș	40.8
	DN	Satu Mare-Sighetu Marmăției	108
	DN	Carei-Tășnad	25.8
<b>Total Km vulnerabili</b>			
		<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
		0	408.2

Tabel 2.3.13. Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Nord-Vest- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100	
Costuri estimate - Euro/Km	

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Reabilitare		Inlocuire strat uzură
da	92.037.500		54.061.833
da	34.132.500		20.049.062
da	32.467.500		19.071.059
da	57.442.500		33.741.104
da	37.740.000		22.168.068
da	99.900.000		58.680.180
da	23.865.000		14.018.043
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>377.585.000</b>		<b>221.789.347</b>
<b>Cost total</b>	<b>377.585.000</b>	<b>377.585.000</b>	<b>221.789.347</b>

Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 221.7 milioane €,

### Nord-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.14 și 2.3.15, pentru regiunea de Nord-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 714 milioane €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 419.7 milioane €.

Tabel 2.3.14. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Nord-Est - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord - Est	DN	Vaslui-Bacău	84.7
	DN+E	Vaslui-Huși	47.7
	DN	Vaslui-Iași	72.9
	DN+E	Târgu Frumos-Iași	48
	DN+E	Târgu Frumos-Suceava	115
	DN+E	Suceava-Botoșani	39.7
	DN+E	Botoșani-Târgu Frumos	79.6
	DN+E	Suceava-Rădăuți	37
	DN+E	Botoșani-Dorohoi	36.4
	DN+E	Tecuci-Târgu Frumos	191
	DN+E	Huși-Albița	20.6
<b>Total Km vulnerabili</b>			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			772.6

Tabel 2.3.15 Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Nord-Est- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	78.347.500	46.020.475
da	44.122.500	25.917.080
da	67.432.500	39.609.122
da	44.400.000	26.080.080
da	106.375.000	62.483.525
da	36.722.500	21.570.400
da	73.630.000	43.249.466

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





da	34.225.000	20.103.395
da	33.670.000	19.777.394
da	176.675.000	103.776.985
da	19.055.000	11.192.701
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>714.655.000</b>	<b>419.780.621</b>
<b>Cost total</b>	<b>714.655.000</b>	<b>714.655.000</b>
		<b>419.780.621</b>

### Centru

Conform datelor din Tabelul 2.3.16 și 2.3.17, pentru regiunea de Centru, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 2.9 și 3.3 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 1.1 miliarde €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 4 – 4.5 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 79.2 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 658.3 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 737.6 milioane €.

Tabel 2.3.16. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Centru - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Centru	DN+E	Sebeș-Aiud	45.9
	DN+E	Baia Mare-Cluj-Napoca	133
	DN+E	Satu Mare-Cluj Napoca	181
	DN+E	Oradea-Cluj Napoca	158
	Autostrada	Aiud-Turda-Cluj-Napoca	73.5
	DN+E	Cluj-Napoca-Dej	55
	DN+E	Dej-Bistrița	69.8
	DN+E	Dej-Reghin	103
	DN+E	Dej-Năsăud	57.2
	DN+E	Bistrița-Târgu Mureș	91.1
	DN	Blaj-Mediaș	43.8
	Autostrada	Alba Iulia-Sibiu	78.1
	DN	Sibiu-Sighișoara	93.5
	Autostrada	Târgu Mureș-Turda	72.4
	DN+E	Târgu Mureș-Sighișoara	53.7
	DN	Năsăud-Bistrița	24.7
	DN	Teiuș-Blaj	23.9
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			224
			1133.6

Tabel 2.3.17. Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Centru- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	42.457.500	24.939.077

da	123.025.000		72.263.555
da	167.425.000		98.343.635
da	146.150.000		85.846.930
da	1.477.350.000	1.712.550.000	39.935.123
da	50.875.000		29.883.425
da	64.565.000		37.924.783
da	95.275.000		55.963.505
da	52.910.000		31.078.762
da	84.267.500		49.497.819
da	40.515.000		23.798.073
da	72.242.500		42.434.464
da	66.970.000		50.801.823
da	1.455.240.000	1.686.920.000	39.337.454
da	49.672.500		29.177.090
da	22.847.500		13.420.375
da	22.107.500		12.985.707
<b>Cost total autostradă</b>	<b>2.932.590.000</b>	<b>3.399.470.000</b>	<b>79.272.577</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.101.305.000</b>		<b>658.359.020</b>
<b>Cost total</b>	<b>4.033.895.000</b>	<b>4.500.775.000</b>	<b>737.631.596</b>

## Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.18 și 2.3.19 pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 6.9 și 8 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 955 milioane €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 7.8 - 8.9 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 187 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 489 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 676.3 milioane €.

Tabel 2.3.18. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor –Vest 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
VEST	DN	Oradea- Salonta	36.5
	DN	Salonta - Chișineu Criș	35.4
	DN	Chișineu Criș - Vărșand	24.6
	DN	Chișineu Criș - Ineu	30.5
	DN	Chișineu Criș - Arad	43.4
	Autostrada	Arad - Nădlac	52.2
	Autostrada	Arad-Izvin	56.9
	Autostrada	Arad-Timișoara	58.6
	DN	Timișoara - Cenad	73.8
	Autostrada	Timișoara - Lugoj	70
	DN	Timișoara - Moravița	58.4
	DN	Voiteg-Bocșa	47.2
	DN+E	Arad-Oradea	115

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



	DN	Ineu-Sebiș	25
	DN+E	Arad-Severin	88
	DN+E	Lugoj-Caransebeș	46.2
	DN+E	Arad-Deva	158
	DN+E	Lugoj-Deva	127
	Autostrada	Holdea-Sebeș	107
	DN	Moravița-Oravița	51.9
	DN	Deta-Cărpiniș	69.7
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			344.7
			1030.6

Tabel 2.3.19. Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Vest- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare		Inlocuire strat uzură
da	33.762.500		9.234.500
da	32.745.000		8.956.200
da	22.755.000		6.223.800
da	28.212.500		7.716.500
da	40.145.000		10.980.200
da	1.049.220.000	1.216.260.000	28.362.087
da	1.143.690.000	1.325.770.000	30.915.762
da	1.177.860.000	1.365.380.000	31.839.431
da	68.265.000		18.671.400
da	1.407.000.000	1.631.000.000	38.033.450
da	54.020.000		31.730.764
da	43.660.000		25.645.412
da	106.375.000		62.483.525
da	23.125.000		13.583.375
da	81.400.000		47.813.480
da	42.735.000		25.102.077
da	146.150.000		85.846.930
da	117.475.000		69.003.545
da	2.150.700.000	2.493.100.000	58.136.845
da	48.007.500		28.199.087
da	64.472.500		37.870.450
<b>Cost total autostradă</b>	<b>6.928.470.000</b>	<b>8.031.510.000</b>	<b>187.287.575</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>953.305.000</b>		<b>489.061.244</b>
<b>Cost total</b>	<b>7.881.775.000</b>	<b>8.984.815.000</b>	<b>676.348.819</b>

### Sud-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.20 și 2.3.21, pentru regiunea de Sud-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este

de 1 miliard €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 624 milioane €.

Tabel 2.3.20. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Sud-Est - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Sud-Est	DN+E	Călărași-Galați	166
	DN	Buzău-Brăila	103
	DN	Buzău-Slobozia	89.3
	DN	Râmnicu Sărat-Brăila	82.6
	DN	Focșani-Brăila	90
	DN+E	Focșani-Tecuci	36.8
	DN	Tecuci-Galați	76.9
	DN+E	Galați-Tulcea	83.9
	DN	Tulcea-Hârșova	97.8
	DN+E	Tulcea-Constanța	131
	DN+E	Hârșova-Constanța	92.2
	DN+E	Constanța-Mangalia	42.9
	DN+E	Constanța-Negru Vodă	55.9
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			1148.3

Tabel 2.3.21. Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Sud-Est- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură	
da	153.550.000	90.193.610	
da	95.275.000	55.963.505	
da	82.602.500	48.519.816	
da	76.405.000	44.879.471	
da	83.250.000	48.900.150	
da	34.040.000	19.994.728	
da	71.132.500	41.782.462	
da	77.607.500	45.585.807	
da	90.465.000	53.138.163	
da	121.175.000	71.176.885	
da	85.285.000	50.095.487	
da	39.682.500	23.309.072	
da	51.707.500	30.372.427	
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.062.177.500</b>		<b>623.911.581</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.062.177.500</b>	<b>1.062.177.500</b>	<b>623.911.581</b>

### Sud-Vest + București-Ilfov

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Conform datelor din Tabelul 2.3.22 și 2.3.23, pentru regiunea de Sud-Vest + București - Ilfov, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 6.1 și 7.1 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 2.4 miliarde €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 8.5 – 9.5 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 165.8 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 1.4 miliarde €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 1.6 miliarde €.

Tabel 2.3.22. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii temperaturilor – Sud+București - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Sud-Vest + București-Ilfov	DN+E	Calafat-Giurgiu	294
	DN+E	Giurgiu-București	62.1
	DN+E	Calafat-Craiova	90.8
	DN	Maglavit-Orsova	139
	DN	Hinova-Maglavit	114
	DN	Drobeta Turnu Severin - Filiași	74.9
	DN	Craiova-Târgu Jiu	111
	DN+E	Craiova-Slatina	52.8
	DN+E	Craiova-Caracal	55.3
	DN	Caracal-Drăgășeni	64.8
	DN+E	Caracal-Giurgiu	166
	DN	Caracal-Corabia	42.3
	DN	Pitești-Turnu Măgurele	150
	DN	Alexandria-Zimnicea	41.3
	DN	Giurgiu-Găești	122
	DN+E	Alexandria-București	89.2
	E	București-Pitești	120
	Autostrada	București-Ploiești	78.2
	DN	București-Târgoviște	81.6
	DN+E	București-Adjud	232
	DN	Găești-Ploiești	74.1
	DN+E	București-Buzău	108
	DN+E	Ploiești-Buzău	71.7
DN+E	Ploiești-Țândărei	153	
E	București-Călărași	131	
Autostrada	București-Constanța	227	
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			305.2
			2640.9

Tabel 2.3.23. Costuri asociate infrastructurii vulnerabile la creșterea temperaturii Sud+București - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	271.950.000	159.740.490

da		57.442.500	33.741.104
da		83.990.000	49.334.818
da		128.575.000	75.523.565
da		105.450.000	61.940.190
da		69.282.500	40.695.792
da		102.675.000	60.310.185
da		48.840.000	28.688.088
da		51.152.500	30.046.426
da		59.940.000	35.208.108
da		153.550.000	90.193.610
da		39.127.500	22.983.071
da		138.750.000	81.500.250
da		38.202.500	22.439.736
da		112.850.000	66.286.870
da		82.510.000	48.465.482
da		111.000.000	65.200.200
da	1.571.820.000	1.822.060.000	42.488.797
da		75.480.000	44.336.136
da		214.600.000	126.053.720
da		68.542.500	40.261.124
da		99.900.000	58.680.180
da		66.322.500	38.957.120
da		141.525.000	83.130.255
da		121.175.000	71.176.885
da	4.562.700.000	5.289.100.000	123.337.045
<b>Cost total autostradă</b>	<b>6.134.520.000</b>	<b>7.111.160.000</b>	<b>165.825.842</b>
<b>Cost total DN+E</b>		<b>2.442.832.500</b>	<b>1.434.893.402</b>
<b>Cost total</b>	<b>8.577.352.500</b>	<b>9.553.992.500</b>	<b>1.600.719.244</b>

Din analiza figurilor 2.3.5-2.3.8 se observă că cele mai afectate regiuni în perioada 2021-2100- RCP8.5, vor fi Sud-Vest, București- Ilfov, împreună cu regiunea de Sud-Est și Vest .

#### b. Efectul precipitațiilor asupra infrastructurii rutiere

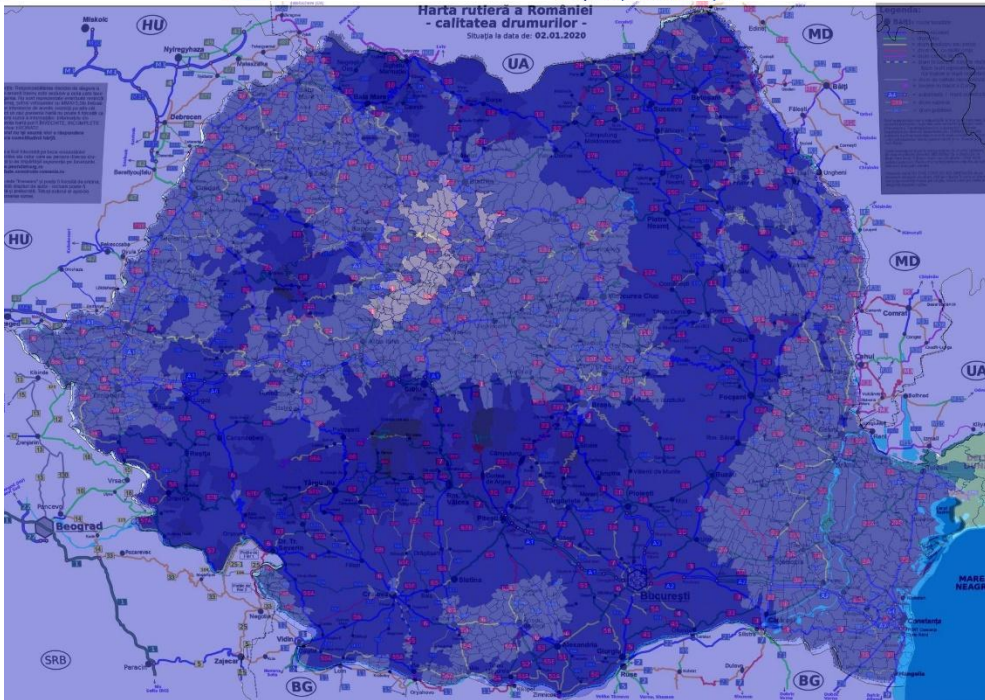


Figura 2.3.9 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2021-2030 – RCP 4.5

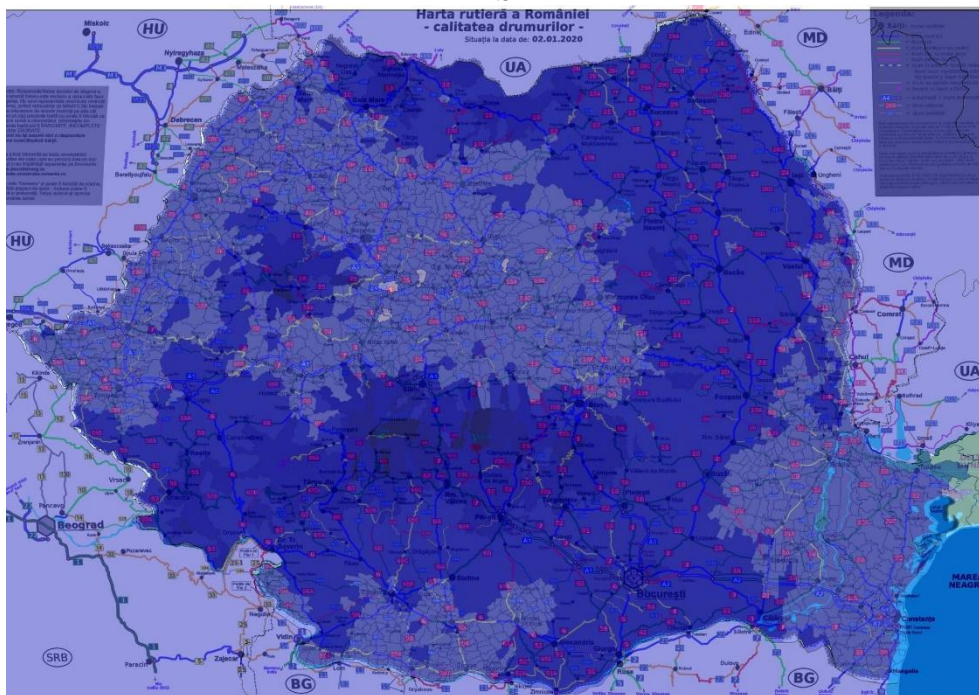


Figura 2.3.10 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2031-2050 – RCP 4.5



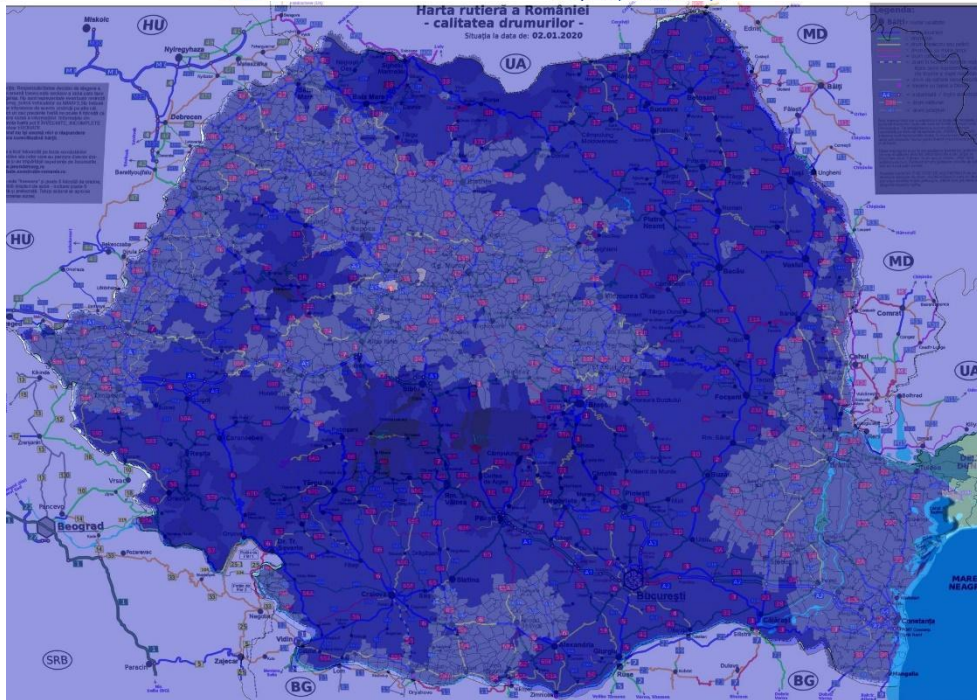


Figura 2.3.11 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2041-2070 – RCP 4.5

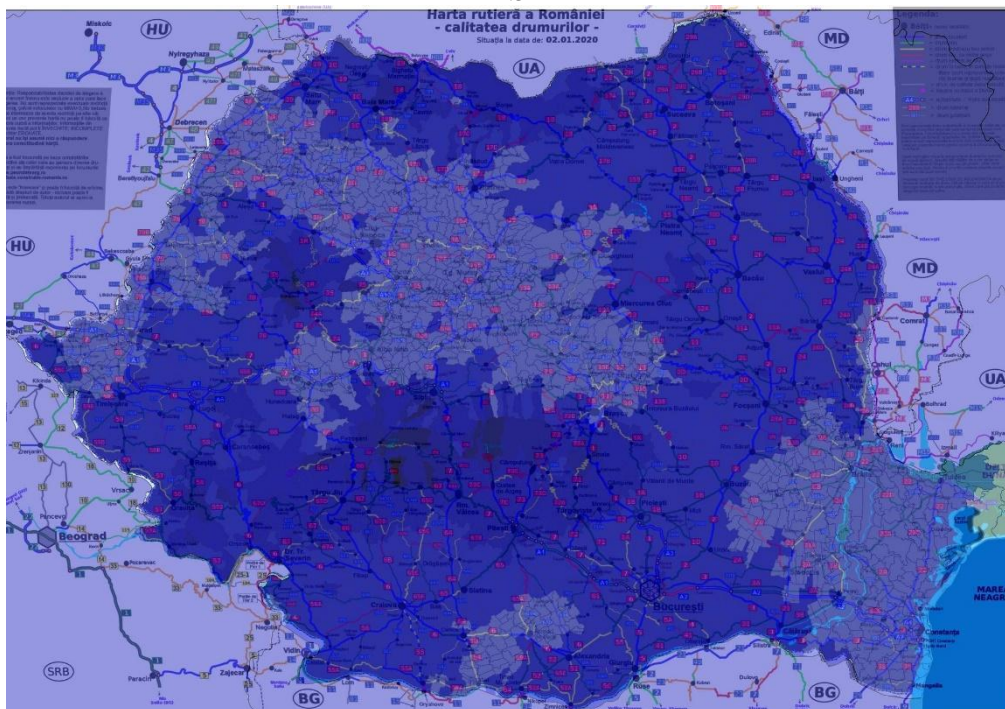


Figura 2.3.12 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2071-2100 – RCP 4.5

Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului odată cu delimitarea zonelor cu precipitații ce pot influența integritatea structurală a asfaltului, s-au identificat drumurile rutiere (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 4.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





## Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.24 și Tabelul 2.3.25, pentru regiunea de Nord-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 906 milioane €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 248 milioane €.

Tabel 2.3.24. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Vest - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord-Vest	DN+E	Huedin-Aleșd	63.6
	DN	Poiana Largului- Sighetu Marmației	291
	DN	Huedin-Abrud	111
	DN	Săcel-Sighetu Marmației	77.4
	DN+E	Baia Mare-Satu Mare	62.1
	DN	Baia Mare-Târgu Lăpuș	42.7
	DN	Sighetu Marmației-Baia Mare	63.1
	DN	Năsăud-Telciu	30.8
	DN+E	Satu Mare- Mofțin	26.5
	DN+E	Satu Mare-Ardud	22.4
	DN+E	Baia Mare- Șomcuta Mare	25.4
	DN+E	Baia Mare-Negrești Oaș	50.5
	DN+E	Albac-Gurahonț	114
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			980.5

Tabel 2.3.25. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	58.830.000	16.090.800
da	269.175.000	73.623.000
da	102.675.000	28.083.000
da	71.595.000	19.582.200
da	57.442.500	15.711.300
da	39.497.500	10.803.100
da	58.367.500	15.964.300
da	28.490.000	7.792.400
da	24.512.500	6.704.500
da	20.720.000	5.667.200
da	23.495.000	6.426.200
da	46.712.500	12.776.500
da	105.450.000	28.842.000
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>906.962.500</b>	<b>248.066.500</b>
<b>Cost total</b>	<b>906.962.500</b>	<b>248.066.500</b>

**Nord-Est**

Conform datelor din Tabelul 2.3.26 și Tabelul 2.3.27, pentru regiunea de Nord-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 2 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 552 milioane €.

Tabel 2.3.26. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Est - 2021-2100 -RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord-Est	DN	Adjud-Tg.Secuiesc	108
	DN	Onești-Slănic Moldova	35.2
	DN+E	Onești-Bacău	54.1
	DN	Bacău-Vaslui	84.7
	DN	Bacău-Miercurea Ciuc	139
	DN	Iași-Vaslui	72.9
	DN	Roman-Vaslui	84
	DN+E	Bacău-Roman	43.5
	DN	Roman-Piatra Neamț	50.3
	DN	Bacău-Bicaz	87.4
	DN+E	Roman-Târgu Frumos	38.5
	DN	Târgu Frumos-Poiana Largului	103
	DN	Piatra Neamț-Târgu Neamț	47
	DN	Iași-Ungheni	24.5
	DN+E	Târgu Frumos-Botoșani	76
	DN+E	Târgu Neamț-Suceava	59.9
	DN+E	Roman-Suceava	108
	DN	Popricani-Rădăuți Prut	137
	DN+E	Câmpulung Moldovenesc-Dorohoi	109
	DN	Dorohoi-Ștefănești	96.9
	DN+E	Botoșani-Rădăuți	74.5
	DN	Popricani-Ștefănești	68.2
	DN	Iași-Huși	83.8
	DN	Botoșani-Manoleasa	58.5
	DN	Poiana Largului-Toplița	70.6
	DN	Gheorghieni-Piatra Neamț	89.3
	DN+E	Suceava-Rădăuți	36.7
DN	Spătărești-Vicovu de Sus	90.6	
DN	Moisei-Telciu	50.9	
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			0
			<b>DN+E</b>
			2182

Tabel 2.3.27. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Est - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	99.900.000	27.324.000

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



da	32.560.000	8.905.600
da	50.042.500	13.687.300
da	78.347.500	21.429.100
da	128.575.000	35.167.000
da	67.432.500	18.443.700
da	77.700.000	21.252.000
da	40.237.500	11.005.500
da	46.527.500	12.725.900
da	80.845.000	22.112.200
da	35.612.500	9.740.500
da	95.275.000	26.059.000
da	43.475.000	11.891.000
da	22.662.500	6.198.500
da	70.300.000	19.228.000
da	55.407.500	15.154.700
da	99.900.000	27.324.000
da	126.725.000	34.661.000
da	100.825.000	27.577.000
da	89.632.500	24.515.700
da	68.912.500	18.848.500
da	63.085.000	17.254.600
da	77.515.000	21.201.400
da	54.112.500	14.800.500
da	65.305.000	17.861.800
da	82.602.500	22.592.900
da	33.947.500	9.285.100
da	83.805.000	22.921.800
da	47.082.500	12.877.700
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>2.018.350.000</b>	<b>552.046.000</b>
<b>Cost total</b>	<b>2.018.350.000</b>	<b>2.018.350.000</b>
		<b>552.046.000</b>

## Centru

Conform datelor din Tabelul 2.3.28 și Tabelul 2.3.29, pentru regiunea de Centru, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 1.2 și 1.3 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 467 milioane €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 1.6 – 1.8 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 32 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 127 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 160 milioane €.

Tabel 2.3.28. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Centru - 2021-2100 -RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Centru	DN+E	Vatra Dornei - Bistrița	83
	DN+E	Gheorghieni-Miercurea Ciuc	56.9
	DN+E	Miercurea Ciuc-Cozmeni	21.4

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



	DN	Odorheiu Secuiesc-Miercurea Ciuc	51.1
	Autostrada	Sibiu-Sebeș	59.8
	DN+E	Brașov-Sibiu	143
	DN	Gheorghieni-Praid	49.7
	DN+E	Rm. Vâlcea-Sibiu	100
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			59.8
			505.1

Tabel 2.3.29. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Centru- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare		Înlocuire strat uzură
da	76.775.000		20.999.000
da	52.632.500		14.395.700
da	19.795.000		5.414.200
da	47.267.500		12.928.300
da	1.201.980.000	1.393.340.000	32.491.433
da	132.275.000		36.179.000
da	45.972.500		12.574.100
da	92.500.000		25.300.000
<b>Cost total autostradă</b>	<b>1.201.980.000</b>	<b>1.393.340.000</b>	<b>32.491.433</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>467.217.500</b>		<b>127.790.300</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.669.197.500</b>	<b>1.860.557.500</b>	<b>160.281.733</b>

## Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.30 și Tabelul 2.3.31, pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 9.7 și 11.3 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 795 milioane €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 10 - 12 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 264 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 217 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 482 milioane €.

Tabel 2.3.30. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Vest - 2021-2100 -RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Vest	DN	Lugoj-Moldova Nouă	159
	Autostrada	Izvin-Margina	76.2
	DN	Lugoj-Buziaș	26
	DN+E	Lugoj-Orșova	136
	DN	Vârfurile-Gurahonț	21.8



	Autostrada	Ilia-Lugoj	87.9
	DN+E	Borod-Oradea	61.2
	Autostrada	Lugoj-Arad	103
	Autostrada	Arad-Timișoara	59.9
	DN	Timișoara-Cărpiniș	29.9
	DN+E	Timișoara-Moravița	58.5
	DN+E	Chișineu Criș-Timișoara	96.7
	Autostrada	Arad-Ilia	160
	DN+E	Beiuș-Ștei	19.2
	DN	Voiteg-Hățeg	178
	DN+E	Voiteg-Oravița	74.2
<b>Total Km vulnerabili</b>			
		<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
		487	860.5

Tabel 2.3.31. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare		Inlocuire strat uzură
da	147.075.000		40.227.000
da	1.531.620.000	1.775.460.000	41.402.127
da	24.050.000		6.578.000
da	125.800.000		34.408.000
da	20.165.000		5.515.400
da	1.766.790.000	2.048.070.000	47.759.147
da	56.610.000		15.483.600
da	2.070.300.000	2.399.900.000	55.963.505
da	1.203.990.000	1.395.670.000	32.545.767
da	27.657.500		7.564.700
da	54.112.500		14.800.500
da	89.447.500		24.465.100
da	3.216.000.000	3.728.000.000	86.933.600
da	17.760.000		4.857.600
da	164.650.000		45.034.000
da	68.635.000		18.772.600
<b>Cost total autostradă</b>	<b>9.788.700.000</b>	<b>11.347.100.000</b>	<b>264.604.145</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>795.962.500</b>		<b>217.706.500</b>
<b>Cost total</b>	<b>10.584.662.500</b>	<b>12.143.062.500</b>	<b>482.310.645</b>

## Sud-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.30 și Tabelul 2.3.31, pentru regiunea de Sud-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 1.71 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 468 milioane €.

Tabel 2.3.30. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud-Vest - 2021-2100 -RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Sud-Vest	DN	Oravița-Târgu Jiu	230
	DN+E	Târgu Jiu-Hățeg	107
	DN	Târgu Jiu-Drobeta	83
	DN	Strehaia-Broșteni	26
	DN	Târgu Jiu-Rm. Vâlcea	114
	DN	Petroșani-Brezoi	107
	DN	Drobeta-Calafat	98.8
	DN+E	Craiova-Calafat	90
	DN+E	Drobeta-Filiași	74.9
	DN+E	Bechet-Târgu Jiu	178
	DN	Calafat-Bechet	95.9
	DN	Craiova-Horezu	114
	DN	Craiova-Tg.Cărbunești	84
	DN	Dragășani-Tg.Cărbunești	109
	DN	Balș-Bălcești	43.6
	DN+E	Craiova-Caracal	55.2
	DN	Bechet-Corabia	46.8
	DN	Corabia-Rm. Vâlcea	160
DN	Curtea de Argeș-Rm.Vâlcea	35.6	
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			1852.8

Tabel 2.3.31. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud-Vest- 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativa disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură	
da	212.750.000	58.190.000	
da	98.975.000	27.071.000	
da	76.775.000	20.999.000	
da	24.050.000	6.578.000	
da	105.450.000	28.842.000	
da	98.975.000	27.071.000	
da	91.390.000	24.996.400	
da	83.250.000	22.770.000	
da	69.282.500	18.949.700	
da	164.650.000	45.034.000	
da	88.707.500	24.262.700	
da	105.450.000	28.842.000	
da	77.700.000	21.252.000	
da	100.825.000	27.577.000	
da	40.330.000	11.030.800	
da	51.060.000	13.965.600	
da	43.290.000	11.840.400	
da	148.000.000	40.480.000	
da	32.930.000	9.006.800	
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.713.840.000</b>		<b>468.758.400</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.713.840.000</b>	<b>1.713.840.000</b>	<b>468.758.400</b>

### Sud-Est + București-Ilfov

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Conform datelor din Tabelul 2.3.32 și Tabelul 2.3.33, pentru regiunea de Sud-Est+ București - Ilfov, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 1.14 și 1.32 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 2.9 miliarde €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 4 – 4.2 miliarde €.

Tabel 2.3.32. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud-Est + București - Ilfov - 2021-2100 -RCP 4.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Sud Est + Bucuresti-Ilfov	DN	Curtea de Argeș-Brașov	136
	DN	Curtea de Argeș-Pitești	37.6
	DN+E	Câmpulung-Pitești	53.6
	DN+E	Pitești-Craiova	123
	DN	Pitești-Drăgășani	74.8
	DN+E	Caracal-Roșiori de Vede	54.9
	DN	Pitești-Roșiori de Vede	101
	DN	Pitești-Alexandria	120
	DN	Corabia-Alexandria	78.6
	DN	Roșiori de Vede-Turnu Măgurele	43.3
	DN	Roșiori de Vede-Zimnicea	67.8
	DN	Alexandria-Zimnicea	41.2
	DN+E	Alexandria-București	89.2
	DN+E	București-Giurgiu	62.7
	DN	Giurgiu-Găești	122
	E	București-Pitești	120
	DN	București-Oltenița	63.7
	DN	București-Târgoviște	81.7
	DN+E	Târgoviște-Brașov	111
	DN	Târgoviște-Găești	27.8
	DN	Oltenița-Giurgiu	75.6
	DN	Brașov-București	184
	DN	Brașov-Cheia	51.5
	DN	Cheia-Ploiești	66.9
	DN	Târgoviște-Ploiești	49.4
	DN+E	Ploiești-București	62.4
	DN	Ploiești-Buftea	49.6
	Autostrada	Ploiești-Moara Vlăsiei	57
	DN	București-Lehliu	61.6
	DN	București-Călărași	115
	DN+E	București-Urziceni	58.9
	DN+E	Urziceni-Buzău	51.3
	DN+E	Buzău-Ploiești	71.7
	DN	Ploiești-Urziceni	63.4
	DN	Buzău-Întorsura Buzăului	119
	DN+E	Buzău-Focșani	73.2
	DN+E	Focșani-Tecuci	36.8
	DN+E	Tecuci-Bârlad	50.4
	DN	Focșani-Lepșa	74.1
	DN	Tecuci-Soveja	77.2
DN	Focșani-Odobești	13.1	

	DN	Bârlad-Adjud	60.3	
	DN	Călărași-Slobozia	46.6	
	DN+E	Adjud-Focșani	47	
<b>Total Km vulnerabili</b>			<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
			57	3168.9

Tabel 2.3.33. Costuri asociate infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud-Est + București - Ilfov - 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură	
da	125.800.000	34.408.000	
da	34.780.000	9.512.800	
da	49.580.000	13.560.800	
da	113.775.000	31.119.000	
da	69.190.000	18.924.400	
da	50.782.500	13.889.700	
da	93.425.000	25.553.000	
da	111.000.000	30.360.000	
da	72.705.000	19.885.800	
da	40.052.500	10.954.900	
da	62.715.000	17.153.400	
da	38.110.000	10.423.600	
da	82.510.000	22.567.600	
da	57.997.500	15.863.100	
da	112.850.000	30.866.000	
da	111.000.000	30.360.000	
da	58.922.500	16.116.100	
da	75.572.500	20.670.100	
da	102.675.000	28.083.000	
da	25.715.000	7.033.400	
da	69.930.000	19.126.800	
da	170.200.000	46.552.000	
da	47.637.500	13.029.500	
da	61.882.500	16.925.700	
da	45.695.000	12.498.200	
da	57.720.000	15.787.200	
da	45.880.000	12.548.800	
da	1.145.700.000	1.328.100.000	30.970.095
da	56.980.000	15.584.800	
da	106.375.000	29.095.000	
da	54.482.500	14.901.700	
da	47.452.500	12.978.900	
da	66.322.500	18.140.100	
da	58.645.000	16.040.200	
da	110.075.000	30.107.000	
da	67.710.000	18.519.600	
da	34.040.000	9.310.400	
da	46.620.000	12.751.200	
da	68.542.500	18.747.300	
da	71.410.000	19.531.600	
da	12.117.500	3.314.300	

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





da	55.777.500		15.255.900
da	43.105.000		11.789.800
da	43.475.000		11.891.000
<b>Cost total autostradă</b>	<b>1.145.700.000</b>	<b>1.328.100.000</b>	<b>30.970.095</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>2.931.232.500</b>		<b>801.731.700</b>
<b>Cost total</b>	<b>4.076.932.500</b>	<b>4.259.332.500</b>	<b>832.701.795</b>

În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 30 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 801 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 832 milioane €.

Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului odată cu delimitarea zonelor cu precipitații ce pot influența integritatea structurală a asfaltului, s-au identificat drumurile rutiere (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 8.5

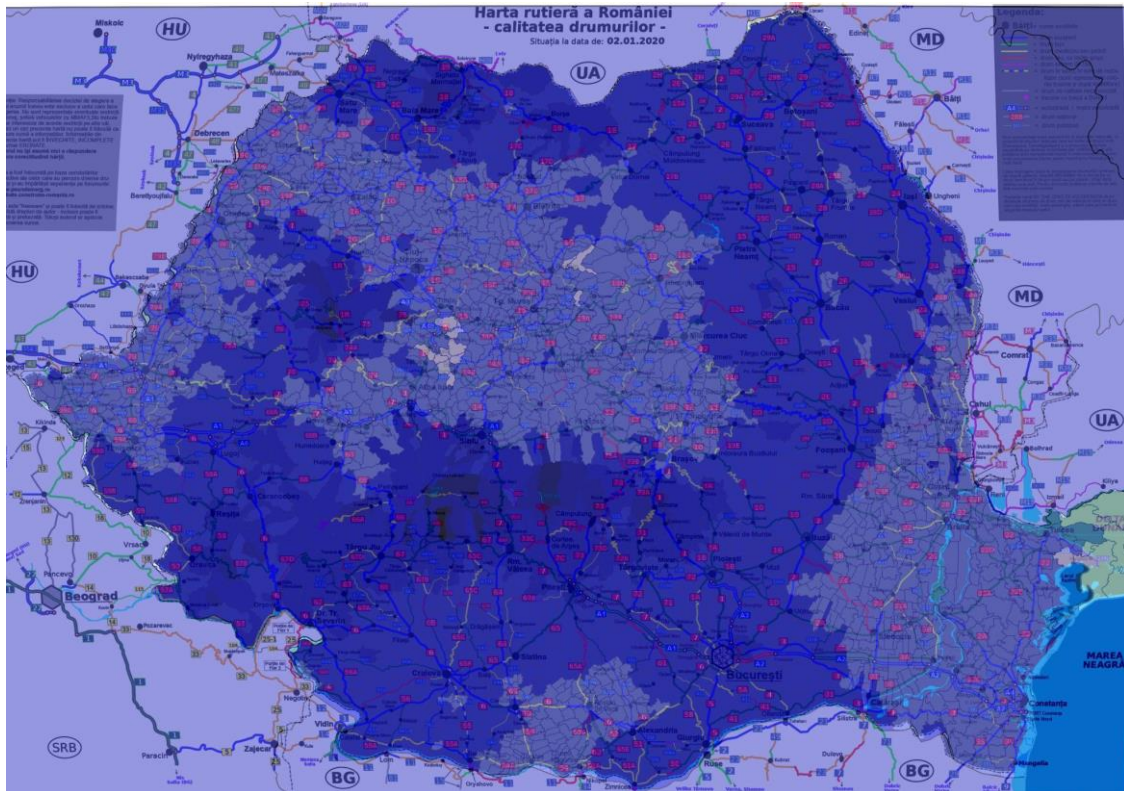


Figura 2.3.13 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la precipitații în perioada 2021-2030 – RCP 8.5



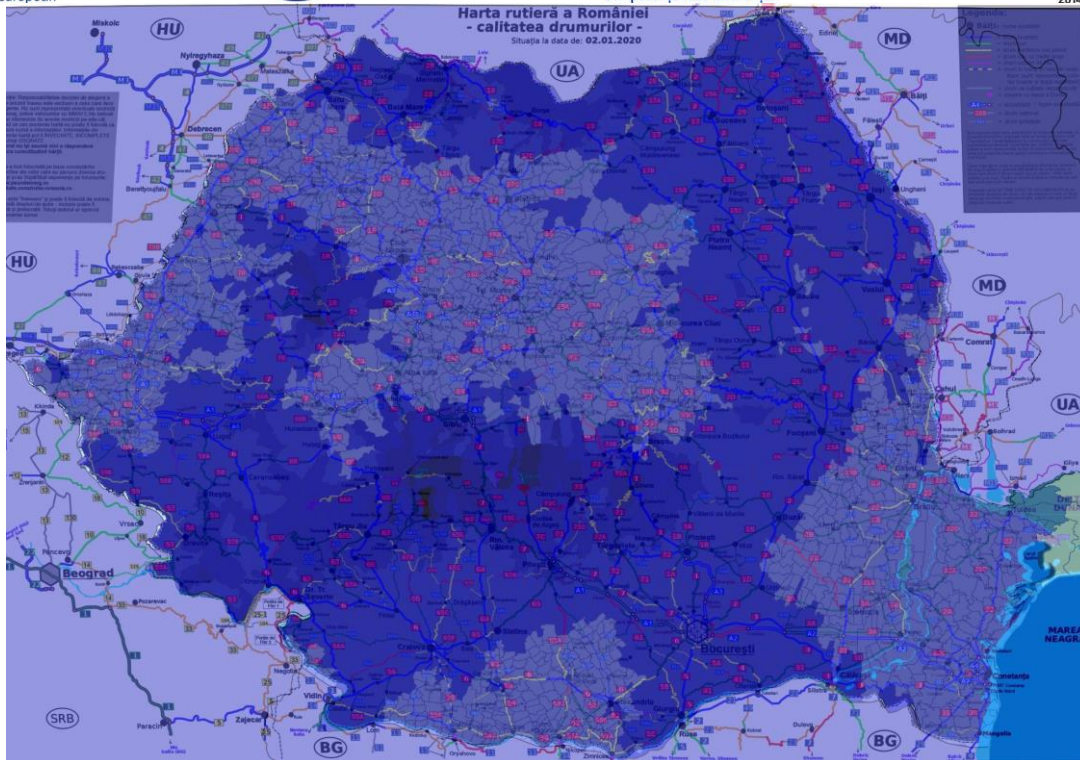


Figura 2.3.14 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la precipitații în perioada 2031-2050 – RCP 8.5

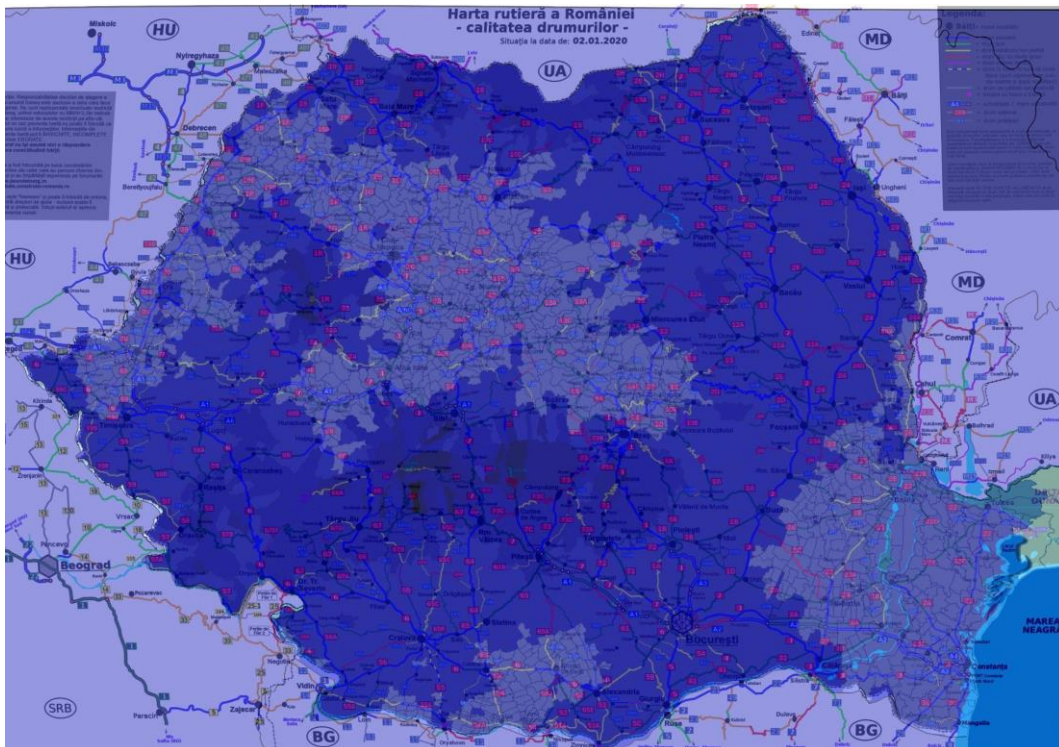


Figura 2.3.15 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la precipitații în perioada 2051-2070 – RCP 8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





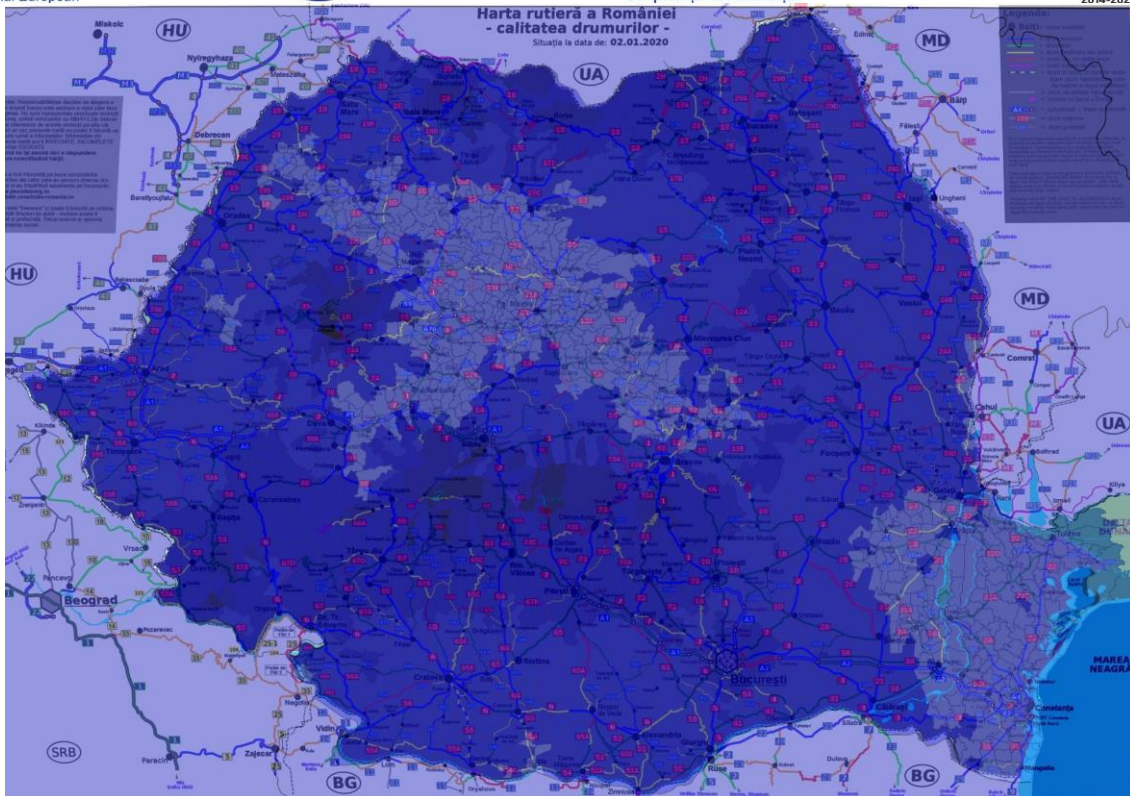


Figura 2.3.16 - Zone ale infrastructurii rutiere vulnerabile la precipitații în perioada 2051-2070 – RCP 8.5

### Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.34 și Tabelul 2.3.35, pentru regiunea de Nord-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 1.43 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 391 milioane €.

Tabel 2.3.34. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Vest- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord-Vest	DN+E	Huedin-Aleșd	63.6
	DN	Săcel-Sighetu Marmației	77.4
	DN	Sighetu Marmației-Baia Mare	63.1
	DN+E	Baia Mare-Negrești Oaș	50.5
	DN	Poiana Largului- Sighetu Marmației	291
	DN+E	Baia Mare-Satu Mare	62.1
	DN+E	Deta-Carei	312
	DN+E	Zalău-Satu Mare	92.3
	DN+E	Halmeu-Baia Mare	64.6
	DN+E	Carei-Oradea	99.5
	DN	Baia Mare-Târgu Lăpuș	42.7
	DN	Năsăud-Telciu	30.8
	DN+E	Satu Mare- Moftin	26.5
	DN+E	Satu Mare-Ardud	22.4
DN+E	Baia Mare- Șomcuta Mare	25.4	

	DN	Huedin-Abrud	111
	DN+E	Albac-Gurahonț	114
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			1548.9

Tabel 2.3.35. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor – Nord-Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	58.830.000	16.090.800
da	71.595.000	19.582.200
da	58.367.500	15.964.300
da	46.712.500	12.776.500
da	269.175.000	73.623.000
da	57.442.500	15.711.300
da	288.600.000	78.936.000
da	85.377.500	23.351.900
da	59.755.000	16.343.800
da	92.037.500	25.173.500
da	39.497.500	10.803.100
da	28.490.000	7.792.400
da	24.512.500	6.704.500
da	20.720.000	5.667.200
da	23.495.000	6.426.200
da	102.675.000	28.083.000
da	105.450.000	28.842.000
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.432.732.500</b>	<b>391.871.700</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.432.732.500</b>	<b>1.432.732.500</b>
		<b>391.871.700</b>

### Nord-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.36 și Tabelul 2.3.37, pentru regiunea de Nord-Est, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 1.9 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 532.5 milioane €.

Tabel 2.3.36. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Nord-Est- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Nord-Est	DN	Adjud-Tg.Secuiesc	108
	DN	Onești-Slănic Moldova	35.2
	DN+E	Onești-Bacău	54.1
	DN	Bacău-Vaslui	84.7



DN	Bacău-Miercurea Ciuc	139	
DN	Iași-Vaslui	72.9	
DN	Roman-Vaslui	84	
DN+E	Bacău-Roman	43.5	
DN	Roman-Piatra Neamț	50.3	
DN	Bacău-Bicaz	87.4	
DN+E	Roman-Târgu Frumos	38.5	
DN	Târgu Frumos-Poiana Largului	103	
DN	Piatra Neamț-Târgu Neamț	47	
DN	Iași-Ungheni	24.5	
DN+E	Târgu Frumos-Botoșani	76	
DN+E	Târgu Neamț-Suceava	59.9	
DN+E	Roman-Suceava	108	
DN	Popricani-Rădăuți Prut	137	
DN+E	Câmpulung Moldovenesc-Dorohoi	109	
DN	Dorohoi-Ștefănești	96.9	
DN	Popricani-Ștefănești	68.2	
DN	Iași-Huși	83.8	
DN	Botoșani-Manoleasa	58.5	
DN+E	Vatra Dornei-Bistrița	83	
DN+E	Botoșani-Rădăuți	74.5	
DN+E	Suceava-Rădăuți	36.7	
DN	Spătărești-Vicovu de Sus	90.6	
DN	Moisei-Telciu	50.9	
<b>Total Km vulnerabili</b>		<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
		0	2105.1

Tabel 2.3.37. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor – Nord-Est - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	99.900.000	27.324.000
da	32.560.000	8.905.600
da	50.042.500	13.687.300
da	78.347.500	21.429.100
da	128.575.000	35.167.000
da	67.432.500	18.443.700
da	77.700.000	21.252.000
da	40.237.500	11.005.500
da	46.527.500	12.725.900
da	80.845.000	22.112.200
da	35.612.500	9.740.500
da	95.275.000	26.059.000
da	43.475.000	11.891.000
da	22.662.500	6.198.500
da	70.300.000	19.228.000
da	55.407.500	15.154.700
da	99.900.000	27.324.000
da	126.725.000	34.661.000
da	100.825.000	27.577.000

da	89.632.500	24.515.700
da	63.085.000	17.254.600
da	77.515.000	21.201.400
da	54.112.500	14.800.500
da	76.775.000	20.999.000
da	68.912.500	18.848.500
da	33.947.500	9.285.100
da	83.805.000	22.921.800
da	47.082.500	12.877.700
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.947.217.500</b>	<b>532.590.300</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.947.217.500</b>	<b>532.590.300</b>

## Centru

Conform datelor din Tabelul 2.3.38 și Tabelul 2.3.39, pentru regiunea de Centru, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 4.1 și 4.8 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 1.2 miliard €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 5.4 – 6.1 miliarde €.

Tabel 2.3.38. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Centru- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Centru	DN	Poiana Largului-Toplița	70.6
	DN	Gheorghieni-Piatra Neamț	89.3
	DN	Gheorghieni-Praid	49.7
	DN+E	Gheorghieni-Miercurea Ciuc	56.9
	Autostrada	Deva-Sebeș	59.6
	DN	Sighișoara-Sibiu	93.5
	DN+E	Cozmeni-Toplița	112
	DN+E	Bistrița-Vatra Dornei	83
	DN+E	Miercurea Ciuc-Cozmeni	21.4
	DN	Odorheiu Secuiesc-Miercurea Ciuc	51.1
	DN+E	Brașov-Sibiu	143
	Autostrada	Sibiu-Sebeș	59.8
	DN+E	Sibiu-Afniș	179
	DN+E	Sibiu-Făgăraș	77.5
	DN	Baia de Arieș-Câmpeni	249
	Autostrada	Ilia-Lugoj	87.9
	DN+E	Rm. Vâlcea-Sibiu	100
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			207.3
			1376

Tabel 2.3.39. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor – Centru - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	65.305.000	17.861.800
da	82.602.500	22.592.900

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



da	45.972.500	12.574.100	
da	52.632.500	14.395.700	
da	1.197.960.000	1.388.680.000	32.382.766
da	86.487.500	23.655.500	
da	103.600.000	28.336.000	
da	76.775.000	20.999.000	
da	19.795.000	5.414.200	
da	47.267.500	12.928.300	
da	132.275.000	36.179.000	
da	1.201.980.000	1.393.340.000	32.491.433
da	165.575.000	45.287.000	
da	71.687.500	19.607.500	
da	230.325.000	62.997.000	
da	1.766.790.000	2.048.070.000	47.759.147
da	92.500.000	25.300.000	
<b>Cost total autostradă</b>	<b>4.166.730.000</b>	<b>4.830.090.000</b>	<b>112.633.346</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.272.800.000</b>	<b>348.128.000</b>	
<b>Cost total</b>	<b>5.439.530.000</b>	<b>6.102.890.000</b>	<b>460.761.346</b>

În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 112 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 348 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 460 milioane €.

### Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.40 și Tabelul 2.3.41, pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 10 și 11.8 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 1.4 miliard €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 11.6 – 13.2 miliarde €.

Tabel 2.3.40. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor –Vest- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Vest	DN	Lugoj-Moldova Nouă	159
	DN+E	Oradea-Marghita	59.9
	DN+E	Oradea-Borod	61
	DN+E	Oradea-Beiuș	64.5
	DN+E	Oradea-Salonta	36.3
	DN+E	Salonta-Arad	78
	Autostrada	Arad-Timișoara	71.3
	DN+E	Arad-Moravița	136
	Autostrada	Arad-Deva	187
	Autostrada	Timișoara-Lugoj	69.4
	DN	Voiteg-Reșița	68.1
	DN+E	Lugoj-Orșova	136
	Autostrada	Izvin-Margina	76.2
	DN	Lugoj-Buziaș	26
	DN	Vârfurile-Gurahont	21.8

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



	DN+E	Borod-Oradea	61.2
	Autostrada	Lugoj-Arad	103
	DN	Timișoara-Cărpiniș	29.9
	DN+E	Timișoara-Moravița	58.5
	DN+E	Chișineu Criș-Timișoara	96.7
	DN+E	Beiuș-Ștei	19.2
	DN	Tulcești-Bârlad	87.8
	DN	Timișoara-Cenad	73.9
	DN	Voiteg-Hățeg	178
	DN+E	Voiteg-Oravița	74.2
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			506.9
			1526

Tabel 2.3.41. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor –Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100			
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km		
	Reabilitare		Inlocuire strat uzură
da	147.075.000		40.227.000
da	55.407.500		15.154.700
da	56.425.000		15.433.000
da	59.662.500		16.318.500
da	33.577.500		9.183.900
da	72.150.000		19.734.000
da	1.433.130.000	1.661.290.000	38.739.786
da	125.800.000		34.408.000
da	3.758.700.000	4.357.100.000	101.603.645
da	1.394.940.000	1.617.020.000	37.707.449
da	62.992.500		17.229.300
da	125.800.000		34.408.000
da	1.531.620.000	1.775.460.000	41.402.127
da	24.050.000		6.578.000
da	20.165.000		5.515.400
da	56.610.000		15.483.600
da	2.070.300.000	2.399.900.000	55.963.505
da	27.657.500		7.564.700
da	54.112.500		14.800.500
da	89.447.500		24.465.100
da	17.760.000		4.857.600
da	81.215.000		22.213.400
da	68.357.500		18.696.700
da	164.650.000		45.034.000
da	68.635.000		18.772.600
<b>Cost total autostradă</b>	<b>10.188.690.000</b>	<b>11.810.770.000</b>	<b>275.416.512</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.411.550.000</b>		<b>386.078.000</b>
<b>Cost total</b>	<b>11.600.240.000</b>	<b>13.222.320.000</b>	<b>661.494.512</b>

În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 275 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 386 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 661.4 milioane €.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





**Sud-Vest**

Conform datelor din Tabelul 2.3.42 și Tabelul 2.3.43, pentru regiunea de Sud-Vest, nu vor exista costuri asociate reabilitării autostrăzilor, însă, costul de reabilitare al drumurilor naționale și europene este de 1.7 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea straturilor de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 468.7 milioane €.

Tabel 2.3.42. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud-Vest- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Sud-Vest	DN	Oravița-Târgu Jiu	230
	DN+E	Târgu Jiu-Hațeg	107
	DN	Târgu Jiu-Drobeta	83
	DN	Strehaia-Broșteni	26
	DN	Târgu Jiu-Rm. Vâlcea	114
	DN	Petroșani-Brezoi	107
	DN	Drobeta-Calafat	98.8
	DN+E	Craiova-Calafat	90
	DN+E	Drobeta-Filiași	74.9
	DN+E	Bechet-Târgu Jiu	178
	DN	Calafat-Bechet	95.9
	DN	Craiova-Horezu	114
	DN	Craiova-Tg.Cărbunești	84
	DN	Dragășani-Tg.Cărbunești	109
	DN	Balș-Bălcești	43.6
	DN+E	Craiova-Caracal	55.2
	DN	Bechet-Corabia	46.8
	DN	Corabia-Rm. Vâlcea	160
	DN	Curtea de Argeș-Rm. Vâlcea	35.6
<b>Total Km vulnerabili</b>			
			<b>Autostrada</b>
			<b>DN+E</b>
			0
			3885.7

Tabel 2.3.43. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor – Sud-Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100		
Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativă disponibilă (da/nu)	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	212.750.000	58.190.000
da	98.975.000	27.071.000
da	76.775.000	20.999.000
da	24.050.000	6.578.000
da	105.450.000	28.842.000
da	98.975.000	27.071.000
da	91.390.000	24.996.400
da	83.250.000	22.770.000
da	69.282.500	18.949.700
da	164.650.000	45.034.000

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



da	88.707.500	24.262.700
da	105.450.000	28.842.000
da	77.700.000	21.252.000
da	100.825.000	27.577.000
da	40.330.000	11.030.800
da	51.060.000	13.965.600
da	43.290.000	11.840.400
da	148.000.000	40.480.000
da	32.930.000	9.006.800
<b>Cost total autostradă</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cost total DN+E</b>	<b>1.713.840.000</b>	<b>468.758.400</b>
<b>Cost total</b>	<b>1.713.840.000</b>	<b>1.713.840.000</b>

### Sud-Est + București-Ilfov

Conform datelor din Tabelul 2.3.44 și Tabelul 2.3.45, pentru regiunea de Sud-Est + București - Ilfov, costurile asociate reabilitării autostrăzilor, vor fi cuprinse între 1.1 și 1.3 miliarde €, cu un cost de reabilitare al drumurilor naționale și europene de 3.1 miliarde €, investiția necesară reabilitării tuturor drumurilor fiind cuprinsă în intervalul 4.2 – 4.4 miliarde €. În cazul în care se realizează doar înlocuirea stratului de uzură, costurile asociate autostrăzilor vor fi de 30 milioane €, în timp ce costurile pentru înlocuirea stratului de uzură pentru drumurile naționale și europene vor fi de 858 milioane €. Costul total pentru realizarea operațiunilor de înlocuire a stratului de uzură, va atinge pragul de 889 milioane €.

Tabel 2.3.44. Zone de risc ale infrastructurii rutiere asociate creșterii precipitațiilor – Sud Est+București- 2021-2100 – RCP 8.5

2021-2100			
Regiune de dezvoltare	Tip drum	Traseu vulnerabil	Număr KM vulnerabili
Sud Est + Bucuresti	DN	Curtea de Argeș-Brașov	136
	DN	Curtea de Argeș-Pitești	37.6
	DN+E	Câmpulung-Pitești	53.6
	DN+E	Pitești-Craiova	123
	DN	Pitești-Drăgășani	74.8
	DN+E	Caracal-Roșiori de Vede	54.9
	DN	Pitești-Roșiori de Vede	101
	DN	Pitești-Alexandria	120
	DN	Corabia-Alexandria	78.6
	DN	Roșiori de Vede-Turnu Măgurele	43.3
	DN	Roșiori de Vede-Zimnicea	67.8
	DN	Alexandria-Zimnicea	41.2
	DN+E	Alexandria-București	89.2
	DN+E	București-Giurgiu	62.7
	DN	Giurgiu-Găești	122
	E	București-Pitești	120
	DN	București-Oltenița	63.7
	DN	București-Târgoviște	81.7
	DN+E	Târgoviște-Brașov	111
DN	Târgoviște-Găești	27.8	
DN	Oltenița-Giurgiu	75.6	

DN	Brașov-București	184	
DN	Brașov-Cheia	51.5	
DN	Cheia-Ploiești	66.9	
DN	Târgoviște-Ploiești	49.4	
DN+E	Ploiești-București	62.4	
DN	Ploiești-Buftea	49.6	
Autostrada	Ploiești-Moara Vlăsiei	57	
DN	București-Lehliu	61.6	
DN	București-Călărași	115	
DN	Focșani-Galați	85.6	
DN	Galați-Tecuci	76.9	
DN	Galați-Târgu Bujor	62.8	
DN+E	București-Urziceni	58.9	
DN+E	Urziceni-Buzău	51.3	
DN+E	Buzău-Ploiești	71.7	
DN	Ploiești-Urziceni	63.4	
DN	Buzău-Întorsura Buzăului	119	
DN+E	Buzău-Focșani	73.2	
DN+E	Focșani-Tecuci	36.8	
DN+E	Tecuci-Bârlad	50.4	
DN	Focșani-Lepșa	74.1	
DN	Tecuci-Soveja	77.2	
DN	Focșani-Odobești	13.1	
DN	Bârlad-Adjud	60.3	
DN	Călărași-Slobozia	46.6	
DN+E	Adjud-Focșani	47	
<b>Total Km vulnerabili</b>		<b>Autostrada</b>	<b>DN+E</b>
		57	3394.2

Tabel 2.3.45. Costuri asociate infrastructurii rutiere vulnerabile creșterii precipitațiilor – Sud Est+București - 2021-2100 - RCP 8.5

Posibilități de ocolire /Infrastructură alternativa disponibila (da/nu)	2021-2100	
	Costuri estimate - Euro/Km	
	Reabilitare	Inlocuire strat uzură
da	125.800.000	34.408.000
da	34.780.000	9.512.800
da	49.580.000	13.560.800
da	113.775.000	31.119.000
da	69.190.000	18.924.400
da	50.782.500	13.889.700
da	93.425.000	25.553.000
da	111.000.000	30.360.000
da	72.705.000	19.885.800
da	40.052.500	10.954.900
da	62.715.000	17.153.400
da	38.110.000	10.423.600
da	82.510.000	22.567.600
da	57.997.500	15.863.100
da	112.850.000	30.866.000
da	111.000.000	30.360.000
da	58.922.500	16.116.100
da	75.572.500	20.670.100

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



da		102.675.000	28.083.000
da		25.715.000	7.033.400
da		69.930.000	19.126.800
da		170.200.000	46.552.000
da		47.637.500	13.029.500
da		61.882.500	16.925.700
da		45.695.000	12.498.200
da		57.720.000	15.787.200
da		45.880.000	12.548.800
da	1.145.700.000	1.328.100.000	30.970.095
da		56.980.000	15.584.800
da		106.375.000	29.095.000
da		79.180.000	21.656.800
da		71.132.500	19.455.700
da		58.090.000	15.888.400
da		54.482.500	14.901.700
da		47.452.500	12.978.900
da		66.322.500	18.140.100
da		58.645.000	16.040.200
da		110.075.000	30.107.000
da		67.710.000	18.519.600
da		34.040.000	9.310.400
da		46.620.000	12.751.200
da		68.542.500	18.747.300
da		71.410.000	19.531.600
da		12.117.500	3.314.300
da		55.777.500	15.255.900
da		43.105.000	11.789.800
da		43.475.000	11.891.000
<b>Cost total autostradă</b>	<b>1.145.700.000</b>	<b>1.328.100.000</b>	<b>30.970.095</b>
<b>Cost total DN+E</b>		<b>3.139.635.000</b>	<b>858.732.600</b>
<b>Cost total</b>	<b>4.285.335.000</b>	<b>4.467.735.000</b>	<b>889.702.695</b>

### 3. Analiza spațială pentru identificarea posibilelor impacturi climaterice asupra infrastructurii de transport feroviar

În funcție de temperatura ambientală, calea ferată (șina de rulare) poate fi supusă forțelor de contracție (la temperatură scăzută) sau de dilatare (la temperatură ridicată).

Șina de rulare feroviară clasică (cu întreruperi/distanțare) oferă în cazul efectului de dilatare la temperature ridicate posibilitatea de atenuare/înlăturare a efectelor negative prin existența spațiilor existente între două șine consecutive. Totuși dezavantajul major al acestui tip de construcție a infrastructurii de transport feroviar este acela că această soluție constructivă implică limitări în atingerea vitezelor maxime de deplasare și în limitarea grautății garniturilor feroviare. De asemenea, trebuie precizat ca acest tip de construcție nu oferă soluții la solicitările datorate forțelor de contracție (la temperature scăzute).

Șina sudată continuă (CWR – Continuous Welded Rail) care a fost generalizată în ultimii 30 de ani în întreaga Europă (și de asemenea în multe părți ale lumii) este în mod special supusă acestor

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





solicitări mecanice, solicitări a căror efecte pot duce la întreruperi neprevăzute ale utilizării căii ferate atât în sezonul de iarnă cât și în sezonul de vară. Din acest motiv, acest tip de șine necesită măsuri speciale de ancorare și de întreținere, ceea ce duce la creșterea costurilor asociate exploatarei în siguranță și la parametrii optimi a infrastructurii de transport feroviar.

Schimbările climatice vor avea ca rezultat o temperatură medie mai ridicată și temperaturi extreme mai frecvente, care pot spori riscul de deformare și flambarea a căii ferate. Fenomenul de flambare a șinelor de cale ferată este definit ca fiind caracterizat de formarea unor nealinieri laterale mari în linia de șină continuă sudată (CWR). Această problemă care poate duce la deraieri catastrofale, și a fost supusă unei cercetări ingineresti intense și continue în ultimii 20 de ani. Restricția de limitare a vitezei, în funcție de prognoza variației temperaturii (atingerii valorilor care ies din parametrii pentru care șina a fost construită), este cea mai frecventă și utilizată măsură preventivă pentru reducerea/eliminarea accidentelor feroviare. Alte măsuri preventive pentru reducerea riscului de deraiere a flambajului feroviar includ: îmbunătățirea prognozei meteo și a capacității predictive pentru temperatura căii ferate; corelarea vitezei de deplasare cu nivelul temperaturii șinei și proiectarea/construcția căii de rulare feroviare pentru menținerea temperaturii șinei la valori ce permit exploatarea optimă

#### d. Efectul temperaturii asupra infrastructurii feroviare

Temperatura căii ferate depinde de temperatura ambiantă și de alți factori precum radiația solară, umiditatea și intensitatea vântului, iar corelațiile detaliate cercetate în Franța și în Australia au arătat că atât temperatura, cât și radiația solară sunt cei doi factori cheie în schimbarea geometriei șinei de rulare. Au fost identificate relații matematice de corelație între temperatura căii ferate și acești factori în scopul de a îmbunătăți fiabilitatea predicției privind riscul de flambaj al căilor ferate și de aplicare a măsurilor preventive adecvate. Din păcate, funcțiile de regresie raportate de astfel de studii sunt specifice regiunii și nu pot fi generalizate în toată Europa, deci nici pentru România.

Pentru România, în lipsa unor astfel de studii detaliate, se va utiliza pentru această analiză o corelație simplificată dintre temperatura ambiantă și cea atinsă de șinele de cale ferată

$$T_{\text{șină}} = (3/4) \cdot T_a$$

Prin analiza rezultatelor obținute de specialiștii din Franța și a similitudinii poziționării geografice (latitudine) a României, în acest studiu s-au considerat următoarele limite de temperatură ale șinei de cale ferată corelate cu necesitatea creșterii importanței de mentenanță preventive și cu vitezele de deplasare în siguranță (restricții de viteză).

Temperatură	Valoare (°C)	Viteză deplasare maximă (km/h)
Funcționare la parametrii constructivi ai șinei	18.2	0
Restricție de viteză minoră	27.4	70
Restricție de viteză majoră	28.7	30

Pe baza afirmațiilor anterioare și pe baza informațiilor spațiale în ceea ce privește înregistrarea temperaturilor privind România (atât înregistrările pentru perioade trecute cât și prognozele pentru viitor) se pot delimita zonele de risc în ceea ce privește menținerea integrității șinei de rulare a căii feroviare pentru funcționarea în siguranță a infrastructurii majore de transport feroviar.

Pentru a determina zonele de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor, s-a realizat o suprapunere a hărții infrastructurii feroviare, cu hărțile furnizate de ANM.

Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului feroviar odată cu delimitarea zonelor cu temperatură ce pot influența integritatea structurală a șinelor de cale ferată, s-au identificat zonele de căi ferate (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 4.5

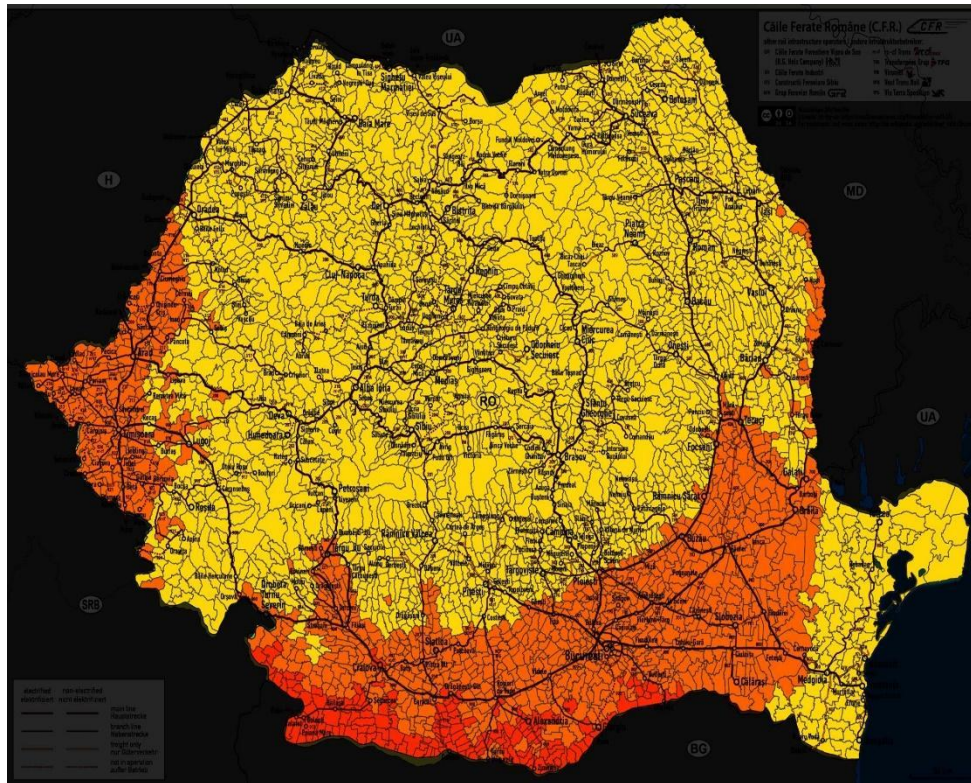


Figura 2.3.17 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2021-2031 – RCP 4.5



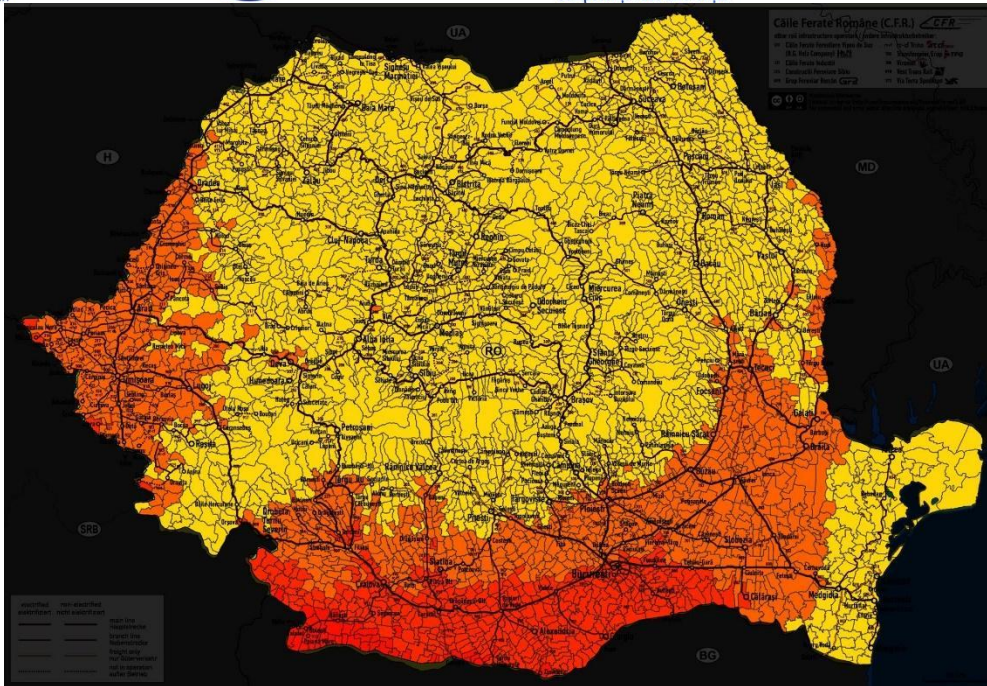


Figura 2.3.18 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2031-2050 – RCP 4.5

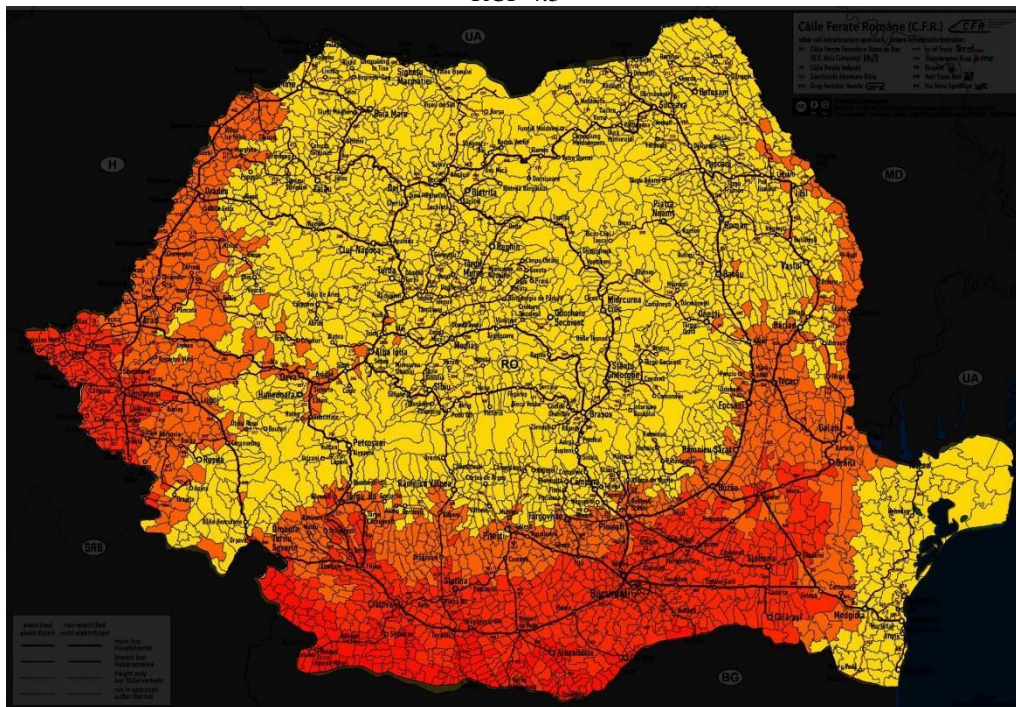


Figura 2.3.19 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2041-2070 – RCP 4.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





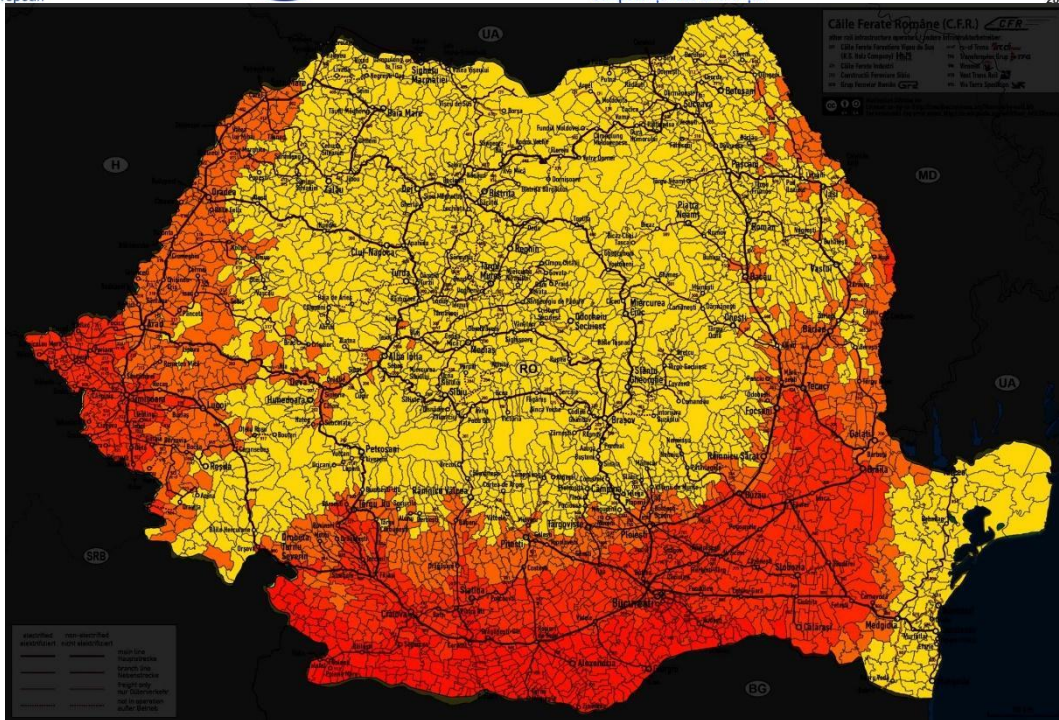


Figura 2.3.20 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2071-2100 – RCP 4.5

Estimările de cost au fost realizate în urma unui proces amplu de contorizare a numărului de km situați în zonele vulnerabile. Prin suprapunerea hărților s-a determinat numărul de km de infrastructură feroviară vulnerabili. Odată determinat acest număr, s-a realizat o înmulțire cu prețurile asociate reabilitării sau înlocuirii căilor ferate. Costurile asociate au următoarele valori:

- Reabilitare (schimbare sina de cale ferată) = 4,4 milioane Euro/km
- Înlocuire linii/sine cale ferată = 8,2 milioane Euro/km

sursa: M. ATTINĂ et al. (2018) Assessment of unit costs (standard prices) of rail projects (CAPital EXpenditure), Final report, Contract No 2017CE16BAT002, European Comossion, ISBN: 978-92-79-91813-1, doi: 10.2776/296711, [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/information/publications/reports/2018/assessment-of-unit-costs-standard-prices-of-rail-projects-capital-expenditure](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/reports/2018/assessment-of-unit-costs-standard-prices-of-rail-projects-capital-expenditure)

## Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.46 se observă, pentru regiunea de Nord-Vest, costurile asociate reabilitării căilor ferate, vor fi cuprinse între 818.4 milioane de €, iar costul de înlocuire totală a liniilor de cale ferată este de 1.63 miliard de €.

Tabelul 2.3.46. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor –Vest 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100	
Traseu vulnerabil	Costuri estimate - Euro/Km

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Regiune de dezvoltare		Număr km vulnerabili	Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
Nord-Vest	Oradea-Carei	97	426.800.000	853.600.000
	Carei-Tășnad	28	123.200.000	246.400.000
	Carei-Satu Mare	36	158.400.000	316.800.000
	Săcuieni-Marghita	25	110.000.000	220.000.000
<b>Total</b>		186	818.400.000	1.636.800.000

## Sud-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.47. se observă, pentru regiunea de Sud-Vest, costurile asociate reabilitării căilor ferate, vor fi cuprinse între 2.76 miliarde de €, iar costul de înlocuire totală a liniilor de cale ferată este de 5.52 miliarde de €.

Tabelul 2.3.47. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor –Sud-Vest 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
SUD-VEST	Orșova-Roșiori de Vede	247	1.086.800.000	2.173.600.000
	Rovinari-Filiași	56	246.400.000	492.800.000
	Târgu Jiu-Fliliași	71	312.400.000	624.800.000
	Craiova-Calafat	107	470.800.000	941.600.000
	Craiova-Slatina	61	268.400.000	536.800.000
	Drăgășani-Râmnicu Vâlcea	53	233.200.000	466.400.000
	Drăgășani-Caracal	33	145.200.000	290.400.000
<b>Total</b>		628	2.763.200.000	5.526.400.000

## Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.48. observă, pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării căilor ferate, vor fi cuprinse între 4.78 miliarde de €, iar costul de înlocuire totală a liniilor de cale ferată este de 9.57 miliarde de €.

Tabelul 2.3.48. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor –Vest 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
VEST	Stamora-Moravița - Timișoara Nord	56	246.400.000	492.800.000
	Timișoara Nord-Oradea	178	783.200.000	1.566.400.000
	Jebel-Berzovia	43	189.200.000	378.400.000

	Cruceni-Timișoara Nord	49	215.600.000	431.200.000
	Jimbolia-Timișoara Nord	39	171.600.000	343.200.000
	Timișoara Nord-Nerău	93	409.200.000	818.400.000
	Lovrin-Sânnicolau Mare	16	70.400.000	140.800.000
	Lovrin-Cenad	28	123.200.000	246.400.000
	Lovrin-Periam	16	70.400.000	140.800.000
	Periam-Timișoara	49	215.600.000	431.200.000
	Timișoara-Lugoj	59	259.600.000	519.200.000
	Timișoara-Buziaș	37	162.800.000	325.600.000
	Buziaș-Lugoj	28	123.200.000	246.400.000
	Arad-Nădlac	52	228.800.000	457.600.000
	Arad-Curtici	17	74.800.000	149.600.000
	Lugoj-Caransebeș	39	171.600.000	343.200.000
	Arad-Deva	149	655.600.000	1.311.200.000
	Deva-Alba Iulia	63	277.200.000	554.400.000
	Arad-Cermei	77	338.800.000	677.600.000

### Nord-Est

Regiunea de Nord-Est nu prezintă vulnerabilități în fața schimbărilor climatice, în acest scenariu.

### Centru

Regiunea centrală nu prezintă vulnerabilități în fața schimbărilor climatice, în acest scenariu.

### Sud-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.49 se observă, pentru regiunea de Sud-Est, costurile asociate reabilitării căilor ferate, vor fi cuprinse între 3.46 miliarde de €, iar costul de înlocuire totală a liniilor de cale ferată este de 6.93 miliarde de €.

Tabelul 2.3.49. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor –Sud-Est 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
SUD-EST	Ploiești-Adjud	185	814.000.000	1.628.000.000
	Ploiești-Armășești	48	211.200.000	422.400.000
	Armășești-Făurei	68	299.200.000	598.400.000
	Armășești-Slobozia	13	57.200.000	114.400.000
	Lehliu-Cernavodă	96	422.400.000	844.800.000

	Slobozia-Călărași	40	176.000.000	352.000.000
	Buzău-Galați	131	576.400.000	1.152.800.000
	Galați-Târgu Bujor	53	233.200.000	466.400.000
	Tecuci-Bârlad	50	220.000.000	440.000.000
	Mărășești-Galați	104	457.600.000	915.200.000
<b>Total</b>		788	3.467.200.000	6.934.400.000

## București-Ilfov

Conform datelor din Tabelul 2.3.50 se observă, pentru regiunea de București - Ilfov, costurile asociate reabilitării căilor ferate, vor fi cuprinse între 3.26 miliarde de €, iar costul de înlocuire totală a liniilor de cale ferată este de 6.53 miliarde de €.

Tabelul 2.3.50. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor –Sud+București 2021-2100 - RCP 4.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sinea de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
București-Ilfov	Roșiori de Vede-București	100	440.000.000	880.000.000
	București-Găești	70	308.000.000	616.000.000
	București-Ploiești	59	259.600.000	519.200.000
	București-Armășești	64	281.600.000	563.200.000
	Roșiori de Vede-Alexandria	34	149.600.000	299.200.000
	Videle- Giurgiu	67	294.800.000	589.600.000
	București-Pitești	108	475.200.000	950.400.000
	Ploiești-Târgoviște	139	611.600.000	1.223.200.000
	Târgoviște-Titu	32	140.800.000	281.600.000
	București-Lehliu	70	308.000.000	616.000.000
<b>Total</b>		743	3.269.200.000	6.538.400.000

Pentru a determina zonele de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor, s-a realizat o suprapunere a hărții infrastructurii feroviare, cu hărțile regăsite în figurile 2.3.20 și 2.3.23. Pentru identificarea zonelor de risc și care trebuie să intre în atenția autorităților decidente și responsabile din domeniul transportului feroviar odată cu delimitarea zonelor cu temperatură ce pot influența integritatea structurală a șinelor de cale ferată, s-au identificat zonele de căi ferate (lungimea acestora) afectate de acest fenomen. - RCP 8.5



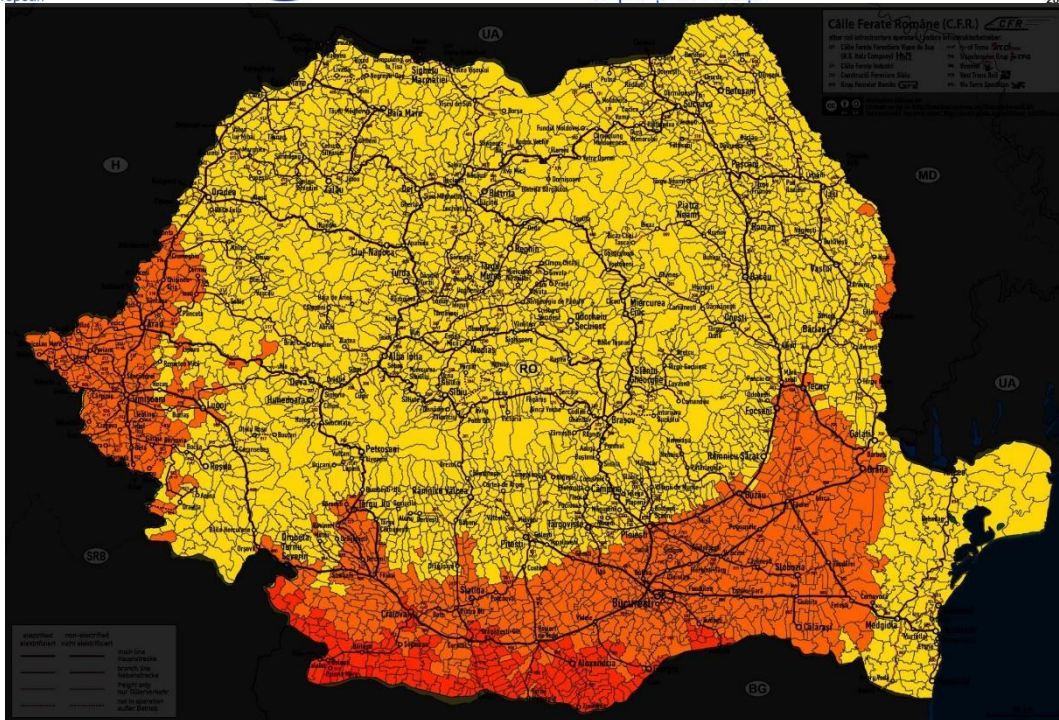


Figura 2.3.20 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2021-2030 – RCP 8.5

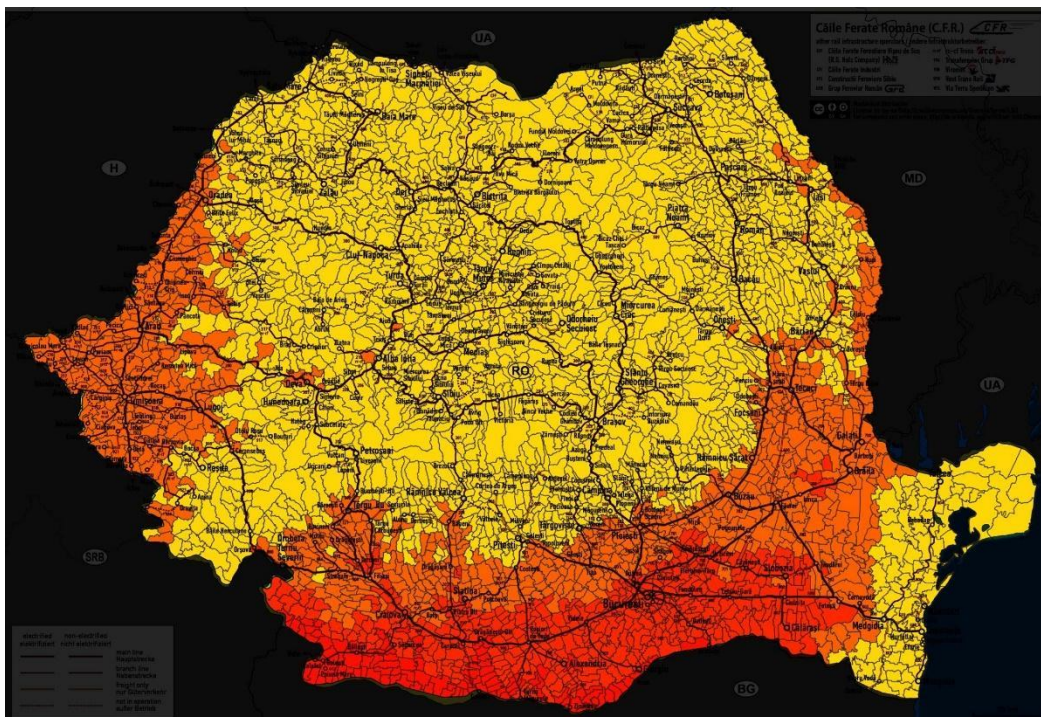


Figura 2.3.21 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2031-2050 – RCP 8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





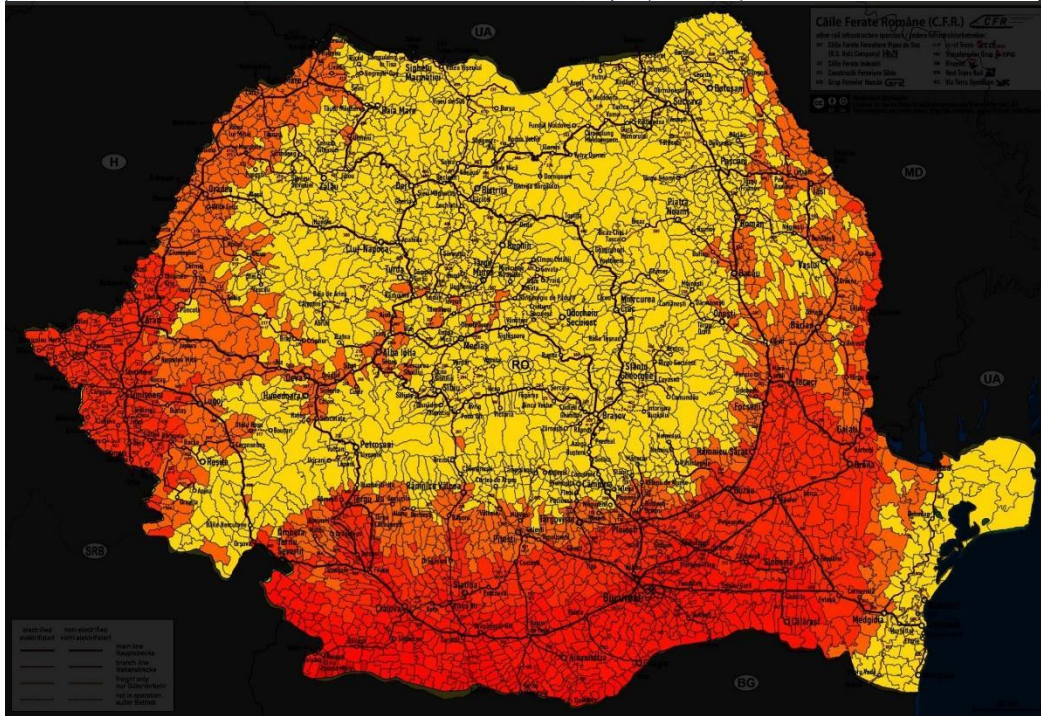


Figura 2.3.22 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2041-2070 – RCP 8.5

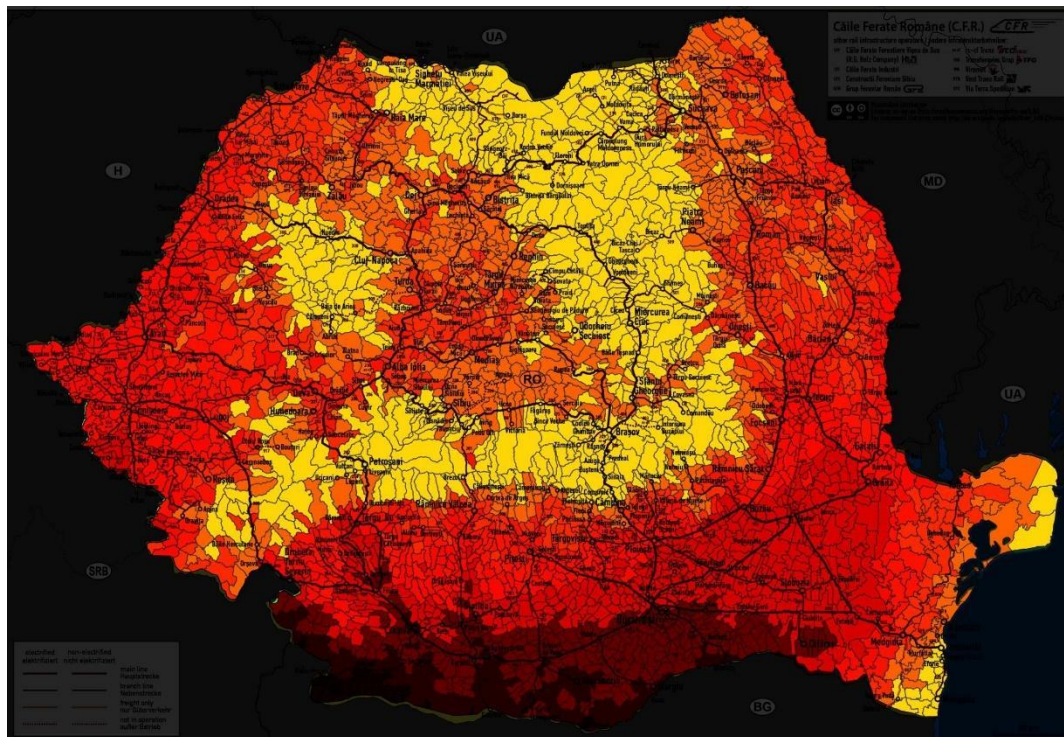


Figura 2.3.23 - Zone ale infrastructurii feroviare vulnerabile la schimbările de temperatură în perioada 2071-2100 – RCP 8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



## Nord-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.51, pentru regiunea de Nord - Vest, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 1.8 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 3.6 miliarde €.

Tabel 2.3.51. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Nord - Vest- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
Nord-Vest	Oradea-Carei	97	426.800.000	853.600.000
	Carei-Tășnad	28	123.200.000	246.400.000
	Carei-Satu Mare	36	158.400.000	316.800.000
	Satu Mare-Baia Mare	60	264.000.000	528.000.000
	Baia Mare-Jibou	58	255.200.000	510.400.000
	Carei-Jibou	112	492.800.000	985.600.000
	Săcuieni-Marghita	25	110.000.000	220.000.000
<b>Total</b>		416	1.830.400.000	3.660.800.000

## Centru

Conform datelor din Tabelul 2.3.52. pentru regiunea de Centru, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 4.2 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 8.5 miliarde €.

Tabel 2.3.52. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Centru- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
Centru	Alba Iulia - Sibiu	92	404.800.000	809.600.000
	Alba Iulia - Mediaș	76	334.400.000	668.800.000
	Mediaș-Brașov	167	734.800.000	1.469.600.000
	Sibiu-Brașov	149	655.600.000	1.311.200.000
	Alba Iulia-Deda	166	730.400.000	1.460.800.000
	Alba Iulia-Dej	158	695.200.000	1.390.400.000
	Dej-Deda	96	422.400.000	844.800.000
	Sărătel-Bistrița	11	48.400.000	96.800.000

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



	Beclean-Ilva Mică	48	211.200.000	422.400.000
	Apahida-Cluj Napoca	12	52.800.000	105.600.000
<b>Total</b>		975	4.290.000.000	8.580.000.000

## Nord-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.53, pentru regiunea de Nord - Est, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 3 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 6 miliarde €.

Tabel 2.3.53. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Nord - Est- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
Nord-Est	Bârlad-Paşcani	273	1.201.200.000	2.402.400.000
	Adjud-Roman	102	448.800.000	897.600.000
	Pașcani-Botoșani	90	396.000.000	792.000.000
	Iași-Dorohoi	154	677.600.000	1.355.200.000
	Galați-Berești	78	343.200.000	686.400.000
<b>Total</b>		697	3.066.800.000	6.133.600.000

## Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.54, pentru regiunea de Vest, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 4.7 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 9.5 miliarde €.

Tabel 2.3.54. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
VEST	Stamora-Moravița - Timișoara Nord	56	246.400.000	492.800.000
	Timișoara Nord-Oradea	178	783.200.000	1.566.400.000
	Jebel-Berzovia	43	189.200.000	378.400.000
	Cruceni-Timișoara Nord	49	215.600.000	431.200.000
	Jimbolia-Timișoara Nord	39	171.600.000	343.200.000
	Timișoara Nord-Nerău	93	409.200.000	818.400.000
	Lovrin-Sânnicolau Mare	16	70.400.000	140.800.000
	Lovrin-Cenad	28	123.200.000	246.400.000

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





	Lovrin-Periam	16	70.400.000	140.800.000
	Periam-Tișoara	49	215.600.000	431.200.000
	Tișoara-Lugoj	59	259.600.000	519.200.000
	Tișoara-Buziaș	37	162.800.000	325.600.000
	Buziaș-Lugoj	28	123.200.000	246.400.000
	Arad-Nădlac	52	228.800.000	457.600.000
	Arad-Curtici	17	74.800.000	149.600.000
	Lugoj-Caransebeș	39	171.600.000	343.200.000
	Arad-Deva	149	655.600.000	1.311.200.000
	Deva-Alba Iulia	63	277.200.000	554.400.000
	Arad-Cermei	77	338.800.000	677.600.000
	<b>Total</b>	<b>1088</b>	<b>4.787.200.000</b>	<b>9.574.400.000</b>

## Sud-Est

Conform datelor din Tabelul 2.3.55, pentru regiunea de Sud - Est, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 3.4 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 6.9 miliarde €.

Tabel 2.3.55. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Sud - Est- 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
SUD-EST	Ploiești-Adjud	185	814.000.000	1.628.000.000
	Ploiești-Armășești	48	211.200.000	422.400.000
	Armășești-Făurei	68	299.200.000	598.400.000
	Armășești-Slobozia	13	57.200.000	114.400.000
	Lehliu-Cernavodă	96	422.400.000	844.800.000
	Slobozia-Călărași	40	176.000.000	352.000.000
	Buzău-Galați	131	576.400.000	1.152.800.000
	Galați-Târgu Bujor	53	233.200.000	466.400.000
	Tecuci-Bârlad	50	220.000.000	440.000.000
	Mărășești-Galați	104	457.600.000	915.200.000
<b>Total</b>		<b>788</b>	<b>3.467.200.000</b>	<b>6.934.400.000</b>

## București-Ilfov

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Conform datelor din Tabelul 2.3.56, pentru regiunea de București - Ilfov, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 3.4 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 6.8 miliarde €.

Tabel 2.3.56. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Sud + București - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
București-Ilfov	Roșiori de Vede-București	100	440.000.000	880.000.000
	București-Găești	70	308.000.000	616.000.000
	București-Ploiești	59	259.600.000	519.200.000
	București-Armășești	64	281.600.000	563.200.000
	Roșiori de Vede-Alexandria	34	149.600.000	299.200.000
	Videle- Giurgiu	67	294.800.000	589.600.000
	București-Pitești	108	475.200.000	950.400.000
	Ploiești-Târgoviște	139	611.600.000	1.223.200.000
	Târgoviște-Titu	32	140.800.000	281.600.000
	Ploiești-Câmpina	36	158.400.000	316.800.000
București-Lehliu	70	308.000.000	616.000.000	
<b>Total</b>		779	3.427.600.000	6.855.200.000

## Sud-Vest

Conform datelor din Tabelul 2.3.57, pentru regiunea de Sud - Vest, costurile asociate reabilitării șinelor de cale ferată, este de 2.7 miliarde €. Costurile pentru înlocuirea șinelor de cale ferată vor fi de 5.5 miliarde €.

Tabel 2.3.57. Zone de risc ale infrastructurii feroviare asociate creșterii temperaturilor – Sud - Vest - 2021-2100 - RCP 8.5

2021-2100				
Regiune de dezvoltare	Traseu vulnerabil	Număr km vulnerabili	Costuri estimate - Euro/Km	
			Reabilitare (schimbare sina de cale ferata)	Inlocuire linii/sine cale ferata
SUD-VEST	Orșova-Roșiori de Vede	247	1.086.800.000	2.173.600.000
	Rovinari-Filiași	56	246.400.000	492.800.000
	Târgu Jiu-Filiași	71	312.400.000	624.800.000
	Craiova-Calafat	107	470.800.000	941.600.000
	Craiova-Slatina	61	268.400.000	536.800.000
	Drăgășani-Râmnicu Vâlcea	53	233.200.000	466.400.000
	Drăgășani-Caracal	33	145.200.000	290.400.000
<b>Total</b>		628	2.763.200.000	5.526.400.000

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



## 2.4. Turism și activități recreative

În vederea analizei vulnerabilității la schimbările climatice observate și viitoare, a fost analizată expunerea unităților administrativ teritoriale (comune și orașe) cu un număr ridicat de înnoptări prin interpretarea proiecțiilor climatice ale scenariilor RCP4.5 și RCP8.5 pentru secvențele de timp 2021-2030, 2021-2050, 2031-2050, 2041-2070, 2071-2100, în raport cu schimbările observate (1971-2000). Pentru a surprinde, în ansamblu, expunerea unităților administrativ teritoriale cu un număr ridicat de înnoptări la semnalul schimbărilor climatice, secvențele temporale ale datelor climatice analizate au fost ierarhizate în clase relevante pentru analiză și, la final, agregate sub forma unor diagrame matriceale. În acest sens, a fost analizată distribuția celor 711 unități administrative teritoriale ce au înregistrat un număr între 1.000 și 3.549.708 înnoptări annual (Figura 2.4.1) în raport cu proiecțiile viitoare și tendințele observate ale următorilor indicatorii climatici: CDD (media multianuală a numărului de zile secetoase consecutive), CSDI (Indicele de durată a valurilor de frig), R20mm (zile cu precipitații foarte abundente (număr de zile cu precipitații >20 mm), WSDI (Indicele de durată a valurilor de căldură).

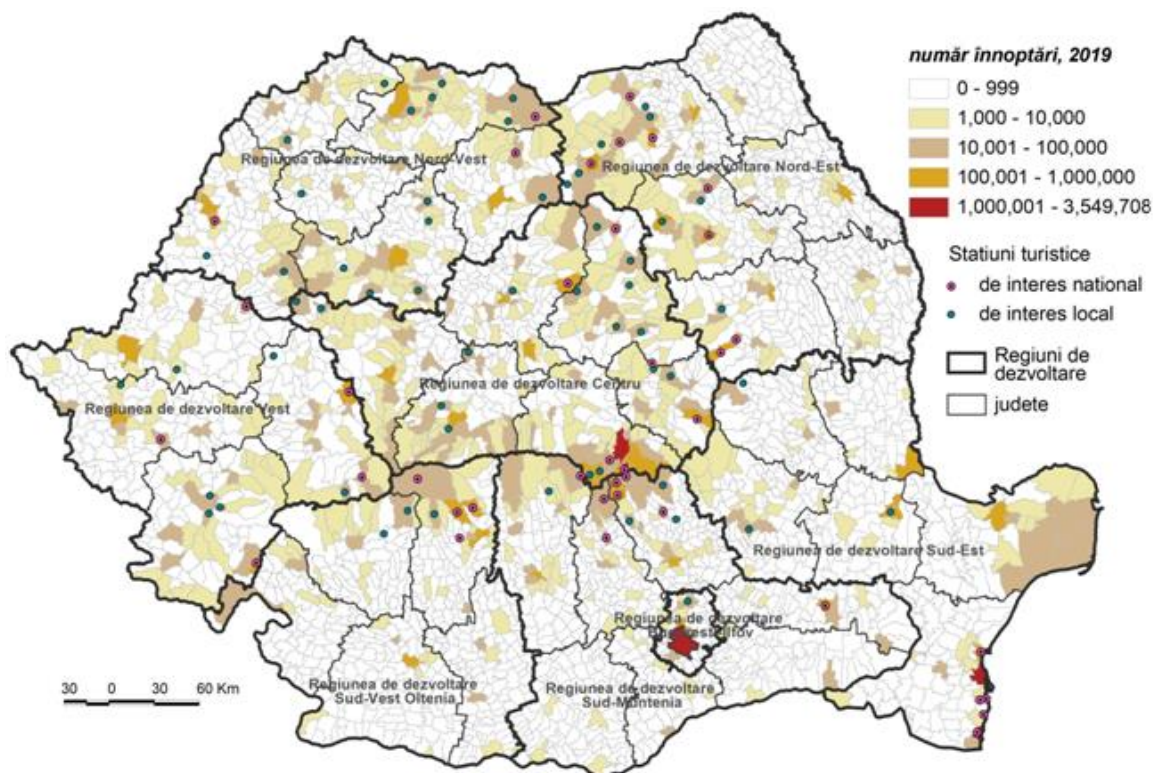


Figura 2.4.1. Numărul de înnoptări, 2019

**CDD - Media multianuală a numărului de zile secetoase consecutive.** Scenariile climatice preconizează, în continuare, o expunere ridicată la valurile de secetă (30-40 de zile consecutive) a unităților administrativ-teritoriale situate în regiunile de dezvoltare (Figura 2.4.2 - Anexa 1):

- Sud-Muntenia (Teleorman, Giurgiu, Călărași, Ialomița),

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



- Sud-Vest Oltenia (Dolj, Olt), București-Ilfov (Ilfov),
- Sud-est (Brăila, Buzău, Vrancea, Constanța, Tulcea),
- În Regiunea de dezvoltare Sud-est este posibilă o creștere (în medie cu 4-6 zile) în unele unități administrativ teritoriale care înregistrează un număr important de înnoptări din zona litorală și deltaică din județele Constanța (Constanța, Mangalia - peste 1 milion, Costinești, Năvodari, Eforie – peste 100,000, Techirghiol, Limanu – peste 10,000, 23 August, Agigea – sub 10,000) și Tulcea (Tulcea – peste 100,000, Crișan, Sfântu Gheorghe, Murighiol, Nufăru, Jurilovca, Sulina – peste 10,000, Maliuc, Chilia Veche, Somova, Mahmudia), estimată îndeosebi în raport cu scenariul RCP8.5 și pentru perioada 2071-2100.

Totodată, este preconizată o creștere a numărului de zile secetoase consecutive (în medie cu 1-2 zile, în special în scenariul RCP8.5) și în areale turistice din regiunile de dezvoltare

- Sud-Est, în județele Buzău (comunele Merei/Sărata Monteoru, Berca/Vulcanii Noroioși, Tisău cu un important potențial turistic și cu un număr de înnoptări sub 10,000),
- Sud-Muntenia, în județele Ialomița (Amara), Argeș (ex. Oarja, Bradu), Prahova (Sinaia, Bușteni, Câmpina, Vălenii de Munte, Slănic, Valea Doftanei, Azuga, Măneciu),
- Sud-Vest Oltenia, în județele Vâlcea (Băile Govora, Călimănești, Băile Olănești, Drăgășani, Horezu, Mălaia, Voineasa, Ocnele Mari, Măldărești, Vaideeni, Sălătrucel) și Mehedinți (Orșova, Bala, Dubova, Eșelnița, Drobeta-Turnu Severin, Ponoare, Baia de Aramă, Isverna, Șimian)
- Vest, în Caraș-Severin (Băile Herculane) și Timiș (Buziaș, Receaș). Creșterea se preconizează, în general pentru perioadele din intervalul 2031-2070.

Acestora li se adaugă unele orașe reședință de județ cu potențial demografic ridicat și cu atractivitate turistică - Pitești, Ploiești (Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia), Cluj-Napoca, Oradea, (Regiunea de dezvoltare Nord-Vest), Alba-Iulia (Regiunea de dezvoltare Centru), Arad, Timișoara, (Regiunea de dezvoltare Vest), Brăila (Regiunea de dezvoltare Centru), Râmnicu Vâlcea, Craiova, Târgu-Jiu (Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia), Focșani, Galați (Regiunea de dezvoltare Sud-Est).

O posibilă scădere a numărului de zile secetoase consecutive (în medie cu 1-3 zile) se înregistrează în județe din:

- Regiunea de dezvoltare Centru - Brașov (Predeal, Bran, Târlungeni, Sâmbăta de Sus, Făgăraș, Rupea, Șinca, Prejmer), Harghita (Băile Tușnad, Praid, Gheorgheni, Toplița, Borsec, Vlăhița, Zetea pentru scenariul RCP4.5), Mureș (Sighișoara și Sovata – peste 100,000 înnoptări),
- Nord-Vest - Maramureș (Cavnic, Borșa, Baia Sprie, Ocna Șugatag, Vișeu de Sus, Vadu Izei, Sighetu Marmăției, Recea),
- Nord-Est - Suceava (Vatra Dornei, Gura Humorului, Câmpulung Moldovenesc, Dorna-Arini, Vama, Mănăstirea Humorului, Sucevița, Dora Candrenilor, Putna), Neamț (Ceahlău, Agapia, Bicaș, Târgu-Neamț), Iași (Iași) și Vrancea (Tulnici).

În general, scăderea este pentru intervalele 2021-2050, acestei scăderi urmându-i o creștere cu până la 3 zile pentru intervalul 2071-2100 și mai pronunțată pentru scenariul RCP4.5. Acest trend se înregistrează și în cazul unor municipii reședință de județ caracterizate printr-un număr mare de înnoptări - Brașov, Târgu-Mureș (Regiunea de dezvoltare Centru), Baia Mare, Zalău, Satu Mare (Regiunea de dezvoltare Nord-Vest), Piatra-Neamț, Suceava (Regiunea de dezvoltare Nord-Est).

Pentru Municipiul București (Regiunea de dezvoltare București-Ilfov) este preconizat aproximativ același grad de expunere la valurile de secetă (30-40 zile consecutive), o expunere mai scăzută fiind în cazul scenariului RCP8.5 pentru perioada 2021-2030. În ceea ce privește schimbările



se remarcă o ușoară accentuare în raport cu scenariul RCP8.5 (în medie cu 1-2 zile) pentru perioadele 2031-2050, 2041-2070 și 2071-2100, respectiv o ușoară diminuare (în medie cu 1 zi) pentru perioadele 2021-2020 și 2021-2050. Dacă ne raportăm la scenariul RCP4.5 se remarcă o ușoară diminuare (în medie cu 1 zi).

**CSDI - Indicele de durată a valurilor de frig.** Scenariile climatice preconizează o scădere a duratei valurilor de frig mai accentuată pentru intervalele 2021-2030, 2021-2050, 2031-2050 (2-4 zile) și mai puțin accentuată în general pentru intervalele 2041-2070 și 2071-2100 (0-2 zile) la nivelul întregii țări, atât pentru scenariul RCP4.5, cât și pentru scenariul RCP8.5. Scăderea este mai accentuată în cazul scenariului RCP4.5. Totuși, se înregistrează și o tendință de creștere a valurilor de frig pentru unele unități administrativ-teritoriale din Regiunea de dezvoltare Vest - județele Arad și Timiș și Regiunea de dezvoltare Nord-Vest – județele Bihor și Satu Mare, în cazul scenariului RCP8.5 (Figura 2.4.3 - Anexa 1).

În cazul scenariului RCP4.5 se constată o scădere a valurilor de frig, în general între 0 și 2 zile pentru perioada 2021-2030, între 2 și 4 zile pentru perioadele 2021-2050, 2031-2050 și 2041-2070 între 4 și 6 zile pentru perioada 2071-2100. Scăderea este mai puțin accentuată (cu 0-4 zile) pentru unele județele în care sunt localizate unități administrativ teritoriale în care se înregistrează un număr important de înnoptări din:

- Regiunea de dezvoltare Vest - Arad (Lipova), Timiș (Buziaș), Hunedoara (Deva, Petroșani, Orăștioara de Sus), Caraș-Severin (Șichevița, Pojejena),
- Regiunea de dezvoltare Centru - Alba (Baia de Arieș, Sălciua, Bistra, Teiuș), Mureș (Sighișoara, Sovata, Ungheni, Lunca Bradului), Harghita (Băile Tușnad, Miercurea Ciuc, Vlăhița, Zetea, Praid, Toplița, Mădăraș), Covasna (Covasna, Zăbala, Arcuș, Târgu-Secuiesc, Turia, Întorsura Buzăului, Bixad), Brașov (Predeal, Moeciu, Bran, Târlungeni, Sânpetru, Sâmbăta de Sus, Rupea, Vama Buzăului, Prejmer, Șinca, Hărman),
- Regiunea de dezvoltare Nord-Vest - Bistrița-Năsăud (Bistrița Bârgăului, Tiha Bârgăului, Lechința, Cetate),
- Regiunea de dezvoltare Nord-Est - Suceava (Șaru Dornei, Dorna-Arini, Câmpulung Moldovenesc, Dorna Candrenilor), Neamț (Ceahlău, Bicaz, Bicaz-Chei), Bacău (Slânic Moldova)
- Regiunea de dezvoltare Sud-Vest - Gorj (Peștișani).

O scădere mai accentuată a valurilor de frig cu până la 6 zile se preconizează în județele Iași (Mogoșești-Siret, Valea Lupului), Suceava (Gura Humorului, Suceava) din Regiunea de dezvoltare Nord-Est și în județul Vâlcea (Horezu) din Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia.

În cazul scenariului RCP8.5, tendința generală este de scădere a valurilor de frig, în general între 0 și 4 zile. Scăderi mai accentuate (între 4 și 6 zile) se preconizează pentru perioada 2071-2100 în cazul unor unităților administrativ-teritoriale din județe din:

- Regiunea de dezvoltare Centru - Alba (Blaj, Aiud, Remetea, Spring, Ciugud, Sântimbru), Mureș (Miercurea Nirajului), Sibiu (Ocna Sibiului, Cristian),
- Regiunea de dezvoltare Nord-Vest - Cluj (Câmpia Turzii, Turda, Florești, Sâncraiu, Feleacu), Maramureș (Poienile Izei, Săpânța, Ocna Șugatag, Cavnic), Sălaj (Zalău, Almașu, Șimleu Silvaniei), Satu Mare (Tășnad, Aciș, Homoroad), Bihor (Sânmărtin, Oradea, Borș, Tinca, Șuncuius),
- Regiunea de dezvoltare Vest - Arad (Moneasa, Ineu), Caraș-Severin (Bozovici), Timiș (Timișoara, Buziaș, Lugoj, Ghiroda, Chevereșu Mare, Moșnița Nouă),



- Regiunea de dezvoltare Sud-Est - Buzău (Tisău, Măgura, Berca), Constanța (Năvodari, Ovidiu), Tulcea (Tulcea, Nufaru, Maliuc, Chlia Veche, Somova, Mahmudia, Beștepe),
- Regiunea de dezvoltare Sud-Vest - Mehedinți (Ponoarele, Isverna), Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia - Prahova (Ceptura), Vâlcea (Băile Govora, Călimănești, Râmnicu Vâlcea, Băile Olănești, Drăgășani, Horezu, Ocnele Mari, Măldărești, Sălătrucel),
- Regiunea de dezvoltare Nord-Est - Suceava (Gura Humorului).

În cazul acestui scenariu se preconizează și creșteri ale valorilor de frig cu până la 2 zile pentru intervalul 2021-2030 în unități administrative teritoriale din:

- Regiunea de dezvoltare Vest - județul Arad (Arad, Șagu, Lipova), Timiș (Timișoara, Chevereșu Mare, Moșnița Nouă, Recaș, Sânandrei),
- Regiunea de dezvoltare Centru - Mureș (Ungheni, Cristești, Saschiz)
- și Regiunea de dezvoltare Nord-Vest - Bihor (Sânmartin, Oradea, Borș, Sârbi, Marghita, Mădăraș, Suplacu de Barcău), Satu Mare (Carei, Satu Mare, Tășnad, Aciș).

**R20mm - Zile cu precipitații foarte abundente.** Se preconizează că numărul de zile cu precipitații abundente va fi considerabil (8-12 zile) în unități administrative-teritoriale aflate în Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia (Argeș), Sud-Vest Oltenia (Vâlcea, Gorj) și Centru (Alba). Printre localitățile expuse, conform scenariul RCP4.5 (intervalul 2021-2030) se numără și stațiuni turistice precum: Băile Olănești (peste 100.000 de înnoptări anual), Voineasa (peste 10.000 de înnoptări anual) sau localități atractive din punct de vedere turistic: Arieșeni, Baia de Fier, Mălaia, Novaci (fiecare cu peste 10.000 de înnoptări anual) Polovragi (sub 10.000 de înnoptări anual) (Figura 2.4.4 - Anexa 1).

Pe măsură ce ne raportăm la un orizont de timp mai îndepărtat (2071-2100), numărul de zile cu precipitații abundente sporește, fiind întâlnite și în alte județe ale țării din:

- Regiunea de dezvoltare Vest - Hunedoara (Aninoasa, Uricani) și Caraș-Severin (Anina),
- Regiunea de dezvoltare Nord-Vest - Maramureș (Moisei și Baia Mare – peste 100.000 de înnoptări anual).

Dacă ne raportăm la scenariul RPC8.5, previziunile sunt mai puțin optimiste, numărul de unități teritoriale în care se vor înregistra zile cu precipitații abundente (8-12 zile) aproape se dublează, de la 20 la 40 în intervalul 2021-2030 și de la 50 de unități teritoriale la cca. 80. Acest areal se extinde foarte mult în Regiunea de dezvoltare Nord-Vest (județul Maramureș: Cavnic, Baia Sprie, Borșa, Ocna Șugatag – fiecare având peste 10.000 de înnoptări annual, pentru a enumera câteva localități care vor fi afectate, unele fiind stațiuni turistice).

În același timp, se preconizează o creștere a numărului de zile cu precipitații abundente de 0,5 zile până la o zi în scenariul RPC4.5 și de o zi până la două zile în scenariul RPC8.5 în arealele mai sus menționate, pe măsură ce ne apropiem de intervalul de prognoză 2071-2100. Cele mai mari creșteri ale numărului de zile cu precipitații abundente (1-1,7 zile în scenariul RPC4.5 și 1,5-2,6 zile în scenariul RPC8.5) se vor înregistra în:

- Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia, județele - Argeș, Olt, Teleorman (Alexandria – sub 10000 de înnoptări anual)(RPC4.5)
- Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia – județul Dolj
- Regiunea de dezvoltare Nord-Vest – județul Maramureș (Baia Mare – peste 100.000 de înnoptări anual, Sighetu Marmației, Cavnic, Ocna Șugatag – peste 10.000 de înnoptări anual)

- Regiunea de dezvoltare Centru – județul Alba (Arieșeni – peste 10.000 de înnoptări anual)
- Regiunea de dezvoltare București-Ilfov - Municipiul București (peste 1.000.000 înnoptări anual) (RPC8.5), pentru perioada de prognoză apropiată de perioada actuală (2021-2030).

Pe măsură ce orizontul de timp pentru prognoză se îndepărtează (perioada 2031-2050) regiunile de dezvoltare afectate vor fi:

- Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia – județele Argeș, Teleorman (Zimnicea, Alexandria – sub 10.000 de înnoptări anual, Măgurele – peste 10.000 de înnoptări anual) și Regiunea de dezvoltare București-Ilfov – județul Ilfov și Municipiul București (RPC4.5).
- Regiunea de dezvoltare Vest – județul Timiș (Recaș – sub 10.000 de înnoptări anual), Regiunea de dezvoltare Centru – județul Alba (Arieșeni – peste 10.000 de înnoptări anual) și Regiunea de dezvoltare Nord-Vest – județul Maramureș (Cavnic – peste 10.000 de înnoptări anual) (RPC8.5).

Pentru perioada 2071-2100 se estimează a fi afectate județe din următoarele regiuni de dezvoltare:

- Regiunea de dezvoltare Vest – județele Timiș și Hunedoara (Petroșani – peste 10.000 de înnoptări anual, Petrila – sub 10.000 de înnoptări anual) și Regiunea de dezvoltare Centru – județul Alba (Câmpeni, Scărișoara – sub 10.000 de înnoptări anual) (RPC4.5);
- Regiunea de dezvoltare Vest – județul Timiș (Recaș – sub 10.000 de înnoptări anual), Regiunea de dezvoltare Nord-Vest – județul Maramureș (Baia Mare – peste 100.000 de înnoptări anual, Cavnic, Ocna Șugatag – peste 10.000 de înnoptări anual, Botiza – sub 10.000 de înnoptări anual)(RPC8.5).

**WSDI - Indicele de durată a valurilor de căldură.** Conform scenariului RPC4.5, indicele de durată a valurilor de căldură va avea valori ridicate (22-24 unități) (în perioada 2021-2030) în județe din regiunile de dezvoltare Centru - Alba, Vest - Hunedoara, Arad, Nord-Vest - Satu Mare, Maramureș, Bihor, Sud-Vest Oltenia - Mehedinți). Printre cele mai afectate unități administrative se vor număra: Baia Mare – peste 100 000 de înnoptări anual, Negrești Oaș, Abrud, Isverna – sub 10.000 de înnoptări anual iar dintre stațiunile turistice, localitățile Bixad (sub 10.000 de înnoptări anual) și Horezu (peste 10.000 de înnoptări anual) (Figura 2.4.5 - Anexa 1).

Pentru același scenariu, RPC4.5, în perioada 2031-2050 se preconizează un indice de durată a valurilor de căldură cu valori de 25-27 unități în județe din regiunile de dezvoltare Centru - Alba, Vest - Hunedoara, Sud-Vest Oltenia – Vâlcea și Nord-Vest - Maramureș (Scărișoara, Petrila, Costești – sub 10.000 de înnoptări anual, Arieșeni, Horezu – peste 10.000 de înnoptări anual, Baia Mare – peste 100.000 de înnoptări anual), iar pentru perioada 2071-2100 valori de 45-50 de unități vor fi înregistrate în Petrila, Uricani, Costești, Vaideeni, Polovragi – sub 10.000 de înnoptări anual, Gârda de Sus, Lupeni, Horezu, Novaci, Baia de Fier – peste 10.000 de înnoptări anual, Băile Olănești – peste 100.000 de înnoptări anual).

Pentru perioada 2021-2030, scenariul RPC8.5 prevede valori de 19-21 unități ale indicelui de durată a valurilor de căldură în județe din regiunile de dezvoltare Vest – Hunedoara și Sud-Vest Oltenia - Vâlcea, Gorj (Lupeni – peste 10 000 de înnoptări anual, Petrila, Uricani, Costești – sub 10.000 de înnoptări anual) pentru perioada 2031-2050 valori de 30-34 unități în regiunile Vest, Sud-Vest Oltenia și Centru (Băile Olănești – peste 100.000 de înnoptări anual, Horezu, Malaia, Voineasa, Novaci, Lupeni – peste 10.000 de înnoptări anual, Polovragi, Petrila, Uricani, Câmpeni, Costești, Vaideeni – sub 10.000 de înnoptări anual) și pentru perioada 2071-2100 valori de 100-109 unități în

regiunile de dezvoltare Vest și Sud-Vest Oltenia (Băile Olănești – peste 100.000 de înoptări anual, Baia de Fier, Novaci, Horezu, Mălaia – peste 10.000 de înoptări anual, Vaideeni, Costești, Uricani, Petrila, Polovragi – sub 10.000 de înoptări anual).

Schimbări cu 15-17 unități ale valorilor indicelui de durată a valurilor de căldură vor avea loc, conform scenariului RPC4.5, pentru perioada 2021-2030, în special în județele din Regiunea de Dezvoltare Nord-Vest: Maramureș, Satu Mare, Cluj, Bistrița-Năsăud. Acolo, cele mai afectate unități administrative vor fi: Baia Mare – peste 100.000 de înoptări anual, Gherla, Năsăud, Beclean, Lechința, Săpânța, Certeze, Bixad – sub 10.000 de înoptări anual.

În perioada 2031-2050, conform aceluiași scenariu, se preconizează o creștere cu 20-23 de unități ale valorilor indicelui de durată a valurilor de căldură în Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia (județele Vâlcea, Gorj) și Regiunea de dezvoltare Vest (Hunedoara), iar dintre unitățile teritoriale afectate enumerăm: Horezu, Voineasa, Baia de Fier – peste 10.000 de înoptări anual, Petrila, Uricani, Costești, Vaideeni – sub 10.000 de înoptări anual.

Modificări importante (38-43 unități) ale indicelui de durată a valurilor de căldură sunt prognozate a avea loc în perioada 2071-2100, conform scenariului RPC4.5, pe suprafețe extinse din Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia (județele Vâlcea, Gorj) și Regiunea de dezvoltare Vest (Hunedoara) în unități teritoriale precum: Băile Olănești – peste 100.000 de înoptări anual, Lupeni, Baia de Fier, Novaci, Horezu, Voineasa, Mălaia – peste 10.000 de înoptări anual, Polovragi, Costești, Vaideeni, Petrila, Uricani – sub 10.000 de înoptări anual).

În scenariul RPC8.5 se prognozează schimbări mai reduse ale valorilor indicelui de durată a valurilor de căldură în perioada 2021-2030 (12-15 unități) în Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia (județele Vâlcea, Gorj) și Regiunea de dezvoltare Vest (Hunedoara): Voineasa, Petroșani, Lupeni peste 10.000 de înoptări anual, Costești, Uricani, Petrila, Aninoasa – sub 10.000 de înoptări anual) dar vor avea loc schimbări mai ample în perioada 2031-2050 (24-27 unități) în Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia (județele Gorj și Vâlcea: Baia de Fier, Horezu – peste 10.000 de înoptări anual, Costești – sub 10.000 de înoptări anual) și în perioada 2071-2100 (90-102 unități): Baile Olănești – peste 100.000 de înoptări anual, Baia de Fier, Novaci, Voineasa, Mălaia, Vaideeni, Horezu – peste 10.000 de înoptări anual, Brezoi, Costești, Polovragi - sub 10.000 de înoptări anual).

## Concluzii

O creștere accentuată a mediei multianuale a numărului de zile secetoase consecutive se preconizează a se înregistra în unele unități administrativ-teritoriale cu un număr important de înoptări din Regiunea de dezvoltare Sud-Est (Constanța, Mangalia, Costinești, Năvodari, Eforie, Techirghiol, Limanu, 23 August, Agigea) și Tulcea (Tulcea, Crișan, Sfântu Gheorghe, Murighiol, Nufăru, Jurilovca, Sulina, Maliuc, Chilia Veche, Somova, Mahmudia), estimată îndeosebi în raport cu scenariul RCP8.5 și pentru perioada 2071-2100. Această situație este favorabilă în vederea prelungirii sezonului estival în zona litorală. La polul opus, posibilă scădere a numărului de zile secetoase consecutive se înregistrează în unele unități administrativ-teritoriale care înregistrează un număr important de înoptări în Regiunea de dezvoltare Centru (Predeal, Bran, Târlungeni, Sâmbăta de Sus, Făgăraș, Rupea, Șinca, Prejmer, Băile Tușnad, Praid, Gheorgheni, Toplița, Borsec, Vlăhița, Zetea, Sighișoara și Sovata), Regiunea de dezvoltare Nord-Vest (Căvnic, Borșa, Baia Sprie, Ocna Șugatag, Vișeu de Sus, Vadu Izei, Sighetu Marmăției, Recea), Regiunea de dezvoltare Nord-Est (Vatra Dornei, Gura Humorului, Câmpulung Moldovenesc, Dorna-Arini, Vama, Mănăstirea Humorului, Sucevița, Dora Candrenilor, Putna, Ceahlău, Agapia, Bicăz, Târgu-Neamț).

O scădere a duratei valurilor de frig se preconizează la nivelul întregii țări, atât pentru scenariul RCP4.5, cât și pentru scenariul RCP8.5, scăderea fiind mai accentuată în cazul scenariului RCP4.5. ). O scădere mai accentuată a valurilor de frig cu până la 6 zile se preconizează în Regiunea de dezvoltare Nord-Est (Gura Humorului, Suceava, Mogoșești-Siret, Valea Lupului) și în Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia (Horezu). Se preconizează și creșteri ale valurilor de frig cu până la 2 zile pentru intervalul 2021-2030 în unități administrativ teritoriale din Regiunea de dezvoltare Vest (Arad, Șagu, Lipova, Timișoara, Chevereșu Mare, Moșnița Nouă, Recaș, Sânnandrei), Regiunea de dezvoltare Nord-Vest (Sânmartin, Oradea, Borș, Sârbi, Marghita, Mădăraș, Suplacu de Barcău, Carei, Satu Mare, Tășnad, Aciș), Regiunea de dezvoltare Centru (Ungheni, Cristești, Saschiz).

Numărul de zile cu precipitații abundente se preconizează că va fi considerabil (8-12 zile) în unități administrativ-teritoriale aflate în Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia și Centru. Printre localitățile expuse, conform scenariul RCP4.5 (intervalul 2021-2030) se numără și stațiuni turistice precum: Băile Olănești, Voineasa sau localități atractive din punct de vedere turistic: Arieșeni, Baia de Fier, Mălaia, Novaci, Polovragi. Pe măsură ce ne raportăm la un orizont de timp mai îndepărtat (2071-2100), numărul de zile cu precipitații abundente sporește, fiind întâlnite și în alte județe ale țării din: Regiunea de dezvoltare Vest și Regiunea de dezvoltare Nord-Vest.

Indicele de durată a valurilor de căldură, conform scenariului RCP4.5, va avea valori ridicate în Regiunile de dezvoltare Centru, Vest, Nord-Vest și Sud-Vest. Printre cele mai afectate unități administrative se vor număra: Baia Mare, Negrești Oaș, Abrud, Isverna iar dintre stațiunile turistice, localitățile Bixad și Horezu.

Dacă avem în vedere situația în ansamblu pe regiuni de dezvoltare se constată următoarele tendințe (Tabelul 2.4.1):

- numărul de zile secetoase consecutive va înregistra o creștere pentru scenariul RCP4.5 în Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia, în scenariul RCP8.5 adăugându-se și Regiunile de dezvoltare Nord-Vest, Centru și Vest;
- Durata valurilor de frig va înregistra o descreștere în toate Regiunile de dezvoltare pentru scenariul RCP4.5 și o stagnare pentru scenariul RCP8.5;
- zilele cu precipitații abundente vor înregistra o creștere în cazul scenariului RCP4.5 cu excepția regiunilor Nord-Vest și Nord-est care vor fi caracterizate printr-o stagnare a tendințelor. Pentru scenariul RCP8.5 creșterea probabilă va fi doar în Regiunea de dezvoltare Centru, restul regiunilor fiind caracterizate, în general, de o stagnare;
- durata valurilor de căldura va înregistra pentru toate Regiunile de dezvoltare o posibilă creștere în cazul scenariului RCP4.5 și o posibilă stagnare în cazul scenariului RCP8.5.

Tabelul 2.4.1. Tendințele principalelor fenomene climatice de risc care pot avea un potențial impact asupra turismului și activităților recreative în condițiile schimbărilor climatice viitoare

Regiunea de Dezvoltare	Numărul de zile secetoase consecutive		Durata valurilor de frig		Zile cu precipitații foarte abundente		Durata valurilor de căldură	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Nord-Vest	Blue	Red	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow
Centru	Blue	Red	Blue	Yellow	Red	Red	Red	Yellow
Nord-Est	Blue	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow
Sud-Est	Blue	Blue	Blue	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow
Sud-Muntenia	Red	Red	Blue	Yellow	Red	Yellow	Red	Yellow

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





București-Ilfov								
Sud-Vest Oltenia								
Vest								

creștere	stagnare	descreștere
----------	----------	-------------

## 2.5. Energetic

În cadrul acestui proiect au fost identificați 14 indicatori climatici sectoriali, a căror analiză va pune la dispoziția factorilor de decizie din domeniul energie informații privind evoluției acestora la nivel local, regional și național. Scopul este de a identifica, prioritiza și eșalona în timp măsurile de prevenire și atenuare a schimbărilor climatice.

La acest moment a fost pregătită analiza pentru primii 13 indicatori. Deoarece prelucrarea datelor pentru ultimul indicator – Grindina, este foarte complexă, nu a putut fi finalizată, însă va fi adăugată ulterior.

Pentru o ușoară interpretare a rezultatelor analizei proiecțiilor indicatorilor climatici sectoriali din sectorul energetic sunt folosite codurile de culoare din Tabelul 2.5.1.

Tabelul 2.5.1. Analiza proiecției indicatorilor climatici sectoriali ISC-E

Analiza proiecției indicatorilor climatici sectoriali în scenarii analizate (amplitudine și frecvență)	Intensitatea impactului așteptat Externalitate negativă ca urmare a evoluției ISC-E	Intensitatea impactului așteptat Externalitate pozitivă ca urmare a evoluției ISC-E
ISC-E	Ridicat	Mediu
	Mediu	Scăzut
	Scăzut	Neutru

Creșterea în amplitudine și/sau frecvență a unui ISC-E este evidențiată prin culorile roșu, portocaliu și galben, în timp ce scăderea frecvenței de apariție a unui fenomen meteorologic sau o scădere în intensitatea de manifestare sunt reprezentate prin culorile verde închis, verde deschis și alb (care corespunde unui efect neutru).

Tabelul 2.5.3. Sinteza analizei de risc al apariției fenomenelor meteorologice extreme – pentru ISC-E

Indicator	Zona de dezvoltare							
	NE	SE	Sud Muntenia	SV Oltenia	Vest	Nord Vest	Centru	Ilfov
Secetă (SPEI, S22, S30, S35)								
Ger (G1, G2, G3)								

Durață sezon termoficare (G4, G5,G6)									
Viscol (V1)									
Vijelie (V2)									
Chiciură (Ch)									
Grindină (Gr)[1]									

### 2.5.1. Indicele Standardizat de Precipitații-Evapotranspirație - ISC-SPEI

În Figura 2.5.1 este prezentă evoluția ISC-SPEI în perioada de referință.

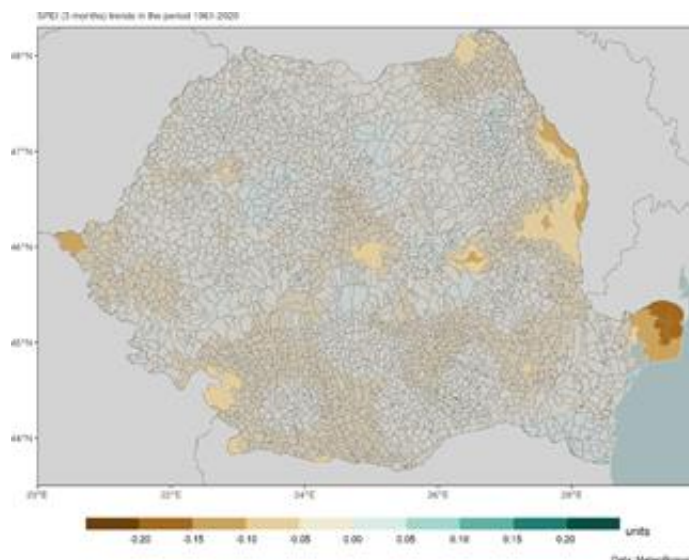


Figura 2.5.1. Evoluția ISC-SPEI în perioada de referință (tendință liniară)

Din punct de vedere hidroenergetic, SPEI indică perioadele posibile cu producție mai scăzută de energie electrică din hidrocentralele pe firul apei, ca urmare a scăderii debitele râurilor.

Un alt efect așteptat este diminuarea posibilității de umplere a lacurilor de acumulare prin lipsa precipitațiilor. Lipsa rezervelor de apă în lacuri, poate afecta disponibilitatea de a prelua dezechilibrele din sistemul electroenergetic. De asemenea, pentru echilibrarea sistemului se poate apela la import, însă acesta reprezintă un cost suplimentar pentru sistem.

În perioada de referință, se observă o ușoară tendință de deșertificare (de seceta), evidențiată prin valorile negative ale indicelui SPEI. Cele mai afectate zone au fost zona Dobrogei de Nord și cursul inferior al Prutului (zona de vest a județului Iași).

Corelând acest evoluțiile acestui indicator cu evoluțiile indicatorului S22, identificăm zonele cu densitate mare a populației în care este așteptată creșterea consumului de energie electrică în perioada sezonului cald.

### 2.5.2. Număr de zile cu temperatura medie zilnică mai mare de 22°C - ISC-E-S22

Acest indicator se calculează din temperatura medie diurnă; se adună numărul de zile din an care respectă condiția temperaturii medii diurne  $TG > 22^{\circ}\text{C}$  (ISC-E-S22); acest număr anual se mediază pentru intervalul multianual considerat.

În perioada de referință (V. Figura 2.5.2), creșterile cele mai mari de temperaturi au fost înregistrate în județele Galați, Giurgiu, Mehedinți, dar și în zona Ilfov-București.

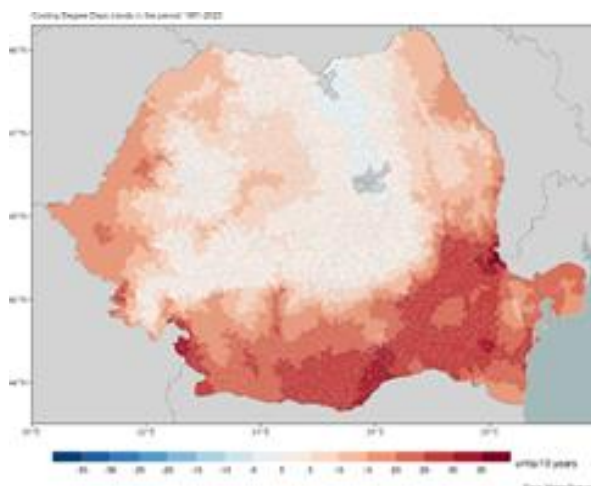


Figura 2.5.2 – Evoluția ISC-E-S22 în perioada de referință (tendință liniară, perioada 1961 - 2020).

În ceea ce privește evoluțiile așteptate ale acestui indicator, acestea sunt prezentate în Figura. 2.5.3 – Evoluții S22 în scenariile Rcp45 și Rcp85.

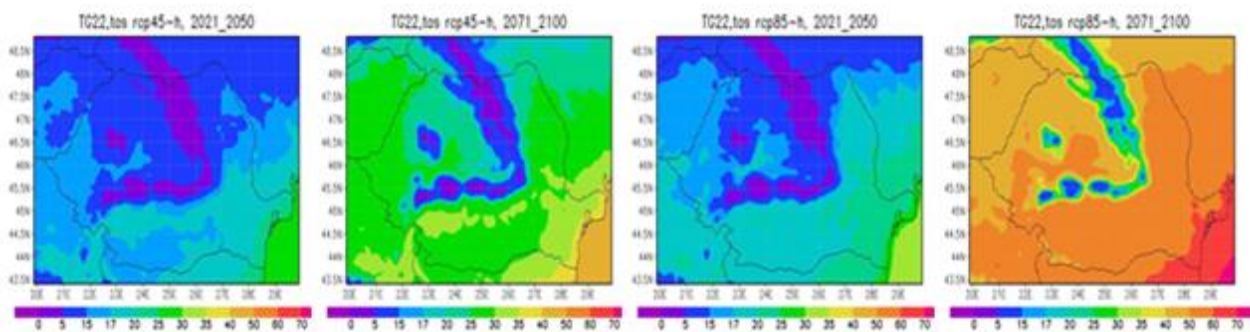


Figura 2.5.3. – Evoluția ISC-E-S22 în scenariile Rcp45 și Rcp85 (diferențe față de referință, exprimate în zile).

Notă 1: de la stânga la dreapta, cele patru figuri prezintă: (1) Diferențe față de referință, scenariul Rcp45, prima perioadă (2021-2050), (2) Diferențe față de referință, scenariul Rcp45, a doua perioadă (2071-2100), (3) Diferențe față de referință, scenariul Rcp85, prima perioadă (2021-2050) și, respectiv, (4) Diferențe față de referință, scenariul Rcp85, a doua perioadă (2071-2100)

Se poate constata o tendință de creștere a temperaturilor, în special în zona de Sud și Sud-Est.

Putem constata că în scenariul Rcp85, în cea de a doua perioadă (2071-2100), creșterile sunt aproape duble față de aceeași perioadă a scenariului Rcp45 și, în ambele scenarii, zonele afectate sunt mai extinse decât în prima perioadă (2021-2050).

Creșterile minime se înregistrează, în ambele scenarii, la munte, îndeosebi în Carpații Orientali. Aceste creșteri de temperaturi determină creșterea necesarului de frig – asigurat, de cele mai multe ori, cu instalații de climatizare consumatoare de energie electrică.

Constatăm că în scenariul Rcp45, în prima perioadă, în Sud și Sud-Est, creșterea numărului de zile cu necesar de frig (aclimatizare) este de 15-20, în timp ce în a doua perioadă creșterea înregistrată în aceleași zone, variază între 25-35 de zile.

Creșterile cele mai mari, care se extind ca zonă și tot teritoriul țării, se înregistrează în cea de a doua perioadă a scenariului Rcp85. În zona de coastă a Mării Negre (pe litoral) este estimată o creștere a numărului de zile de 60 de zile.

Un efect pozitiv al acestor evoluții este creșterea producției de energie electrică din surse fotovoltaice. Luând în considerare faptul că cele mai mari producții ale unei centrale fotovoltaice se înregistrează în lunile mai, iunie, iulie și august, se poate estima o creștere a producției centralelor fotovoltaice de 5,5-6,5%, în funcție de gradul de însorire al zonei în care acestea sunt amplasate (V. Figura 2.5.4 . Creșterea estimată a producției de energie electrică din centrale fotovoltaice).

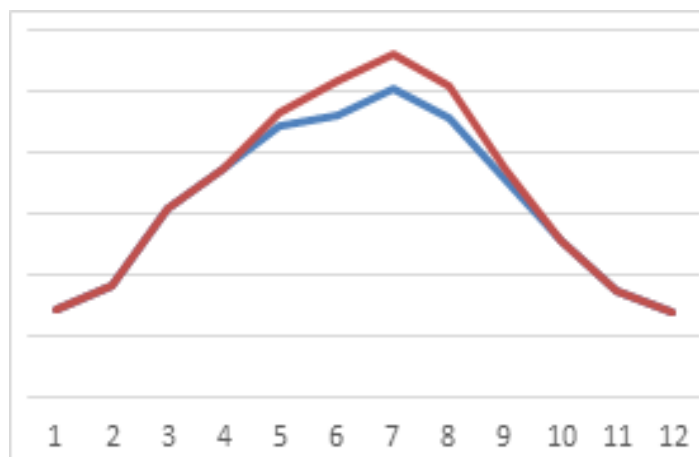


Figura 2.5.4. Creșterea estimată a producției de energie electrică din centrale fotovoltaice.

Nota 2. Simulare expert energie: considerând o creștere procentuală a energiei electrice produse de o centrală fotovoltaică, cuprinsă între 5% și 12%, în lunile mai - septembrie..

Efectul pozitiv al creșterii producției de energie electrică din centrale fotovoltaice nu compensează însă deficitul de rezervă de putere din lacuri. Gradul de umplere al lacurilor de acumulare este un indicator care asigură adecvanța sistemului electroenergetic. În situația în care apare un incident major și o sursă importantă de producere „iese” din sistem, rolul centralelor hidroelectrice cu acumulare este de a prelua rapid acest deficit de putere.

### 2.5.3. Numărul de zile cu temperatura medie zilnică mai mică de 15,5°C – ISC-E-G1

Acest indicator se calculează din temperatura medie diurnă; se adună numărul de zile din an care respectă condiția temperaturii medii diurne mai mici de 15,5°C; acest număr anual se mediază pentru intervalul multianual considerat.



Din realizările prezentate în figura 2.5.5. se poate constata o încălzire mai accentuată în zona județelor Cluj, Bihor, Bistrița-Năsăud și Suceava, precum și în zona Carpaților Meridionali și Carpații Orientali. Încălzirea cea mai accentuată a avut loc în Nordul țării. În Sud încălzirea este mai redusă decât în jumătatea de Nord a țării.

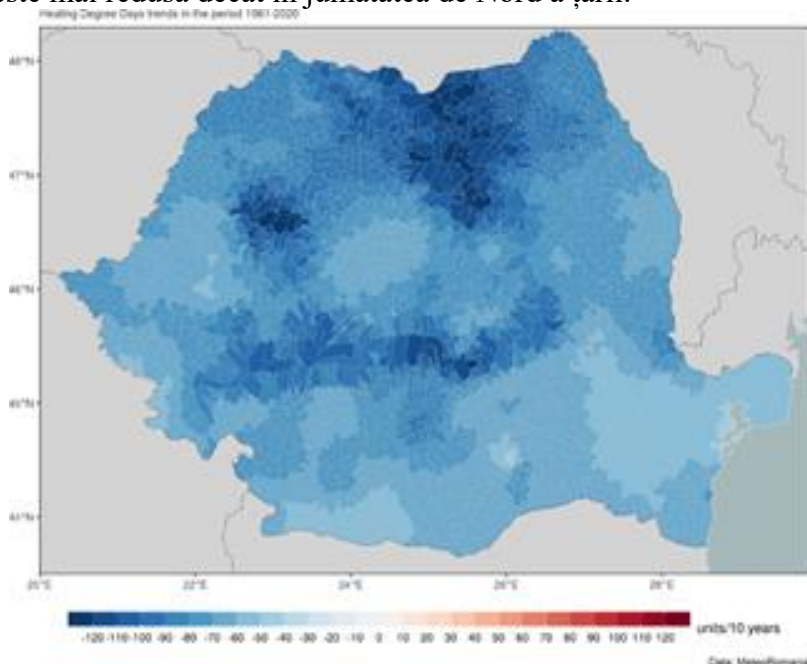


Figura 2.5.5. Evoluția ISC-E-G1 în perioada de referință (tendință liniară)

Acest indicator evidențiază evoluția nevoii de încălzire a incintelor și, în special, a locuințelor (V. Figura 2.5.6 Evoluția ISC-E-G1 în scenariile Rcp45 și Rcp85). Se constată că atât în ambele scenarii, Rcp45 și Rcp85, numărul de zile în care este nevoie de încălzire scade continuu.

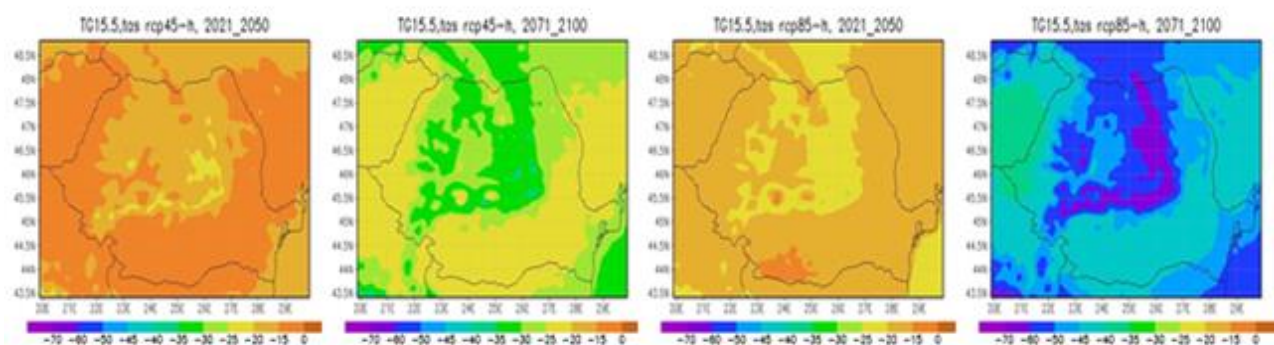


Figura 2.5.6. – Evoluții ISC-E-G1 în scenariile Rcp45 și Rcp85 (diferențe exprimate în număr de zile).  
V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Scăderea minimă se înregistrează în zonele de Sud, Sud-Est, Vest și Estul Central, în ambele scenarii Rcp45 și Rcp85. Scăderea maximă este așteptată în regiunile intra-Carpatice și la munte, în Nordul țării și în zona de coastă. Per ansamblul balanței energetice, această scădere determină o scădere a consumului de resurse pentru încălzire. Estimarea mai precisă a reducerii consumului de energie

pentru încălzire, trebuie făcută, în corelație cu reducerea necesarului de energie al clădirilor, urmare a implementării măsurilor de reabilitare termică a clădirilor.

Acest subiect este foarte complex, cu atât mai mult cu cât nu știm ce se va fi întâmplat în perioada a doua (2071-2100) cu blocurile construite în anii 1960-1970.

Analiza corelată a ISC-E-S22 și ISC-E-S15.5 evidențiază creșterea ecartului diurn în Sud (cresc maximele).

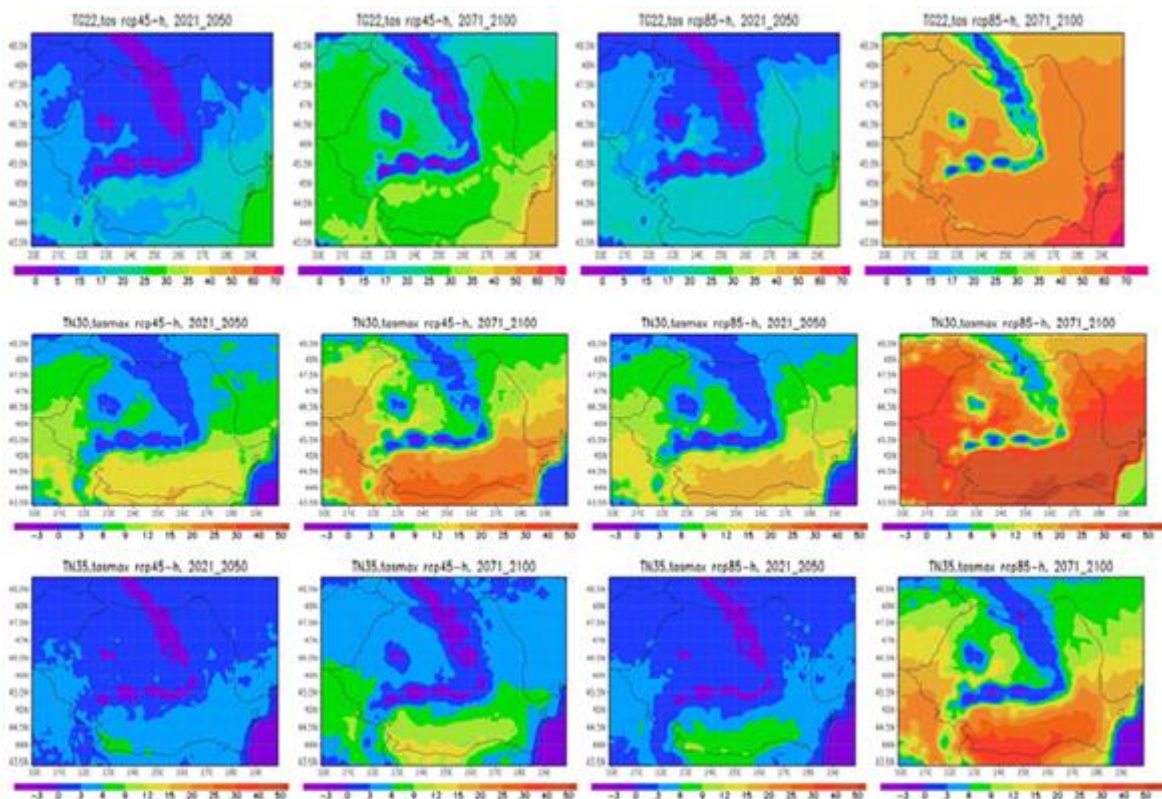
Reducerea ISC-E-S15.5 simultan cu creșterea ISC-E-S22, poate duce la extinderea sezonului cald cu până la 2 luni în zonele de Sud și Sud-Est și diminuarea sezonului rece cu până la cca. 2 luni la munte în scenariul Rcp85, în perioada a doua (P2).

#### 2.5.4. Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura maximă depășește 30°C

- ISC-E-S30 și Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura maximă depășește 35°C
- ISC-E-S35

Indicatorii ICS-E-S30 și ISC-E-S35 se calculează din temperatura maximă diurnă; se consideră intervale de 5 zile consecutive în care temperatura maximă diurnă este mai mare de 30°C și, respectiv, de 35°C.

În cele ce urmează, în Figura 2.5.7, sunt prezentate evoluțiile celor trei indicatori: ISC-E-22, ISC-E-S30 și ISC-E-S35.



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Figura 2.5.7. – Evoluția comparativă a ISC-E-S22, ISC-E-S30 și ISC-E-S35, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (diferențe exprimate în număr de zile).

V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Nota 3: Prima linie corespunde ISC-E-22, cea de a doua linie - ISC-E-S30, iar cea de a treia - ISC-E-S35.

Numărul de intervale de 5 zile consecutive de temperaturi mai mari de 30°C și, respectiv, 35°C crește continuu în toată țara; creșterea maximă a ISC-E-S30 și ISC-E-S35 este previzionată în Sudul țării, fiind semnificativă în toate regiunile extraCarpatice.

Putem observa că în cea de a doua perioadă, atât în scenariul Rcp45, cât și în Rcp85, numărul de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura maximă diurnă este mai mare de 30°C, crește cu 30 - 40. Cele mai mare creșteri, înregistrate în Sudul țării afectează mai mult de jumătate din populația țării, deoarece în zonele de sud sunt foarte multe municipii cu densitate mare a populației.

Luând în considerare creșterile de consum așteptate în cursul sezonului cald, în corelație cu scăderile de temperatură așteptate în cursul sezonului rece, pe termen lung ne așteptăm la o schimbare a profilului de consum anual, pe conturul țării.

Situația cea mai defavorabilă se înregistrează în a doua perioadă a scenariului Rcp85, în care se constată creșterea accentuată inclusiv a intervalelor de 5 zile consecutive de temperaturi mai mari de 30°C și, respectiv, 35°C.

Pe termen lung vor trebui avute în vedere soluții centralizate de producere a frigului, pentru a putea reduce presiunea asupra sistemului de distribuție a energiei electrice.

De asemenea, o parte din producerea energiei electrice va fi produsă la nivel local, prin sursele distribuite de producere amplasate la prosumatori. O analiză a modului în care va fi asigurată răcirea insulelor urbane va lua în considerare și soluțiile centralizate, care sunt mai ușor de implementat în zonele cu densitate mare de consum. Toate aceste analize trebuie corelate cu măsurile de reabilitare termică a blocurilor.

### **2.5.5. Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura minimă scade sub -15°C**

ISC-E-G2 și Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura minimă scade sub -20°C - ISC-E-G3

Indicatorii ISC-E-G2 și ISC-E-G3 se calculează din temperatura medie diurnă; se consideră intervale de 5 zile consecutive în care temperatura medie diurnă este scade sub -15°C și, respectiv, sub -20°C. În cele ce urmează, în Figura 2.5.8., sunt prezentate evoluțiile celor trei indicatori: ISC-E-G1, ISC-E-G2 și ISC-E-G3.



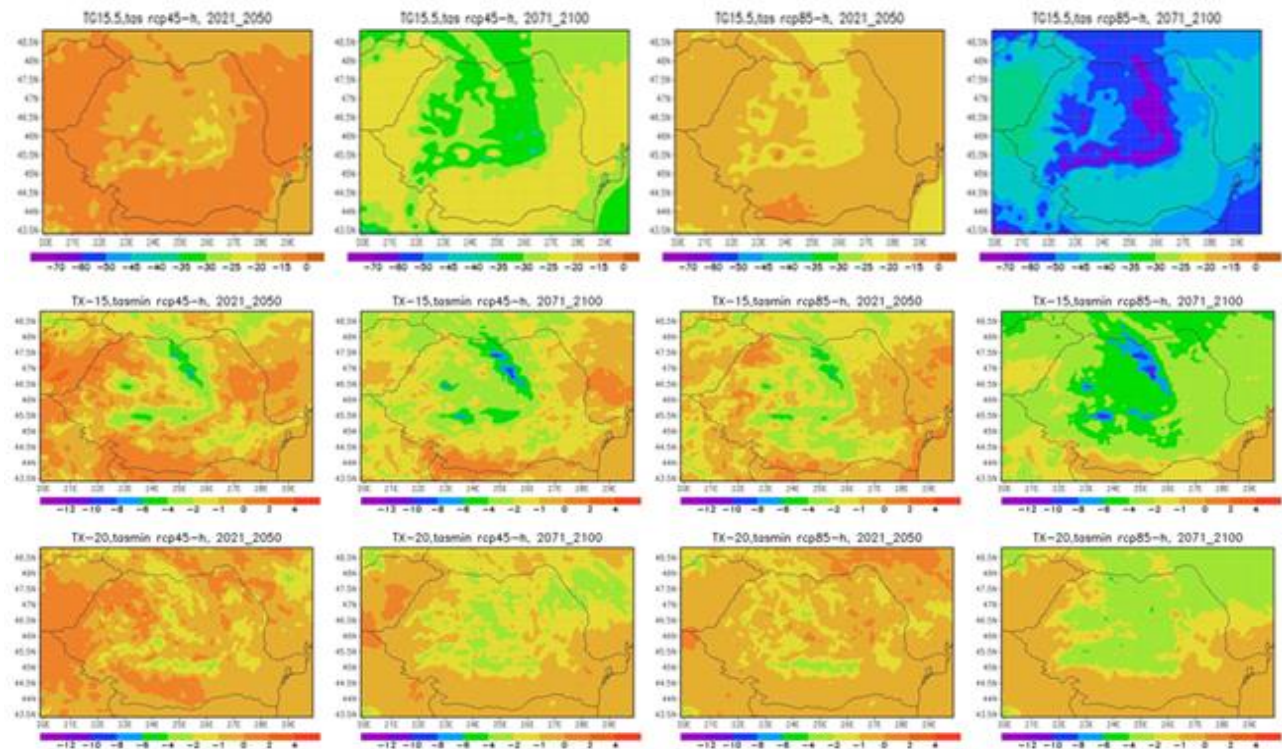


Figura 2.5.8. – Evoluția comparativă a ISC-E-G1, ISC-E-G2 și ISC-E-G3, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (număr de intervale).

V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Nota 4: Prima linie corespunde ISC-E-G1, cea de a doua linie - ISC-E-G2, iar cea de a treia - ISC-E-G3.

Număr de intervale de 5 zile consecutive în care temperatura minimă scade sub  $-15^{\circ}\text{C}$ , crește foarte puțin în Sudul și Vestul extrem, cât și în Moldova Centrală, în prima perioadă a scenariului Rcp45. Creșterile sunt foarte mici și putem considera că nu au semnificație statistică.

Scăderile din cea de a doua perioadă (din ambele scenarii), se generalizează la nivelul întregii țări. Scăderea e mai importantă la munte și în regiunea intraCarpatică, în ambele scenarii.

Luând în considerare aceste evoluții, corelate cu tendința generală de scădere a temperaturilor pusă în evidență de analiza ISC-E-G1, putem concluziona că, pe termen lung se va reduce frecvența de apariție a perioadelor cu geruri extreme în scenariul pe întreg teritoriul țării, în cea de a doua perioadă, în ambele scenarii.

Creșterile foarte mici ale ISC-E-G2 sunt foarte mici și putem considera că nu au semnificație statistică.

### 2.5.6. Debut sezon termoficare ISC-E-G4

Sfârșit sezon termoficare ISC-E-G5; Lungime sezon termoficare ISC-E-G6

Indicatorul ISC-E-G4 se calculează ca prima zi din intervalul septembrie – decembrie în care avem trei zile consecutive cu temperatura medie diurna mai mică de  $10^{\circ}\text{C}$ .

Indicatorul ISC-E-G5 se calculează ca prima zi din intervalul martie – iunie în care avem trei zile consecutive cu temperatura medie diurna mai mare de  $10^{\circ}\text{C}$ .

Indicatorul ISC-E-G6 se calculează ca fiind intervalul cuprins între ISC-E-G4 și ISC-E-G5.

În Figura 2.5.9. sunt prezentate comparativ evoluțiile ISC-E-G4, ISC-E-G5 și ISC-E-G6.



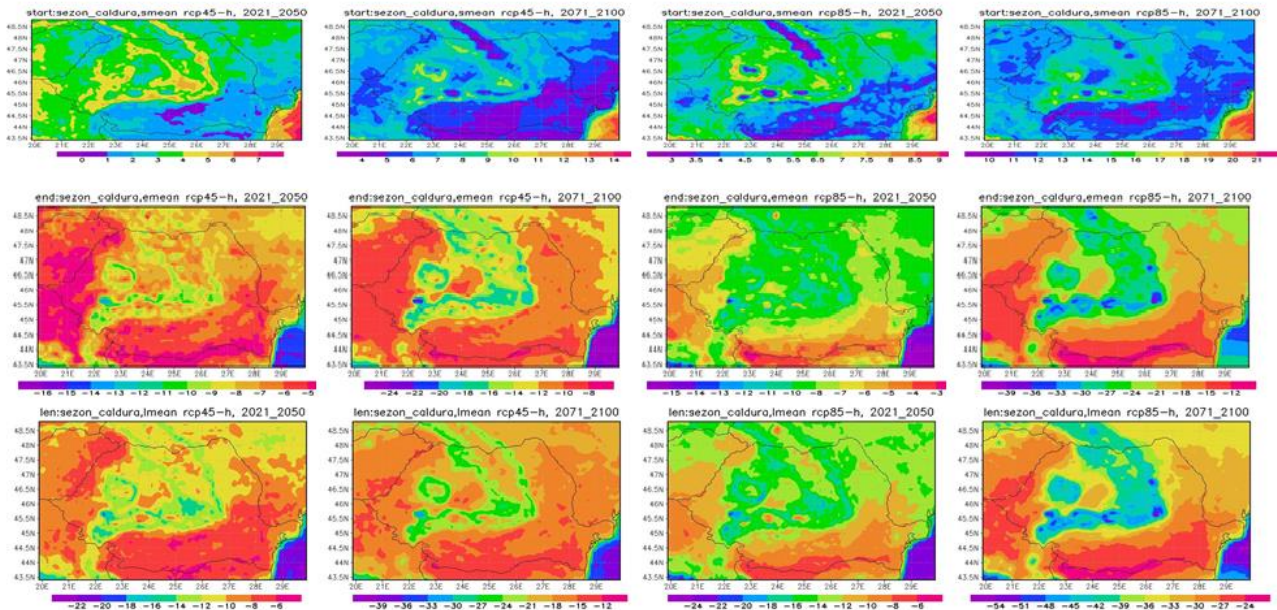


Figura 2.5.9. – Evoluția comparativă a ISC-E-G4, ISC-E-G5 și ISC-E-G6, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (exprimate în număr de zile).

V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Nota 4: Prima linie corespunde ISC-E-G4, cea de-a doua linie - ISC-E-G5, iar cea de-a treia - ISC-E-G3.

Ziua medie de debut a sezonului de termoficare este estimată a întârzia în jumătatea de Nord a țării și rămâne aproximativ neschimbată în Sud în Rcp45 și Rcp85, în ambele perioade.

Întârzierea datei de debut crește semnificativ doar după 2070 (în special în Rcp85) și cuprinde toată țara (păstrând aceeași regionalizare) în P2.

În scenariul Rcp85, în cea de a doua perioadă, întârzierea se dublează față de Rcp45. În zona de coastă a Mării Negre sunt așteptate temperaturi crescute în toamna târzie.

Ziua medie de sfârșit a sezonului de termoficare este estimată a fi mai devreme în toată țara, în ambele perioade și în ambele scenarii.

Cea mai mare devansare a sfârșitului de sezon este în zona intraCarpatica, Nordul și Nord Estul țării: circa 7 până la 10 zile și chiar 15 zile în zonele de munte în scenariul Rcp45, în ambele perioade și de circa 10 până la 20 de zile (la munte chiar mai mult de 30 de zile în cea de a doua perioadă) în scenariul Rcp85, la munte și în zona de coasta a mării Negre.

În Sud și Vest schimbările sunt mai mici, devansul e de circa 5-8 zile în Rcp45, în ambele perioade și de până la 10-12 zile în Rcp85 (în cea de a doua perioadă).

În Vest și Sud schimbările sunt minime și indică chiar o posibilă întârziere a sfârșitului de sezon de termoficare. În regiunea *intraCarpatica* și în *Est* apare cea mai semnificativă devansare a sfârșitului de sezon de termoficare- sfârșit spre Martie, cu știft sezonier spre Martie.

În schimb la munte este evidentă probabilitatea de sfârșit sezon mult mai timpuriu fără însă a exclude eventuale întârzieri deci și o creștere a variabilității.

*Lungimea medie a sezonului de termoficare scade în ambele scenarii, Rcp45 și Rcp85, în toată țara. Scăderea este mai importantă în Centrul, Nordul și Nord Estul țării, la munte și în zona de coastă a Mării Negre.*

În timp ce în scenariul Rcp45, în perioada a doua, față de prima perioadă scăderea se amplifică cu un factor de ~3/4-2 iar în Rcp84 cu un factor >2, cu aceeași regionalizare.

## Concluzii:

În zona de Est, Nord-Est, Vest și la munte shift-urile datelor de debut și de sfârșit ale sezonului de încălzire – termoficare, indică o scurtare a sezonului de iarna și o lungire a toamnei.  
La munte indica o variabilitate mai mare a datei de debut.

### 2.5.7. Număr de zile cu viscol – ISC-E-V1

Indicatorul ISC-E-V1 se determină ca fiind acele zile în care sunt prezente simultan vântul intens și ninsoare. Au fost analizate 2 paliere, în funcție de viteza vântului: moderat – în care viteza vântului depășește 15 m/s și, respectiv intens, în care viteza vântului depășește 20 m/s.  
Evoluțiile așteptate ale acestor indicatori sunt prezentate în Figura 2.5.10

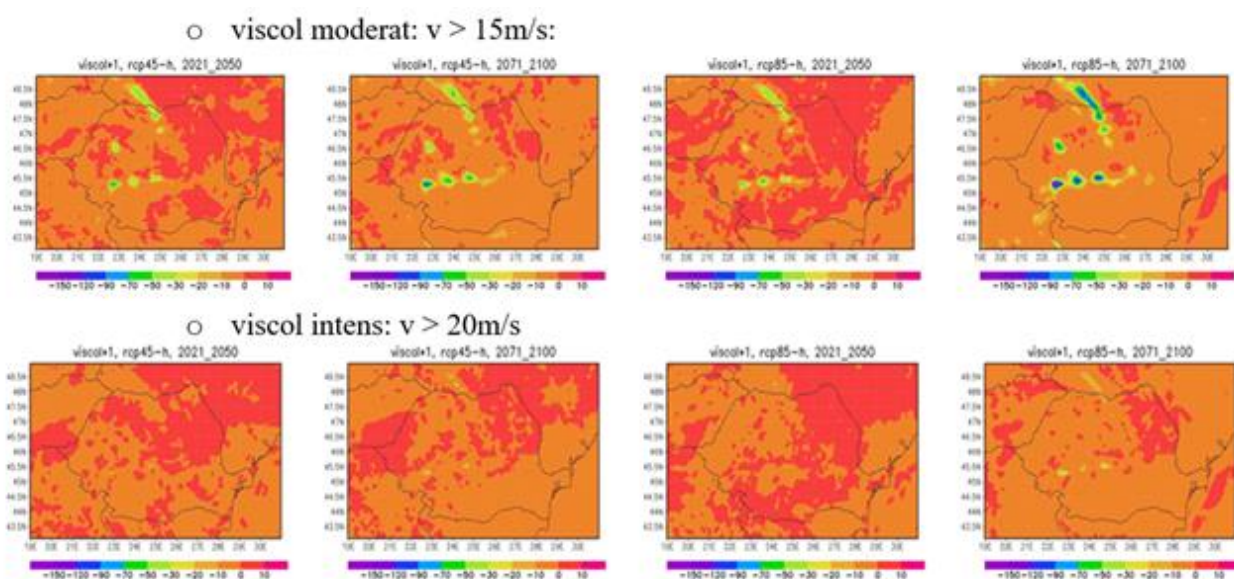


Figura 2.5.10. – Evoluția comparativă a ISC-E-V1, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (exprimate în număr de zile).  
V. Nota 1, Figura 2.5.3.

În ambele scenarii, viscol moderat și, respectiv, viscol intens constatăm că, atât în scenariul Rcp45, cât și în scenariul Rcp85, se extind zonele în care pot avea loc fenomene extreme. Totuși, având în vedere că avem o creștere relativ mică a numărului cumulat de zile, **se poate considera că această evoluție nu are semnificație statistică.**

Apariția acestor fenomene poate cauza defecțiuni ale liniilor electrice de transport și/sau distribuție, având ca și consecință deconectarea consumatorilor. Pe de altă parte, o previziune corectă a acestor fenomene poate fi folosită pentru lucrări de revizii/reparații în stațiile electrice.

Aceste informații pot influența prioritizarea investițiilor pentru întărirea liniilor aeriene de transport și distribuție a energiei electrice și, de asemenea, pot da indicii pentru zonele în care crește potențialul eolian.

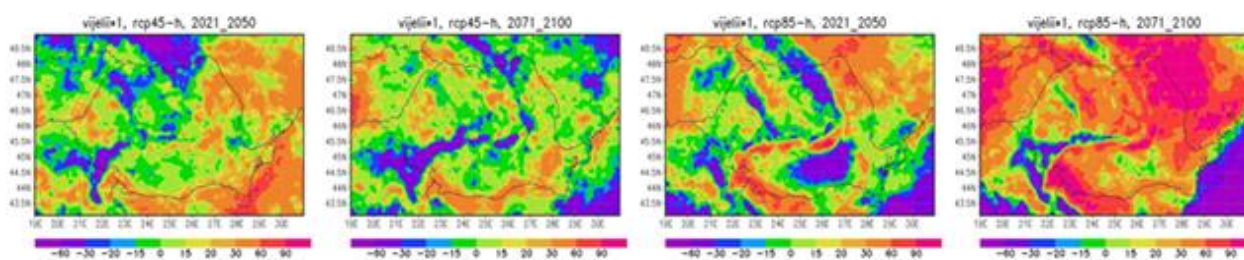


### 2.5.8. Număr de zile cu vijelie – ISC-E-V2

Indicatorul ISC-E-V2 se determină ca fiind acele zile în care este prezent vântul. Au fost analizate 2 paliere, în funcție de viteza vântului: moderat – în care viteza vântului depășește 15 m/s și, respectiv intens, în care viteza vântului depășește 20 m/s.

Evoluțiile așteptate ale acestor indicatori sunt prezentate în Figura 2.5.11

#### ○ vijelie moderată: viteza vântului $v > 15\text{m/s}$



#### ○ vijelie intensă: viteza vântului $v > 20\text{m/s}$

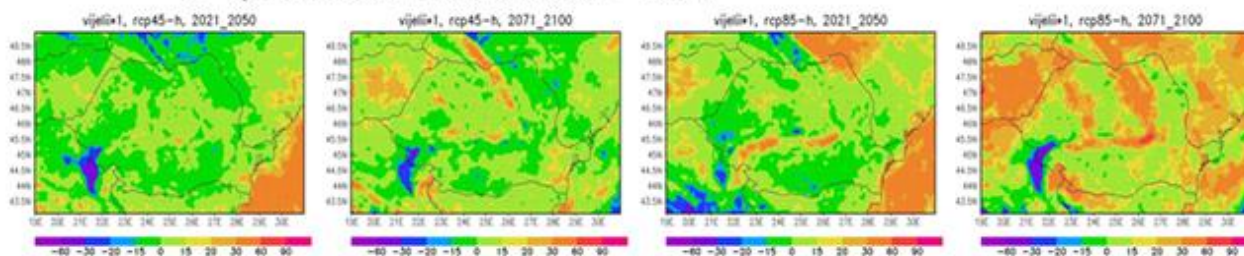


Figura 2.5.11– Evoluția comparativă a ISC-E-V2, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (exprimate în număr de zile). V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Numărul de zile de vijelii scade în Nord, în intra-Carpatic și în Câmpia Română, dar crește în Est, în Sudul extrem (zona de coasta) și în Vest-Sud-Vest în prima perioadă.

Creșterea cea mai accentuată se înregistrează în scenariul Rcp85, în cea de a doua perioadă în zona de Nord-Est și în Sud-Vest.

Creșterea numărului de zile de vijelii în zona de coastă a Mării Negre evidențiază potențialul eolian offshore. În a doua perioadă, în scenariul Rcp85, frontul de rafală se deplasează spre Vest; de asemenea, în scenariul Rcp45 și în Rcp85, în prima perioadă (2021-2050) crește numărul de zile cu viteze mari ale vântului în zona de Nord Est a Moldovei.

Aceste evenimente pot cauza deconectări ale consumatorilor din zona Moldovei.

### 2.5.9. Număr de zile în care este favorizată înghețul la sol / chiciura

Indicatorul ISC-E-Ch se determină ca fiind acele zile în care sunt prezente simultan: vântul moderat de rafală (viteza mai mică de 4m/s), ninsoarea moderată (3mm acc./ zi ) și se înregistrează o temperatură medie diurnă, la 2 metri, mai mică de -2°C. Evoluțiile previzionate sunt prezentate în Figura 2.5.12

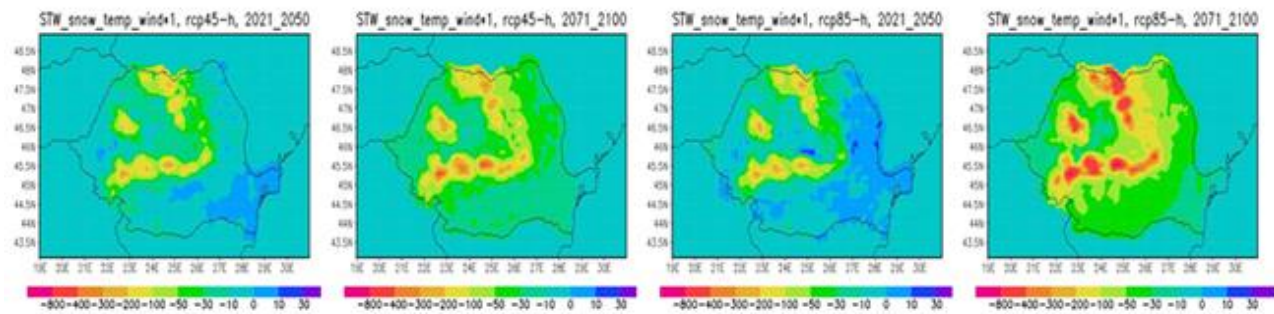


Figura 2.5.12 – Evoluția comparativă a ISC-E-Ch, în scenariile Rcp45 și Rcp85 (exprimate în număr de zile).  
V. Nota 1, Figura 2.5.3.

Numărul de zile cu condiții ce favorizează înghețul la sol / chiciura scade în aproape toate regiunile (îndeosebi la munte).

Prin excepție, regiunea de Sud-Est crește foarte puțin care în prima perioadă a scenariului Rcp45. În zone mai extinse din Est este observată o creștere în prima perioadă a scenariului Rcp85.

În scenariu Rcp85 și a regiunii extinse la Sudul (local) și Estul țării în Rcp45.

În cea de a doua perioadă a ambelor scenarii frecvența fenomenului scade în toată țara față de perioada climatului actual 1971-2021, înregistrând o scădere semnificativă la munte.

Scăderea frecvenței apariției acestui fenomen este benefică pentru sistemul electroenergetic, deoarece este așteptată o scădere a incidenței avariilor pe liniile electrice aeriene, deci sunt evitate deconectările accidentale ale consumatorilor.

### 2.5.10. Număr de zile în care este favorizată formarea grindinei – ISC-E-Gr

Deoarece acest indicator presupune calcule mai complexe, rezultatele finale vor fi prezentate în cadrul Raportului Final.

Sistemul antigrindină - un sistem care este folosit pe scara largă la nivel global pentru combaterea fenomenelor extreme. Specialiștii de la ANM, au transmis informații privind intensificarea în următorii ani a fenomenelor de grindină. Sistemul Național Antigrindină și de Creștere a Precipitațiilor protejează o suprafață de aproximativ 1.500.000 ha, prin funcționarea unui număr de 65 de puncte de lansare.

În viitor acest sistem ar putea fi extins astfel încât să acopere și zonele cu parcuri fotovoltaice, care sunt expuse unor astfel de riscuri.

## 2.6. Forestier

Schimbările climatice vor avea efecte diferite asupra sectorului forestier din diferite regiuni de dezvoltare, ca urmare a localizării geografice specifice, a distribuției pădurilor în aceste regiuni și a contextului economic al sectorului din fiecare regiune de dezvoltare. În conformitate cu datele furnizate de Institutul Național de Statistică (INS, 2021) cu privire la statistica activităților din silvicultură în anul 2020, pădurile României sunt compuse din specii de rășinoase (1916 mii hectare, 29,7%) și specii de foioase (4533 mii hectare, 70,3%). Dintre speciile forestiere de foioase, dominante în fondul forestier sunt fagul (33,4%, specie dominantă la nivel național), stejarii (cvercineele, 16,3%) și diversele tari (15,2%). Dintre speciile de rășinoase, dominante sunt molidul (cea mai importantă



specie ca răspândire din categoria rășinoaselor, 22,9%) și bradul (4,6%). După forma de proprietate, pădurile respective sunt deținute atât de stat cât și de către diferite forme de organizare a proprietății private iar pădurile îndeplinesc atât un rol de producție cât și un rol de protecție (INS, 2021).

Abordarea folosită în acest capitol este cea de caracterizare a diferențierilor regionale cu privire la pădure ca resursă necesară sectorului forestier, deși schimbările climatice, prin efectele potențiale pe care le vor produce în păduri ca resursă, au capacitatea de a afecta tot sectorul forestier, de la resursă și până la utilizatorul final. Din punctul de vedere al abordării metodologice care s-a adoptat în acest subcapitol, merită precizate următoarele aspecte:

- Distribuția pădurilor pe județe și regiuni de dezvoltare este, în general eterogenă. De exemplu Figura 2.6.1 prezintă distribuția fondului forestier pe județe în conformitate cu datele statistice raportate de INS (2021) pentru anul 2020, indicând o eterogenitate accentuată a suprafețelor păduroase la nivel de județ. Acest fapt se datorează distribuției specifice a pădurilor din România, conform căreia circa 60% dintre păduri sunt localizate în zonele montane, 30% în zonele de deal și restul în zonele de câmpie și de luncă;

- Există un dezechilibru și în ceea ce privește distribuția fondului forestier și a suprafețelor ocupate de pădure la nivel de regiune de dezvoltare, după cum se arată în Tabelul 2.6.1, elaborat pe baza aceleiași surse și pentru același an de raportare. Astfel, regiuni de dezvoltare precum Sud-Est și Sud-Muntenia și excluzând regiunea de dezvoltare București-Ilfov (0,39% din suprafață acoperită de păduri), înregistrează un deficit de pădure prin comparație cu restul regiunilor de dezvoltare luate în studiu;

- Există o zonalitate a pădurilor pe verticală, dictată de condițiile climatice, care indică o stratificare pe verticală, începând cu pădurile de stepă și câmpie, continuând cu cele de deal și terminând cu cele de munte. Din acest punct de vedere, „straturile” în cauză sunt ocupate de anumite specii forestiere care necesită anumite condiții climatice pentru dezvoltare iar speciile importante din punct de vedere forestier, raportat la proporția de participare în pădurile României, sunt fagul, molidul și cvercineele (stejarii);

Tabelul 2.6.1. Suprafața fondului forestier pe regiuni de dezvoltare. Sursa: INS (2021).

Regiunea	Suprafața pădurii	Rășinoase	Foioase	Proportia
Nord-Vest	990023	306397	683626	15,35
Centru	1252248	552440	699808	19,42
Nord-Est	1173737	554770	618967	18,20
Sud-Est	526930	108502	418428	8,17
Sud-Muntenia	641954	132094	509860	9,95
București-Ilfov	25144	94	25050	0,39
Vest	1049313	139381	909932	16,27
Sud-Vest Oltenia	790068	122353	667715	12,25
<b>TOTAL</b>	<b>6449417</b>	<b>1916031</b>	<b>4533386</b>	<b>100,00</b>

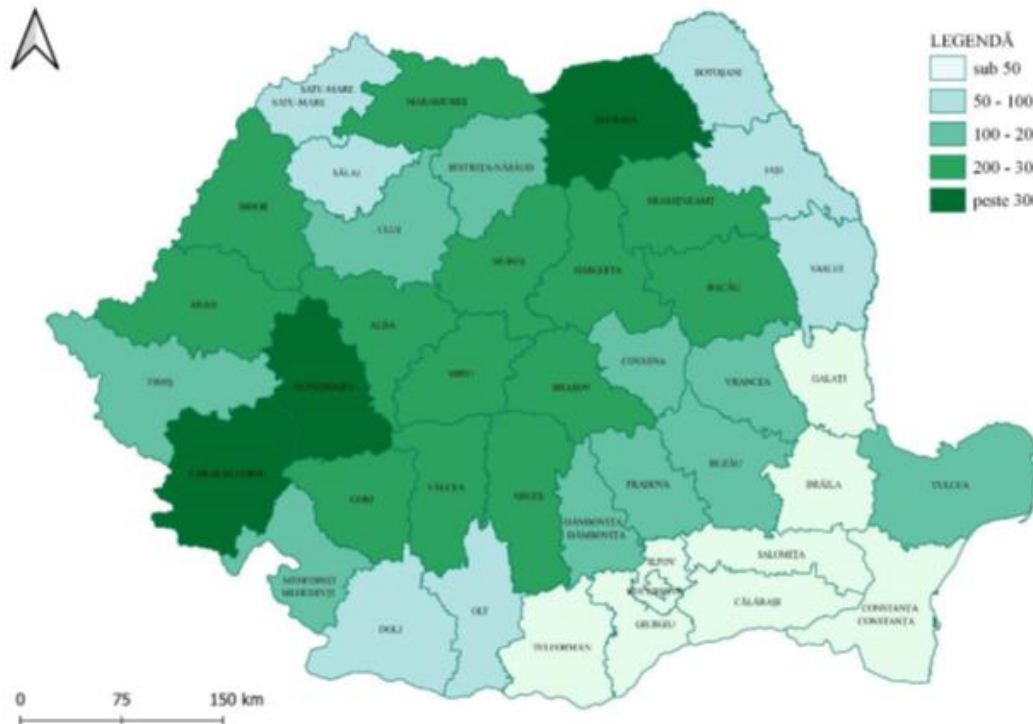


Figura 2.6.1. Suprafața fondului forestier pe județe la sfârșitul anului 2020, în mii hectare. Sursa: INS (2021)

- Speciile forestiere sunt caracterizate de un anumit optim ecologic care se referă, printre altele, la elemente staționale, la temperaturile medii multianuale și la aportul de precipitații necesare pentru a se întruni condițiile optime de vegetație. Informațiile redată în acest paragraf pentru a caracteriza principalele specii forestiere au la bază ecologia și arealul speciilor descrise de Șofletea și Curtu (2008). Dintre speciile forestiere prezente la noi în țară, fagul, care ocupă circa 2 milioane de hectare în România, este distribuit în zonele de deal și munte, necesitând pentru dezvoltarea optimă un aport din precipitații care să fie mai mare decât evapotranspirația; arealul său este delimitat din punct de vedere termic și al regimului precipitațiilor. Fagul este sensibil la secetă și la uscăciune și nu tolerează înghețurile târzii, aspect ce îi conturează limita de răspândire la est. Molidul este cea mai importantă specie din categoria rășinoaselor de la noi din țară, fiind caracterizat ca specie de câmpie înspre nordul Europei și ca specie montană în zona României. Ocupă la noi circa 1,4 milioane de hectare, arealul său este condiționat termic, fiind, în general, o specie de ținut rece, umed. Gorunul este una dintre speciile importante de cvercinee din România, ocupând mai mult de 650000 de hectare în România și întâlnindu-se frecvent în zona de deal. Stejarul pedunculat ocupă mai mult de 100000 de hectare în România, fiind o specie cu un optim ecologic mai restrâns din punct de vedere amplitudinal decât cel al gorunului. Deși principalele specii forestiere de pe teritoriul României necesită anumite condiții considerate a fi optime pentru vegetație, în unele cazuri ele pot supraviețui și în afara acestora. De exemplu, molidul a fost cultivat în trecut în afara arealului natural pentru a susține industria celulozei și hârtiei, ulterior constatându-se că aceste arborete nu au fost stabile. Fagul, de asemenea, poate să coboare altitudinal până la circa 100 m. În Tabelul 2.6.2 se redau principalele elemente care caracterizează optimul ecologic a patru dintre cele mai importante specii forestiere din România;

- Factori precum furtunile violente și vânturile intense produc, în general, pagube în arboretele de rășinoase, în special în cele de molid;
- Scenariile cu privire la schimbările climatice luate în calcul sunt RCP4.5 și RCP8.5, pentru intervalele de timp 2021-2030, 2021-2050, 2031-2050, 2041-2070, 2071-2100, pentru care proiecțiile climatice sunt analizate raportat la schimbările observate (1971-2000) și pentru care se analizează principalele fenomene de risc climatic și impactul potențial al acestora asupra resurselor forestiere (păduri).

Tabelul 2.6.2. Principalele specii forestiere și optimul ecologic al acestora în România. Sursa: Șofletea și Curtu (2008).

Specia	Distribuție pe altitudine (m)	Limitări ale arealului pe criterii climatice	Optim ecologic pentru temperatura medie multi-anuală* (°C)	Optim ecologic pentru precipitațiile medii multi-anuală* (mm)
<i>Fag</i>	300 (500) – 1200 (1400) uneori până 1650	Termic Pluviometric	6 – 9	700 – 1200
<i>Molid</i>	1500 – 1800 (uneori coboară până la 500)	Termic	4 – 7	800 – 1200
<i>Gorun</i>	Până la 900	-	8 – 10	600 – 800
<i>Stejar</i>	-	-	8 – 10(10,5)	600 – 800

Note: \* în afara limitelor inferioare și superioare, speciile respective supraviețuiesc dar sunt caracterizate de dezvoltarea în condiții mai precare.

### Diferențieri regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic

Diferențierile regionale ale impactului potențial al fenomenelor de risc climatic au fost analizate pe baza schimbărilor previzionate ca urmare a luării în considerare a scenariilor RCP4.5 și RCP8.5. Se precizează faptul că scenariul RCP4.5 este considerat a fi unul intermediar în care emisiile ating un vârf în 2040, după care intră în declin. Scenariul este unul probabil deoarece ia în considerare epuizarea rezervelor de combustibili fosili, descriind un declin al emisiilor de CO<sub>2</sub> în 2045, emisii care în 2100 vor reprezenta jumătate din nivelul înregistrat în 2050. Scenariul ia în considerare absorbția de CO<sub>2</sub> în componentele terestre cum ar fi arborii, la o rată de 2Gt/an. În general, scenariul prevede creșterea temperaturii cu 2 până la 3°C până în 2100. Scenariul RCP8.5 caracterizează situația cea mai defavorabilă, conform căreia emisiile continuă să crească până în 2100; conform acestuia temperaturile vor crește cu 2,6 până la 4,8 °C până în 2100.

- **Temperatura medie multianuală**

Temperatura medie multianuală este un parametru climatic relevant pentru creșterea și dezvoltarea tuturor speciilor de arbori. Conform previziunilor scenariului RCP4.5, schimbări în sensul pozitiv al temperaturilor medii multianuale se vor manifesta, pentru perioada 2021-2030, pe

tot teritoriul României, cu diferențieri mai mari în cazul regiunii de dezvoltare Nord-Est, precum și în unele părți ale regiunii Sud-Est și Sud-Vest Oltenia. În perioadele următoare, aceste schimbări se vor generaliza la nivelul teritoriului național și vor fi semnificative, pentru marea majoritate a suprafețelor ocupate de păduri (Figura 2.6.2). Sub previziunile scenariului RCP8.5, în prima perioadă (2021-2030) vor avea loc modificări ale temperaturii medii multianuale la nivelul întregului teritoriu, perioadă care va fi urmată de schimbări semnificative în perioada 2031-2050 cu excepția regiunilor Nord-Vest și Vest. Previziunile acestui scenariu sunt mai sumbre, indicând modificări ale temperaturii medii multianuale cu până la 4°C, în mod generalizat, și pentru unele zone montane din Carpații Orientali și Meridionali, chiar cu mai mult de 4°C.

Aceste previziuni pot să implice mai multe schimbări specifice relaționate cu resursele forestiere. Una dintre acestea ar putea fi migrarea pe altitudine a unor specii unde vor găsi condiții optime de creștere și dezvoltare, dar și iesirea din optimul ecologic a unor păduri din zonele de silvostepă și câmpie. Previziunile scenariului RCP8.5, pe de altă parte, indică probleme mai mari pentru orizontul 2100, în special în zonele montane și mai ales pentru speciile de rășinoase care, cel mai probabil și sub rezerva capacității lor de adaptare precum și a adevăririi proiecțiilor previzionate și a măsurilor de management active, nu vor mai găsi condiții optime de vegetație.

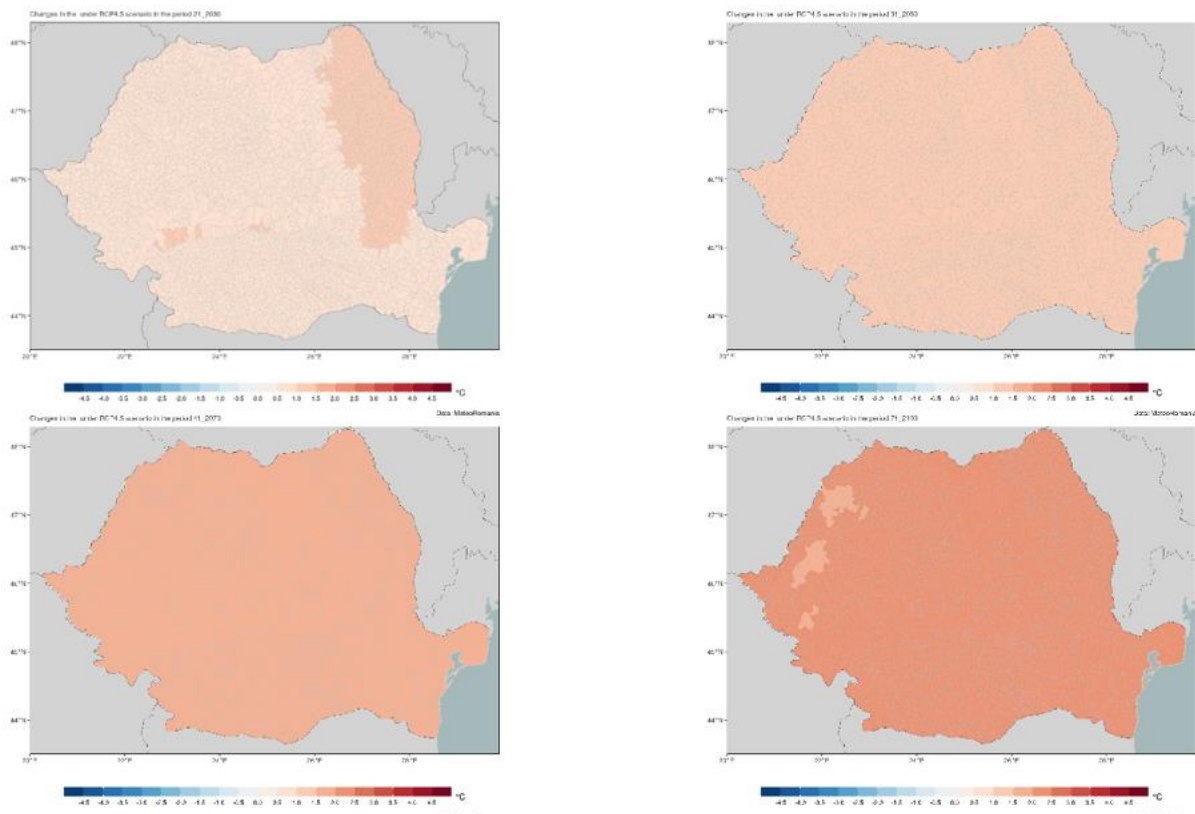


Figura 2.6.2. Evoluția temperaturii medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP4.5



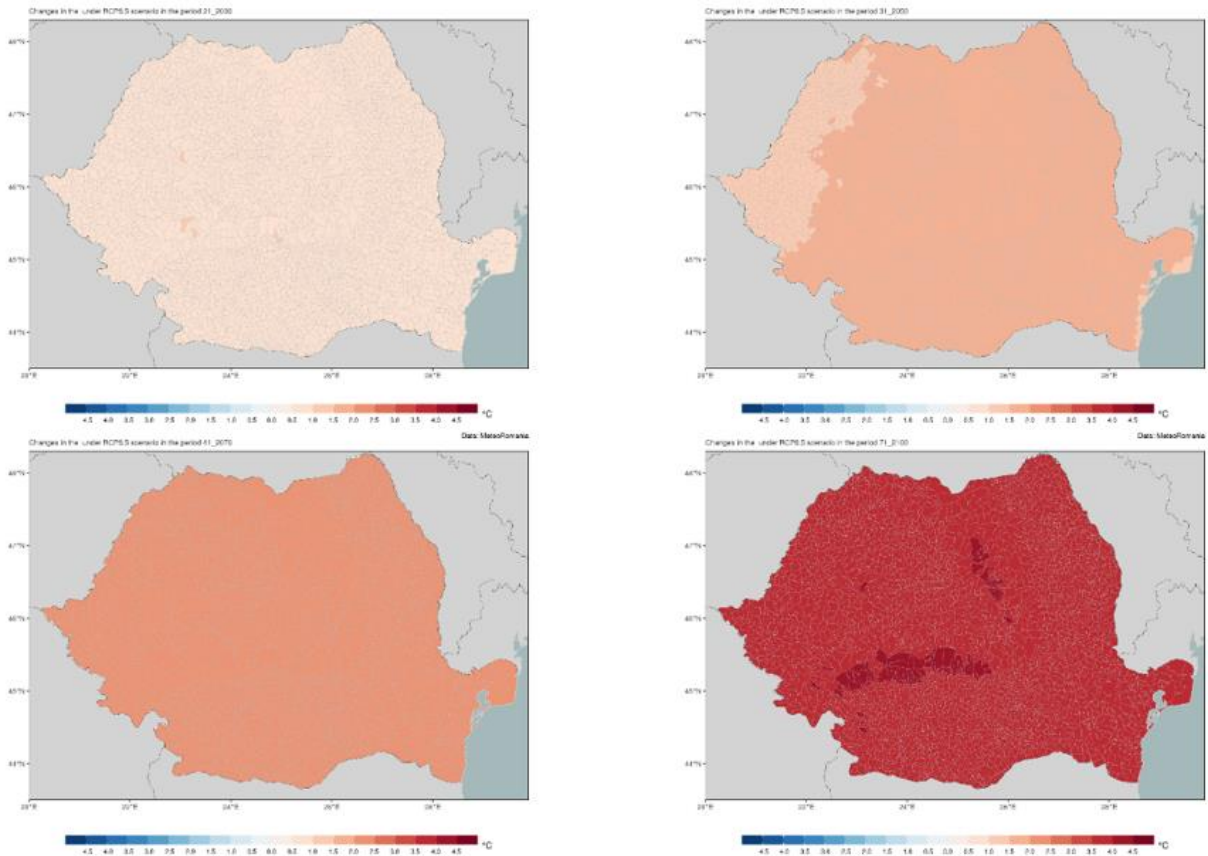


Figura 2.6.3. Evoluția temperaturii medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP8.5

Legat de dinamica regimului temperaturii, pe lângă efectele specifice asupra resurselor forestiere este probabilă apariția unor schimbări ale pădurii ca mediu de muncă. Dat fiind faptul că în prezent munca în pădure este caracterizată de activități manuale și parțial mecanizate, efectul schimbării regimului temperaturii se va resimți și în productivitatea activității forestiere.

- **Precipitații**

Regimul multianual al precipitațiilor este relaționat cu condițiile de creștere și dezvoltare a vegetației forestiere. Previzunile furnizate de cele două scenarii (RCP4.5 și RCP8.5) sunt prezentate în Figurile 2.6.4 și 2.6.5.

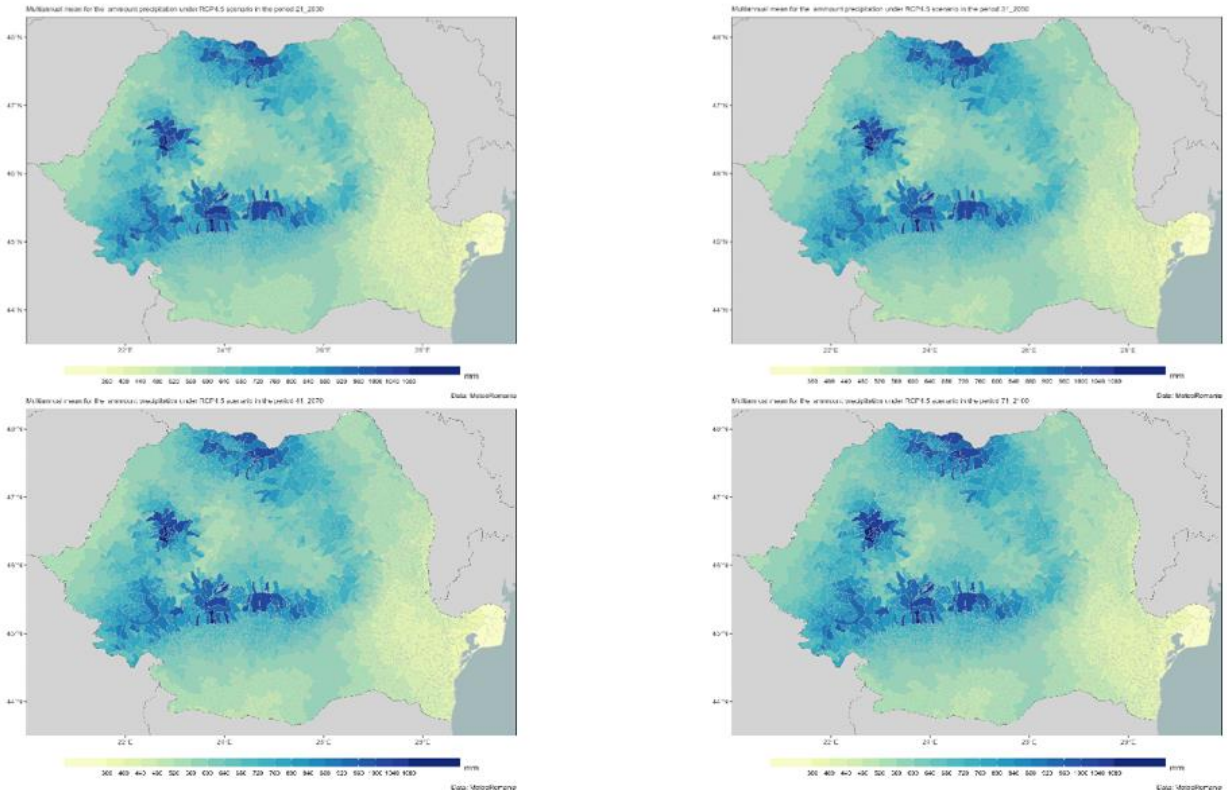


Figura 2.6.4. Evoluția precipitațiilor medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP4.5

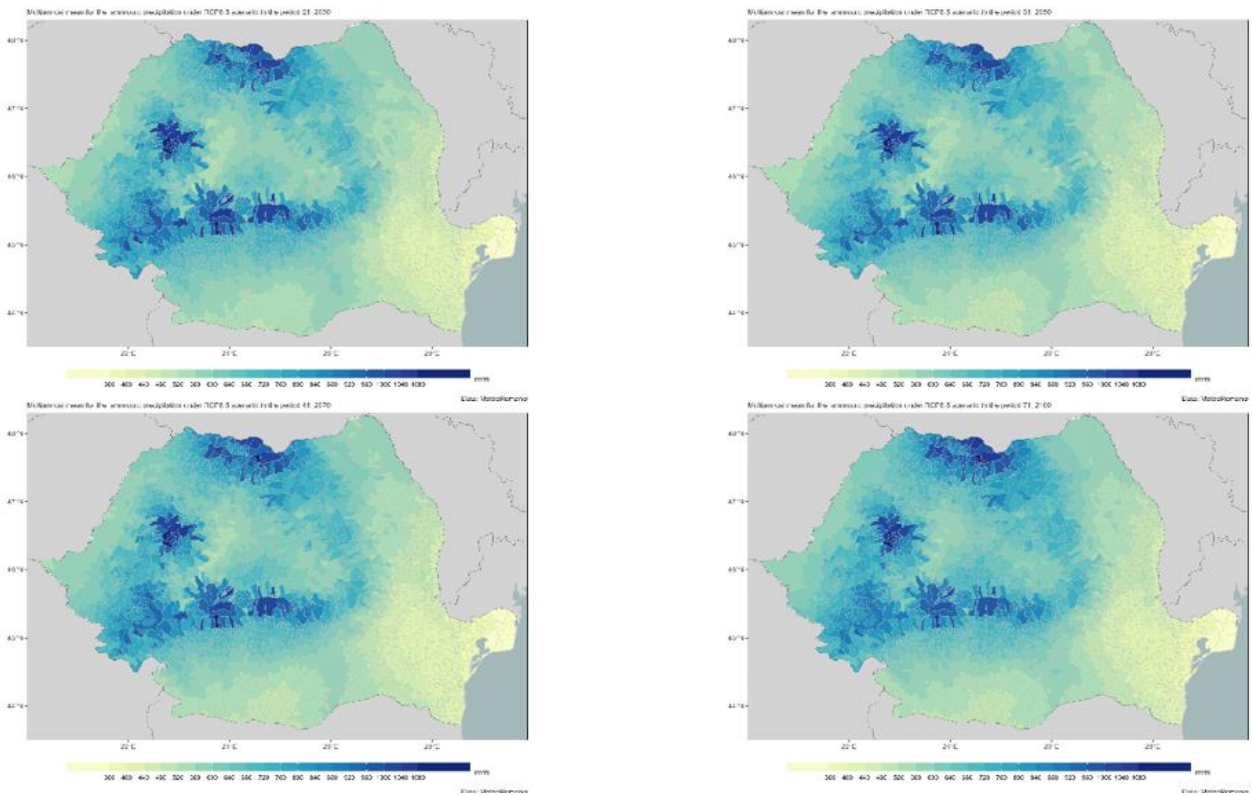


Figura 2.6.5. Evoluția precipitațiilor medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



În conformitate cu previziunile scenariului RCP4.5, în prima perioadă (2021-2030) se vor manifesta schimbări în sens negativ, dominant în regiunea Nord-Est și parțial în regiunile de dezvoltare Sud-Est și Sud-Vest Oltenia. Schimbările vor afecta arcul pericarpatic exterior, manifestându-se dominant în zonele de deal și câmpie, prin urmare vor afecta arealele naturale ale unor specii de foioase. O parte din regiunile sudice și cele litorale vor beneficia de un aport pozitiv. În orizonturile de timp următoare, aportul pozitiv va urma o dinamică de limitare în unele dintre regiunile menționate și de extindere în altele (cum ar fi regiunea Centru), cu un trend previzionat de creștere al nivelului întregului teritoriu național (creșteri dominante de +10%). Previziunile scenariului RCP8.5 prevăd o creștere a cantităților medii multianuale în perioada imediat următoare la nivelul întregului teritoriu (cu 5-10%), urmate de unele scăderi (5%) în Carpații de Curbură și partea vestică a Carpaților Meridionali (2031-2050) și de o extinderea a aportului de precipitații în jumătatea nordică a țării (2041-2070). În orizontul de timp 2071-2100, se previzionează pentru jumătatea nordică a țării schimbări pozitive de până la 15% în aportul de precipitații, în timp ce pentru partea sudică acest aport va fi de până la 5%. Clima sudică a Carpaților Meridionali și a Carpaților de Curbură va fi caracterizată de o scădere a cantităților medii multianuale de ordinul a 5%.

Este evident faptul că aceste schimbări vor avea ca efect ieșirea parțială a unora dintre speciile forestiere din optimul lor ecologic. Cu toate acestea, schimbările previzionate pot fi considerate ca având o importanță secundă, deoarece modificările pe care acestea le vor aduce în raport cu optimul ecologic al speciilor luate în studiu vor fi mai mici în comparație cu cele aduse de către schimbările temperaturii medii multianuale. La fel, cu excepția câtorva zone la nivel național și numai pentru anumite orizonturi de timp, modificările sunt previzionate în sensul pozitiv. Perioade cu aport limitat de precipitații s-au manifestat și în trecut, speciile de interes forestier dovedind adaptabilitate la acest parametru.

- **Indicele standardizat de precipitații și evapotranspirație**

Seceta reprezintă o problemă majoră și pentru sectorul forestier, deoarece cauzează pierderi în special în activitățile relaționate cu regenerarea pădurilor dar și pe durata ciclurilor de producție forestieră unde contribuie la creșterea ratei de mortalitate a arborilor prin fenomene de uscare. Astfel de fenomene se transpun ulterior în pierderi de natură economică și de mediu, provocând dereglări în activitatea forestieră. Se consideră că efectele secetei se manifestă după perioade cu deficit de precipitații fiind caracterizate de intensitate, magnitudine, durată și extindere spațială. Indicele standardizat de precipitații și evapotranspirație caracterizează dimensiunile fenomenului de secetă.



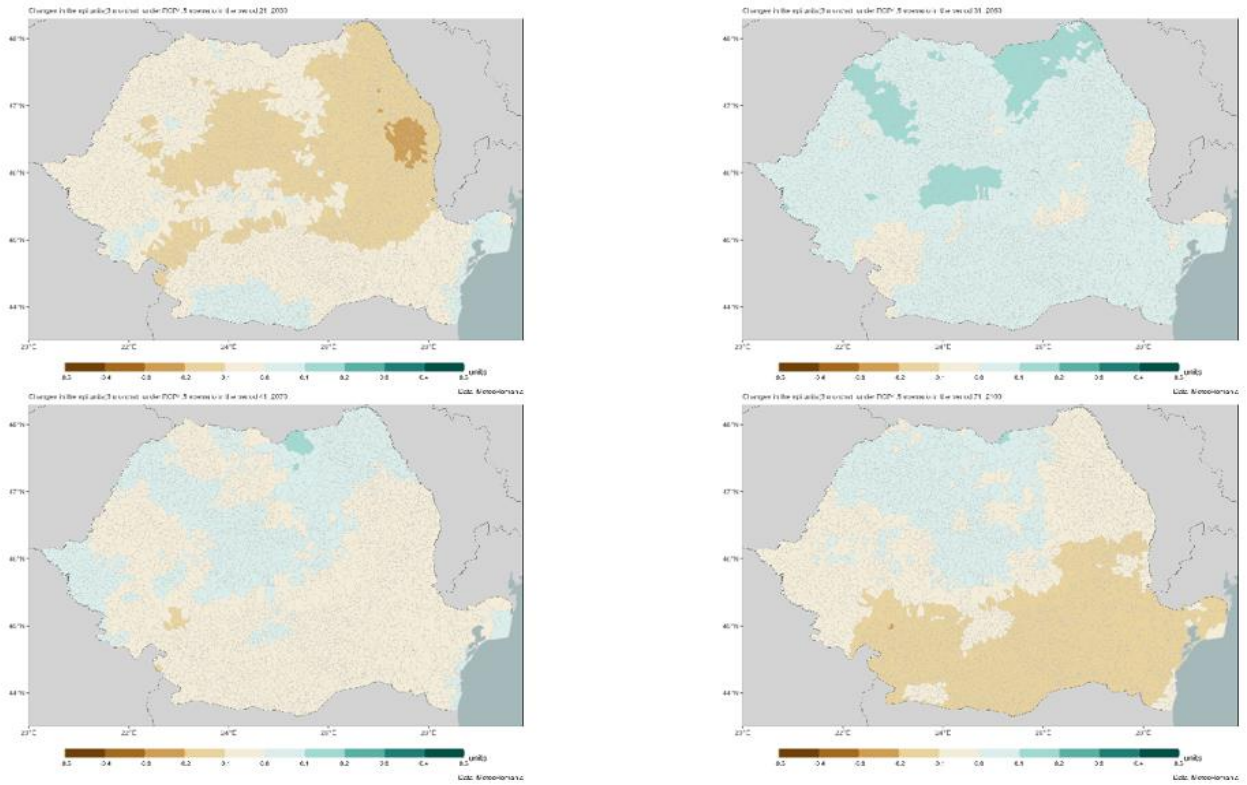


Figura 2.6.6. Evoluția precipitațiilor medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP4.5

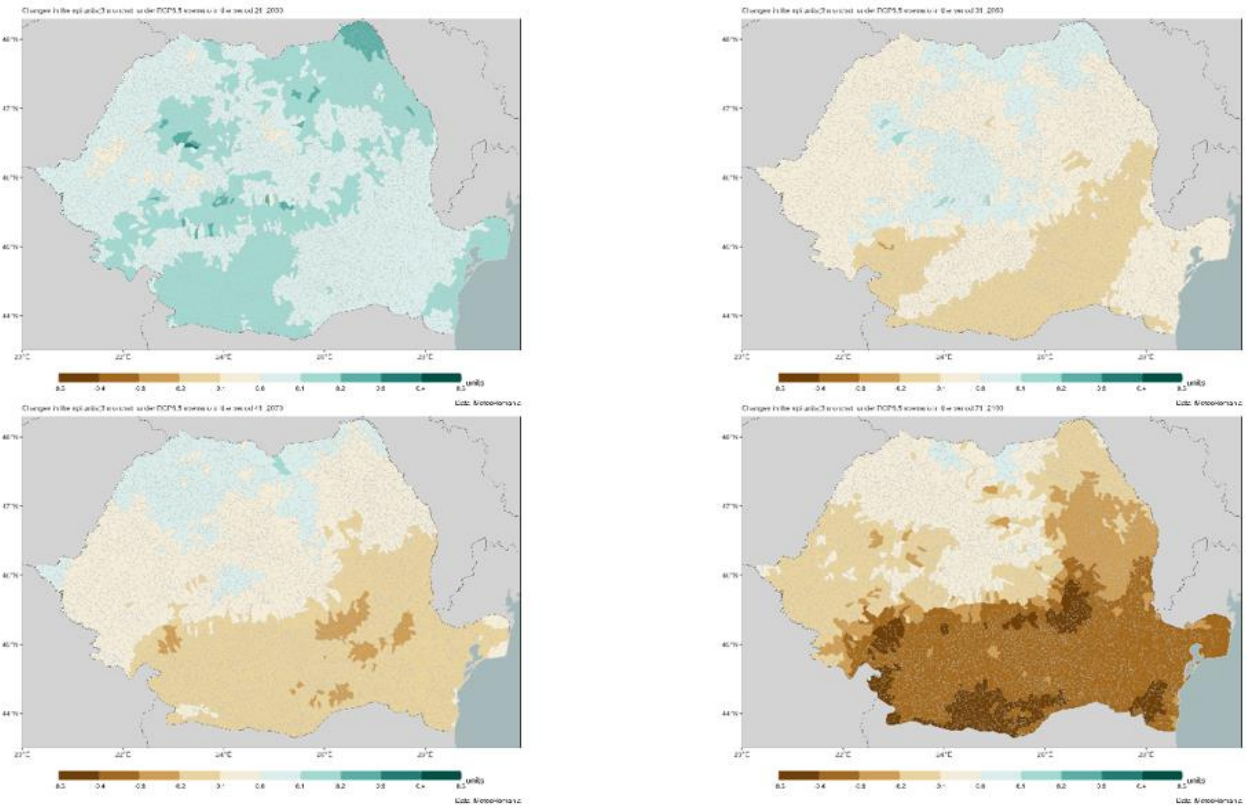


Figura 2.6.7. Evoluția precipitațiilor medii multianuale în proiecțiile climatice ale scenariului RCP8.5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Previziunile cu privire la ce se va întâmpla în viitor din punctul de vedere al celor două scenarii de schimbări climatice (RCP4.5 și RCP8.5) sunt redată sub forma modificărilor prezentate în Figurile 2.6.6 și 2.6.7. Astfel, în conformitate cu presupunerile scenariului RCP4.5, în perioada de timp 2021-2030 se va înregistra un deficit al precipitațiilor în raport cu evapotranspirația în special în regiunea Centru, regiunea Nord-Est, parte din regiunea Sud-Est și parte din regiunea Sud-Vest Oltenia. O balanță pozitivă se va înregistra numai sporadic, în zona litorală și în extremitatea sudică a țării. În perioada următoare (2031-2050) deficitul se va atenua și localiza în zone mai mici cum este vestul regiunii Sud-Vest Oltenia, clina sudică a Carpaților de Curbură, nordul Deltei Dunării și o porțiune mai mică din extremitatea estică a României. Pentru orizontul de timp 2071-2100, cu excepția regiunilor Centru, Nord-Vest și a unor zone carpatice (Carpații Orientali), se va înregistra un deficit în echilibrul precipitației/evapotranspirație. În conformitate cu modelele rezultate din aplicarea scenariului RCP8.5, previziunile cu privire la acest parametru sunt mai sumbre; prima perioadă se va caracteriza prin apariția unor stări de deficit insulare și va fi urmată de o generalizare a deficitului la nivel național, cu excepția unor părți nordice a Carpaților Orientali.

Indiferent de scenariu, pentru orizonturi de timp mai lungi, cele mai expuse vor fi regiunile exterioare arcului carpatic, iar în scenariul RCP8.5, deficitul se preconizează a fi mult mai sever în sudul și estul României, incluzând versanții carpațici sudici și estici. Aceste prognoze indică că vor exista probleme relaționate cu multe dintre speciile forestiere din toate etajele de vegetație, începând din silvostepă și terminând cu etajele montane.

- **Alți indici relevanți**

Pe lângă indicii tratați anterior, există mulți alți indici care pot fi relaționați cu sectorul forestier. Durata valurilor de căldură și de ger pot să genereze probleme, pe lângă cele strict legate de resursa forestieră, în diferitele activități de natură forestieră. Gerul, pe de o parte, poate cauza sistarea lucrărilor cu anumite sisteme tehnice și echipamente forestiere. Căldura poate cauza scăderi de productivitate și probleme de natură medicală pentru muncitorii forestieri. Precipitațiile abundente conduc frecvent la sistarea lucrărilor de exploatare a lemnului, nu numai în perioada de manifestare a acestora dar și în perioadele următoare, necesare uscării solului. Frecvența și intensitatea furtunilor și a vântului cauzează daune prin doborâturi de vânt și/sau daune produse de ploi abundente sau cantități extraordinare de zăpadă. Tratarea tuturor indicilor și a efectelor acestora este dificilă pe fondul lipsei de cercetări locale care să caracterizeze condiționalitatea cauză-efect sub raportul severității, extinderii spațiale și magnitudinii

## 2.7. Sisteme urbane

Sistemul urban din România este alcătuit din 319 orașe, dintre care 105 municipii (41 municipii reședință de județ) și 216 orașe (INS, Tempo Online, 2020). Rețeaua urbană din România este constituită preponderent din orașe mici și mijlocii, sub 100 000 locuitori (peste 92% din numărul total de orașe). Orașele mari sunt în număr de 24 (8 dintre acestea având între 200 000 și 350 000 de locuitori), la care se adaugă municipiul București cu o populație de peste 2,2 milioane locuitori (Figura 2.7.1).

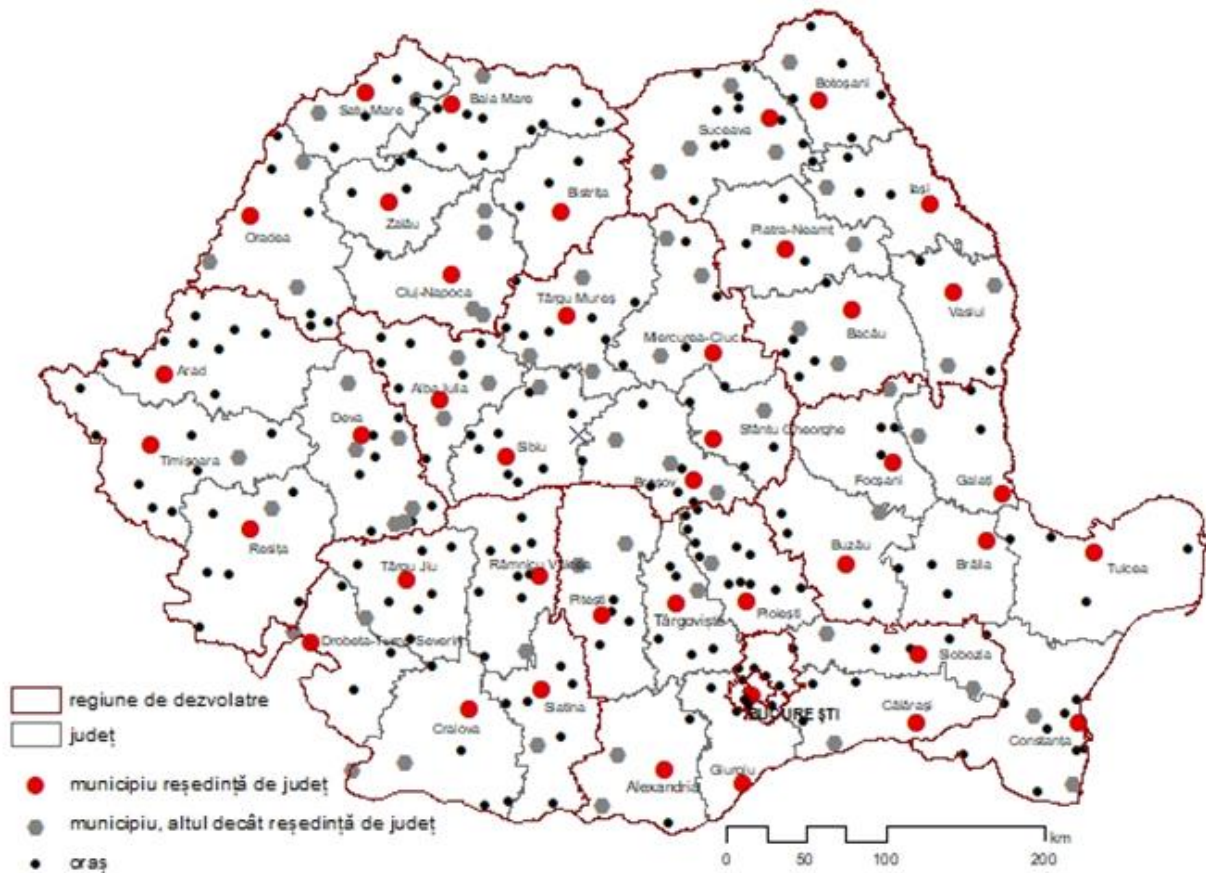


Figura 2.7.1. Sistemul urban din România

În vederea analizei vulnerabilității la schimbările climatice observate și viitoare, a fost analizată expunerea sistemelor urbane prin interpretarea proiecțiilor climatice ale scenariilor RCP4.5 și RCP8.5 pentru secvențele de timp 2021-2030, 2021-2050, 2031-2050, 2041-2070, 2071-2100, în raport cu schimbările observate (1971-2000). Pentru a surprinde, în ansamblu, expunerea sistemelor urbane la semnalul schimbărilor climatice, secvențele temporale ale datelor climatice analizate au fost ierarhizate în clase relevante pentru analiză și, la final, agregate sub forma unor diagrame matriceale. În acest sens, a fost analizată distribuția celor 320 sisteme urbane în raport cu proiecțiile viitoare și tendințele observate ale următorilor indicatorii climatici: CDD (media multianuală a numărului de zile secetoase consecutive), CWD (durata valurilor de frig pe baza factorului de exces de frig), CWF (frecvența valurilor de frig), R99p (cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente), Rx1day (cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore), R20mm - zile cu precipitații foarte abundente (număr de zile cu precipitații >20 mm), TR (nopti tropicale, număr de zile cu  $T_{min} > 20^{\circ}C$ ), Txge30 - zile tropicale (număr de zile cu  $T_{min} > 30^{\circ}C$ ), Wmax - viteza maximă a vântului (viteza maximă anuală a vântului - m/s), HDDheatn - grade zile de încălzire (heating degree days), CDDcoldtn - grade zile de răcire (cooling degree-days), HWD (EHF) - durata valurilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură, HWF (EHF) - frecvența valurilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură.

### CDD - Media multianuală a numărului de zile secetoase consecutive

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Se remarcă o tendință generală de creștere a numărului de zile secetoase consecutive, în regim mediu multianual, cu 1 zi/decadă în sistemele urbane localizate în din jumătatea sudică și estică țării, în Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia și Sud-Est (județele Dolj, Gorj, Vâlcea, Constanța), precum și din Regiunile de dezvoltare Centru și Nord-Vest (județele Bistrița-Năsăud, Sibiu, Alba). Cea mai mare creștere, 1-2 zile/decadă, s-a remarcat în cazul unor orașe din Regiunile Sud-Est și Sud-Vest Oltenia, județele Constanța (Murfatlar, Medgidia), Dolj (Calafat, Băilești) și Mehedinți (Drobeta Turnu Severin, Vânju Mare și Strehaia), dar și Centru (Alba Iulia). O serie de orașe din spațiul montan și deluros din Regiunile de dezvoltare Nord-Vest, Vest, Centru, Nord-Est și Sud-Muntenia, județele Bihor, Bacău, Caraș-Severin, Dâmbovița, Harghita, Iași, Suceava, Timiș, precum și din din Regiunea de dezvoltare București-Ilfov, au înregistrat scăderi de până la -2 zile secetoase consecutive/decadă (Figura 2.7.2- Anexa 2).

Scenariile climatice preconizează, în continuare, o expunere ridicată la valurile de secetă (30-40 de zile consecutive) a sistemelor urbane situate în Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia, Est, Nord-Est (județele Dolj, Olt, Teleorman, Ilfov, Giurgiu, Călărași, Ialomița, Brăila, Buzău, Vrancea, Vaslui, Constanța, Tulcea), cu o posibilă creștere (în medie cu 4-6 zile) în orașele din județele Constanța (Constanța, Mangalia, Eforie, Techirghiol) și Tulcea (Tulcea, Babadag, Sulina), estimată îndeosebi în raport cu scenariul RCP8.5. Totodată, este preconizată o creștere a numărului de zile secetoase consecutive (în medie cu 2-4 zile) și în unele sisteme urbane din județele Argeș (ex. Pitești, Mioveni), Gorj (ex. Rovinari, Târgu Cărbunești, Turceni), Mehedinți (ex. Vânju Mare, Strehaia, Orșova), Prahova (Mizil, Plopeni), Dâmbovița (ex. Găești, Târgoviște) și Vâlcea (Bălcești, Berbești), îndeosebi în raport cu scenariul RCP8.5.

Pentru municipiul București este preconizat aproximativ același grad de expunere la valurile de secetă (30-40 zile consecutive), dar cu o ușoară accentuare în raport cu scenariul RCP8.5 (în medie cu 1-2 zile), respectiv o ușoară diminuare (în medie cu 1 zi) în raport cu scenariul RCP4.5 (Figura.2.7.3- Anexa 2).

### **CWD - Durata valurilor de frig pe baza factorului de exces de frig**

În perioada 1971-2000 s-a remarcat o tendință generală de stagnare sau ușoară creștere a duratei valurilor de frig, cu până la 0,5 zile/decadă, în majoritatea sistemelor urbane din Regiunile de dezvoltare Sud-Vest, Sud-Muntenia, Sud-Est, Nord-Est, Centru (județele Arad, Argeș, Bacău, Constanța, Ialomița, Iași, Mehedinți, Olt, Sălaj, Timiș, Tulcea, Vaslui). Totodată, s-a remarcat o scădere a duratei valurilor de frig (cu până la 0,25 zile/decadă) în cazul mai multor sisteme urbane din Regiunile de dezvoltare Sud-Est, Sud-Vest Oltenia, (Brăila, Caraș-Severin, Dolj, Gorj, Timiș, Tulcea) și Centru (Brașov). Tot în Regiunea de dezvoltare Centru s-a remarcat aceeași tendință și în cazul câtorva sisteme urbane din județele Alba, Hunedoara, Harghita sau Mureș (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Conform scenariilor climatice este preconizată o tendință generală de reducere a duratei valurilor de frig, cu maximum 1,5 zile, în majoritatea sistemelor urbane. Scenariul RCP4.5 estimează o reducere mai moderată (sub 0,5 zile sau între 0,5 – 1 zi) în special la nivelul sistemelor urbane situate în sudul și estul țării (județul Bacău), dar și în Regiunile de dezvoltare Nord-Vest (județele Bihor, Sălaj, Cluj) și Centru (județele Alba, anumite orașe din județele Brașov, Hunedoara, Covasna, Harghita). Creșteri ale duratei valurilor de frig (cu până la 0,5 zile) sunt estimate în sistemele urbane din Regiunile Vest (județele Timiș și Arad), Nord-Est și Est (județele Botoșani, Iași, Neamț, Suceava, Vaslui, Vrancea), dar și în anumite orașe din Sud-Muntenia și Sud-Est Oltenia (județele Teleorman,



Dolj), Centru și Nord-Est (județele Sibiu, Brașov, Mureș, Maramureș). Raportat la scenariul RCP8.5, la nivelul tuturor sistemelor urbane sunt preconizate scăderi ale duratei valurilor de frig cuprinse, în medie, între 0,5 – 1,5 zile, existând și unele excepții de sisteme urbane unde sunt estimate creșteri de până la 0,5 zile (orașe din județele Maramureș, Sibiu, Suceava, Botoșani, Timiș). În municipiul București, ambele scenarii climatice preconizează o ușoară scădere a duratei valurilor de frig de până la 0,5 zile, conform scenariului RCP4.5 și până la o zi, conform scenariului RCP8.5 (Figura 2.7.4- Anexa 2).

### CWF - Frecvența valurilor de frig

Tendința generală observată în cazul valurilor de frig a fost de scădere a frecvenței la nivelul tuturor sistemelor urbane din România. Astfel, cele mai semnificative scăderi au fost remarcate în cazul majorității sistemelor urbane din Regiunile de dezvoltare Nord-Vest și Centru, respectiv județele Bihor, Bistrița-Năsăud, Cluj, Harghita, Hunedoara, Satu Mare, în medie, cu până la -2, -2,5 zile/decadă. Se remarcă sistemul urban Carei cu cea mai mare scădere frecvența valurilor de frig (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Comparativ cu tendința actuală, scenariile climatice evidențiază o scădere a frecvenței valurilor de frig în orizonturile de timp analizate, în raport cu ambele scenarii climatice (RCP4.5 și RCP8.5), la nivelul tuturor sistemelor urbane din România. Astfel, se observă o reducere, în medie cu până la 5 zile în orizontul de timp 2021-2030 în majoritatea sistemelor urbane și între 5 – 10 zile în orizonturile de timp 2021-2050 și 2031-2050 în toate sistemele urbane, cu unele excepții: orașele Copșa Mică, Mediaș și Dumbrăveni, județul Sibiu, orașul Târnăveni, județul Mureș, Miercurea Ciuc, județul Harghita (Regiunea de dezvoltare Centru) și Mangalia, județul Constanța (Regiunea de dezvoltare Sud-Est), unde scăderea e de până la 5 zile. În orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100, în special în raport cu scenariul RCP8.5, se preconizează reducere și mai accentuată a frecvenței valurilor de frig, cu până la 15 zile, în majoritatea sistemelor urbane, existând și 2 excepții (Bumbești-Jiu, județul Gorj și Fierbinți-Târg, județul Ialomița), cu o posibilă scădere cu până la 20 de zile. În raport cu scenariul RCP4.5, se preconizează o reducere mai puțin accentuată a valurilor de frig, cu până la 10 zile la nivelul tuturor sistemelor urbane în orizontul de timp 2041-2070 și în marea majoritate a sistemelor urbane în orizontul de timp 2071-2100, cu excepția unor orașe din județele din sudul țării, centru și nord, unde scaderea poate să fie de până la 15 zile reci consecutive.

În municipiul București, se observă aceeași tendință de scădere a frecvenței valurilor de frig, cu o posibilă reducere a numărului de până la 5 zile în orizontul de timp 2021-2030 conform ambelor scenarii analizate și cu până la 15 zile în orizontul 2071-2100, respectiv 10 zile la nivelul celorlalte orizonturi de timp simulate (Figura. 2.7.5- Anexa 2).

### R99p - Cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente

Cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente a înregistrat o tendință generală de stagnare sau creștere (de până la 3-6 zile/decadă), în majoritatea sistemelor urbane din România localizate în Regiunile de dezvoltare Vest și Nord-Vest (județele Timiș, Arad, Bihor), dar și în unele sisteme urbane din județele Alba, Prahova și Bacău. Unele sisteme urbane au fost expuse la creșteri mai semnificative, de până la 9-12 zile/decadă, respectiv Oravița și Moldova Nouă (județul Caraș-Severin), Curtea de Argeș (județul Argeș) și Lugoj și Recaș (județul Timiș). Tendințe de scădere au fost înregistrate în cazul unor sisteme urbane din Regiunile de dezvoltare Nord-Vest și



Sud-Vest Oltenia, respectiv județele Bistrița-Năsăud, Maramureș sau Vâlcea de până la -6 zile (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Raportat la situația actuală, cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente înregistrează o tendință de creștere, în medie 40-65 mm, în majoritatea sistemelor urbane din România, în special în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100. Din analiza comparativă a celor două scenarii (RCP4.5 și RCP8.5), se preconizează o creștere mai accentuată pentru majoritatea sistemelor urbane (în medie între 65-90 mm și 90-115 mm) în cadrul scenariului RCP8.5, pentru aceleași orizonturi de timp (2041-2070 și 2071-2100).

Schimbările preconizate în raport cu scenariul RCP4.5. evidențiază creșteri, în cea mai mare parte de până la 30%, la nivelul anumitor sisteme urbane situate în Regiunile de dezvoltare Vest și Nord-Vest (județele Timiș, Arad, Bihor), Est și Nord-Est (județele Vaslui, Suceava, Bacău, Vrancea, Iași), Nord-Vest și Centru (județele Bistrița-Năsăud, Mureș, Brașov), dar și în unele sisteme urbane din județele Prahova, Satu Mare și Maramureș. La nivelul municipiului Iași, orașului Ungheni (județul Mureș) și orașelor Vaslui și Negrești (județul Vaslui) este preconizată o tendință de scădere cu până la 30% în orizonturile de timp 2021-2030, iar pentru municipiul Iași, tendința de scădere merge până în orizontul de timp 2041-2070. Conform scenariului RCP8.5, este preconizată o creștere mai accentuată a cantității totale de precipitații în zilele cu precipitații foarte abundente, în medie cu 90-120%, ajungând chiar până la 150% în orizontul de timp 2071-2100, la nivelul majorității sistemelor urbane din unele județe din Regiunile de dezvoltare Vest, Centru și Nord-Vest (Arad, Alba, Hunedoara Cluj, Maramureș), Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia (Argeș, Ilfov, Dolj, Ialomița). În restul orizonturilor de timp, în majoritatea sistemelor urbane sunt preconizate creșteri de până la 60% față de situația actuală.

La nivelul municipiului București se remarcă în general o menținere a situației observate în prezent, cu o tendință de creștere preconizată pentru intervalul de timp 2071-2100 în raport cu scenariu RCP8.5 (Figura. 2.7.6- Anexa 2).

### **Rx1day - Cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore**

Cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore a înregistrat creșteri mai moderate în sistemele urbane din Regiunile de dezvoltare Vest, Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia și Nord-Est, respectiv județele Alba, Argeș, Dolj, Olt, Neamț, și mai semnificative în sistemele urbane din județele Constanța, Timiș. Scăderi ale cantităților maxime de precipitații înregistrate în 24 de ore au fost înregistrate în sistemele urbane localizate în arealele montane și deluroase ale județelor Bistrița-Năsăud, Maramureș, Sălaj, Brașov, Gorj, Vâlcea (Regiunile de dezvoltare Nord-Vest, Centru și Sud-Vest Oltenia). În Municipiul București, se observă o stagnare a valorilor cantităților maxime de precipitații în 24 de ore (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Conform scenariilor climatice, cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore, este preconizată să crească cu 30-40 mm, chiar 40-50 mm comparativ cu mediile multianuale înregistrate în perioada 1971-2000 în majoritatea sistemelor urbane din România.

În scenariul RCP4.5 sunt preconizate în general creșteri mai moderate (20-30 mm sau 30-40 mm) în cele mai multe sisteme urbane și mai semnificative, de 40-50 mm, în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100 în majoritatea orașelor din județele Constanța, Dâmbovița, Argeș, Vâlcea și câteva orașe din Regiunea de dezvoltare Centru (județele Harghita, Covasna, Mureș). Există și câteva excepții, unde cantitatea maximă de precipitații în 24 de ore este preconizată să scadă cu până la 10% în orizontul de timp 2021-2030 (orașele Zlatna și Abrud, județul Alba; Ungheni și Târgu Mureș, județul Mureș; Negrești județul Vaslui).

Comparativ cu scenariul RPC4.5, în scenariul RCP8.5 sunt preconizate creșteri mult mai accentuate ale cantității maxime de precipitații în 24 de ore, în orizontul de timp 2071-2100, în aproape toate sistemele urbane (în medie cu 20-30 mm), cele mai mari creșteri (30-40 mm) sunt evidențiate în orașe din sudul țării (județele Ilfov; unele orașe din județele Argeș și Dâmbovița; orașul Fundulea, județul Călărași, Bolintin-Vale, județul Giurgiu; Roșiori de Vede, județul Teleorman) dar și în câteva sisteme urbane din sud estul țării (județele Constanța și Tulcea).

În municipiul București, se observă o tendință de creștere a cantității maxime de precipitații în 24 de ore, la nivelul ambelor scenarii, comparativ cu media multianuală din perioada 2071-2000, fiind preconizate creșterii cu până la 20 mm conform scenariului RCP4.5 și cu până la 40 mm conform scenariului RCP8.5 (Figura 2.7.7- Anexa 2).

### **R20mm - Zile cu precipitații foarte abundente (număr de zile cu precipitații >20 mm)**

S-a remarcat o tendință de creștere ușoară a numărului de zile cu precipitații foarte abundente (>20 mm), cu până la 2-3 zile/decadă, în majoritatea sistemelor urbane situate în special în Regiunile de dezvoltare Vest, Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov, Sud-Est (județele Argeș, Ilfov, Teleorman, Timiș, Caraș-Severin, Constanța, Dâmbovița, Dolj), precum și în câteva sisteme urbane din județele Alba, Neamț și Bacău. Sistemele urbane din regiunile deluroase și montane în special din nordul (județele Bistrița-Năsăud, Bistrița-Năsăud, Maramureș) și sudul (județele Prahova, Vâlcea) țării, precum și din județele Vrancea, Brașov și Bihor au înregistrat o reducere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente de până la 3 zile/decadă. În Municipiul București tendința numărului de zile cu precipitații foarte abundente fost de creștere ușoară, în medie cu 0-1 zile (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Raportat la situația actuală, se preconizează o tendință de creștere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente (>20 mm) în anumite sisteme urbane situate în special, în Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov (județele Vâlcea, Prahova, Argeș, Ilfov). În general, scenariile climatice preconizează creșteri, în medie, cu 1-2 zile, în orizontul de timp 2071-2100 și sub 1 zi în celelalte orizonturi de timp (scenariul RCP4.5). Raportat tot la scenariul RCP4.5 există și situații de scădere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente (sub 1 zi), în orizontul de timp 2021-2030, în sisteme urbane situate în special în partea de est - Regiunile de dezvoltare Nord-Est și Sud-Est (județele Iași, Suceava, Neamț, Vaslui, Vrancea, Bacău). Raportat la scenariul RCP8.5 sunt preconizate creșteri în medie cu 1-2 zile, chiar și 2-3 zile în aproape toate sistemele urbane, în orizontul de timp 2071-2100. Creșterile cele mai evidente sunt observate în regiunile deluroase și piemontane din sudul Carpaților Meridionali (Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia - județele Argeș, Vâlcea, Gorj, Mehedinți), din nordul țării (Regiunea de dezvoltare Nord-Vest - județul Maramureș), Regiunea de dezvoltare Centru (județele Harghita, Hunedoara, Sibiu), dar și din sud, sisteme urbane situate în Câmpia Română (județele Ilfov, Teleorman, Călărași, Dolj, Giurgiu). O reducere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente este simulată doar pentru orașele Ianca (județul Brăila) și Victoria (județul Brașov). În municipiul București, tendința, conform ambelor scenarii climatice, este de creștere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente, în medie cu 1-2 zile (Figura 2.7.8- Anexa 2).

### **TR - Noapți tropicale (Număr de zile cu Tmin>20°C)**

La nivelul tuturor sistemelor urbane din România, tendința generală în perioada 1971-2000 a fost de stagnare și, pe alocuri, de creștere ușoară a numărului de nopți tropicale, de până la 2

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



noapți/decadă. Se remarcă, totuși, o serie tendință de creștere mai accentuată în cazul unor sisteme urbane localizate în Regiunile de dezvoltare Sud-Est și Sud-Muntenia (județele Constanța, Galați, Tulcea, Teleorman, Giugiu) unde numărul de de noapți tropicale a crescut cu până la 6 zile/decadă. Între acestea, se află orașele Constanța Eforie, Mangalia, Techirghiol. Municipiul București a înregistrat, de asemenea, o creștere de până la 3 noapți tropicale (Figura.2.7.2- Anexa 2).

În raport cu scenariile climatice, numărul de zile cu  $T_{min} > 20^{\circ}\text{C}$  (noapți tropicale) este preconizat să rămână la nivelul mediilor multianuale (2071-2000) în cele mai multe sisteme urbane (scenariul RCP4.5), existând o tendință de creștere (până la zece zile) doar în sud-estul și sudul țării (orașele din județul Constanța și Tulcea și Sulina, județul Tulcea - Regiunea de dezvoltare Sud-Est) și municipiul Giugiu, județul Giurgiu (Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia). De asemenea, este preconizată și o scădere de până la zece noapți tropicale, în special în multe sisteme urbane din centrul țării (județele Harghita, Covasna, Brașov, Mureș, Bistrița-Năsăud, Alba), din nord (Maramureș, Suceava) și în anumite orașe din județele Prahova, Hunedoara și Bacău.

Conform scenariului RPC8.5 sunt estimate, în special creșteri ale numărului de noapți tropicale, cele mai accentuate (20-30 sau mai mult de 30 noapți) înregistrându-se în majoritatea sistemelor urbane din Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov și Sud-Est (județele Ialomița, Ilfov, Olt, Teleorman, Giurgiu, Călărași, Dolj, Mehedinți, Brăila, Galați, Constanța, Tulcea). Scăderi (în medie cu până la 10 noapți) sunt preconizate tot în anumite orașe din centrul și nordul țării.

În municipiul București se preconizează o creștere de până la 10 noapți tropicale, în raport cu scenariul RCP4.5 și între 20 – 30 noapți, în raport cu scenariul RCP8.5 (Figura 2.7.9.- Anexa 2).

### **T<sub>xge30</sub> - Zile tropicale (Număr de zile cu $T_{min} > 30^{\circ}\text{C}$ )**

Analiza tendinței acestui indicator pentru perioada observată a arătat o creștere a numărului de zile cu  $T_{min} > 30^{\circ}\text{C}$  (zile tropicale), în marea majoritate a sistemelor urbane, creșterile pot ajunge la 9 zile/decadă în cazul sistemelor urbane situate în Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov și Sud-Est (Călărași, Ilfov, Ialomița, Olt, Teleorman, Gorj, Giurgiu, Dolj, Dâmbovița, Mehedinți, Argeș, Vâlcea, Brăila, Vrancea, Constanța, Tulcea), dar și în Vest (județele Timiș, Arad). Cele mai mari creșteri au fost înregistrate în Voluntari, Pantelimon, Măgurele (județul Ilfov), Mihăilești, Giurgiu (județul Giurgiu), Segarcea (județul Dolj), Răcari, Găești, Titu (județul Dâmbovița), Galați.

Au existat doar câteva excepții, unde s-a remarcat o menținere a tendinței în toată perioada analizată (anumite orașe din județele Hunedoara, Maramureș, Prahova), Regiunile de dezvoltare Centru, Nord-Vest și Sud-Muntenia. La nivelul Municipiului București, s-a evidențiat o tendință de creștere semnificativă a numărului de zile tropicale, de până la 9 zile (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Scenariile climatice preconizează, în marea majoritate a sistemelor urbane, o creștere a numărului de zile cu  $T_{min} > 30^{\circ}\text{C}$  (zile tropicale), existând doar câteva excepții, unde se estimează o menținere a tendinței actuale (anumite orașe din județele Harghita, Brașov, Covasna, Hunedoara, Maramureș, Prahova etc.). Conform scenariului RCP4.5 sunt estimate creșteri între 15 – 30 zile tropicale în majoritatea sistemelor urbane, iar conform scenariului RCP8.5, creșterile pot ajunge la 30 – 45 zile, chiar peste 45 zile la nivelul sistemelor urbane situate în Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov și Sud-Est (Călărași, Ilfov, Ialomița, Olt, Teleorman, Gorj, Giurgiu, Dolj, Mehedinți, Argeș, Vâlcea, Brăila, Vrancea, Constanța, Tulcea), dar și în Vest (județul Timiș).

La nivelul municipiului București, se evidențiază o tendință de creștere a numărului de zile tropicale în toate orizonturile de timp analizate, creșterea fiind între 15 – 30 zile, în raport cu scenariul RCP4.5 și între 30 – 45 zile și peste 45 zile, în raport cu scenariul RCP8.5 (Figura. 2.7.10- Anexa 2).

### **Wmax - Viteza maximă a vântului (Viteza maximă anuală a vântului - m/s)**

În raport cu scenariul RCP4.5 se estimează o ușoară creștere a vitezei vântului, cu până la 2 m/s la nivelul sistemelor urbane situate în estul și sudul țării, în special în Regiunile de dezvoltare Nord-Vest și Sud-Est, respectiv județele Botoșani, Galați și Buzău, în timp ce, pentru sisteme urbane situate în centru și vestul țării se preconizează o scădere a vitezei vântului cu cel mult - 2 m/s.

În cadrul scenariului RCP8.5, pentru majoritatea sistemelor urbane, se preconizează o scădere a vitezei vântului, cu până la -2 m/s în orizonturile de timp 2021-2030, 2021-2050 și 2031-2050 și o creștere, cu până la 2 m/s în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100. Există și anumite sisteme urbane situate în județele din Regiunile de dezvoltare Nord-Est, Sud-Est (Botoșani, Suceava, Neamț, Iași, Galați, Vrancea), Nord-Vest, Centru (Cluj, Mureș, Sibiu), unde sunt preconizate creșteri între 2-4 m/s și între 4-6 m/s în orașul Ștefănești, județul Botoșani.

În municipiul București se estimează o menținere a tendinței actuale, cu o ușoară creștere de până la 2 m/s în raport cu ambele scenarii climatice analizate (Figura.2.7.11- Anexa 2).

### **HDDheatn - Grade zile de încălzire (Heating degree-days)**

Tendința generală observată a indicatorului grade zile de încălzire (HDDheatn) a fost descrescătoare în toate sistemele urbane din România, cele mai mari scăderi remarcându-se în cazul sistemelor urbane localizate în regiunile montane și deluroase. Astfel, în special, orașele situate în județele din centrul și nordul țării (Bistrița-Năsăud, Harghita, Hunedoara, Brașov, Maramureș), precum și unele din estul și sudul țării (Prahova, Suceava) au înregistrat scăderi, în medie, de până la -150 de unități/decadă. Municipiul București s-a remarcat prin scăderi ușoare de până la 50 unități (Figura. 2.7.2- Anexa 2).

Indicatorul grade zile de încălzire (HDDheatn), prezintă, conform scenariilor climatice o tendință descrescătoare în toate sistemele urbane din România, cele mai mari scăderi observându-se la nivelul sistemelor urbane situate în regiunile montane și deluroase. Scenariul RCP4.5 preconizează valori mai scăzute cu până la 300-600 unități în orizontul de timp 2071-2100, ajungând la valori chiar mai scăzute (în medie cu 600-900 unități) în orașe situate în Regiunile de dezvoltare Centru (județele Harghita, Brașov, Alba, Hunedoara și Sibiu), Nord-Vest și Nord-Est (județele Maramureș și Suceava) și Sud-Muntenia (județele Vâlcea și Prahova). În scenariul RCP8.5, scăderile preconizate sunt și mai accentuate, cu până la 900-1200 unități, la nivelul majorității sistemelor urbane din Regiunile de dezvoltare Nord-Vest, Centru și Nord-Est (județele Bistrița-Năsăud, Mureș, Covasna, Harghita, Hunedoara, Alba, Maramureș, Suceava), dar și în județele Prahova, Iași și Neamț. Valori chiar mai mici (cu 1200-1500 unități) sunt simulate pentru orașele Borșa (județul Maramureș), Zărnești (județul Brașov) și Sinaia, Azuga și Bușteni (județul Prahova).

În cadrul municipiului București, scenariul RCP4.5 preconizează scăderi cu până la 300-600 unități, iar scenariul RCP8.5 cu până la 600-900 unități în orizontul de timp 2071-2100 (Figura.2.7.12- Anexa 2).

### **CDDcoldtn - Grade zile de răcire (Cooling degree-days)**

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





În cazul indicatorului grade zile de răcire (CDDcoldtn) s-a remarcat o tendință de creștere a valorilor acestuia în majoritatea sistemelor urbane, în special în cele situate în regiunile de sud și sud-est - Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov și Sud-Est (județele Călărași, Ialomița, Giurgiu, Teleorman, Olt, Dolj, Mehedinți, Brăila, Galați, Constanța, Tulcea și Ilfov) de 20-30 și chiar 30-40 unități. Excepție fac unele sisteme urbane din județele Harghita, Brașov, Prahova și Suceava unde tendința a fost de stagnare. La nivelul Municipiului București s-a remarcat o tendință generală de creștere 20-30 unități (Figura. 2.7.12 - Anexa 2).

Scenariile climatice preconizează pentru indicatorul grade zile de răcire (CDDcoldtn) o tendință de creștere a valorilor, în majoritatea sistemelor urbane, în special în cele situate în regiunile de sud, sud-est, est și vest (în raport cu scenariul RCP4.5), iar în raport cu scenariul RCP8.5, creșterea este mai accentuată și este observată la nivelul tuturor sistemelor urbane.

Dacă la nivelul orizonturilor de timp 2021-2030 și 2021-2050 sunt simulate creșteri moderate, în medie sub 100 și între 100-200 unități, în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100, creșterile pot ajunge până la 300-400, chiar peste 400 unități (scenariul RCP8.5), în special în orașele din sudul și sud-estul țării (județele Călărași, Ialomița, Giurgiu, Teleorman, Olt, Dolj, Mehedinți, Brăila, Galați, Constanța, Tulcea și Ilfov) - Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia și Sud-Est.

La nivelul municipiului București sunt preconizate creșteri în toate orizonturile de timp, în raport cu ambele scenarii. Cele mai semnificative creșteri, cu până la 300-400 unități, sunt simulate în scenariul RCP8.5, în orizontul de timp 2071-2100 (Figura. 2.7.13 - Anexa 2).

### **HWD (EHF) - Durata valurilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură**

În cazul duratei valurilor de căldură s-a înregistrat o tendință generală de creștere la nivelul întregii țării, cu valori de până la 1.5 zile. În mai multe orașe situate în județele din Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia și Sud-Est, aceste creșteri au fost de până la 3 zile (medie multianuală): Constanța, Prahova, Argeș, Galați, Ialomița, Tulcea, Vâlcea, Vrancea, dar și din Regiunea de dezvoltare Centru (sisteme urbane din județele Alba și Hunedoara). S-au remarcat câteva orașe situate în sud-estul României (Năvodari, Ovidiu, Constanța, Eforie și Galați) cu cele mai semnificative creșteri. În Municipiul București tendința de creștere a duratei valurilor de căldură a fost de până la 1.5 zile, caracteristică majorității sistemelor urbane din România (Figura. 2.7.2 - Anexa 2).

Conform mediilor multianuale (1971-2000), durata valurilor de căldură are valori cuprinse între 5-10 zile la nivelul tuturor sistemelor urbane, existând o tendință de creștere în viitor (în raport cu scenariile climatice RCP4.5 și RCP 8.5) până la 10-20 de zile, chiar mai mult (până la 20-30, 30-40 sau peste 40 de zile) în orizontul de timp 2071-2100 (RCP8.5).

În raport cu scenariul RCP4.5, durata valurilor de căldură va crește cu până la 10 zile la nivelul întregii țării, în toate orizonturile de timp analizate, iar în câteva orașe situate în sud-estul României - Regiunea de dezvoltare Sus-Est (Năvodari, Techirghiol, Ovidiu, Constanța, Eforie, Mangalia, județul Constanța și Sulina, județul Tulcea), creșterea va fi în medie cu 10-20 de zile.

În scenariul RCP8.5 sunt preconizate creșteri ale valurilor de căldură cu până la 10 zile în orizonturile de timp 2021-2030, 2021-2050 și 2031-2050 la nivelul tuturor sistemelor urbane, iar în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100, în majoritatea sistemelor urbane creșterile pot fi de 10-20 de zile, sau chiar de 30-40, sau mai mult de 40 de zile în sud-est (județele Constanța și Tulcea).

În municipiul București se observă o tendință de creștere a duratei valurilor de căldură cu până la 10 zile, în raport cu scenariul RCP4.5 și între 10-30 de zile, în raport cu scenariul RCP8.5 (Figura. 2.7.14 - Anexa 2).

## HWF (EHF) - Frecvența valurilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură

Tendința generală a frecvenței valurilor de căldură, conform HWF (EHF), în perioada 1971-2000 este de creștere în toate sistemele urbane din România. Cele mai semnificative creșteri cu până la 6-7 zile au fost înregistrate în sistemele urbane situate în județele din jumătatea de sud și sud-est a țării - Regiunile de dezvoltare Sud-Est, Sud-Muntenia și Sud-Vest Oltenia (Constanța cu cele mai mari creșteri, urmată de Tulcea, Galați, Vâlcea, Vrancea, Prahova), dar și în anumite orașe din Regiunea de dezvoltare Centru, județele Alba, Hunedoara, Harghita și Mureș. La nivelul Municipiului București s-a observat aceeași tendință de creștere a frecvenței valurilor de căldură, mai moderată, de până la 4-5 zile (Figura. 2.7.2 - Anexa 2).

Scenariile climatice preconizează o tendință de creștere a frecvenței valului de căldură, față de mediile multianuale 1971-2000, în toate sistemele urbane din România. Conform scenariului RCP4.5, cele mai semnificative creșteri cu 40 până la 50 de zile sunt preconizate pentru orașele situate în jumătatea de sud a țării, dar și în anumite orașe din județele Alba, Hunedoara și Mureș (Regiunea de dezvoltare Centru). Scenariul RCP8.5 preconizează creșteri mult mai mari ale frecvenței valului de căldură, cu 20 până la 60 de zile în toate sistemele urbane în orizonturile de timp 2021-2030, 2021-2050 și 2031-2050 și peste 60 de zile în orizontul de timp 2071-2100, cu excepția sistemelor urbane situate în extremitatea nord-vestică și cea nord-estică, unde creșterile sunt cuprinse între 55-60 zile.

La nivelul municipiului București se observă aceeași tendință de creștere a frecvenței valului de căldură, mai moderată (sub 20 de zile, în primele orizonturi de timp și între 20-40 zile în ultimele 2 orizonturi analizate), în raport cu scenariul RCP4.5 și mult mai accentuată, în raport cu scenariul RCP8.5 (cu peste 60 de zile) (Figura.2.7.15 - Anexa 2).

## Tn10 - Nopti geroase (număr de zile cu T<sub>min</sub><-10°C)

Conform mediilor multianuale (1971-2000), numărul de nopți geroase (T<sub>min</sub><-10°C) la nivelul majorității sistemelor urbane este mai mic de 10, cu excepția orașelor din județele Harghita, Covasna și Brașov, unde se înregistrează în medie între 10 și 50 de nopți geroase, dar și în unele orașe din Regiunile de dezvoltare Nord-Vest, Nord-Est, Centru - județele Maramureș, Suceava, Mureș, Bistrița-Năsăud, dar și Sud-Muntenia - județul Prahova (în medie între 10 și 40 de nopți geroase). Scenariile climatice preconizează o tendință ușoară de scădere, de până la 10 nopți, în cele mai multe sisteme urbane, existând și o tendință de creștere, tot cu până la 10 nopți, în raport cu ambele scenarii (RCP4.5 și RCP8.5), în toate orizonturile de timp analizate, în orașele din Regiunea de dezvoltare Sud-Est - județul Constanța; orașele Sulina, Babadag și Tulcea, județul Tulcea; Regiunea de dezvoltare Sud-Muntenia - Fetești, județul Ialomița și Regiunea de dezvoltare Vest - Deta, județul Timiș. La polul opus, în sistemele urbane în care sunt înregistrate cele mai multe nopți geroase, conform mediilor multianuale, este preconizată și cea mai semnificativă scădere, în medie cu 30 – 50 de nopți. În general, rezultatele simulate sunt asemănătoare în raport cu ambele scenarii climatice.

La nivelul municipiului București, numărul de nopți geroase este mai mic de 10 (conform mediilor multianuale), iar în raport cu scenariile climatice se preconizează o tendință de scădere cu până la 10 nopți (Figura 2.7.16 - Anexa 2).

**Concluzii.** Tendința de evoluție a temperaturilor ridicate și a valurilor de căldură este evidențiată de o serie de indicatori climatici relevanți: media multianuală a zilelor secetoase consecutive, nopți/zile tropicale, grade zile de încălzire și durata/frecvența valurilor de căldură (Tabelul 2.7.1). Din analiza numărului de zile secetoase consecutive se remarcă faptul că tendința de creștere observată în 1971-2000 în cazul unor sistemele urbane din sudul și sud-estul țării, cu deosebire Regiunea de dezvoltare Sud-Est, județele Constanța și Tulcea, se menține și în condițiile proiecțiilor climatice ale scenariilor RCP4.5 și RCP8.5, în special în orizontul de timp 2071-2100. Mai expuse se preconizează a fi sistemele urbane Constanța, Mangalia, Eforie, Techirghiol, Tulcea, Babadag, Sulina.

În condițiile unui trend general observat de stagnare și de ușoară creștere a numărului de nopți tropicale, se remarcă unele sisteme urbane localizate în sudul și sud-estul țării care au înregistrat o creștere mai accentuată. Această creștere a continuat și s-a accentuat în condițiile celor două scenarii climatice, în special în condițiile scenariului RCP8.5, orizontul de timp 2041-2070, dar mai ales 2071-2100. Mai expuse se estimează a fi toate sistemele urbane din Regiunile de dezvoltare Sud-Est, Sud-Muntenia și București-Ilfov, județele Constanța, Tulcea, Dolj, Teleorman, Galați, Giurgiu, Ilfov și municipiul București. Tendințe de scădere sunt preconizate cu deosebire în cazul sistemelor urbane din Regiunile de dezvoltare Centru, Nord-Est și Nord-Vest.

Creșterea numărului de zile tropicale în majoritatea sistemelor urbane localizate în jumătatea sudică a țării din perioada 1971-2000 s-a continuat și în condițiile celor scenarii, mai accentuată în condițiile scenariului RCP8.5, orizontul de timp 2041-2070, dar mai ales 2071-2100. Mai expuse se estimează a fi toate sistemele urbane din Regiunile de dezvoltare Sud-Est, Sud-Muntenia, Sud-Vest Oltenia și București-Ilfov (județele Brăila, Călărași, Ialomița, Olt, Constanța, Dolj, Teleorman, Tulcea, Giurgiu, Vrancea, Ilfov și municipiul București).

Trendul descendent al indicatorului grade zile de încălzire observat în perioada 1971-2000 s-a continuat și în condițiile celor scenarii. Scăderile preconizate sunt și mai accentuate în condițiile scenariului RCP4.5, în sistemele urbane localizate în centrul și nordul țării, dar și în sud. Se remarcă sistemele urbane Râșnov, Zărnești, Săcele, Vlăhița, Bălan, Gheorgheni, Borșa, Azuga, Bușteni, Vatra Dornei cu cele mai mici valori preconizate - Regiunile de dezvoltare Centru, Nord-Vest și Nord-Est.

Durata valurilor de căldură a înregistrat o tendință generală de creștere în perioada 1971-2000. Această tendință s-a accentuat în raport cu scenariile climatice RCP4.5 și RCP 8.5, în special RCP 8.5, orizontul de timp 2071-2100. Se evidențiază majoritatea sistemelor urbane din sudul și sud-estul țării - Regiunile de dezvoltare Sud-Est și Sud-Muntenia (județele Constanța, Argeș, Brăila, Călărași, Giurgiu, Olt, Ialomița, Tulcea, Teleorman, Vâlcea, Vrancea), orașele Techirghiol, Eforie, Mangalia și Sulina înregistrând cele mai mari valori.

Ca și în cazul duratei, frecvența valurilor de căldură în perioada 1971-2000 este de creștere în toate sistemele urbane din România, mai semnificativă în sudul, dar și în centrul țării. Această tendință generală este continuată și în condițiile celor două scenarii climatice în toate sistemele urbane, în special în condițiile RCP 8.5, orizontul de timp 2071-2100. Mai accentuate se așteaptă creșterile în sistemele urbane din jumătatea sudică a țării, îndeosebi orașele Techirghiol, Constanța Eforie, Mangalia și Sulina – Regiunea de dezvoltare Sud-Est.

Evoluția temperaturilor scăzute și a valurilor de frig în condițiile celor două modele climatice regionale este pusă în evidență de indicatorii: durata/frecvența valurilor de frig, grade zile răcire și nopți geroase (Tabelul 2. 7. 2). Tendința de ușoară scădere a duratei valurilor de frig observată în perioada 1971-2000 în cazul unor sisteme urbane din județele localizate în sudul și sud-estul și centrul țării se va continua și chiar accentua în condițiile celor două scenarii climatice (ex. cele mai scăzute în orașele Mangalia, Năvodari, Sulina, Tulcea - Regiunea de dezvoltare Sud-Est). Totodată, unele

sisteme urbane care au înregistrat stagnare sau creștere în perioada 1971-2000 este estimat să înregistreze o tendință similară în condițiile celor două scenarii climatice, de exemplu în unele sisteme urbane din Regiunile de dezvoltare Vest, Nord-Vest și Nord-Est, respectiv din județele Arad, Timiș, Maramureș, Bistrița-Năsăud Vaslui, (cu creșteri chiar mai accentuate în cazul sistemelor urbane Sângeorz-Băi, Borșa, Vișeu de Sus) sau chiar de ușoară scădere (ex. unele sisteme urbane din județele Bacău, Sălaj).

Tendința generală observată în perioada 1970-2000 a fost de scădere a frecvenței valurilor de frig la nivelul majorității sistemelor urbane din România, tendință care s-a menținut în condițiile celor două scenarii climatice în cazul sistemelor urbane localizate în județele din sudul, sud-estul și estul țării Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov, Sud-Est și Nord-Est (Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, Ialomița, Călărași, Ilfov, Constanța, Tulcea, Vrancea, Vaslui), dar și sud-vestul țării - Regiunea de dezvoltare Vest (sistemele urbane din județele Arad și Timiș). Tendințe mai accentuate au fost estimate pentru sistemele urbane localizate în spațiile montane și deluroase din județele Alba, Bistrița-Năsăud, Brașov, Caraș-Severin, Maramureș, Suceava, Vâlcea, cu cele mai mari scăderi în orașele Sângeorz-Băi, Borșa, Vișeu de Sus.

Tendința indicatorului grade zile de răcire a înregistrat o creștere generală care s-a menținut și chiar accentuat în condițiile celor două scenarii, în special a scenariului RPC8.5, orizontul de timp 2071-2100 în orașele amplasate în sudul și sud-estul țării - Regiunile de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Sud-Muntenia, București-Ilfov, Sud-Est (județele Călărași, Ialomița, Giurgiu, Teleorman, Olt, Dolj, Mehedinți, Brăila, Galați, Constanța, Tulcea și Ilfov): Oltenița, Calafat, Băilești, Segarcea, Bechet, Dăbuleni, Giurgiu, Corabia, Caracal, Drăgănești-Olt, Zimnicea, Alexandria, Roșiori de Vede, Turnu Măgurele.

În ceea ce privește evoluția precipitațiilor abundente generatoare de inundații și a vântului puternic, analiza evoluției unor indicatori climatici (cantitatea totală de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente, cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore, zile cu precipitații foarte abundente și viteza maximă a vântului) evidențiază o serie de diferențieri regionale (Tabelul 2.7.3). Trendul observat al cantității totale de precipitații în zile cu precipitații foarte abundente în perioada 1970-2000 a fost, în general, de creștere în majoritatea sistemelor urbane. Acest trend s-a menținut și chiar s-a accentuat în condițiile celor două scenarii viitoare, cel mai afectate potențial fiind unele sisteme urbane din centrul și vestul țării - Regiunile de dezvoltare Vest (Ineu, Chișineu-Criș, Sebeș - județul Arad; Recaș - județul Timiș), Centru (Călan, Hunedoara, Deva, Brad, Simeria, Geoagiu, Orăștie - județul Hunedoara), dar și din Sud-Muntenia (Topoloveni, Mioveni, Pitești, Câmpulung - județul Argeș și Răcari - județul Dâmbovița), în special în condițiile scenariului RCP8.5, orizontul de timp 2071-2100.

Cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore a înregistrat o tendință generală de creștere în sistemele urbane din sudul și estul țării, Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia și Sud-Est, județele Argeș, Bacău, Dâmbovița, Prahova, Vâlcea, Vrancea. Această creștere se menține și în condițiile scenariului RPC4.5, accentuându-se în condițiile scenariului RPC8.5, în special în orizonturile de timp 2041-2070 și 2071-2100. Între orașele potențial afectate se numără: municipiul București, Voluntari, Mangalia, Câmpina, Panciu, Câmpulung, Breaza, Târgoviște.

Tendința generală de creștere a numărului de zile cu precipitații foarte abundente observată în perioada 1971-2000 în cazul sistemelor urbane din jumătatea sudică a țării, dar și de ușoară scădere unele sisteme urbane din regiunile deluroase și montane în special din nordul și sudul țării. În condițiile celor două scenarii climatice, s-a remarcat o tendință generală de creștere, cu deosebire în Regiunile de dezvoltare Sud-Muntenia (de exemplu, sistemele urbane Sinaia, Bușteni în județul Prahova) și Sud-Vest Oltenia (de exemplu, sistemele urbane Brezoi și Băile Olănești în județul



Vâlcea, Novaci în județul Gorj), dar și în sistemele urbane din regiunile deluroase și piemontane ale Regiunilor de dezvoltare Nord-Vest (Cavnic, Baia Sprie în județul Maramureș) și Vest (Anina în județul Caraș-Severin).

Tabelul 2.7.1. Tendințele principalelor fenomene climatice de risc cu impact potențial asupra sistemelor urbane în condițiile schimbărilor climatice viitoare. Temperaturile ridicate și valorile de căldură

Regiunile de Dezvoltare	Temperaturile ridicate și valorile de căldură											
	CDD		TR		Txge30		HDDheatn		HWD		HWF	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Nord-Est	+	++	-	+	-	++	+	++	+	+	+	+
Sud-Est	++	+++	+	+++	++	+++	--	-	+	++	+	++
Sud Muntenia	++	++	-	+	++	+++	--	-	+	++	+	++
Sud-Vest Oltenia	++	++	+	++	++	+++	-	-	+	++	+	++
Vest	++	++	+	++	+	++	--	-	+	+	+	+
Nord-Vest	+	+	--	-	--	+	+	++	+	+	+	+
Centru	+	+	-	--	--	+	++	+++	+	+	+	+
București-Ilfov	++	+	+	++	++	+++	--	-	+	++	+	++

+ creștere moderată; ++ creștere accentuată; +++ creștere foarte accentuată  
- scădere moderată; -- scădere accentuată; --- scădere foarte accentuată

Tabelul 2.7.2. Tendințele principalelor fenomene climatice de risc cu impact potențial asupra sistemelor urbane în condițiile schimbărilor climatice viitoare. Temperaturile scăzute și valorile de frig

Regiunile de Dezvoltare	Temperaturile scăzute și valorile de frig							
	CWD		CWF		CDDcoldtn		Tn10	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Nord-Est	+++	++	++	+	-	+	-	--
Sud-Est	+	+	++	+	+	++	-	-
Sud Muntenia	++	+	++	+	+	++	-	-
Sud-Vest Oltenia	+	+	++	+	+	++	-	-
Vest	++	+	++	+	-	+	-	-
Nord-Vest	+++	++	++	+	-	+	-	-
Centru	+++	+++	++	+	-	+	+	--
București-Ilfov	+	+	++	+	+	++	-	-

+ creștere moderată; ++ creștere accentuată; +++ creștere foarte accentuată  
- scădere moderată; -- scădere accentuată; --- scădere foarte accentuată

Tabelul 2.7.3. Tendințele principalelor fenomene climatice de risc cu impact potențial asupra sistemelor urbane în condițiile schimbărilor climatice viitoare. Precipitațiile abundente generatoare de inundații și vântul puternic

Regiunile de Dezvoltare	Precipitațiile abundente generatoare de inundații						Vântul puternic	
	R99p		Rx1day		R20mm		Wmax	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
<b>Nord-Est</b>	+	++	++	++	++	++	+	+++
<b>Sud-Est</b>	+	+	+	++	+	++	++	++
<b>Sud Muntenia</b>	++	+++	++	+++	++	+++	++	++
<b>Sud-Vest Oltenia</b>	++	++	++	++	++	+++	+	+
<b>Vest</b>	+	++	+	++	++	++	++	++
<b>Nord-Vest</b>	+	++	+	++	+	++	+	+
<b>Centru</b>	++	+++	+	++	+	++	+	+
<b>București-Ilfov</b>	+	++	++	+++	++	+++	+	+

+ creștere moderată; ++ creștere accentuată; +++ creștere foarte accentuată

- scădere moderată; --scădere accentuată; ---scădere foarte accentuată

## 2.8. Biodiversitate

În vederea evidențierii unor diferențieri regionale în ceea ce privește impactul climatic asupra speciilor de floră de pe teritoriul României, a fost selectată durata sezonului de vegetație (GSL), acesta fiind un indicator climatic relevant pentru sectorul biodiversitate, care sintetizează efectul cumulativ al mai multor indicatori climatici (temperatura aerului, parametrii valorilor de căldură).

S-a comparat evoluția duratei sezonului de vegetație (zile) pe trei macroregiuni astfel: macroregiunea intracarpatică (rezultată din contopirea regiunilor de dezvoltare Nord-Vest, Vest și Centru), macroregiunea Est (Nord-Est și Sud-Est) și macroregiunea Sud (Sud-Vest, Sud și București-Ilfov). Au fost considerate mediile anomaliilor prognozate pentru trei perioade (2021-2050, 2041-2070 și 2071-2100) față de perioada de referință 1971-2000.

Diferențe mai mari se observă în cazul scenariului climatic RCP8.5 (Tabelul 2.8.1), în sensul că în partea de est a României durata sezonului de vegetație va crește cu 2-3 zile mai mult comparativ cu regiunea intracarpatică. În partea de sud a țării, sezonul de vegetație se va prelungi cu un număr de zile apropiat de media națională.

Tabelul 2.8.1. Valorile medii ale anomaliilor duratei sezonului de vegetație (zile) prognozate pentru următoarele decenii, față de perioada de referință 1971-2000

Macroregiunea	2021-2050		2041-2070		2071-2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Intracarpatică	13,1	13,3	19,0	29,0	27,0	50,9
Est	13,9	15,6	20,8	31,2	28,3	53,7

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Sud	13,9	14,6	20,5	30,3	28,2	53,4
Național	13,6	14,4	20,0	30,1	27,8	52,5

## 2.9. Populație (Calitatea aerului)

În toate regiunile de dezvoltare stresul termic observat, datorat tendințelor de creștere a temperaturii aerului și a episoadelor extreme asociate (valuri de căldură) este în creștere, ceea ce poate afecta sănătatea publică prin impactul asupra morbidității și mortalității legate de boli cronice cardiovasculare și de vârstă. Analizele au arătat că, în cazul municipiului București, populația în vârstă și femeile cu boli cronice (cardiovasculare și respiratorii) sunt cele mai vulnerabile categorii la stresul termic. Aceste tipuri de boli impun o povară economică grea asupra sistemelor de sănătate din România și Europa, în general. În general, în mediul urban din toate regiunile de dezvoltare, expunerea și vulnerabilitatea populației este mai mare la stresul termic datorat temperaturilor ridicate, comparativ cu mediul rural, datorită prezenței insulei de căldură a orașului și a caracteristicilor demografice specifice. Totuși, în prezent, mortalitatea asociată cu temperaturile scăzute este cea mai importantă, în toate regiunile de dezvoltare din România, unde clima temperată (cu ierni aspre și veri călduroase) determină această caracteristică. În viitor, însă, mortalitatea cauzată de temperaturile scăzute se va reduce odată cu creșterea temperaturilor, în sezonul rece. În același timp, o creștere accentuată a mortalității cauzate de temperaturile ridicate este estimată în condițiile scenariilor cu emisii ridicate, când mortalitatea legată de temperaturile ridicate ar putea depăși mortalitatea legată de temperaturile scăzute. Reducerea calității aerului amplifică impactul stresului termic și acest factor suplimentar trebuie luat în considerare în studiile viitoare.

Condițiilor termice și pluviometrice modificate au un impact asupra cu habitatului și ciclului de viață al unor vectori pentru anumiți agenți patogeni (de exemplu, țânțari ce transport virusul West Nile) (Bojariu și colab., 2021). În condițiile scenariilor climatice viitoare, arealele favorabile răspândirii vectorilor pentru anumiți agenți patogeni se vor mări, în România. Astfel, există studii care sugerează că întreg teritoriul țării va fi expus unor probabilități de apariție în creștere, mai mari de 50% pentru virusul West Nile (purat de țânțari și păsări) (Semenza și colab., 2016).

În concluzie, populația din toate regiunile de dezvoltare ale României vor fi afectate, în condițiile schimbării climatice, de stresul termic, creșterea arealelor de distribuție a unor agenți patogeni transportați de vectori precum țânțarii și păsările, creșterea cantității de alergeni datorită creșterii perioadei de vegetație. Alte fenomenele extreme, precum furtunile, inundațiile (favorizate de creșterea intensității precipitațiilor), a căror statistică se modifică în condițiile schimbării climatice, vor avea și ele un impact asupra populației expuse din toate regiunile de dezvoltare ale României.

## 3. Impactul riscurilor climatice în schimbările demografice din România

Schimbările climatice vor avea efecte variabile pentru bunăstarea umană, în diferite regiuni ale lumii. Complexitatea relației dintre factorului demografic și clima, pe de o parte și disparitățile geografice de la nivelul dinamicii demografice, pe de altă parte, au împiedicat totuși dezvoltarea unor indici globali ai impactului regional prognozat al schimbărilor climatice asupra oamenilor (Samson et al., 2011, Aral, 2012, 2014). Deși populația este recunoscută ca fiind una dintre forțele motrice din spatele creșterii emisiilor de gaze cu efect de seră, aceasta nu este contabilizată în mod adecvat în

scenariile de emisii produse în Raportul special privind scenariile de emisii (SRES) al Grupului interguvernamental privind clima Modificare (IPCC) (Hoepf Young et al., 2009). Oamenii vor fi afectați negativ de schimbările climatice în regiunile în care populația este deja puternic dependentă de factorii climatici și în care condițiile climatice favorabile se degradează. Modele spațiale ale relației actuale dintre densitatea populației umane și climă, împreună cu schimbările climatice prognozate pentru a prezice vulnerabilitățile climatice în următoarele decenii, sunt combinate cu reprezentări la nivel global ale diferențele regionale din dinamica populației umane, estimate prin prognoze demografice. Din aplicarea acestora a rezultat că impactul puternic negativ al schimbărilor climatice va fi în America Centrală, centrul Americii de Sud, Peninsula Arabică, Asia de Sud-Est și într-o mare parte din Africa. Este important de menționat că regiunile cu cea mai mare vulnerabilitate sunt, în general, regiunile cu latitudine înaltă, unde magnitudinea schimbărilor climatice va fi cea mai mare. Mai mult, este puțin probabil ca populațiile care contribuie cel mai mult la emisiile de gaze cu efect de seră/locuitor să experimenteze cele mai grave efecte ale schimbărilor climatice. Astfel, se conturează un pericol moral ca rezultat/efecte al politicilor privind schimbările climatice (Samson et al., 2011).

Relația dintre creșterea populației și schimbările climatice este bidirecțională: în timp ce populația determină emisiile de carbon care au efect asupra schimbărilor climatice, acestea - schimbările climatice - influențează rata mortalității și, deci, (des)creșterea populației. Astfel de efecte de feedback populație - climă sugerează faptul că politica demografică poate reprezenta o alternativă la politicile tradiționale de atenuare a schimbărilor climatice: politica demografică vizând impunerea unui plafon pentru creșterea populației într-un model global extins de evaluare integrată a economiei climatice, cu opțiuni endogene de fertilitate și mortalitate legată de temperatură. Costurile sociale ale politicilor de mediu, reflectate atât de costul social al carbonului, cât și de bunăstarea socială, cresc substanțial prin contabilizarea schimbărilor endogene ale populației, dar politica demografică permite reducerea semnificativă a acestor costuri (Lupi și Marsiglio, 2021). O idee asemănătoare este susținută și de Murtaugh și Schlax (2009) care afirmă că „în mod clar, economiile potențiale din reproducerea umană redusă sunt imense, în comparație cu economiile care pot fi realizate prin schimbări în stilul de viață” (pag. 18).

În cadrul intervalelor de creștere a temperaturii proiectate din studiile grupului interguvernamental privind schimbările climatice (Solomon et al., eds., 2007) (1-6°C), nivelurile de stabilitate ale populației mondiale vor fi menținute în cea mai mare parte, deși la niveluri mult mai scăzute decât în prezent. Cu toate acestea, pentru scenariile de creștere a temperaturii apropiate de și peste 6°C, populația lumii își poate pierde caracteristicile de stabilitate, caz în care sunt de așteptat modificări drastice ale nivelurilor populației umane (Aral, 2014).

Clima induce adesea dinamica populației iar în condițiile schimbărilor climatice, unele zone pot deveni necorespunzătoare pentru persistența speciilor. Toate regiunile din Europa sunt vulnerabile în fața schimbărilor climatice, însă anumite regiuni vor fi supuse unui impact negativ mai puternic decât altele. Previziunile arată că sudul și sud-estul Europei vor fi puncte fierbinți în ceea ce privește schimbările climatice, având în vedere că aici se așteaptă cel mai mare număr de tipuri de impact negativ.

Pe măsură ce clima se încălzește, caracteristicile factorilor meteorologici se schimbă în moduri care afectează sănătatea oamenilor și siguranța vieților acestora. Valurile de căldură, secetă, furtuni severe, inundații, topirea ghetarilor, ecosistemele schimbătoare și creșterea nivelului mării sunt tipurile principale de impact care sunt deja observate în multe părți ale lumii. Aceste schimbări afectează productivitatea agricolă, activitatea economică, sănătatea umană și condițiile de viață și contribuie la deciziile oamenilor de a migra dintr-un loc la altul.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





- Migrația este o componentă cheie a dinamicii populației unei țări. Aceasta include migrația internațională și migrația în cadrul unei țări, în special din zonele rurale în mediul urban. O astfel de migrare va fi, probabil, rezultatul secetei crescute care subminează mijloacele de trai agricole și securitatea alimentară redusă;
- De asemenea, ridicarea nivelurilor mării care afectează deltele și în special țărilor insulare scăzute, pot reduce potențialul de locuire a acestor zone.
- Intensificarea fenomenelor naturale extreme, cum ar fi cicloanele și uraganele amenință siguranța fizică a populațiilor afectate;
- Concurența cu privire la resursele naturale limitate poate duce la conflicte, în special în cazul în care alți factori de mediere se află în joc în aceeași regiune, inclusiv tensiunile sociale, sărăcia extremă, o guvernare precară.
- Impactul schimbărilor climatice sunt deja resimțite de populațiile vulnerabile din întreaga lume și au potențialul de a afecta recentele câștiguri de dezvoltare și de a amenința progresul spre Obiectivele de Dezvoltare.

#### 4. Planificare strategică

Schimbarea tiparelor spațiale și temporale ale hazardurilor naturale și ale impacturilor lor asupra sistemelor umane și ecosistemelor în schimbare impun strategii de adaptare și acțiuni adecvate și particularizate. Adaptarea la schimbarea climatică presupune atât anticiparea efectelor negative și luarea de măsuri adecvate pentru a preveni și minimiza daunele pe care acestea le pot provoca, cât și a profita de oportunitățile ce pot apărea. Există mai multe etape în ciclul politicilor de adaptare (figura 4.1).

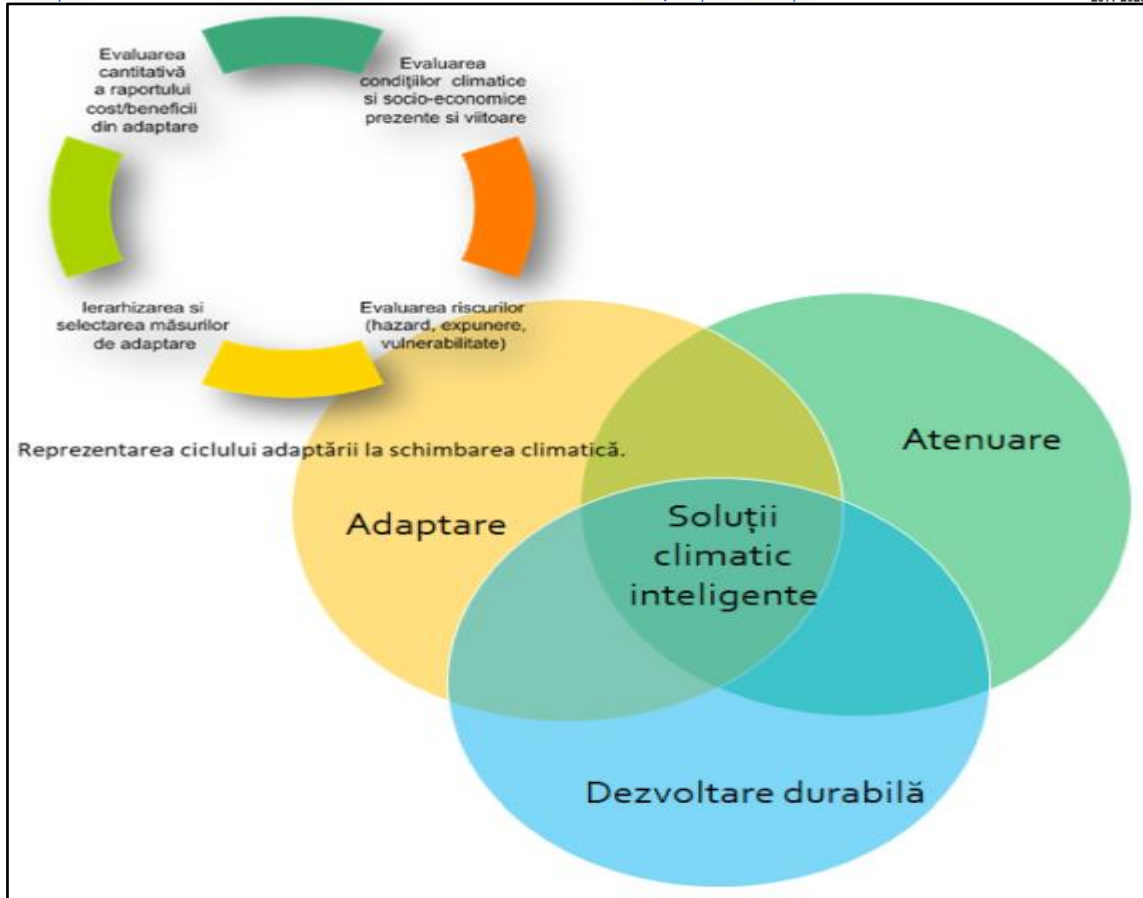


Figura 4.1 Planificarea strategică pentru selectarea măsurilor climatic inteligente (smart climate).  
Adaptare după Bojariu și colab. (2021)

Evaluarea condițiilor climatice și socio-economice prezente și viitoare este primul pas în procesul de adaptare. Această etapă necesită sisteme de monitorizare climatică (rețele meteorologice de suprafață, radare meteorologice, sisteme de radiosondaj pentru atmosferă, dispozitive satelitare, balize oceanice și marine etc.), care să adune sistematic și continuu observații. Observațiile sunt folosite împreună cu rezultatele experimentelor numerice, realizate cu modele climatice globale și regionale, în analiza stării prezente a climei și estimarea celor viitoare, la nivel nu doar global, ci și regional și local. În paralel este nevoie de o dezvoltare a bazelor de date și a modelării socio-economice care să se poată cupla cu informațiile climatice, în etapa următoare – cea a evaluării riscurilor și oportunităților potențiale legate de variabilitatea și schimbarea climei. În continuare, evaluarea trebuie să țină cont nu doar de fiecare risc în parte ci și de situațiile de tip multirisic.

Oportunitățile identificate trebuie luate în calcul atunci când analizăm impactul schimbării climei pentru că eficiența adaptării ține de necesitatea asigurării dezvoltării socio-economice chiar în noile condiții climatice. În luarea deciziilor, în urma etapei de selecție și ierarhizare a măsurilor de adaptare (figura 4.1), este necesar ca decidenții să țină cont sau chiar să înglobeze incertitudinile asociate evaluărilor climatice, socio-economice și celor de risc. Aceste incertitudini sunt foarte diverse ca origine. Ele pot fi generate fie de cunoașterea științifică și limitele ei inerente (asociate cu modelarea climatică dar și cu variabilitatea internă a geosistemului complex), fie de incertitudinile legate de deciziile politice, sociale și economice de la un moment dat (de exemplu, rezultate ale negocierilor globale de reducere a emisiilor gazelor cu efect de seră) (Bojariu și colab 2015).

Înglobarea incertitudinilor în procesul de selecție al politicilor de dezvoltare, ca răspuns la riscurile și oportunitățile identificate a fi legate de schimbarea climei, se poate face folosind fie strategii de tip «top-down» fie de cele de tip «bottom-up» (Capela Lourenço și colaboratorii 2014). Abordările de tip «top-down» sunt cele predictive care au ca punct forte estimarea statistică a incertitudinilor și pot descrie rezonabil incertitudinile legate de scenariile folosite, dar nu pot funcționa atunci când cunoașterea nu este suficientă pentru a modela rezonabil procesele analizate. Abordările de tip «top-down» necesită folosirea estimărilor probabiliste și a scenariilor lipsite de surprize de tipul metodelor bayesiene și a analizelor Monte Carlo (Capela Lourenço și colaboratorii 2014). Metodele bayesiene se aplică în doi pași: (1) pe baza cunoașterii existente se identifică și se selectează o distribuție a probabilităților pentru variabila a cărei plajă de incertitudine se analizează; (2) valorile variabilei obținute prin modelare sunt introduse, folosind o teoremă a matematicianului Bayes, pentru a actualiza distribuția inițială, transformând-o în distribuția finală a probabilităților, cea pe baza căreia se determină nivelurile de incertitudine.

Analiza Monte Carlo este o metodă statistică pentru determinarea componentei aleatoare și a propagării erorilor la modelarea variabilei analizate. Abordările de tip «bottom-up» sunt potrivite pentru situațiile în care cunoașterea este în mare măsură incompletă și pot exista evoluții impredictibile ale variabilelor de interes, la momentul analizei. Astfel de abordări folosesc estimări calitative ale incertitudinilor. A face predicții și a controla procesele e un mod potrivit în gestionarea unui anumit tip de riscuri și oportunități, în timp ce abordările bazate pe capacitatea empirică de a face față situațiilor nepredictibile funcționează în cazul altora. În acest ultim caz, măsurile care au la bază principiul precauției pot fi mai potrivite, atunci când cunoașterea este în mare parte incompletă, dar impactul posibil și incertitudinile asociate sunt mari (Capela Lourenço și colaboratorii 2014).

În procesul decizional, raportul cost/beneficii al aplicării măsurilor adaptive, evaluat în ciclul ilustrat în figura 4.1, este un criteriu atât în alegerea tipului de abordare al incertitudinilor cât și al tipurilor de politici, în general. În ce măsură o abordare sau alta poate fi ușor implementată sau cere schimbări importante în funcționarea sectorului/sistemului socio-economic analizat, necesitând cheltuieli greu de susținut, influențează deciziile politice în domeniul adaptării la schimbarea climei.

Pentru a fi eficient, procesul de adaptare trebuie să fie unul continuu: odată parcurse etapele ilustrate în figura 4.1, ele se reiau, îmbogățite cu experiența din ciclul precedent. Evaluarea cantitativă a rezultatelor măsurilor de adaptare permite, împreună cu evaluarea condițiilor climatice și socio-economice actualizate, o mai bună convergență a procesului de adaptare astfel încât raportul cost / beneficii să tindă spre unul optim și dezvoltarea socio-economică să devină durabilă (Bojariu și colab. 2015).

Viziunea pe termen lung proiectează pentru 2050 o societate europeană rezilientă la schimbarea climatică și pe deplin adaptată la efectele inevitabile ale schimbării climatice. Aceasta înseamnă că, până în 2050, când Uniunea Europeană își propune să ajungă la neutralitatea climatică, vom avea și o capacitate de adaptare consolidată și o vulnerabilitate minimă la impactul climei, în conformitate cu Acordul de la Paris și cu legea europeană climatică (EU REGULATION 2021).

În concluzie, adaptarea la schimbarea climatică și atenuarea efectelor acesteia (prin reducerea emisiilor GES) presupun acțiuni climatice inteligente, definite ca fiind cele ce aduc simultan beneficii pentru adaptare, atenuare, mediu (prin păstrarea/refacerea biodiversității) și economie (figura 4.1). O mai bună înțelegere a riscurilor legate de climă poate deschide o gamă mai largă de răspunsuri și soluții adaptive. Consolidarea capacităților instituționale și educația sunt măsuri importante pentru atenuarea și adaptarea la schimbările climatice. Dar chiar cu îmbunătățirea cunoștințelor, incertitudinea va rămâne inerentă în timpul proceselor decizionale privind adaptare și atenuarea și ar trebui luată în considerare atât de furnizorii de cunoștințe științifice, cât și de factorii de decizie.

## 5. Economie verde

Creșterea ecologică și economia ecologică au devenit subiecte de tendință la nivel mondial în ultimii ani. Conform definiției Programului ONU pentru Mediu, Economia Verde se referă la un model economic care „are ca rezultat îmbunătățirea bunăstării umane și a egalității sociale, reducând în același timp semnificativ riscurile de mediu și lipsurile ecologice”. Acesta propune o cale de dezvoltare care ar trebui să mențină, să consolideze și, acolo unde este necesar, să reconstruiască capitalul natural ca un activ economic critic și sursă de beneficii publice, în special pentru persoanele sărace ale căror mijloace de trai și securitate depind în mare măsură de natură. Este o economie a cărei creștere, în ceea ce privește veniturile și ocuparea forței de muncă, este determinată de investițiile publice și private care promovează inovarea, angajate în reducerea emisiilor de carbon și a poluării, îmbunătățirea eficienței energetice și a resurselor și prevenirea pierderii biodiversității și a serviciilor ecosistemice. Conferința ONU privind dezvoltarea durabilă (Rio + 20), care a avut loc în 2012, a confirmat și a aprobat conceptul unei economii verzi ca o cale de încurajare a creșterii economice și a dezvoltării, păstrând în același timp activele naturale. Creșterea trebuie să fie incluzivă, în special sub forma creării de locuri de muncă și a dezvoltării competențelor, pentru a scoate oamenii din sărăcie și a construi o mai mare coeziune socială. Numai dacă creșterea verde este centrată pe om și ia în considerare concepte precum egalitatea, accesul și creșterea pro-săraci, poate deveni un model relevant pentru țările în curs de dezvoltare. Ecologizarea economiei într-o manieră incluzivă necesită modele adaptate la contextul fiecărei țări, bazate pe realitățile lor politice, economice și sociale specifice, integrând un angajament politic puternic, cu transformarea societății pe termen lung către o dezvoltare mai ecologică și mai incluzivă.<sup>12</sup>

În literatura economică și socială sunt folosite, printre altele, și expresii care fac referire la relațiile de muncă dintre actorii pieței forței de muncă și care par a alcătui o “paletă de culori”, cu atât mai bogată, cu cât cercetarea este mai profundă: gulere albe (white-collar), gulere albastre (blue-

<sup>12</sup> : <https://globalcad.org/en/expertise/green-economy-climate-change/>  
<https://globalcad.org/wp-content/uploads/2020/03/2.GREENECONOMY.pdf>



collar), munca la negru, munca gri etc. Raportarea relațiilor de muncă de pe piața muncii la una dintre cele mai importante probleme cu care se confruntă economia și societatea actuală – aceea emisiilor de gaze cu efect de seră – a dus la apariția și la utilizarea altor doi termeni care îmbogățesc “paleta de culori” menționată: sector maro și sector verde. *Sectorul maro* (brown sector) este acela în care rezultatul muncii este caracterizat de emisii ridicate de carbon, în care activitatea propriu-zisă nu are ca obiectiv reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. *Sectorul verde* (green sector) se caracterizează printr-un rezultat al muncii obținut cu emisii scăzute de carbon și în care activitatea profesională are ca obiectiv reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

Conform sistemului definițiilor “verzi”, *economie verde, ocupare verde, locuri de muncă verzi, politici de ocupare verde* sunt cei mai importanți termeni, din perspectivele frecvenței cu care sunt folosiți și a încărcăturii lor semantice (*Defining “Green”: Issues and Considerations*, 2011). **Economia verde este acel tip de economie care urmărește îmbunătățirea bunăstării populației și a echității sociale, reducând, concomitent și în mod semnificativ, riscul de mediu a deficitului de incluziune socială** (*The Business Case for the Green Economy: Sustainable Return on Investment*, 2012<sup>13</sup>). Definiția cu care operează Agenția Europeană pentru Mediu este mai sintetică dar conține ideea similară a **creșterii prosperității în condițiile menținerii sistemelor naturale care susțin viața** (*The European Environment—State and Outlook 2010*, European Environment Agency, Copenhagen, <http://www.eea.europa.eu/themes/economy/>).

Definirea *locurilor de muncă verzi* este subiect de dezbateri și nu există în prezent un consens pe această temă între cercetători și practicieni (ANOFM, GreenJobs, 2014). Ca și în cazul economiei verzi, două definiții sunt utilizate mai frecvent: aceea dată de Programul Organizației Națiunilor Unite pentru Mediu (*locurile de muncă verzi sunt considerate acelea care contribuie în mod substanțial la menținerea sau la refacerea calității mediului inconjurător, la protecția acestuia - presupun activități care contribuie la protejarea ecosistemelor și a biodiversității, la reducerea consumului de energie, de materiale și de apă; de asemenea, activități care vizează de-carbonizarea economiei și diminuarea polării și a cantității de deșeuri*) și aceea a Organizației Internaționale a Muncii (*locurile de muncă verzi reduc impactul diferitelor activități economice asupra mediului, aducându-le în cele din urmă la niveluri durabile*<sup>14</sup>).

Între locurile de muncă și cele două sectoare productive – verde și maro – se pot stabili mai multe tipuri de relații, așa cum sunt prezentate sintetic în figura 5.1.

<sup>13</sup> <http://www.unep.org/greeneconomy/>

<sup>14</sup> <http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/>

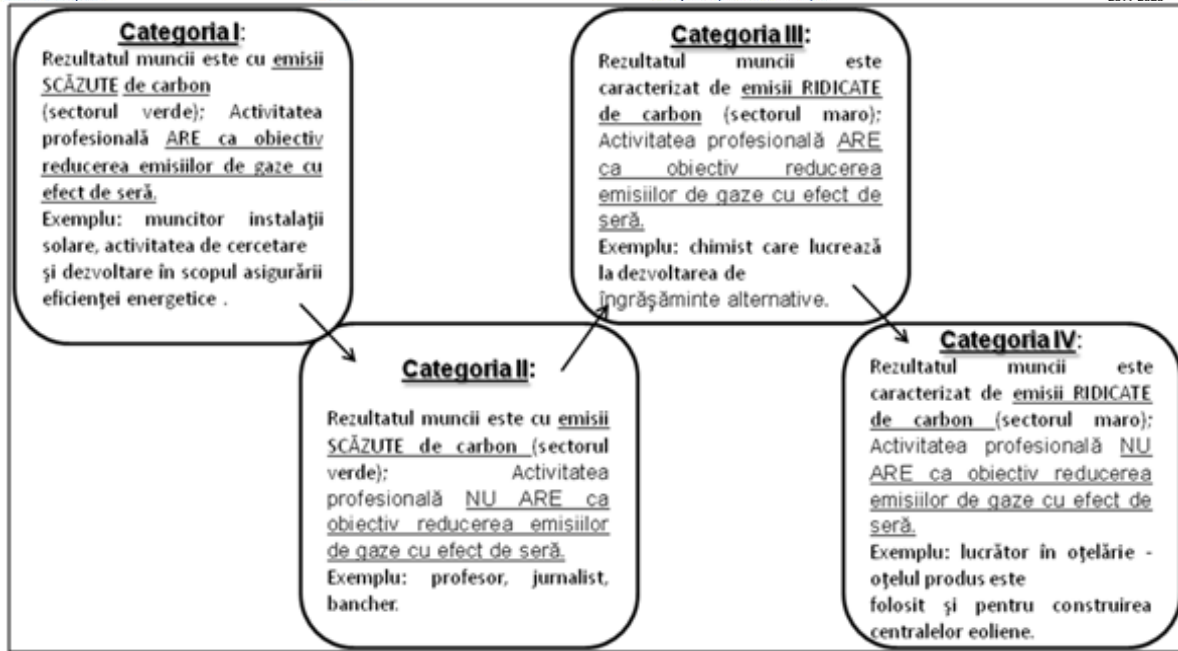


Figura 5.1. Categoriile de relații ale locurilor de muncă verzi și ale ocupării verzi cu economiile verzi și maro (Sursa: adaptare după *Defining "Green": Issues and Considerations*, 2011)

Pentru realizarea unei analize spațiale în vederea identificării diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi ale schimbărilor climatice asupra ocupării forței de muncă este important să se cunoască dimensiunea actuală a ocupării verzi. În acest sens, este vitală valorificarea cât mai bună a bazei de date statistice specifice acestui tip de ocupare a forței de muncă din România. Singura sursă de armonizare a datelor în domeniu este cea a serviciului de statistică al UE – Eurostat, care măsoară indicatorii sectorului de bunuri și servicii de mediu (Environmental Goods and Services Sector - EGSS). Aceștia reprezintă un set eterogen de proceduri și tehnologii, de bunuri, servicii care previn sau reduc degradarea mediului ori a utilizării resurselor naturale neregenerabile (Eurostat, 2009). Ca stat membru al UE, România, prin Institutul Național de Statistică, contribuie la completarea bazei de date a Eurostat privind indicatorii sectorului de bunuri și servicii de mediu<sup>15</sup>, printre care și populația ocupată în sectorul de bunuri și servicii de mediu. În România<sup>16</sup>, conform *Conturi economice de mediu* (Institutul Național de Statistică, 2019<sup>17</sup>), cea mai mare pondere în populația ocupată din sectorul de bunuri și servicii de mediu, exprimată în FTE (= echivalent normă întreagă) a avut-o domeniul de gestionare a resurselor forestiere, de 29,4% în medie între 2008 - 2017, iar cea mai mică pondere a avut-o alte domenii de protecția mediului (1,2%). Ponderea populației ocupate din sectorul de bunuri și servicii de mediu, exprimată în FTE, pe activități de piață a fost mai mică în anul 2017 față de anul 2008, iar ponderile populației ocupate corespunzătoare activităților de

<sup>15</sup> Indicatorii sectorului de bunuri și servicii de mediu sunt: valoarea producției, valoarea adăugată brută, populația ocupată, exporturi. (<http://statistici.INSSE.ro/shop/index.jsp?page=tempo3&lang=ro&ind=PMI15B>).

<sup>16</sup> România se află printre țările care raportează acești indicatori ai sectorului de bunuri și servicii de mediu, în baza unui angajament conform căruia raportarea nu a fost obligatorie până în 2016. Calculul indicatorilor s-a făcut în conformitate cu metodologia Eurostat 2009, care este nedefinitivă (s-a modificat de 13 ori), datorită acestui fapt, indicatorii nu sunt complet stabiliți, iar conținutul lor diferă ușor de la stat la stat (*Studiu la nivel național cu privire la situația actuală în ceea ce privește locurile de muncă verzi în România*, 2014).

<sup>17</sup> [https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi\\_economice\\_de\\_meniu\\_5.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi_economice_de_meniu_5.pdf)

producție non piață și producției auxiliare au fost mai mari cu 1,5 puncte procentuale, respectiv 0,6. Populația ocupată din domeniul gestionarea deșeurilor a înregistrat cea mai semnificativă creștere, de la 23 000 FTE în anul 2008 la 42 000 FTE în anul 2017. Cea mai mare pondere a populației ocupată în sectorului de bunuri și servicii de mediu s-a înregistrat în sectorul economic distribuția apei, salubritate, gestionarea deșeurilor, activități de decontaminare (50,2%), urmată de agricultură, silvicultură și pescuit (42,9%).

Tabelul 5.1. Populația ocupată din EGSS (Environmental Goods and Services Sector), pe activități ale economiei naționale, în anul 2017 (exprimat în FTE = echivalent normă întreagă) (Sursa: *Conturi economice de mediu*, Institutul Național de Statistică, 2019<sup>18</sup>)

Domenii de mediu	Total	din care:					
		Agricultură, silvicultură și pescuit	Industria extractivă și industria prelucrătoare	Producerea și furnizarea de energie electrică și termică, gaze, apa caldă și aer condiționat	Distribuția apei; salubritate, gestionarea deșeurilor, activități de decontaminare	Construcții	APCL și altele
<b>Total, din care:</b>	<b>199808</b>	<b>71687</b>	<b>27388</b>	<b>7521</b>	<b>88146</b>	<b>612</b>	<b>4454</b>
- protecția mediului	95437	26903	15316	275	47892	597	4454
- gestionarea resurselor	104371	44784	12072	7246	40254	15	-

Notă: APCL = – administrația publică centrală și locală

## 6. Adaptarea și reziliența la schimbările climatice a sectoarelor cheie vulnerabile și populație (calitatea aerului).

### Adaptarea și reziliența la schimbările climatice a sectoarelor cheie vulnerabile și populație (calitatea aerului)

Componenta de adaptare din cadrul actualei Strategiei Naționale privind Schimbările Climatice asigură o direcție strategică de acțiune la nivel național. Această componentă fundamentează elaborarea ulterioară a planurilor de acțiune la nivel de sectorial și stabilește obiective care vor fi realizate prin acțiuni viitoare stabilite în funcție de specificul concret în care acestea se desfășoară.

**Adaptarea** este capacitatea sistemelor naturale și antropogenice de a reacționa la efectele schimbărilor climatice (actuale sau așteptate), inclusiv variabilitatea climei și evenimentele meteorologice extreme, cu scopul de a reduce pagubele potențiale, de a beneficia de oportunități și

<sup>18</sup> [https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi\\_economice\\_de\\_mediu\\_5.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi_economice_de_mediu_5.pdf)

de a reacționa adecvat la consecințele schimbărilor climatice, având în vedere faptul că societatea și ecosistemele resimt efectul individual și cumulativ al tuturor acestor componente. Există mai multe tipuri de adaptare: anticipativă și reactivă, privată și publică, autonomă și programată. (*Strategia Națională privind Schimbările Climatice*, 2013)

În tabelul 6.1 se evidențiază măsurile de adaptare și reziliență la schimbările climatice pe principalele sectoare cheie vulnerabile (energetic, transporturi, resurse de apă, forestier, turism, sisteme urbane, biodiversitate, populație, agricultură și dezvoltare rurală), fiind repartizate pe Regiuni de Dezvoltare ale României (Nord-Est, Sud-Est, Sud Muntenia, Sud-Vest Oltenia, Vest, Nord-Vest, Centru, București-Ilfov). Conform practicilor utilizate în prezent, în sectoarele menționate, se regăsesc în mod frecvent următoarele măsuri de adaptare la schimbări climatice:

În prezent, conform bunelor practicilor utilizate în sectoarele menționate, cel mai frecvent utilizate măsuri de adaptare la schimbări climatice, în funcție de Regiunile de Dezvoltare ale României, sunt următoarele:

- sectorul Energetic:
  - Dezvoltarea surselor de stocare (pentru asigurarea rezervelor în sistemul electroenergetic)
  - Creșterea performanței energetice a clădirilor (reabilitarea termică a clădirilor existente)
- sectorul Transporturi:
  - Impunerea unor limite de viteză în zonele care prezintă probleme atunci când sunt supuse temperaturilor extreme și precipitațiilor abundente
  - Realizarea unor lucrări de modernizare și înlocuire a șinelor, pe sectoarele cu vulnerabilitate maximă.
- sectorul Resurse de apă:
  - Implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)
  - Lucrări de regularizare locală a albiei (incl. măsuri de stabilizare a albiei).
- sectorul Forestier:
  - Împăduriri active
  - Retechnologizarea logistică și operațională, inclusiv alte aspecte pe care aceasta le presupune (training, acceptare instituțională).
- sectorul Turism:
  - Adaptarea Organizațiilor de Management al Destinației
  - Asigurarea afacerilor din turism împotriva efectelor schimbărilor climatice.
- sectorul Sisteme urbane:
  - Modernizarea infrastructurii de distribuție a energiei termice în sisteme centralizate
  - Dezvoltarea și implementarea de programe de educare, informare și conștientizare a populației.
- sectorul Biodiversitate:
  - Asigurarea perpetuării speciilor de floră și faună periclitate, atât in-situ cât și ex-situ (prin depozitarea germoplasmei)
  - Facilitarea managementului adaptativ prin consolidarea sistemelor de monitorizare și evaluare a habitatelor și speciilor, inclusiv a efectelor schimbărilor climatice asupra acestora.
- sectorul Populație:
  - Îmbunătățirea continuă a sistemelor de alertă dedicate factorilor de risc climatic (hazardurilor climatice) și a impacturilor acestora asupra sănătății publice.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





- După alertare, aplicarea de măsuri pe termen scurt conform planurilor de urgență pentru inundații, furtuni, valuri de căldură, poluare, condiții favorabile de răspândire a agenților patogeni.
- sectorul Agricultură și dezvoltare rurală:
  - Selectarea unor varietăți de plante cu rezistență naturală la boli specifice determinate de agenții patogeni;
  - Practicarea asolamentului și stabilirea unei structuri de culturi la nivelul fermelor.

Tabelul 6.1. Măsuri de adaptare la schimbările climatice

Sectoare economice	Regiuni de Dezvoltare							
	Nord-Est	Sud-Est	Sud Muntenia	Sud-Vest Oltenia	Vest	Nord-Vest	Centru	Bucuresti-Ifov
<b>Energetic</b>								
Eliminarea treptata a surselor de producere a energiei electrice pe baza de carbune / Cresterea gradului de absorbtie GES	5	0	0	5	5	0	0	0
Reducerea GES prin cresterea utilizarii energiei din surse regenerabile in transport	5	5	5	5	5	5	5	5
Dezvoltarea unităților de producere a energiei electrice pe bază de surse regenerabile - fotovoltaice	0	5	5	5	5	0	4	4
Dezvoltarea unităților de producere a energiei electrice pe bază de surse regenerabile - eoliene	5	5	4	5	4	0	0	0
Dezvoltarea surselor de stocare (pentru asigurarea rezervelor in sistemul electroenergetic)	5	5	5	5	5	5	5	5
Cresterea performantei energetice a cladirilor (reabilitarea termica a cladirilor existente)	5	5	5	5	5	5	5	5
Cresterea eficientei utilizării energiei electrice pe tot lanțul producere - transport - distribuție	5	5	5	5	5	5	5	5
Indroducerea combustibililor alternativi - hidrogen	0	0	0	5	5	0	0	0
Construirea Reactoarelor Nucleare nr.3 si 4	0	5	0	0	0	0	0	0
Dezvoltarea sistemelor centralizate de incalzire si racire - pe baza de surse regenerabile	5	5	5	5	5	5	5	5
Activitati de cercetare - inovare pentru digitalizarea sistemului energetic national	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Transporturi</b>								
<b>a) Segmentul de transport rutier și feroviar</b>								
realizarea unor lucrări de reabilitare și adaptare, în vederea obținerii unui plus de eficiență și siguranță;	4	5	5	5	5	4	3	5
realizarea unor lucrări de modernizare și înlocuire a șinelor, pe sectoarele cu vulnerabilitate maximă	5	5	5	5	5	5	4	5
impunerea unor limite de viteză în zonele care prezintă probleme atunci când sunt supuse temperaturilor extreme și precipitațiilor abundente	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>b) Segmentul de transport aerian:</b>								
acțiuni de consolidare a infrastructurii existente, împreună cu construcția de elemente suplimentare de protecție (diguri și șanțuri pentru protecția împotriva inundațiilor), precum și elevarea infrastructurii existente;	5	5	5	5	5	5	2	5
adoptarea programului de funcționare, în funcție de evoluția schimbărilor climatice, fiind unicele metode viabile din punct de vedere financiar, sunt reprezentate de reparația, înlocuirea și re proiectarea infrastructurii existente, luând în calcul schimbările climatice la nivel regional. În acest fel, pot fi contracarate efectele negative cauzate de precipitațiile abundente și de intensificarea vânturilor.	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>c) Segmentul de transport naval:</b>								
dezvoltarea unor structuri ușoare și a unor nave de mici dimensiuni, cu forma plată a cocii, pentru a permite deplasarea acestora pe canale cu nivel scăzut, și pentru a spori capacitatea acestora de transport	0	5	5	5	2	0	0	0
realizarea unor lucrări de modernizare la nivelul căilor navigabile	0	5	5	5	5	0	0	0
operarea continuă a căilor navigabile, cu scopul de a fluidiza traficul și de a crește capacitatea de transport	0	5	5	5	5	0	0	0
impunerea operațiunilor de întreținere a canalelor navigabile și a porturilor, cu scopul de a preveni daune cauzate de fluctuațiile de nivel ale apelor	0	5	5	5	5	0	0	0
îmbunătățirea capabilităților de predicție meteorologică, pentru a abilita autoritățile portuare în procesul de prevenire a daunelor cauzate de fenomenele meteorologice extreme.	0	5	5	5	5	0	0	0
<b>Resurse de apă (măsuri specifice adaptării la inundații - I; măsuri specifice adaptării la secetă - S)</b>								
(I) reducerea locală a scurgerii pe versant prin lucrări terasiere sau utilizarea unor „bariere” ale scurgerii de suprafață (dâmburi / valuri de pământ / construcții din lemn de mici dimensiuni sau din piatră, garduri vii / gârdulețe) ; reducerea scurgerii pe versant prin perdele forestiere antierozionale (sisteme agrosilvice)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) ameliorarea terenurilor afectate de eroziune de suprafață și / sau în adâncime prin împădurire – necesită lucrări ajutoare de stabilizare a terenului (de tip terasare, bariere erozionale, etc)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) consolidarea albiilor torențiale cu lucrări hidrotehnice de mici dimensiuni (până în 5m elevație)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) reameandrea cursului de apă, restaurarea cursurilor de apă și a luncii inundabile (incluzând reimpădurirea malurilor cursului de apă pentru reducerea fenomenul erozional)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) îmbunătățirea / reabilitarea sistemelor de canalizare, sistemelor de desecare și drenaj, stații pompare (incl. îmbunătățirea drenajului infrastructurilor liniare: drumuri, căi ferate, după caz)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) îmbunătățirea capabilităților de monitorizare și detecție a fenomenelor hidrologice periculoase (scurgeri importante pe versanți, torenți pâraie, viituri rapide în bazine hidrografice mici, creșteri rapide de niveluri etc. și în zonele urbane)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) lucrări de îndiguire (în zona localităților) sau construirea unei a doua linii de apărare ; suprainălțarea lucrărilor de îndiguire existente ; reabilitare diguri în vederea exploatarii în condiții de siguranță	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) lucrări de barare (construcții din lemn, praguri din busteni, structuri din materiale vegetale)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) lucrări de regularizare locala a albiei (incl. masuri de stabilizare a albiei)	5	5	5	5	5	5	5	5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



(I) implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) realizarea de noi acumulări permanente sau nepermanente (frontale) ; realizarea de noi acumulări laterale (poldere)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) suprainălțarea barajelor în vederea creșterii capacității de retenție / atenuare	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) mărirea capacității de tranzitare a albiei prin redimensionarea podurilor	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) menținerea sau creșterea proporției de suprafață împădurită în bazinele superioare ale cursurilor de apă (nu numai APSFR) ; managementul pădurilor în lunca inundabilă și în zona ripariană, inclusiv perdele de protecție diguri	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) zone de retenție naturala a apei (realizate prin amplasarea pragurilor din materiale locale sau prin deversarea unui mal cu o cotă mai joasă, cu scopul acumulării temporare a apei în lunca inundabilă)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) măsuri de îmbunătățire a gradului de conștientizare a publicului în ceea ce privește gradul de pregătire împotriva inundațiilor, de creștere a percepției privind riscurile de inundații și a strategiilor de autoprotecție în rândul populației, al agenților sociali și economici)	5	5	5	5	5	5	5	5
(I) măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse- pregătirea resurselor umane, materiale în situații de urgență și stimularea voluntariatului și măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse – sistem asigurari)	5	5	5	5	5	5	5	5
(S) servicii de monitorizare și avertizare privind scăderea debitelor/secetă la nivel național	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) diminuarea scurgerilor în rețelele de distribuție a apei	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) măsuri de economisire și folosire eficientă a apei: irigații, industrie	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) cooperarea cu alte țări vizând schimbul de experiență în combaterea secetei	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) planuri de aprovizionare prioritara cu apă a populației și animalelor/ierarhizarea restricțiilor de folosire a apei în perioade deficitare	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) stabilirea de metodologii pentru pragurile de secetă și cartografierea secetei	5	5	5	5	4	4	4	5
(S) mărirea capacității de stocare a apei	5	5	5	5	4	4	4	5
<b>Forestier</b>								
Îmbunătățirea capacităților de monitorizare a resurselor forestiere	0	0	0	0	0	0	0	0
Împăduriri active	2	2	2	2	2	2	2	2
Creșterea capacității pădurilor de a se adapta la schimbările climatice previzionate, prin dimensionarea adecvată a intervențiilor silvotehnice și a celor de regenerare, având la bază cercetarea științifică	2	2	2	2	2	2	2	2
Suținerea cercetării științifice de profil pentru a testa, valida și extinde dacă este cazul rezultatele cercetării internaționale de profil	1	1	1	1	1	1	1	1
Reducerea sensibilității pădurilor la schimbări climatice prin practici forestiere precum identificarea și promovarea unor specii sau proveniențe mai adaptate la regimurile climatice din viitor precum și adaptarea practicilor cu privire la aplicarea lucrărilor de îngrijire și a tratamentelor silvice	2	2	2	2	2	2	2	2
Dezvoltarea și modernizarea rețelei de transport forestier ca primă necesitate pentru asigurarea accesului cu tehnică operațională atât pentru creșterea eficienței sectorului cât și pentru reducerea timpului de răspuns în caz de calamitate	1	1	1	1	1	1	1	1
Retehnologizarea logistică și operațională, inclusiv alte aspecte pe care aceasta le presupune (training, acceptare instituțională)	2	2	2	2	2	2	2	2
Suținerea cercetării științifice de profil pentru a dezvolta sau, după caz, testa, valida și extinde rezultatele cercetării internaționale de profil și a soluțiilor existente de natură logistică și operațională la nivelul sectorului forestier românesc	1	1	1	1	1	1	1	1
Debirocratizarea sectorului forestier, ca măsură de îmbunătățire a timpului de răspuns în caz de necesitate și găsirea de soluții tehnice de inventariere, estimare și evaluare rapide, inclusiv a unor măsuri de propagare rapidă a informației necesare între actorii din sector	2	2	2	2	2	2	2	2
Găsirea de soluții de corelare tactică și operațională rapidă cu alte sectoare pentru intervenția în caz de calamitate (de ex. în caz de incendii forestiere)	1	1	1	1	1	1	1	1
Găsirea de soluții pentru valorificarea lemnului de calitate mai slabă cum este cel din rărituri, pentru încurajarea unei economii bazate pe lemn și pentru îmbunătățirea imaginii sectorului	2	2	2	2	2	2	2	2
Suținerea companiilor de exploatare a lemnului care sunt, în mare majoritate, mici și mijlocii	1	1	1	1	1	1	1	1
Găsirea de soluții pentru reducerea emisiilor în sectorul forestier, abordare care trebuie împărtășită de către toate sectoarele de activitate. Reducerea emisiilor este relaționată cu retnologizarea sectorului	1	1	1	1	1	1	1	1
Responsabilitate comună sectorială și internațională: fără angajarea efectivă a tuturor, atenuarea efectelor schimbărilor climatice va crea dezechilibre economice pentru cei care se angajează în astfel de măsuri iar efectele pozitive vor fi eliminate parțial de cei ce nu adoptă măsuri. Efortul trebuie să fie proporțional la nivel sectorial și la nivel internațional	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Turism</b>								
Protecția și extinderea zonelor recreative naturale în orașe și în împrejurimile acestora	5	5	5	5	5	5	5	5
Dezvoltarea destinațiilor turistice mai puțin dependente de schimbările climatice (balneoturism, turism cultural, turism ecologic, de afaceri)	5	5	5	5	5	5	5	5
Planificarea pe termen lung în cazul stațiilor montane ecologice sezoniere, cu integrarea principiilor de durabilitate în planificarea și operaționalizarea acestor destinații nu numai pentru un consum eficient de energie și apă, dar și pentru a poziționa destinațiile pe o piață europeană foarte competitivă	5	5	5	5	5	5	5	5
Adaptarea și protejarea infrastructurii turismului de litoral la schimbările climatice	0	5	0	0	0	0	0	0
Dezvoltarea unei educații pe termen lung pentru ca turismul, prin activitățile aferente, să ia în calcul consecințele schimbărilor climatice	5	5	5	5	5	5	5	5
Adaptarea poliției naționale de marketing și comunicare în domeniul turismului la schimbările globale în ceea ce privește cererea turistică	5	5	5	5	5	5	5	5

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Adaptarea Organizațiilor de Management al Destinației	5	5	5	5	5	5	5	5
Adaptarea investițiilor din turism pentru a asigura protecția pe termen lung față de schimbările climatice	5	5	5	5	5	5	5	5
Echiparea unităților turistice cu sisteme de monitorizare și avertizare climatică, pentru reducerea riscului expunerii la fenomene meteorologice extreme și pentru adaptarea în timp real, a ofertei turistice	5	5	5	5	5	5	5	5
Construirea unităților turistice în locații care favorizează adaptarea la efectele schimbărilor climatice, folosind materiale reziliante la noile condiții de climă	5	5	5	5	5	5	5	5
Asigurarea afacerilor din turism împotriva efectelor schimbărilor climatice	5	5	5	5	5	5	5	5
Investiții în turismul comunitar (gestionat de comunități locale), în eco-turism, turismul cultural/de patrimoniu	5	5	5	5	5	5	5	5
Implementarea de măsuri de conservare și eficientizare a resurselor de apă și energie în cadrul unităților de cazare, angajând atât personalul, cât și oaspeții	5	5	5	5	5	5	5	5
Dezvoltate programe de instruire privind adaptarea la schimbările climatice, atât a personalului din turism, cât și a localnicilor și a oaspeților (ex. conservarea resurselor de apă, fermentarea deșeurilor biodegradabile etc.)	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Sisteme urbane</b>								
Îmbunătățirea performanței termice a clădirilor (reabilitarea termică a clădirilor existente)	5	5	5	5	5	5	5	5
Extinderea infrastructurii verzi urbane (ex. acoperișuri verzi, parcuri, grădini urbane)	5	5	5	5	5	5	5	5
Îmbunătățirea performanțelor în domeniul transportului urban (extinderea transportului public, promovarea sistemelor de transport inteligent, încurajarea și promovarea transportului nemotorizat)	5	5	5	5	5	5	5	5
Modernizarea infrastructurii de distribuție a energiei termice în sisteme centralizate	5	5	5	5	5	5	5	5
Redimensionarea și reabilitarea sistemelor de preluare a apelor pluviale (sisteme de drenaj, colectare și canalizare a apelor pluviale)	5	5	5	5	5	5	5	5
Adaptarea designului clădirilor prin încurajarea dezvoltării de proiecte care vizează casele ecologice, casele pasive și/sau active	4	4	4	4	4	4	4	4
Îmbunătățirea și extinderea serviciilor de sănătate	5	5	5	5	5	5	5	5
Implementarea de sisteme de avertizare	5	5	5	5	5	5	5	5
Îmbunătățirea eficienței energetice prin promovarea consumatorilor activi, instalarea de panouri solare și pompe de căldură în clădirile publice/sectorul rezidențial	4	4	4	4	4	4	4	4
Dezvoltarea și implementarea de programe de educare, informare și conștientizare a populației	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Biodiversitate</b>								
Diminuarea stresului non-climatic asupra habitatelor și speciilor prin prevenirea și limitarea poluării componentelor de mediu (aer, apă, sol), a supraexploatarei resurselor biologice, a fragmentării habitatelor naturale și a extinderii speciilor invazive;	5	5	5	5	5	5	5	4
Mentținerea habitatelor naturale de pajști și tufărișuri (ex. habitatele prioritare 1530 și 62C0) prin limitarea împăduririlor în zonele de stepă	4	5	4	0	0	0	0	1
Managementul judicios al habitatelor forestiere de interes conservativ (ex. habitatele prioritare 91AA și 91X0), prezente în cadrul siturilor de importanță comunitară din biogeografia stepică	2	5	3	0	0	0	0	1
Asigurarea unui regim hidrologic permanent pentru conservarea habitatelor dependente de resursele de apă (ex. habitatul prioritar 7220)	3	5	5	5	5	5	2	4
Protejarea habitatelor costiere și submerse de pe țărmul Mării Negre (ex. habitatul prioritar 2130), în contextul creșterii nivelului mării și a modificării condițiilor de temperatură și salinitate a apei	0	5	0	0	0	0	0	0
Asigurarea perpetuării speciilor de floră și faună periclitate, atât in-situ cât și ex-situ (prin depozitarea germoplasmelor)	5	5	5	5	5	5	5	4
Prevenirea și combaterea operativă a incendiilor de vegetație care pot pune în pericol existența unor habitate și specii cu reziliență redusă	2	4	3	5	5	4	2	3
Consolidarea rețelei de arii naturale protejate și crearea de noi coridoare ecologice pentru asigurarea unei mai bune conectivități între diferite habitate naturale, în special cele cu vulnerabilitate ridicată la efectele schimbărilor climatice (zone umede)	5	5	5	5	5	5	5	5
Facilitarea managementului adaptativ prin consolidarea sistemelor de monitorizare și evaluare a habitatelor și speciilor, inclusiv a efectelor schimbărilor climatice asupra acestora	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Populație (Calitatea aerului)</b>								
Îmbunătățirea continuă a sistemelor de alertă dedicate factorilor de risc climatic (hazardurilor climatice) și a impacturilor acestora asupra sănătății publice.	5	5	5	5	5	5	5	5
După alertare, aplicarea de măsuri pe termen scurt conform planurilor de urgență pentru inundații, furtuni, valuri de căldură, poluare, condiții favorabile de răspândire a agenților patogeni.	5	5	5	5	5	5	5	5
Planificare a dezvoltării localităților pentru diminuarea impermeabilizării solului prin îmbunătățirea și gestionarea optimă a infrastructurii, clădirilor și resurselor locale.	5	4	4	4	4	4	4	4
Planificare a dezvoltării marilor aglomerări urbane pentru diminuarea impermeabilizării solului, limitarea impactului insulei de căldură a orașului	5	4	4	4	4	4	4	4
<b>Agricultura și dezvoltarea rurală</b>								
Utilizarea unor tehnologii agricole adecvate, care să asigure o mai bună orientare către adaptarea la efectele schimbărilor climatice;	4	5	5	4	4	3	4	3
Selecția varietăților cultivate prin corelarea condițiilor locale de mediu cu gradul de rezistență al genotipurilor față de condițiile limitative de vegetație (secetă, excese de umiditate, temperaturi ridicate, frig/ger etc.);	4	5	5	4	5	3	3	4

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Administrarea culturilor și utilizarea rațională a terenului ca măsuri obligatorii pentru păstrarea potențialului producției, menținând în același timp un impact redus al practicilor agricole asupra mediului și climei;	3	5	5	4	4	4	4	3
Cultivarea unui număr mai mare de varietăți/genotipuri, respectiv soiuri/hibrizi, în fiecare an agricol, cu perioada de vegetație diferită, pentru o mai bună valorificare a condițiilor climatice, îndeosebi în ceea ce privește regimul de umiditate și eșalonarea lucrărilor agricole;	4	5	4	5	4	4	4	3
Alegerea de genotipuri rezistente la condițiile limitative de vegetație, cu o toleranță ridicată la arșiță, secetă și exces de umiditate;	3	5	4	4	5	3	3	4
Selectarea unor varietăți de plante cu rezistență naturală la boli specifice determinate de agenții patogeni;	4	5	5	5	4	4	5	5
Practicarea asolamentului și stabilirea unei structuri de culturi la nivelul fermelor;	4	4	4	4	4	4	4	4
Minimum tillage (sistem de lucrări minime).	5	5	5	5	5	4	3	4

0 Nu se aplică    1 Foarte puțin utilizată    2 Puțin utilizată    3 Utilizată    4 Moderat utilizată    5 Frecvent utilizată

Prezenta analiză este axată asupra noțiunilor de adaptare și reziliență la schimbările climatice, vizând gestionarea eficientă a principalelor riscuri climatice care pot afecta sectorul de management al resurselor de apă, anume inundațiile și seceta. Sub aspectul regionalizării informațiilor prezentate, studiul de față urmărește abordarea unei perspective bazată pe raportarea la nivelul bazinelor hidrografice, respectiv la nivelul Administrațiilor Bazinale de Apă organizate la nivelul districtelor de bazin hidrografic, în conformitate cu Articolul 6, Alin. 1 și Alin. 6 din Legea nr. 107 din 25 septembrie 1996, cunoscută drept Legea Apelor („Activitatea de gospodărire unitară, rațională și integrată a apelor se organizează și se desfășoară pe bazine hidrografice, ca entități geografice indivizibile de gospodărire cantitativă și calitativă a resurselor de apă.”). La nivel național sunt stabilite 11 astfel de districte, anume Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad și Dobrogea-Litoral.

De asemenea, referitor la fenomenul climatic de secetă, putem afirma că, din perspectiva măsurilor de adaptare și reziliență la schimbările climatice a sectorului de management al resurselor de apă, deși acestea vizează o scară de aplicare națională, este necesar a se ține seama de expunerea cu precădere la fenomenul de secetă a anumitor bazine hidrografice. Prin urmare, la nivelul țării, zonele cele mai afectate de secetă sunt cele situate în sudul, sud-estul și estul țării, adică regiunile situate în Câmpia Olteniei, Câmpia Munteniei, Dobrogea, estul extrem (Delta Dunării) și în Câmpia Moldovei, acestea regăsindu-se pe teritoriul următoarelor administrații bazinale de apă: A.B.A. Jiu, A.B.A. Olt, A.B.A. Argeș-Vedea, A.B.A. Buzău-Ialomița, A.B.A. Siret, A.B.A. Prut-Bârlad și A.B.A. Dobrogea – Litoral.

În vederea reliefării unei imagini asupra măsurilor de adaptare și reziliență pentru sectorul de management al resurselor de apă, s-au avut în vedere 2 surse principale, anume – Planul Național de Adaptare privind Schimbările Climatice și respectiv Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020.

Aceste măsuri au fost detaliate, în cazul inundațiilor, conform Catalogului de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național care respecta codificarea europeană în vigoare, în conformitate atât cu Planul Național de Adaptare privind Schimbările Climatice (Tabelul 6.1), cât și cu Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020 (Tabelul 6.2), măsurile rezultate fiind redată sintetic prin concatenarea tabelelor prezentate anterior (Tabelul 6.3). De asemenea, în cazul secetei, măsurile sunt reliefate în conformitate cu Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020 (Tabelul 6.4). Prin urmare, mai jos sunt redată sintetic principalele măsuri de adaptare și reziliență ce pot fi adoptate în vederea gestionării efectelor fenomenelor climatice de risc generate de către schimbările climatice asupra sectorului de management al resurselor de apă.

## MANAGEMENTUL RESURSELOR DE APĂ

Prezenta analiză este axată asupra noțiunilor de adaptare și reziliență la schimbările climatice, vizând gestionarea eficientă a principalelor riscuri climatice care pot afecta sectorul de management al resurselor de apă, anume inundațiile și seceta. Sub aspectul regionalizării informațiilor prezentate, studiul de față urmărește abordarea unei perspective bazată pe raportarea la nivelul bazinelor hidrografice, respectiv la nivelul Administrațiilor Bazinale de

Apă organizate la nivelul districtelor de bazin hidrografic, în conformitate cu Articolul 6, Alin. 1 și Alin. 6 din Legea nr. 107 din 25 septembrie 1996, cunoscută drept Legea Apelor („Activitatea de gospodărire unitară, rațională și integrată a apelor se organizează și se desfășoară pe bazine hidrografice, ca entități geografice indivizibile de gospodărire cantitativă și calitativă a resurselor de apă.”). La nivel național sunt stabilite 11 astfel de districte, anume Someș-Tisa, Crișuri, Mureș, Banat, Jiu, Olt, Argeș-Vedea, Buzău-Ialomița, Siret, Prut-Bârlad și Dobrogea-Litoral.

De asemenea, referitor la fenomenul climatic de secetă, putem afirma că, din perspectiva măsurilor de adaptare și reziliență la schimbările climatice a sectorului de management al resurselor de apă, deși acestea vizează o scară de aplicare națională, este necesar a se ține seama de expunerea cu precădere la fenomenul de secetă a anumitor bazine hidrografice. Prin urmare, la nivelul țării, zonele cele mai afectate de secetă sunt cele situate în sudul, sud-estul și estul țării, adică regiunile situate în Câmpia Olteniei, Câmpia Munteniei, Dobrogea, estul extrem (Delta Dunării) și în Câmpia Moldovei, acestea regăsindu-se pe teritoriul următoarelor administrații bazinale de apă: A.B.A. Jiu, A.B.A. Olt, A.B.A. Argeș-Vedea, A.B.A. Buzău-Ialomița, A.B.A. Siret, A.B.A. Prut-Bârlad și A.B.A. Dobrogea – Litoral.

În vederea reliefării unei imagini asupra măsurilor de adaptare și reziliență pentru sectorul de management al resurselor de apă, s-au avut în vedere 2 surse principale, anume – Planul Național de Adaptare privind Schimbările Climatice și respectiv Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020.

Aceste măsuri au fost detaliate, în cazul inundațiilor, conform Catalogului de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național care respecta codificarea europeană în vigoare, în conformitate atât cu Planul Național de Adaptare privind Schimbările Climatice (Tabelul 6.1 - Anexa 3), cât și cu Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020 (Tabelul 6.2 - Anexa 3), măsurile rezultate fiind redată sintetic prin concatenarea tabelelor prezentate anterior (Tabelul 6.3 - Anexa 3). De asemenea, în cazul secetei, măsurile sunt reliefate în conformitate cu Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020 (Tabelul 6.4 - Anexa 3). Prin urmare, mai jos sunt redată sintetic principalele măsuri de adaptare și reziliență ce pot fi adoptate în vederea gestionării efectelor fenomenelor climatice de risc generate de către schimbările climatice asupra sectorului de management al resurselor de apă.

## **7. Corelații între fenomenele de risc climatic și ocuparea forței de muncă în sectoarele economice cheie din România**

### **7.1. Riscuri profesionale induse de schimbările climatice.**

O serie de categorii de forțe de munca atât în interior, cât și în exterior, pot fi deosebit de vulnerabile la variațiile climatice. Exemplele includ: angajații din sectorul de intervenții de urgență, lucrători din domeniul sănătății, pompieri, lucrători de utilități, fermieri, muncitori producători și muncitori din transporturi. Condițiile climatice pot amplifica problemele existente de sănătate și siguranță și ar putea duce la noi pericole neprevăzute. Lucrătorii pot fi,

de asemenea, expuși condițiilor meteorologice și climatice pe care publicul larg poate alege să le evite. Pentru populațiile de lucrători, cum ar fi lucrătorii imigranți și zilierii, care pot avea locuințe inadecvate sau alte constrângeri sociale și economice, efectele negative asupra sănătății ale expunerii la pericolele climatice la locul de muncă ar putea fi agravate prin expunerea la pericole similare acasă<sup>19</sup>.

### 7.1.1. Expunere profesională la fenomene meteorologice extreme

Lucrătorii care sunt expuși la căldură extremă, la muncă prelungită în medii fierbinți sau care se angajează într-o activitate fizică intensă pot fi expuși riscului de stres termic. Stresul de căldură poate duce la lovituri de căldură, epuizare la căldură, rabdomioliză (descompunerea țesutului muscular) și moarte. Expunerea profesională la căldură a fost, de asemenea, asociată cu un risc crescut de vătămare traumatică.

#### Expunerea forței de muncă la fenomene meteorologice extreme

Transformările socio-economice și ale mediului natural cauzate de schimbările climatice vor afecta forța de muncă din mai multe perspective. De exemplu, programul de lucru, condițiile de muncă, securitatea muncii se vor schimba pentru multe categorii de forță de muncă, pe măsură ce sectoarele economice în care acestea sunt ocupate, se adaptează la fenomene meteorologice extreme (ex. valuri de căldură, ger, precipitații abundente etc.). Aceste schimbări vor avea consecințe negative asupra:

- **(1) angajatului**, prin influențarea stării generale de sănătate și a bunăstării individuale, reducându-i productivitatea (în special în agricultură și construcții);

- **(2) forței de muncă ocupate la nivel comunitar (local)**. Efectele de la acest nivel sunt diferențiate în funcție de localizarea geografică, de profilul economic specific, de (in)capacitatea proprie de a reacționa și de a se adapta la schimbări climatice dar și de capacitățile deținute (sau nu) de sistemele teritorial-administrative superioare. La nivel comunitar (comunitățile fiind, în fapt, micro-sisteme teritoriale cu o reacție rapidă la schimbare - Ianoș, 2000), transformările asupra forței de muncă au loc în timp real, fiind vorba despre fenomene socio-economice cu efecte imediate (de ex., șomajul). Astfel, **(2.1.) comunitățile cu economie care valorifică resursele de combustibili fosili** (așa cum sunt cele din bazinele carbonifere, dominate de o identitate ocupațională puternică - Radu, 2013) vor resimți rapid și direct efectele negative ale măsurilor luate pentru reducerea efectelor nedorite ale schimbărilor climatice. În cazul comunităților miniere din industria carboniferă, realitatea arată că ceea ce la nivelul politicilor de mediu este adoptată/asumat ca fiind pozitiv/benefic, la nivel local, într-un orizont de timp scurt și mediu, are impact negativ, pentru că urmările se concretizează prin: scăderea gradului de ocupare a forței de muncă (șomaj de lungă durată ridicat - Mocanu, 2008), rate mari ale sărăciei, o stare generală de deteriorare a economiei și a stabilității valorilor și relațiilor sociale, o stare de anomie comunitară (Bell, 2009); **(2.2.) comunitățile agricole și/sau de pescari** sunt afectate direct de schimbări climatice prin modificări cantitative și calitative ale ecosistemelor valorificate prin munca lor, cu impact și asupra economiilor locale<sup>20</sup>. De

<sup>19</sup> <https://www.cdc.gov/niosh/topics/climate/how.html>

<sup>20</sup> [https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/factsheet\\_va\\_ro.pdf](https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_va_ro.pdf)



exemplu, forța de muncă ocupată cu pescuitul în Delta Dunării, o categorie de populație vulnerabilă, fără venituri sigure și insuficiente (Damian, 2019), este afectată nemijlocit de efectele negative pe care temperaturile ridicate le au asupra resurselor piscicole prin eutrofizarea apelor, și din cauza restrângerii zonelor de reproducere. Aceste au ca urmare reducerea cantității de pește capturat, implicit scăderea veniturilor obținute din comercializarea capturilor și chiar dispariția unor locuri de muncă din industria pescuitului. O situație mai specială o au acele categorii profesionale ocupate în activități economice cu potențial în a oferi oportunități de adaptare la schimbările climatice (ex. industria energiei regenerabile). Aceste categorii de forță de muncă nu se concentrează teritorial și nici nu creează elementele esențiale pentru a alcătui comunități, întrucât nu există un sentiment de "ingroup" în raport cu "outgroup"-ul înconjurător (Amerio, 2003, citat de Radu, 2013). Însă, aceste categorii de forță de muncă vor înregistra creșteri ale ocupării (Levy și Roelofs, 2019): angajați în managementul integrat pentru deșeuri menajere, în gestionarea sistemelor de alimentare cu apă și tratare a apelor uzate, administrarea & managementul ariilor protejate, reciclarea deșeurilor de orice tip<sup>21</sup>.

Categoriile de forță de muncă care își desfășoară activitatea în aer liber sunt printre cele mai expuse schimbărilor climatice, prin efectele individualizate pe două nivele: **(1) general, al pieței forței de muncă**, care vizează modificări ale programului de lucru, ale costului muncii, aplicarea unor reguli speciale în desfășurarea diferitelor activități specifice, etc. și **(2) individual, al angajatului**, a cărui sănătate poate să fie afectată, din cauza vremii extreme, a calității precare a aerului etc. Categoriile de forță de muncă active în aer liber, direct expuse fenomenelor meteorologice extreme, sunt: persoanele ocupate în agricultură, în activități de pescuit și silvicultură, lucrătorii din construcții, cei care acționează în caz de situații de urgență (ex. paramedicii, pompierii, poliția etc.), lucrătorii din transport (Crimmins et al., 2016). Impactul potențial al fenomenelor meteorologice extreme (ex. valuri de căldură) asupra caracteristicilor ocupării forței de muncă și sănătății acesteia este recunoscut (Kjellstrom, 2000, Maloney și Forbes, 2011, Dunne et al., 2013, Smith et al., 2014, Kjellstrom et al., 2016). Impacturilor muncii în condiții de temperaturi ridicate asupra sănătății forței de muncă și bunăstării acesteia se pot diferenția în funcție de factori **(1) climatici/meteorologici**, **(2) demografici**, **(3) starea generală de sănătate** și de **(4) productivitatea muncii** (Kjellstrom et al., 2016). Desfășurarea muncii în condiții de temperaturi ridicate poate cauza o serie de efecte, care pot să fie trecătoare (ex. crampe musculare cauzate de căldură) dar se pot și agrava (ex. epuizare din cauza muncii în condiții de caniculă) până la apariția accidentelor cardio-vasculare (Matthies et al., 2008). Fiecare dintre aceste urmări influențează în mod negativ performanțele de muncă ale lucrătorilor, putând ajunge până la întreruperea activității lucrative, implicit la pierderi financiare, de producție, de venituri din salarii., etc.

### 7.1.2. Expunerea la poluarea componentelor mediului natural (aer)

Poluarea aerului a fost legată atât de efecte acute și cronice asupra sănătății, cum ar fi bolile de inimă, bolile respiratorii și tulburările alergice. Poluanții atmosferici despre care se știe că afectează sănătatea căilor respiratorii includ poluarea cu ozon și particule la nivelul solului. Numeroși factori, inclusiv locația locului de muncă și condițiile meteorologice, pot

<sup>21</sup> <http://www.locuridemuncaverzi.ro/articole/stare-actuala/studiu-la-nivel-national-cu-privire-la-situatia-actuala-in-ceea-ce-priveste-locurile-de-munca-verzi-in-romania>

afecta expunerea profesională la poluarea aerului. Informațiile curente și prognozate privind indicele calității aerului și alertele privind acțiunea privind calitatea aerului pentru locația dvs. sunt disponibile la [www.airnow.govExternal](http://www.airnow.govExternal)

Condiții meteo-poluare: (a fi incluse, dacă le considerați oportune) - scara regională România:

Relația dintre reglementările de mediu, cum ar fi standardele de calitate a aerului, pe de o parte, și eficiența și calitatea muncii, pe de altă parte, s-a dovedit a fi una complexă. Pe de o parte, se menționează îmbunătățirea notabilă a stării generale de sănătate a forței de muncă (Deschenes, 2018), dar sunt evidențiate și costuri suplimentare de producție. Acestea pot reduce productivitatea muncii, câștigurile companiilor și chiar gradul de ocupare a forței de muncă (în special din comerț, din activități economice mari consumatoare de resurse de forță de muncă și energetice - Neidell, 2017). Dar, dovezi empirice (ex. evaluarea impactului poluării aerului asupra productivității lucrătorilor, utilizând corelarea variațiilor zilnice exogene ale ozonului cu productivitatea lucrătorilor agricoli – Zivin et al., 2012) sugerează că beneficiile finale vor depăși costurile (Deschenes, 2018), așa cum este creșterea productivității muncii prin faptul că forța de muncă are o stare de sănătate mai bună (efecte vizibile în agricultură, producție și sectoarele de servicii - Neidell, 2017).

### **7.1.3. Pericolele biologice – ca factor potențator al expunerii categoriilor ocupationale cheie în cazul producerii de fenomene meteorologice extreme**

Evenimentele meteorologice extreme sau dezastrele naturale, cum ar fi inundații, alunecări de teren, furtuni, fulgere, secete și incendii sunt asociate cu decese profesionale, răni, boli și stres mental. Lucrătorii implicați în salvare, curățare și restaurare sunt expuși condițiilor periculoase atât în timpul, cât și după evenimente meteorologice extreme.

## **7.2. Impactul riscurilor climatice asupra ocupării forței de muncă în sectoarele economice cheie.**

În secolul XXI, societatea se confruntă cu o perioadă de schimbări majore, asemănătoare cu cele cu care s-a confruntat în timpul revoluției industriale din secolul al XIX-lea și, într-o oarecare măsură, cu trecerea la o utilizarea tehnologiei informației (IT), în secolul al XX-lea (Olsen, 2009). Schimbările climatice reprezintă o problemă majoră de mediu, dar sunt mult mai mult decât atât, putând reduce bunăstarea societății cu o sumă echivalentă cu o reducere a consumului pe cap de locuitor cuprins între 5% și 20 %, așa cum arată analizele fundamentate pe economia riscului (care ia în considerare impactul) (Stern, 2006).

Această dimensiune orientată către aspectele strict economice ale societății este dublată de impacturi de natură socială. Deși există prognoze cu privire la impactul economic al schimbărilor climatice, impactul social asupra întreprinderilor și asupra structurii și dimensiunilor numerice ale forței de muncă, asupra ocupării acestora și a veniturilor sale, asupra condițiilor de muncă și asupra multor alte dimensiuni sociale este considerat mai dificil

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



de înțeles. Într-un scenariu de schimbări climatice, care îi afectează pe cei mai vulnerabili, din cauza expunerii lor mai mari și a capacității de adaptare mai reduse, impactul acestora asupra ocupării forței de muncă (în general dar în special, a categoriilor ocupate în activități vulnerabile la aceste schimbări climatice - ex. agricultură, turism), asupra nivelului și siguranței salarizării și asupra condițiilor de muncă (atât în interior dar mai ales, în exterior) ar putea fi chiar mai grave decât impacturile economice. Un astfel de scenariu ar putea fi declanșat de evenimente cu debut lent (ex. secete din ce în ce mai mari lungi și mai accentuate, precipitații provocatoare de inundații, etc.), precum și de evenimente climatice extreme. Schimbările climatice ar putea avea un impact viitor tot mai puternic asupra sistemelor economico-financiar și social, dat fiind faptul că legăturile dintre dimensiunile economică și socială a impacturilor schimbărilor climatice sunt strânse și complexe (fiind deseori ilustrate în viața cotidiană a comunităților prin lipsa asigurărilor populației, bunurilor și afacerilor împotriva dezastrelor. Inclusiv a celor de natură climatică) (Olsen, 2009).

Pentru politicilor climatice asupra ocupării forței de muncă este abordat pe trei orizonturi temporale: efecte pe termen scurt (**A**), mediu (**B**) și lung (**C**) (Fankhauser et al., 2008):

(**A**) efecte pe termen scurt apar când se pierd locuri de muncă în sectoarele de activitate direct afectate (cele cu consum intensiv de carbon) și se creează altele noi locuri de muncă în industriile prietenoase cu mediul (cu emisii reduse de carbon);

(**B**) efecte pe termen mediu sunt cele ale politicii climatice de ordin superior, la nivelul întregii economii; locurile de muncă sunt create și pierdute de-a lungul lanțurilor valorice ale industriilor afectate. Câteva exemple sunt sugestive: *a*) o reducere a producției de energie pe bază de cărbune va duce la pierderi de locuri de muncă în amonte în industria minieră și transportul feroviar de marfă; *b*) cererea de pale de rotor (pentru turbine eoliene), silicon (pentru panouri solare) și aparate cu emisii reduse de carbon va crește în detrimentul echipamentelor mai poluante; *c*) standardele mai stricte privind clădirile vor accelera renovarea fondului de locuințe, creând locuri de muncă în sectorul construcțiilor. Deoarece atenuarea gazelor cu efect de seră este costisitoare, firmele care sunt supuse unei constrângeri de carbon ar putea fi nevoite să reducă cheltuielile în altă parte, cu repercusiuni asupra producției și ocupării forței de muncă de la nivelul întregii economii.

(**C**) efecte pe termen lung apar atunci când politica privind schimbările climatice va declanșa un val de inovație, pe măsură ce firmele se re poziționează și încearcă să exploateze oportunitățile de carbon. Vor fi create locuri de muncă în cercetare și dezvoltarea tehnologiilor cu emisii reduse de carbon. În timp, rezultatele acestei cercetări vor genera noi investiții și noi oportunități de muncă. Teoria creșterii a identificat mult timp schimbările tehnice și inovația ca fiind o sursă majoră de creștere economică. Necesitatea adoptării noii tehnologii va crea un val de inovații secundare pe măsură ce industriile își ajustează procesele și adaptează tehnologia la cerințele lor specifice. Acest proces, care poate avea loc pe o perioadă lungă de timp, va crește cererea de muncă (calificată) (Fankhauser et al., 2008, Aghion, 2001).

### 7.2.1. Turism și activități recreative

Sectorul hotelier, catering și turism (HCT) este una dintre industriile cu cea mai rapidă creștere la nivel global. La sfârșitul anului 2007, industria turismului și activitățile conexe

reprezenta 10,3% din produsul intern brut global (PIB). Nu numai că este o industrie mare și cu creștere rapidă, sectorul este el însuși intensiv în resurse umane și, prin urmare, un generator major de locuri de muncă în majoritatea economiilor (Olsen, 2009).

Turismul joacă un rol relevant în dezbateră despre impacturile schimbărilor climatice asupra diferitelor sectoare de activitate economică pentru că este o industrie afectată dar aduce și o contribuție semnificativă la emisiile de GES, în special datorită transportului (transport de călători) și infrastructurii (cazare) (Olsen, 2009). Mai mult, după cum Bolwell & Weinz (2008) indicau, un loc de muncă în industria turismului creează aproximativ 1,5 locuri de muncă (indirecte) suplimentare în economia mai largă (Figura 7.2.1.1). De fapt, industria creează peste 230 de milioane de locuri de muncă directe și indirecte, care reprezintă aproximativ 8% din întreaga forță de muncă globală.

Turismul este un consumator intensiv de resurse umane și, prin urmare, este un generator major de ocupare a forței de muncă, prin crearea de locuri de muncă în multe alte sectoare de activitate: după cum indică Bolwell și Weinz (2008a), un loc de muncă în industria turismului creează aproximativ 1.5 locuri de muncă suplimentar (indirect) în economia conexă mai largă.

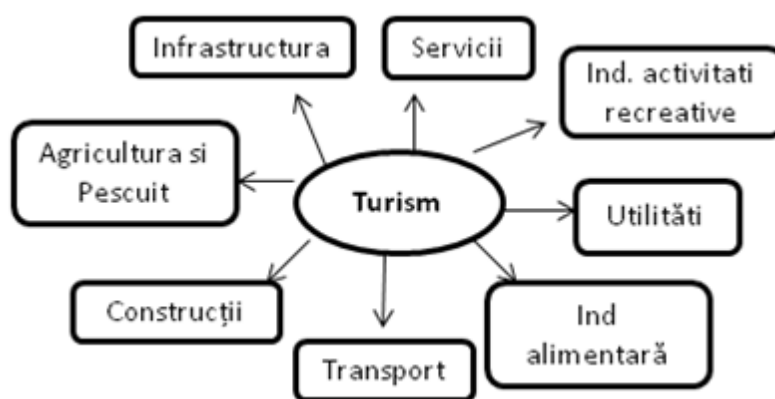


Figura 7.2.1.1 (sursa: Bolwell și Weinz, 2008)

Cu toate acestea, sectorul turismului și al activităților recreative este adesea caracterizat de salarii mici, condiții de muncă dificile și multe locuri de muncă „gri”, sau la „negru”, și poate avea un impact negativ semnificativ asupra mediului (Bolwell & Weinz 2008b).

Sectorul turistic este puternic afectat de schimbările climatice. Ca urmare a creșterii nivelului mării, multe zone de coastă vor trebui să abordeze schimbările legate de locurile de muncă. Creșterea nivelului mării va însemna, în cel mai bun caz, o eroziune costieră severă și, în cel mai rău caz, o mare proporție a uscatului va dispărea în următorii 30 de ani (OMT, 2003). Zonele de coastă nu sunt singurele locuri afectate; regiunile montane se vor confrunta, de asemenea, cu perturbări ale activităților economice și ale ocupării forței de muncă. Un studiu recent al Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD) arată că industria schiului, de exemplu, este sensibilă la schimbările climatice. Alpii sunt deosebit de expuși riscului, iar proiecțiile modelului climatic arată schimbări și mai mari în deceniile următoare (mai puțină zăpadă la altitudini mici și ghețarii retrași și topirea permafrostului). Turismul în Alpi este important pentru economie, cu 60-80 de milioane de turiști și 160 de milioane de zile de schi în Franța, Austria, Elveția și Germania în fiecare an. Turismul de iarnă în munții Americii de Nord se poate confrunta cu aceleași probleme (OECD, 2006). Acest lucru va avea



un impact enorm asupra angajaților din acest sector – ghizii turistici, lucrătorii din hoteluri și restaurante și chiar din sectorul transporturilor se vor confrunta cu situații neplăcute (Olsen, 2007).

Ca și la nivel mondial, și pentru România, schimbările climatice reprezintă o adevărată provocare, motivul fiind comun cu cel invocat de studii și analize internaționale: impacturile sale sunt resimțite în diverse sectoare, mai mult sau mai puțin relaționate de industria turismului. Surugiu și Surugiu (2012) au investigat impactul schimbărilor climatice asupra turismului românesc de pe litoral și au ajuns la concluzia că creșterea temperaturii medii a aerului și a duratei de soare stimulează fluxurile turistice interne către stațiunile de pe litoral din România. Din perspectiva ocupării forței de muncă, această tendință observată presupune creșteri ale perioadei de ocupare în sezonul turistic. Având în vedere că peste 20% din toate înnopțările din România sunt înregistrate în unitățile de cazare situate pe litoral, modificările parametrilor climatici și efectele acestora se vor răspândi asupra cererii turistice și, în consecință, asupra intensității fluxurilor turistice și a eficienței economice a activităților turistice românești. Turismul românesc de pe litoral ar trebui să înregistreze câștiguri economice datorate creșterii temperaturii aerului, dar dincolo de un anumit prag termic, vacanțele sunt anulate, fluxurile turistice orientându-se către alte destinații (Surugiu și Surugiu, 2009).

### 7.2.2. Biodiversitate

Schimbările climatice, manifestate inclusiv prin creșterea frecvenței și intensității fenomenelor de risc climatic, induc necesitatea unei monitorizări competente a speciilor de floră și faună, afectate atât în mod punctual de către evenimente climatice extreme, cât și pe termen mediu și lung, pe fondul noilor condiții climatice, cu urmări asupra distribuției spațiale și asupra comportamentului speciilor în ariile naturale protejate. Acest fapt implică o creștere a prezenței în teren a personalului instruit în domeniul biodiversității, care să asigure o urmărire continuă a efectelor fenomenelor climatice asupra speciilor și habitatelor de interes conservativ, în special a celor vulnerabile. De asemenea, va fi necesar și un număr mai mare de specialiști care, pe de o parte, să evalueze starea de conservare a speciilor și habitatelor pe baza raportărilor din teren și, pe de altă parte, să ia decizii judicioase în direcția unei bune administrări a ariilor naturale protejate, în contextul extinderii și multiplicării proiectelor de energie regenerabilă (parcuri eoliene, fotovoltaice) și al necesității minimizării impactului acestora asupra habitatelor și speciilor. Astfel, se poate concluziona că, în viitorul apropiat, vor crește necesarul și gradul de ocupare a forței de muncă calificate în acest domeniu de activitate.

### 7.2.3. Agricultură și dezvoltare rurală

**Agricultura** reprezintă o activitate extinsă în toate regiunile, cu excepția regiunii București-Ilfov, care înregistrează doar 1,5% din totalul forței de muncă în agricultură din România. Concentrări deosebit de mari ale forței de muncă în agricultură se găsesc în regiunile Nord-Est și Sud Muntenia, care înregistrează 41% și, respectiv 37% din totalul forței de muncă.

Acest sector este deosebit de vulnerabil la efectele schimbărilor climatice, de acestea depinzând asigurarea hranei necesare, a serviciilor oferite de ecosisteme, susținerea creșterii economice și asigurarea unui trai sigur pentru comunitățile rurale. Este evident că schimbările

climatice vor avea un impact atât asupra întregului sector agricol, cât și asupra exploatațiilor agricole individuale. Ținând cont de faptul că agricultura contribuie cu aproape 30% la forța de muncă totală și de vulnerabilitatea acestui sector, este de așteptat ca traiul multora dintre cei care locuiesc în zonele rurale din România să fie afectat tot mai mult de condițiile climatice (*Raport de prezentare sintetică a rezultatelor și constatărilor analizei sectoriale și a nivelului de referință pentru sectoarele selectate Banca Mondială, 2015*).

Forța de muncă în agricultură depășește foarte mult media UE-27 (reprezintă 29,1% în România, comparativ cu 4,7% în UE în 2010), este supusă îmbătrânirii acute și unui nivel scăzut de educație. Nivelul de educație al populației active este mai mic decât media națională și înregistrează o tendință de scădere, având, de asemenea, o influență asupra posibilităților de a implementa noi inițiative de afaceri, bazate pe tehnologii avansate. Îmbătrânirea acută a populației care lucrează în agricultură este o realitate în România, cu o rată de 38,2% a fermierilor cu vârsta de peste 65 de ani. În același timp, doar 6,5% din fermierii români au vârsta mai mică de 35 de ani (comparativ cu 7% la nivelul UE) (*Strategia Națională pentru Dezvoltare Regională, 2013*)

În anul 2015, ponderea forței de muncă în agricultură, în România, era de 25,9%, fiind cea mai mare pondere din UE, a cărei medie era de 4,4%. 84% dintre lucrătorii în agricultură din România se încadrau în categoria personalului nesalariat, în timp ce ponderea medie a lucrătorilor nesalariați din sectorul agricol în UE era de 72%, valoarea adăugată brută generată la nivel de lucrător fiind redusă cu circa 50% față de media UE20. Toate acestea arată că agricultura românească se confruntă cu o problemă majoră privind productivitatea scăzută a muncii și implicit randament relativ mic al producției agricole. (*Strategia Națională pentru Dezvoltarea Durabilă a României 2030, București : 2018*)

#### 7.2.4. Resursele de apă

Plecând de la clasificarea politicilor climatice asupra ocupării forței de muncă, amintite în introducerea prezentului capitol, putem spune că, forța de muncă în domeniul Managementului Resurselor de Apă ar putea suferi următoarele modificări:

a. Reducerea cerinței pentru locuri de muncă în proiectarea lucrărilor structurale grele (de tipul barajelor mari) și creșterea cererii de forță de muncă în elaborarea studiilor de fezabilitate, a proiectelor de tip infrastructură verde și a soluțiilor bazate pe natură (zone de retenție naturală a apei, implementarea sistemelor durabile de drenaj - SuDS și restaurarea cursurilor de apă, a luncii inundabile), precum și a studiilor suport, respectiv a analizelor de vulnerabilitate și risc la schimbările climatice. Aceste infrastructuri verzi pot fi folosite ca măsuri de adaptare și atenuare a efectelor schimbărilor climatice (precum captarea și stocarea dioxidului de carbon prin plantarea de arbori). Elementele de infrastructură verde oferă importante beneficii mediului geografic, natural și antropic, afectat de către schimbările climatice, prin prisma faptului că, acestea se bucură de multifuncționalitate și interconectare, caracteristici conferite de către aspectele legate de protecția și îmbunătățirea stării habitatelor, managementul inundațiilor, managementul resurselor de apă, creșterea calității vieții, conservarea patrimoniului cultural, educația ecologică. Subliniem importanța sistemelor durabile de drenaj (SuDS) în gestionarea fenomenelor de risc impuse de către variabilitatea spațio-temporală a schimbărilor climatice, acestea fiind sisteme ingineresti proiectate „să simuleze / reproducă”

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



scurgerea naturală a apei în spațiile urbane, utilizate pentru gestionarea eficientă a scurgerilor pluviale și reducerea presiunii apelor pluviale asupra sistemului de canalizare. Aceste sisteme necesită studii dedicate și modelare hidraulică, care să fundamenteze aceste soluții sustenabile de management al excesului de apă pluvială. Mai departe, se impune elaborarea și/sau adaptarea reglementărilor existente (SuDS).

b. Crearea de locuri de muncă în sectorul construcțiilor de locuințe situate în zone expuse riscului la inundații (indiferent că vorbim despre locuințe noi sau care necesită soluții de adaptare), prin măsuri de tipul: evitarea inundării (avoidance technology) - supraînălțarea construcției; clădire plutitoare în condiții de inundabilitate; clădire plutitoare în permanență, inundare controlată (wet floodproofing), impermeabilizarea construcției (dry floodproofing), bariere de protecție permanente / temporare.

c. Crearea de locuri de muncă în domeniile de activitate aferente managementul resurselor de apă; precizăm că autoritățile competente cu atribuții în domeniu sunt Administrația Națională „Apele Române” (A.N.A.R.), Administrațiile Bazinale de Apă (A.B.A.) și Institutul Național de Hidrologie și Gospodăria Apelor (I.N.H.G.A.). Schimbările climatice, manifestate prin creșterea frecvenței și intensității fenomenelor de risc climatic, induc necesitatea efectuării de măsurători expediționare în cazul producerii unor viituri majore, colectarea, prelucrarea și validarea unor date hidrometrice, identificarea zonelor cu risc semnificativ la inundații, dar și a arealelor potențial deficitare din punct de vedere al resursei de apă. Acest fapt implică o creștere a prezenței în teren a personalului instruit în domeniul monitorizării hidrologice, mentenanței și exploatarea infrastructurii de apărare etc., care să asigure o urmărire continuă a efectelor fenomenelor climatice asupra resurselor de apă, precum și asupra infrastructurii de gospodărire a apelor. De asemenea, va fi necesar și un număr mai mare de specialiști care, pe de o parte, să evalueze starea resurselor de apă din punct de vedere cantitativ / calitativ (în conformitate cu cerințele Directivelor Europene) și, pe de altă parte, să ia decizii privind gestionarea sustenabilă a resurselor de apă, în contextul integrării elementelor de infrastructură verde în programele de măsuri și de minimizare a impactului infrastructurii de gospodărire a apelor asupra mediului. Astfel, se poate concluziona că, în viitorul apropiat, vor crește necesarul și gradul de ocupare a forței de muncă calificate în acest domeniu de activitate.

d. Aprofundarea cercetărilor existente în domeniu - elaborarea de scenarii și simulări prin modelare matematică necesare pentru activitatea operativă, dar și pentru strategia de management a resurselor de apă (care trebuie să ia în considerare schimbările climatice pe termen mediu și lung), cercetări privind simularea formării și propagării scurgerii de apă prin modelare matematică, studii referitoare la debitele de apă (maxime, medii, minime) - necesare pentru dimensionarea lucrărilor hidrotehnice (lucrări care, de asemenea, trebuie adaptate la schimbările climatice prin soluția constructivă) ș.a.

e. Formarea profesională continuă a personalului cu atribuții și responsabilități cu atribuții în domeniul managementului resurselor de apă în tematici precum modelare hidraulică (sursă pluvială, fluvială), infrastructură verde, SuDs ș.a.

Pe lângă o formare eficientă a resurselor umane din instituțiile implicate în activitățile legate de managementul riscului, este esențială și creșterea nivelului de conștientizare în rândul populației, în ceea ce privește riscul expunerii societății la fenomene climatice precum inundațiile și seceta.

### 7.2.5. Transporturi

**Transporturile** reprezintă unul dintre cele mai vulnerabile sectoare în fața schimbărilor climatice, prin prisma magnitudinii efectelor pe care întreaga infrastructură de transport le poate resimți. Fiind vorba despre un sistem integrat, în care serviciile prestate sunt puternic dependente de condițiile externe, forța de muncă angrenată în activitățile economice caracteristice acestui sector, va fi puternic afectată de vulnerabilitatea intrinsecă a acestui sector, în fața schimbărilor climatice.

Unul dintre primii factori demni de menționat, în ceea ce privește impactul riscurilor climatice asupra ocupării forței de muncă în cadrul acestui sector, este distrugerea infrastructurilor de transport. Cea mai afectată arie din cadrul sectorului de transporturi, va fi transportul terestru.

Conform unei analize realizate de Transport Times, ocupația de Conducător mașini de mare tonaj (Cod COR 833201) reprezintă 40% din locurile de muncă din sectorul de transporturi, logistică și depozitare. În ceea ce privește distribuția regională, un procent de 25% din contractele individuale de muncă, sunt înregistrate în municipiul București, polii de concentrare ai sectorului de transporturi rutiere fiind concentrați în județele Cluj, Constanța, Timiș și Ilfov. Zonele menționate anterior, se regăsesc în regiunile cele mai puternic afectate de schimbările climatice, conform analizei realizate la 2.3. Acest aspect este menit să tragă un semnal de alarmă în ceea ce privește ocuparea forței de muncă în sectorul de transporturi rutiere.

La nivel general, schimbările climatice introduc un element disruptiv în cadrul unui sistem care manifestă o nevoie specială de fluiditate în funcționare. Întregul sistem se bazează pe servicii furnizate integrat. În situația în carea aceste servicii nu pot fi realizate, eficiența infrastructurii de transporturi scade exponențial. În scenariul în care infrastructura terestră va fi afectată în mod decisiv de schimbările climatice, eficiența sistemului va scădea până la un prag la care nu va mai fi justificată ocuparea unei forțe de muncă atât de mari. Acest aspect, împreună cu progresele în materie de tehnologie, vor duce la pierderi masive de locuri de muncă și la creșteri semnificative ale pierderilor rezultate din acest sector.

Făcând abstracție de aspectele care privesc în mod exclusiv infrastructura sistemelor de transport, elementul cel mai sensibil în cadrul acestui sector este programul de funcționare. Respectarea perioadelor alocate pentru deplasări este de o importanță primordială în ceea ce privește buna desfășurare a activităților economice.

Unul din factorii care influențează acest aspect, este creșterea gradului de incidență a fenomenelor meteorologice extreme, sectorul cel mai vulnerabil în fața acestor amenințări, fiind sectoarele aviatice și navale, în cadrul cărora, buna funcționare a părții de infrastructură terestră, nu este suficientă pentru desfășurarea activităților de transport. Prin manifestarea unei incidențe mai mari a unor fenomene meteorologice anormale, se introduc întâzieri semnificative, având ca și consecință reducerea numărului de zboruri și numărului de transporturi navale sau fluviale și în mod implicit și a forței de muncă angrenate în cadrul acestor sectoare.



Având în vedere analizele realizate la 2.3, se poate concluziona faptul că întreaga infrastructură de transport este extrem de vulnerabilă. Este imperativă demararea unor activități de modernizare sustenabilă a rețelelor de transport, în vederea reducerii impactului asupra ocupării forței de muncă, precum și asupra activităților economice. Unicul mod prin care acest sector poate deveni unul fiabil și sustenabil, este prin menținerea sau ridicarea randamentului acestuia cu ajutorul unei infrastructuri moderne și capabile de a diminua sau elimina efectele negative introduse de schimbările climatice<sup>22</sup>.

## 7.2.6. Energetic

Au fost identificate 6 județe din România: Hunedoara, Gorj, Dolj, Galați, Prahova și Mureș, care trebuie sprijinite la nivel economic și social în procesul de tranziție, având în vedere aspectele similare ce țin de economie, populație, ocupare sau aspecte de mediu. În afară de aceste județe, mai există încă două municipii în care este utilizat cărbunele pentru producerea energiei termice în sistem centralizat: Iași și Timișoara.

Cele șase regiuni se caracterizează prin emisii mari de GES (65% din emisiile de GES din România provenind din industria minieră și producție), productivitate redusă și industrii cu valoare adăugată scăzută, reflectate în nivelul scăzut al PIB al fiecărui județ măsurat ca procent din PIB național ( în 2017: Hunedoara 1,57%; Gorj: 1,59%, Dolj 2,42%, Galați: 1,71%, Prahova: 3,57%; Mureș: 2,1%). Cel mai afectate vor fi județele Hunedoara și Gorj, în care activitățile industriale cheie sunt mineritul, producția de energie electrică (Complexul Energetic Oltenia și Complexul Energetic Hunedoara) și alte activități industriale și instalații reglementate de Directiva ETS, dependente de cărbune. Deși numărul angajaților din sectorul minier a scăzut între 2008 și 2018 cu 22% în județul Hunedoara și cu 42% în județul Gorj. Principali producători de energie pe cărbune din județele Dolj și Hunedoara, Complexul Energetic Oltenia și Complexul Energetic Hunedoara aveau la sfârșitul anului 2019 peste 18 600 de angajați. Ambele centrale sunt într-un proces de tranziție „de la cărbune la gaz”. Complexul Oltenia are în vedere posibilitatea de a instala parcuri solare de aproximativ 300 MW. Aceste modificări vor afecta numărul de angajați și, de asemenea, calificările acestora. Instalațiile reglementate de Directiva ETS din cele două județe ar trebui să își mențină competitivitatea și să reducă GES prin instituirea de noi tehnologii și să își adapteze forța de muncă la noile tehnologii și echipamente.

Pe termen scurt, există această provocare, privind reconversia forței de muncă implicată în prezent în producția energiei electrice pe bază de cărbune. Însă, pe măsură ce se vor fi diversificate tehnologiile de producere, inclusiv cea de producere a hidrogenului verde, va trebui avută în vedere formarea personalului.

---

<sup>22</sup>[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_645572.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_645572.pdf)  
<https://t-times.ro/categorii/transporturi/bucurestiul-principalul-angajator-pentru-ocupatia-sofer-de-autocamion>

Măsuri de promovare a investițiilor în zonele defavorizate ar putea permite în timp atragerea fondurilor necesare pentru realizarea fabricilor de producere a echipamentelor - panouri fotovoltaice, pompe de căldură, unități de stocare, mașini electrice etc. Având în vedere durata procesului de învățare, este recomandabil ca încă de acum să fie adaptată curricula școlară, astfel încât să înceapă pregătirea forței de muncă calificată de care va fi nevoie în câțiva ani.

O altă dimensiune a influenței schimbărilor climatice asupra forței de muncă se referă la sărăcia energetică; acest fenomen este larg răspândit și complex în România. Deoarece nu există o definiție formală a sărăciei energetice, nici indicatori specifici care să o măsoare, este dificil să o surprindem în mod cuprinzător. Pe baza unui studiu anterior, cel puțin 23% din populație este afectată de sărăcia energetică într-o formă sau alta (Murafa și colab., 2017). Este posibil ca după sezonul de încălzire 2021 - 2022, numărul persoanelor aflate în sărăcie energetică să crească. În viitor trebuie avute în vedere costurile reale ale energiei în perioada de tranziție, pentru a asigura o remunerare corectă a forței de muncă, care să motiveze generațiile active să se angajeze și să rămână în România.

### 7.2.7. Forestier

În conformitate cu statisticile europene cu privire la locurile de muncă și la productivitatea muncii în sectorul forestier<sup>23</sup> pentru anul de referință 2018, România ocupă locul al doilea la nivelul Uniunii Europene în ceea ce privește numărul de persoane angajate în sector, cu un număr de 51800 de angajați. Pe primul loc se situa Polonia, cu 73300 de angajați, iar la nivel european (EU 27), sectorul avea un număr de circa 519400 angajați, în ușoară scădere față de anul 2000 (circa 2%). De asemenea, România se afla în partea superioară a clasamentului în ceea ce privește numărul de angajați la 1000 ha de pădure și în jumătatea inferioară a clasamentului cu privire la productivitatea muncii.

Printre problemele cu care se confruntă sectorul forestier azi, se numără (i) digitalizarea slabă, (ii) tehnologizarea redusă și (iii) dominanța muncii manuale în multe dintre operațiile și activitățile forestiere. La polul opus, schimbările climatice previzionate vor aduce creșteri ale temperaturii, modificări ale regimului umidității și fenomene extreme cu frecvență și intensitate mai mare.

Deși este posibilă digitalizarea și re tehnologizarea sectorului pe termen scurt-mediu, progresul în aceste aspecte cheie este probabil să fie lent datorită lipsei de fonduri și/sau a unui nivel de atragere scăzut a fondurilor europene cuplat cu regândirea activităților de învățământ și training pe problemă. Ca atare:

- la nivel operațional: munca manuală sau parțial mecanizată va domina pădurile României pentru o perioadă considerabilă de timp. Din acest punct de vedere, este probabilă menținerea locurilor de muncă și chiar creșterea numărului acestora pe termen scurt și mediu, principalele probleme de rezolvat fiind cele relaționate cu: (i) educarea și menținerea forței de muncă

<sup>23</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Forests, forestry and logging#Employment and apparent labour productivity in forestry and logging](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Forests,_forestry_and_logging#Employment_and_apparent_labour_productivity_in_forestry_and_logging)

calificată în sector, (ii) întinerirea forței de muncă în sector, (iii) creșterea nivelului de atractivitate a locurilor de muncă din sector, (iv) creșterea nivelului de remunerare pentru locurile de muncă din sector având la bază riscurile profesionale și nivelul de dificultate a muncii, (v) adaptarea locurilor de muncă din sector la provocările generate de schimbările climatice. Pe termen lung, tranziția la sisteme tehnice complet mecanizate, automatizate, teleoperate sau robotizate va crea un deficit de locuri de muncă în sector dar, chiar și în țări avansate tehnologic, astfel de soluții tehnice încă sunt în stadiu infantil;

- la nivel administrativ: digitalizarea este posibilă într-un orizont de timp mai scurt pentru activitățile administrative relaționate cu sectorul forestier. Într-adevăr, în prezent România se poate caracteriza de un număr ridicat de angajați în domeniul managementului administrativ al pădurii, aspect care ar putea să se schimbe în viitor, pe termen mediu. Acest lucru ar putea fi facilitat și de introducerea celor mai noi tehnologii în activitățile de monitorizare a sectorului forestier, precum și de renunțarea la unele practici de management administrativ consumatoare de timp și care nu aduc valoare adăugată suficientă. Prin digitalizarea sectorului administrativ, cel mai probabil va fi posibilă și debirocratizarea activităților administrative ceea ce va conduce la valoare adăugată prin oferirea personalului de profil unui timp de muncă suplimentar pentru adoptarea unor soluții tehnice îmbunătățite în teren;

- la nivelul industriilor conexe: sectorul silvic contribuie la crearea și menținerea de locuri de muncă și în industriile conexe cum ar fi (nelimitativ): transporturi, prelucrarea lemnului și mobilier, utilaje forestiere, tehnică de lucru forestieră etc. Existența și păstrarea multor dintre acest locuri de muncă depinde de desfășurarea la parametri optimi ai activității în sectorul forestier.

### 7.2.8. Sisteme urbane

Cu peste jumătate din populația globului care trăiește în orașe și cu o tendință de creștere în viitor (până la 68% în 2050), arelele urbane reprezintă cea mai mare concentrație de persoane și infrastructură vulnerabile la climă (Solecki et al., 2015; World Urbanization Prospects, 2018). Prin natura lor, sistemele urbane concentrează populația și locuințele acestora, capitalul fizic, activitățile industriale și deșeurile rezultate. Acest lucru le poate transforma în medii periculoase în care populația locuiește și lucrează, făcând-o vulnerabilă la fenomenele meteorologice extreme (Satterthwaite et al., 2007).

Pentru a înțelege impactul schimbărilor climatice asupra forței de muncă în cadrul sistemelor urbane, este util să se identifice (i) sectoarele urbane vulnerabile și (ii) categoriile de forță de muncă a căror activitate este direct influențată de efectele schimbărilor climatice. La acestea se adaugă și caracteristicile sistemelor urbane analizate și capacitatea de adaptare a acestora, în ansamblu.

**(i) Sectoarele urbane vulnerabile** sunt cele asupra cărora fenomenele climatice de risc pot avea un impact direct. Evenimentele extreme repetate și/sau prelungite pun o presiune suplimentară asupra forței de muncă și a infrastructurii din domeniul sănătății publice. Acestea pot provoca un stres considerabil asupra persoanelor implicate în acțiunile de intervenție, pot diminua capacitatea de a desfășura activități de rutină legate de sănătate publică, precum și

limita intervenția în cazul incidentelor legate de alterarea calității apei și apariției focarelor de boli infecțioase care pot sau nu să fie legate de evenimentul extrem (Selvey et al., 2014).

Sistemul de sănătate este direct afectat de fenomenele climatice de risc, iar comunitatea se bazează pe acest sistem pentru a-și satisface nevoile de sănătate în timpul și după dezastre. Impactul dezastrelor asupra sănătății populației necesită o serie de activități care trebuie puse în aplicare de către angajații din domeniul sănătății, ceea ce necesită o serie de abilități și competențe ce includ chirurgia de urgență și îngrijire medicală, diagnostic rapid, supravegherea bolilor, prevenire și izolare, sprijin psihosocial pentru comunitățile afectate, educație și promovare a sănătății, crearea de facilități temporare, efectuarea monitorizării și evaluării, asigurarea managementului/controlului aprovizionării cu ajutor medical intervenții de sănătate (Rumsey et al., 2014).

Totodată se poate vorbi și de un impact indirect al schimbărilor climatice asupra forței de muncă prin intermediul unor elemente suport cum ar fi *infrastructura*. În această categorie intră infrastructura publică și privată implicată în acțiunile de prim ajutor și de intervenție în cazul evenimentelor meteorologice de risc (ex. drumuri, poduri, căi ferate, porturi, aeroporturi și alte sisteme de transport, infrastructura electrică și de telecomunicații), de asigurare a condițiilor sanitare (ex. conducte de apă, canalizare și gaze), precum și infrastructura socială critică, cum ar fi spitale, școli, pompieri, poliție (Satterthwaite et al., 2007). Toate aceste elemente de infrastructură urbană care reprezintă suport pentru angajații din domeniul sanitar și cei care activează în serviciile de urgență pot fi din ce în ce mai afectate de hazardele climatice în viitor (ex. valuri de căldură, furtuni, precipitații abundente), așa cum arată modelele climatice regionale. Astfel, dimensiunea acestor impacte poate afecta semnificativ activitatea dar și starea de sănătate a acestor categorii de angajați care vin în sprijinul asigurării rezilienței și adaptării la schimbările climatice.

La nivel global, în condițiile accentuării efectelor schimbărilor climatice se poate deja identifica o *tendință de relocare a investițiilor* unor companii și corporații mai mari departe de orașele cu cel mai mare risc de inundații, furtuni și creșterea nivelului mării. De remarcat este faptul că majoritatea locuitorilor și întreprinderilor mai mici au posibilități reduse de a se muta și se confruntă cu pierderi mult mai grave dacă valoarea proprietăților lor scade. Între timp, mișcarea companiilor și corporațiilor mai mari din orașele mari amenință, de asemenea, bazele economice ale orașelor și mijloacele de trai ale celor care au lucrat pentru aceste companii sau le-au furnizat bunuri și servicii acestora sau forță de muncă (Satterthwaite et al., 2007).

#### **(ii) Categoriile de forță de muncă a căror activitate este direct influențată de efectele schimbărilor climatice**

Lucrătorii, în special cei care lucrează în aer liber, sunt adesea primii expuși la efectele schimbărilor climatice (Moda și Minhas, 2019), iar expunerea la temperaturile ridicate constituie o amenințare majoră pentru lucrătorii de la nivelul Uniunii Europene, cu impact semnificativ asupra sănătății și productivității acestora (Casanueva et al., 2020). În cele ce urmează, cele două categorii de forță de muncă (lucrătorii în mediul exterior și lucrătorii în medii interioare și semi-interioare) vor fi analizate succint din perspectiva impactului suferit din cauza principalelor efecte ale schimbărilor climatice, și anume: creșterea temperaturilor și persistența valurilor de căldură, temperaturi scăzute și valuri de frig, precipitațiile abundente, vânt puternic, insula de caldura.

Astfel, *creșterea temperaturilor și persistența valurilor de căldură* au un impact crescut asupra ambelor categorii de forță de muncă anterior menționate.



· Lucrătorii în aer liber reprezintă între cele mai expuse categorii și includ muncitorii agricoli, muncitorii din construcții, asistenții de urgență, paramedicii și pompierii, muncitorii din transporturi și alți muncitori expuși condițiilor meteorologice în aer liber (ex. lucrătorii în salubritate sau la spații verzi) sau cei care trebuie să îndeplinească sarcini mai puțin solicitante, dar petrec timp afara (ex. poliția rutieră, agenți de pază, vânzătorii ambulanti). Temperaturile crescute sunt deosebit de dificile pentru lucrătorii în aer liber care prestează o muncă fizică solicitantă pentru perioade lungi de timp. În plus, expunerea la temperaturi ridicate pe perioade îndelungate poate duce la stres termic mai mare, ceea ce poate duce la boli legate de căldură, cum ar fi insolația, epuizarea, susceptibilitatea crescută la expunerea chimică și oboseala. Mai mult, temperaturile ridicate pot crește nivelurile de poluare a aerului, inclusiv ozonul de la nivelul solului; lucrătorii în aer liber au o expunere mai îndelungată la astfel de poluanți atmosferici, care sunt legați de efectele cronice asupra sănătății, cum ar fi bolile respiratorii și reacțiile alergice (Moda și Minhas, 2019). În special în mediile urbane industrializate s-a constatat un risc crescut de leziuni traumatice legate de expunerea crescută la căldură, cu estimări crescute ale efectului pentru bărbați cu vârste sub 25 de ani (Spector et al., 2019).

· Lucrătorii din interiori și semi-interiori pot fi, de asemenea, afectați de temperaturile și umiditatea crescute în exterior, de operațiunile industriale specifice, de sistemele de construcții și de cerințele de lucru (Kiefer et al., 2016). Expunerile ridicate la căldură devin critice în mediile interioare cu ventilație slabă și fără sisteme de răcire și în fabrici cu procese de generare a căldurii; în această categorie intra, în special, cei care lucrează în hale industriale sau în activități industriale unde expunerea la temperaturi ridicate este mare. De exemplu, s-a constatat că măsurătorile indicelui de căldură au fost mai mari într-o fabrică de biscuiți și o cantină decât în șantierele de construcții și agricole (Lundgren et al., 2014).

Ambele tipuri de medii de muncă (exterior și interior/semi-interior, îmbrăcămintea necorespunzătoare (din motive de protecție a muncii sau din motive culturale) agravează și mai mult efectele negative legate de căldura extremă (Kiefer et al., 2016; Casanueva et al., 2020).

Situația este oarecum similară expunerii lucrătorilor la **temperaturile scăzute și valuri de frig**. Atât în interior cât și în exterior aceștia trebuie să beneficieze de condiții favorabile de lucru (echipament corespunzător, sisteme de încălzire, lichide calde) pentru a-și desfășura activitatea în condiții optime.

Expunerea lucrătorilor la temperaturi extreme, pe lângă impactul negativ asupra sănătății, poate conduce și la scăderea randamentului și a productivității muncii.

**Precipitațiile abundente** care pot provoca inundații reprezintă un risc crescut pentru angajații din infrastructură care lucrează cu echipamente grele, cum ar fi excavatoare și barje (Pedersen et al., 2021). De asemenea, angajații din servicii legate de alimentarea cu apă și de canalizare pot fi deosebit de solicitați în situațiile de evenimente climatice extreme (precipitații extreme sau inundații) prin acțiuni de desfășurare a rețelelor de canalizare, vidanjări, înlocuiri/reparații instalații etc. Aceste acțiuni pot avea un potențial de risc ridicat în condițiile acțiunilor de intervenție de urgență în cazul unor situații extreme legate de precipitații abundente, cum ar fi în caz de inundații.

Ca și în cazul precipitațiilor abundente generatoare de inundații, în cazul vântului puternic, evenimentele meteorologice extreme asociate cum ar fi furtunile sau fulgerele cresc expunerea lucrătorilor în aer liber, cum ar fi cei implicați în salvare și curățare. Aceste evenimente meteorologice extreme pot provoca, de asemenea, daune infrastructurii (liniilor electrice, drumurilor și transportului) și clădirilor. Lucrătorii ar putea fi puși în circumstanțe noi sau

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



necunoscute, ducând la un risc ridicat de leziuni traumatiche, boli și stres mental (Sim, 2011). Unii lucrători pot prezenta un risc crescut de violență dacă mobilitatea, electricitatea, comunicarea, hrana și adăpostul sunt compromise. Aceste evenimente pot duce la un risc crescut de leziuni traumatiche (Kiefer et al., 2016).

În cazul *insulei de căldură*, impactul asupra sănătății umane este determinat de expunerea la temperaturi crescute și poate fi problematic în special în timpul valurilor de căldură. În general, efectele acestora sunt resimțite cel mai mult în cazul lucrătorilor în aer liber. Reacțiile fiziologice care au loc sunt legate de creșterea frecvenței cardiace, creșterea temperaturii corpului, transpirație crescută, fluctuația fluxului sanguin către piele din organele centrale și deshidratare (Mavrogianni et al., 2011). Insula de căldură urbană este și un fenomen nocturn, rezultând în creșterea temperaturii pe timp de noapte datorită eliberării de căldură, ceea ce accentuează disconfortul (Moda și Minhas, 2019). Lucrătorii (în aer liber) din centrul orașelor sunt cei mai afectați.

Fiecare oraș va avea anumite grupuri în cadrul populației sale pentru care chiar și impacturile directe sau indirecte relativ „minore” ale schimbărilor climatice vor fi deosebit de problematice - deoarece sunt foarte de vulnerabile la orice stres adăugat. Acestea includ grupuri care se confruntă deja cu probleme grave de sănătate (ex. HIV/SIDA și/sau TBC, cei cu dizabilități fizice grave, orfani și gospodării cu copii și cei fără locuințe, muncitori în construcții). Vulnerabilitatea acestora este de obicei legată atât de niveluri mai ridicate de risc, cât și de capacitatea de adaptare foarte limitată (Satterthwaite et al., 2007).

Pentru a evita consecințele nefaste asupra diverselor categorii de lucrători, elaborarea strategiilor de adaptare la schimbările climatice ar trebui să examineze interacțiunile dintre schimbările climatice și lucrători, să identifice populațiile vulnerabile de lucrători, să dezvolte instrumente de comunicare a riscurilor care să se regasească în planurile de adaptare eficiente și personalizate în funcție de profilul de risc al fiecărei categorii de lucrători în parte.

Conform unor evaluări ale unui studiu coordonat de Departamentul Economic și Social al Organizației Națiunilor Unite (UN 2014), gradul de urbanizare al României a ajuns la 54,4% în 2014. Potrivit proiecțiilor realizate în același studiu, în 2030, 58,7% din populația țării va locui în orașe, iar până în 2050, procentul va ajunge la 66,8%. Populația urbană în România va crește, până în 2050, cu aproape 10% față de nivelul ei din 2010 (UN 2014). Tendințele evoluției populației urbane la nivelul României sunt ilustrate în figura 7.2.8.1.

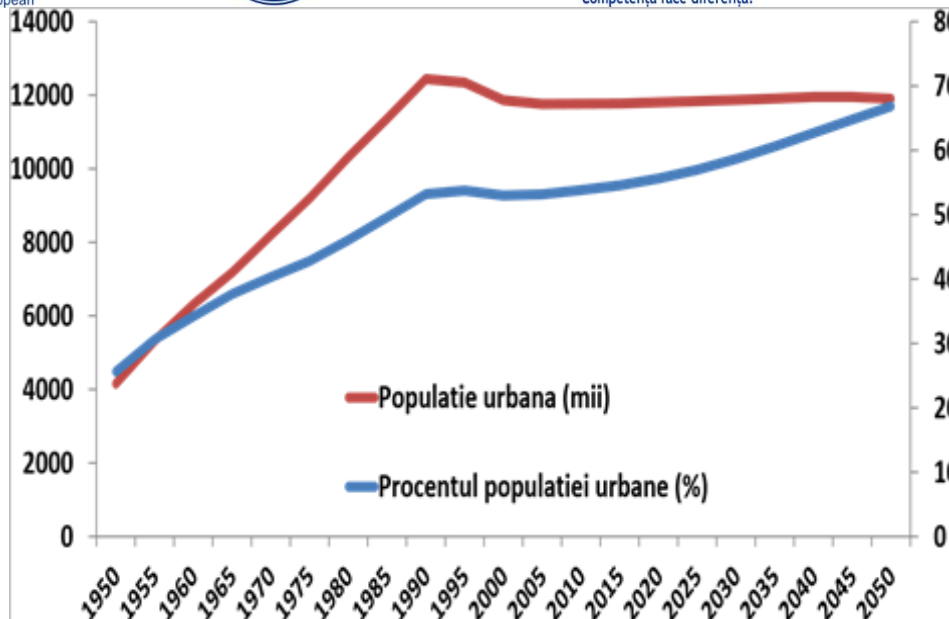


Figura 7.2.8.1 . Tendințele populației urbane la nivelul României (UN 2011).

### 7.2.9. Populație (Calitatea aerului)

În viitor sunt așteptate schimbări demografice în: (1) distribuția vârstelor; (2) mărimea și dinamica creșterii populației; (3) mobilitatea și migrația; (4) urbanizarea populației. Procentul vârstnicilor în Europa este așteptat să crească de la 17,1% la 30% în 2060, în timp ce procentul persoanelor în vârstă de peste 80 de ani se va tripla până în 2060 (EEA 2012). Toate aceste modificări vor avea impact asupra forței de muncă ce ar putea să se diminueze, în toate regiunile de dezvoltare ale României, dar cu precădere în mediul rural.

## ANEXE A.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*







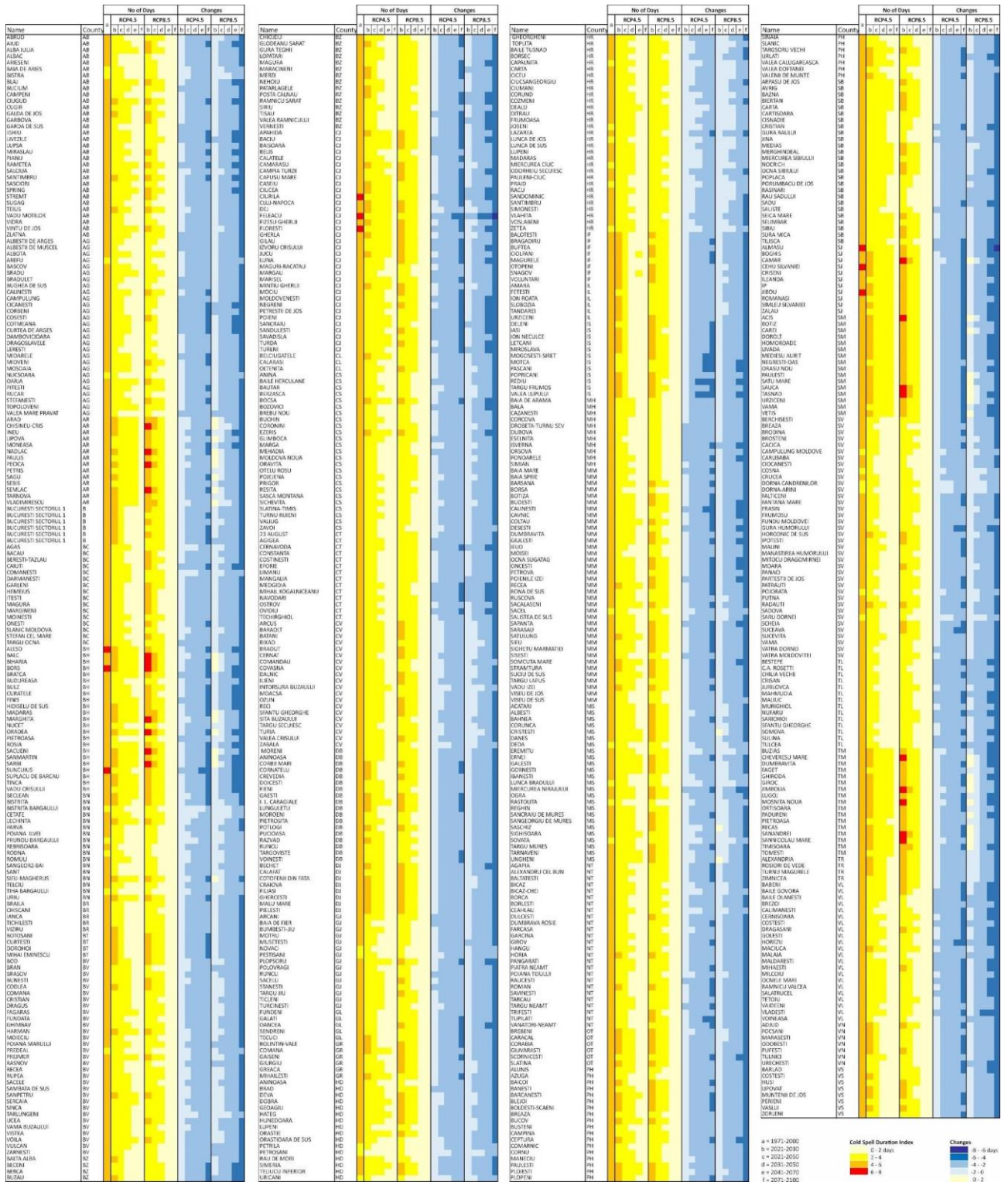


Figura. 2.4.3 CSDI - Indicele de durată a valurilor de frig

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



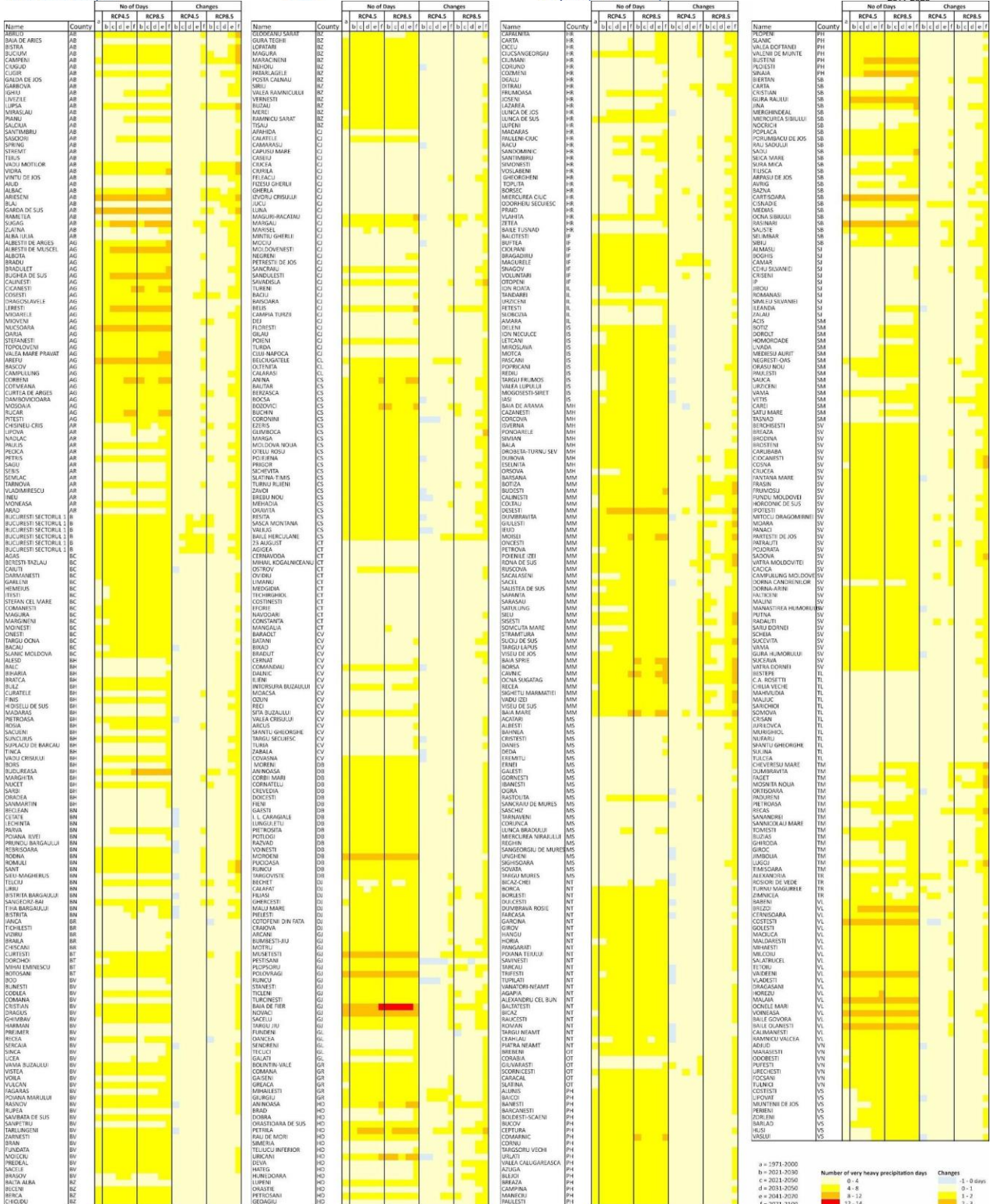


Figura 2.4.4 R20mm - Zile cu precipitații foarte abundente

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Figura 2.4.5 WSDI - Indicele de durată a valurilor de căldură

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!







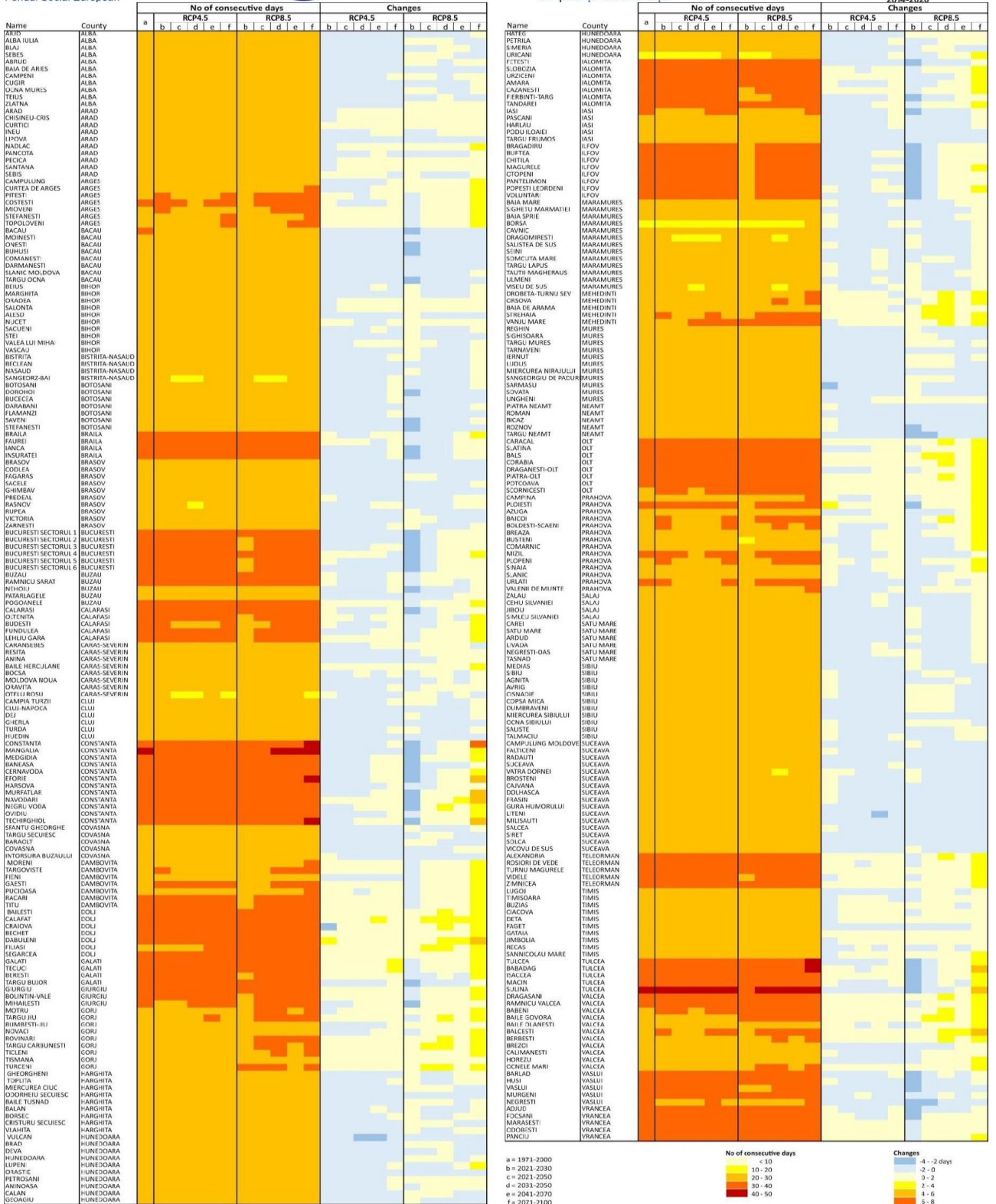


Figura 2.7.3. CDD - Media multianuală a numărului de zile secetoase consecutive

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!













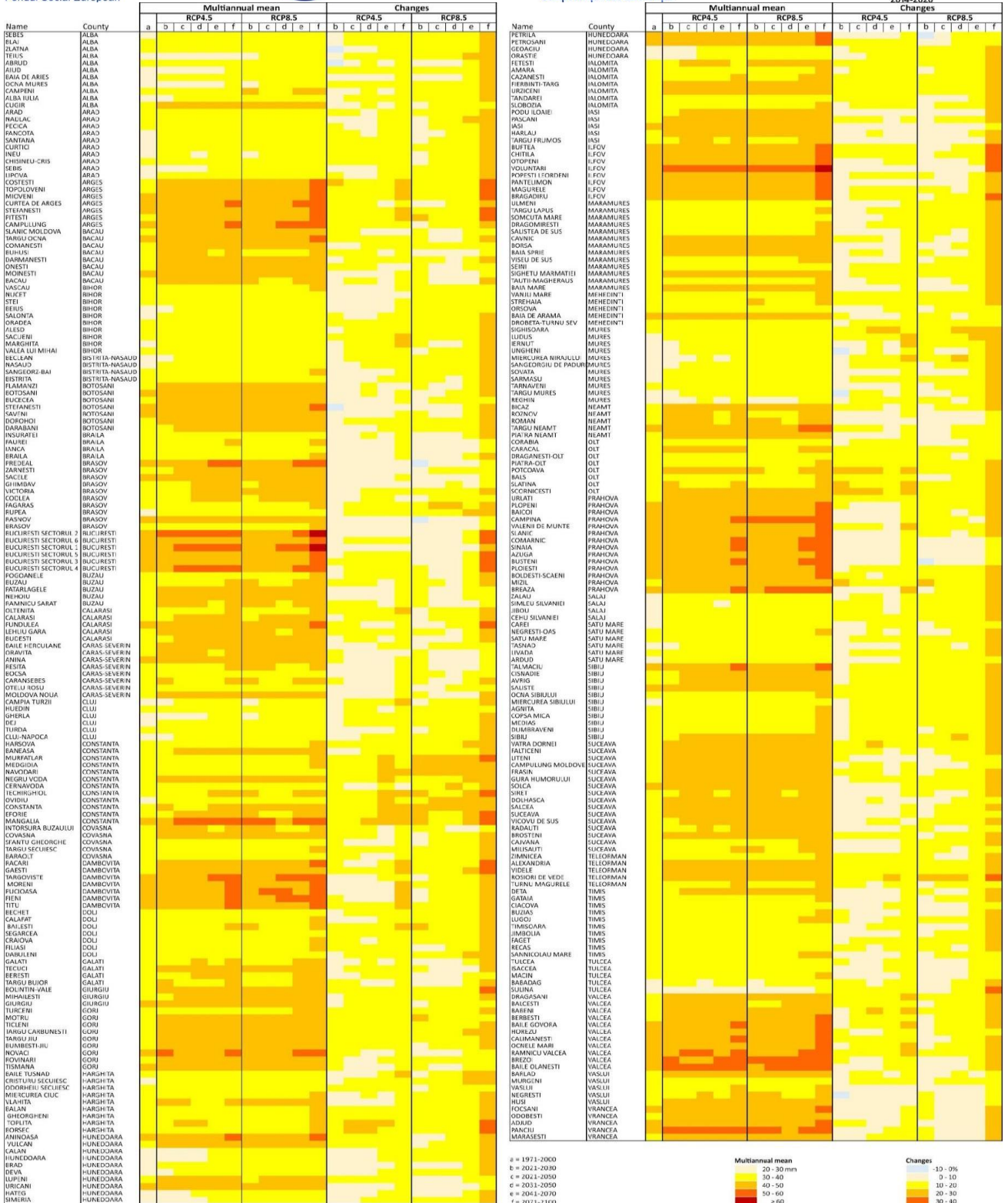


Figura 2.7.7. Rx1day - Cantitatea maximă de precipitații înregistrată în 24 de ore

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





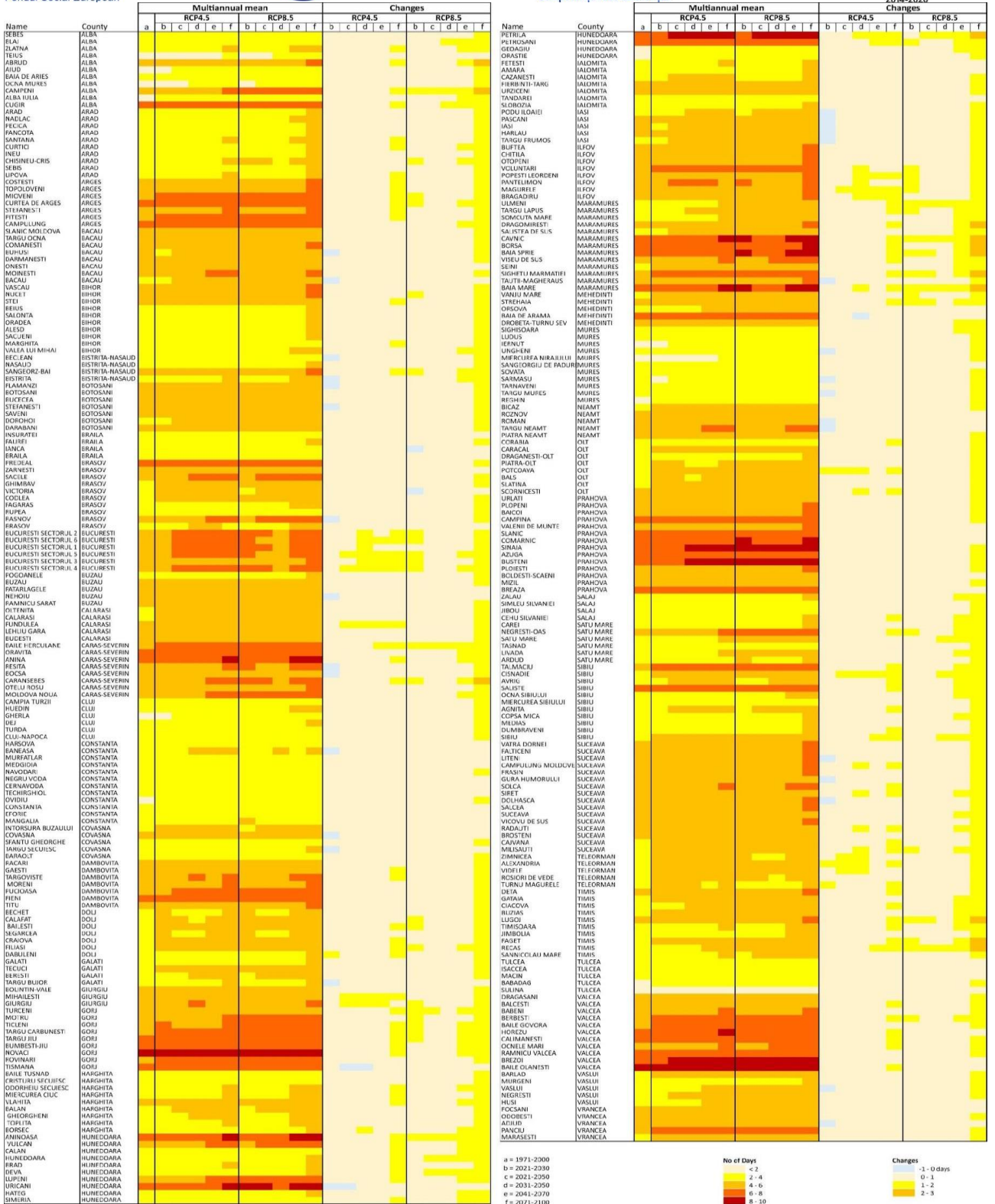
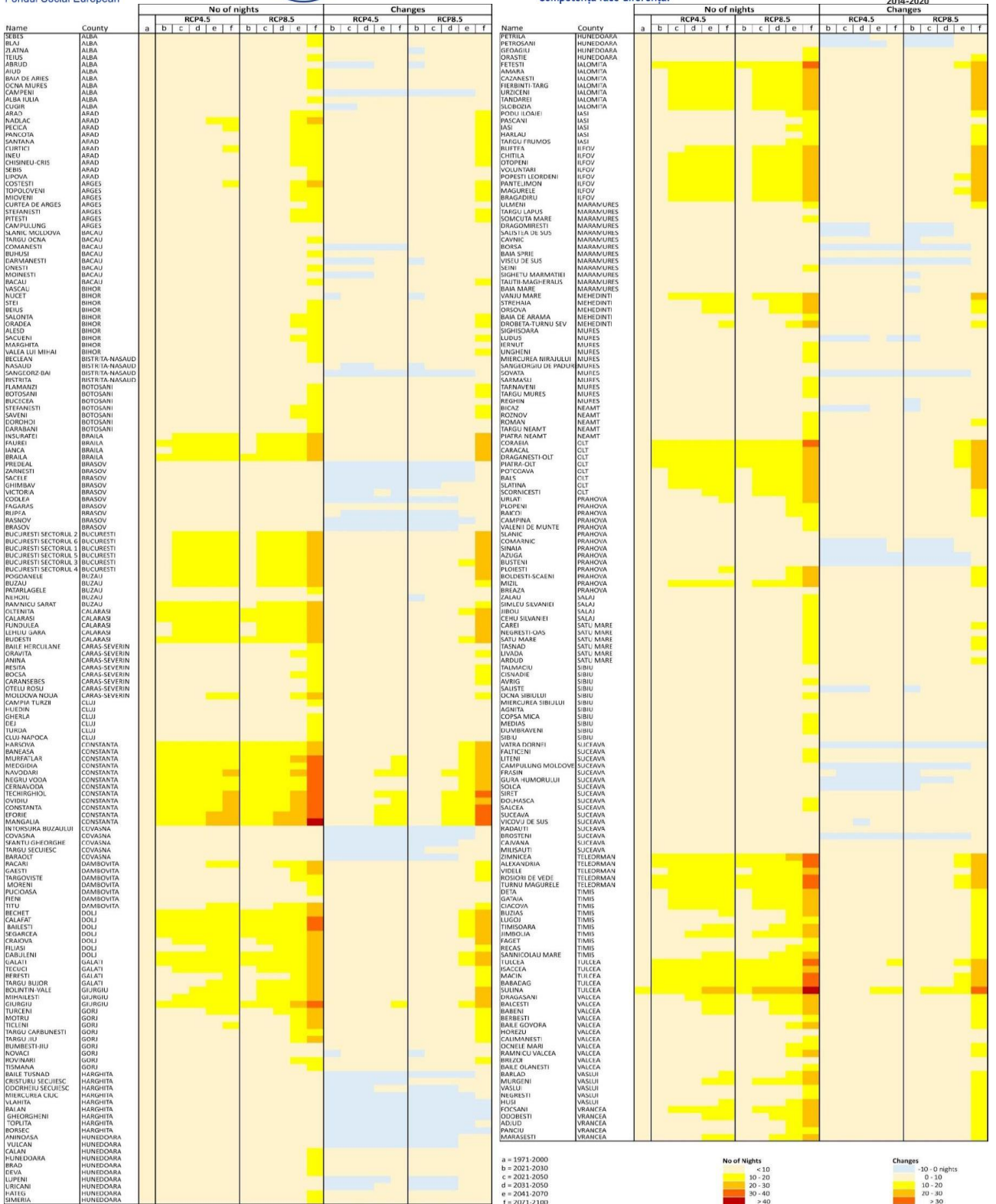


Figura 2.7.8. R20mm - Zile cu precipitații foarte abundente

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!







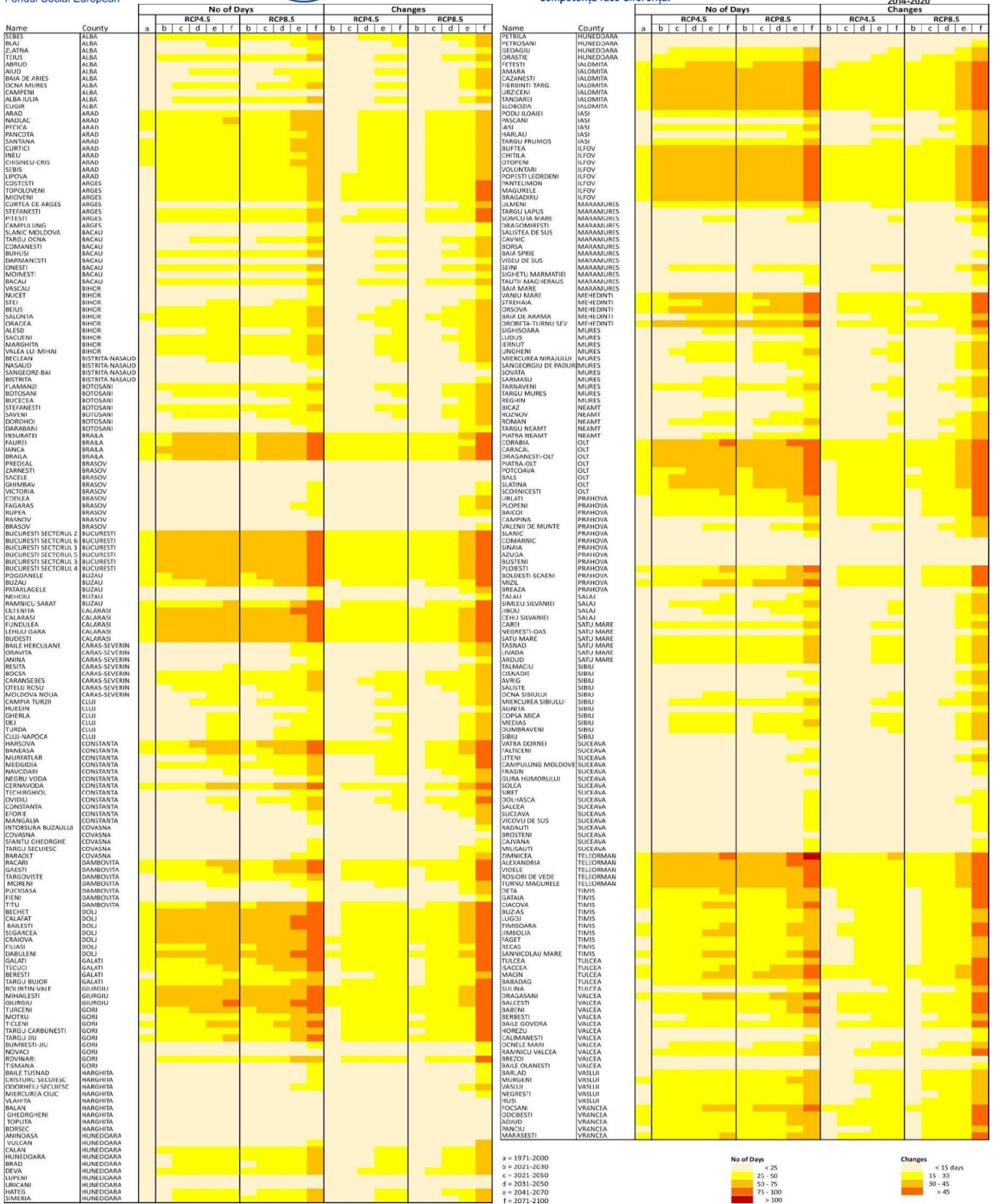


Figura 2.7.10. Txge30 - Zile tropicale (Număr de zile cu Tmin>30°C)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



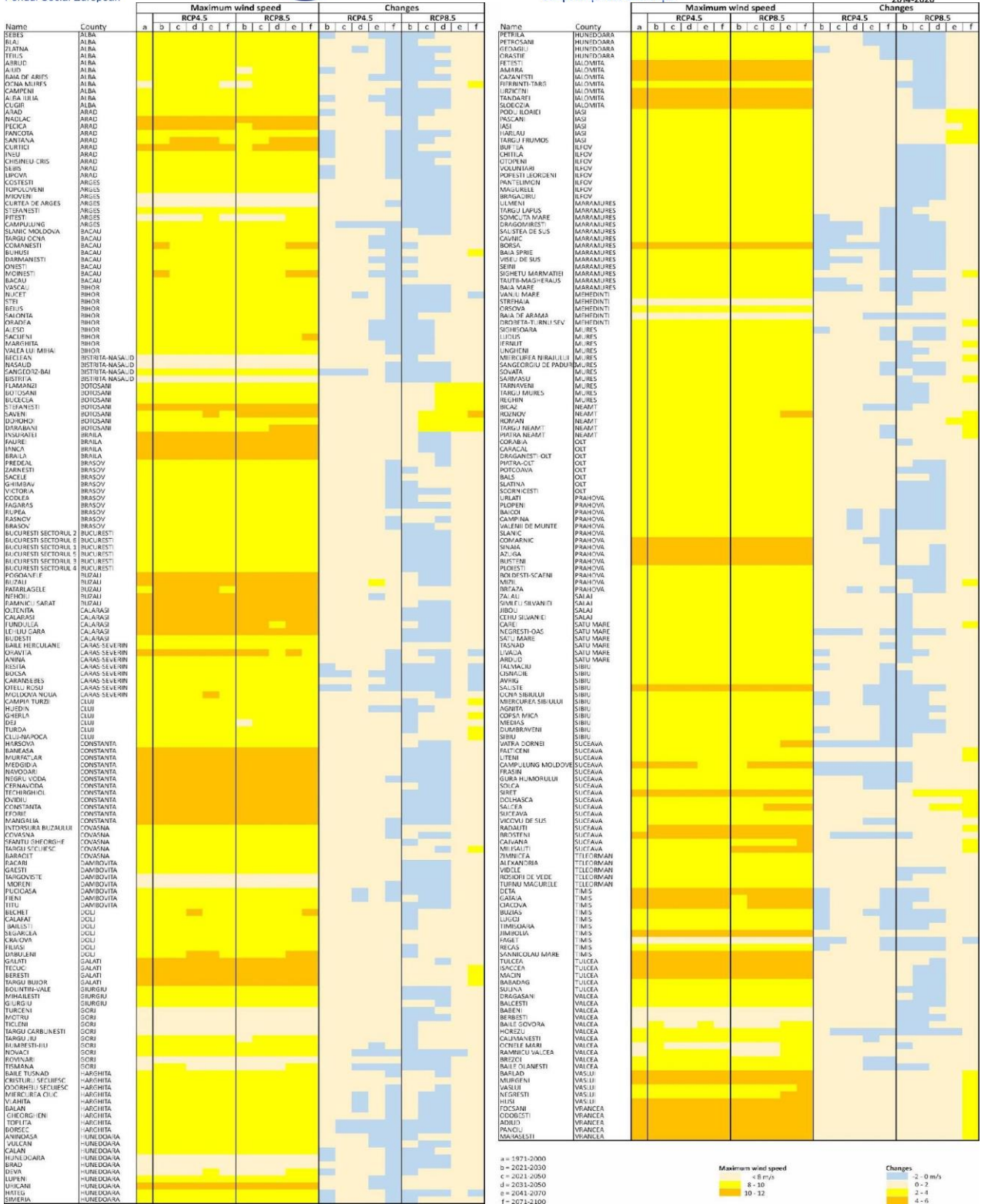


Figura 2.7.11. Wmax - Viteza maximă a vântului (Viteza maximă anuală a vântului - m/s)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





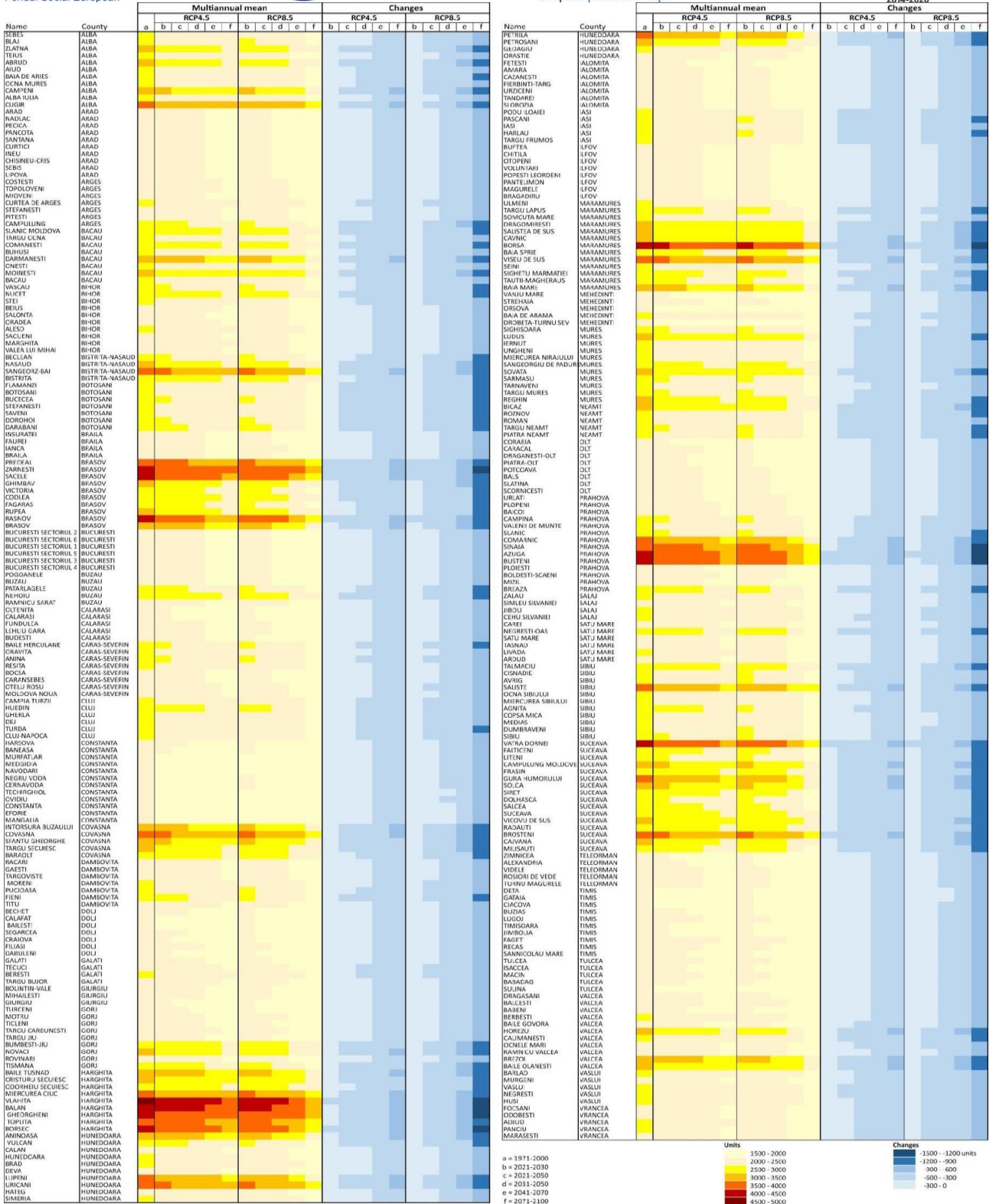
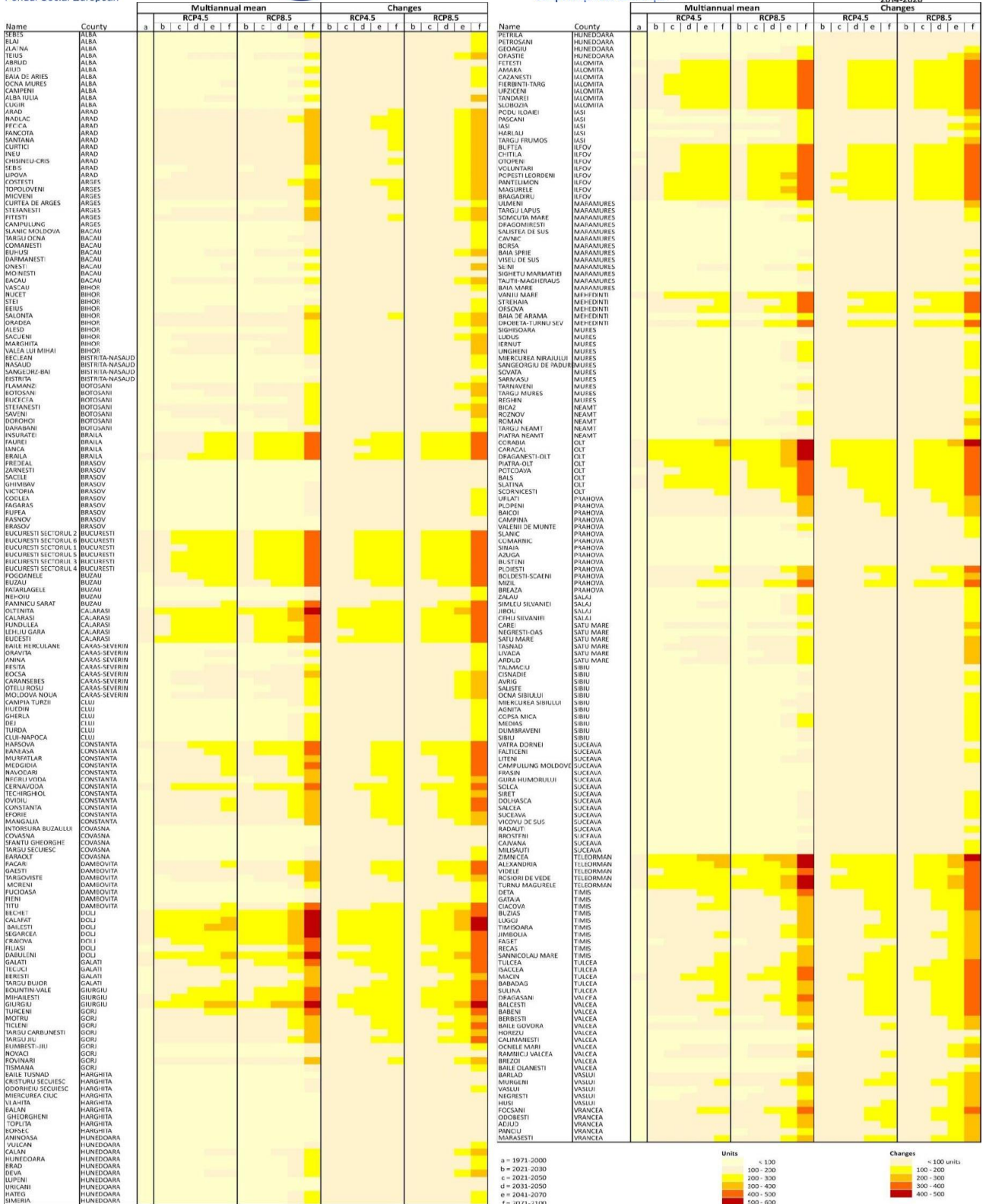


Figura 2.7.12. HDDheatin - Grade zile de încălzire (Heating degree-days)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!







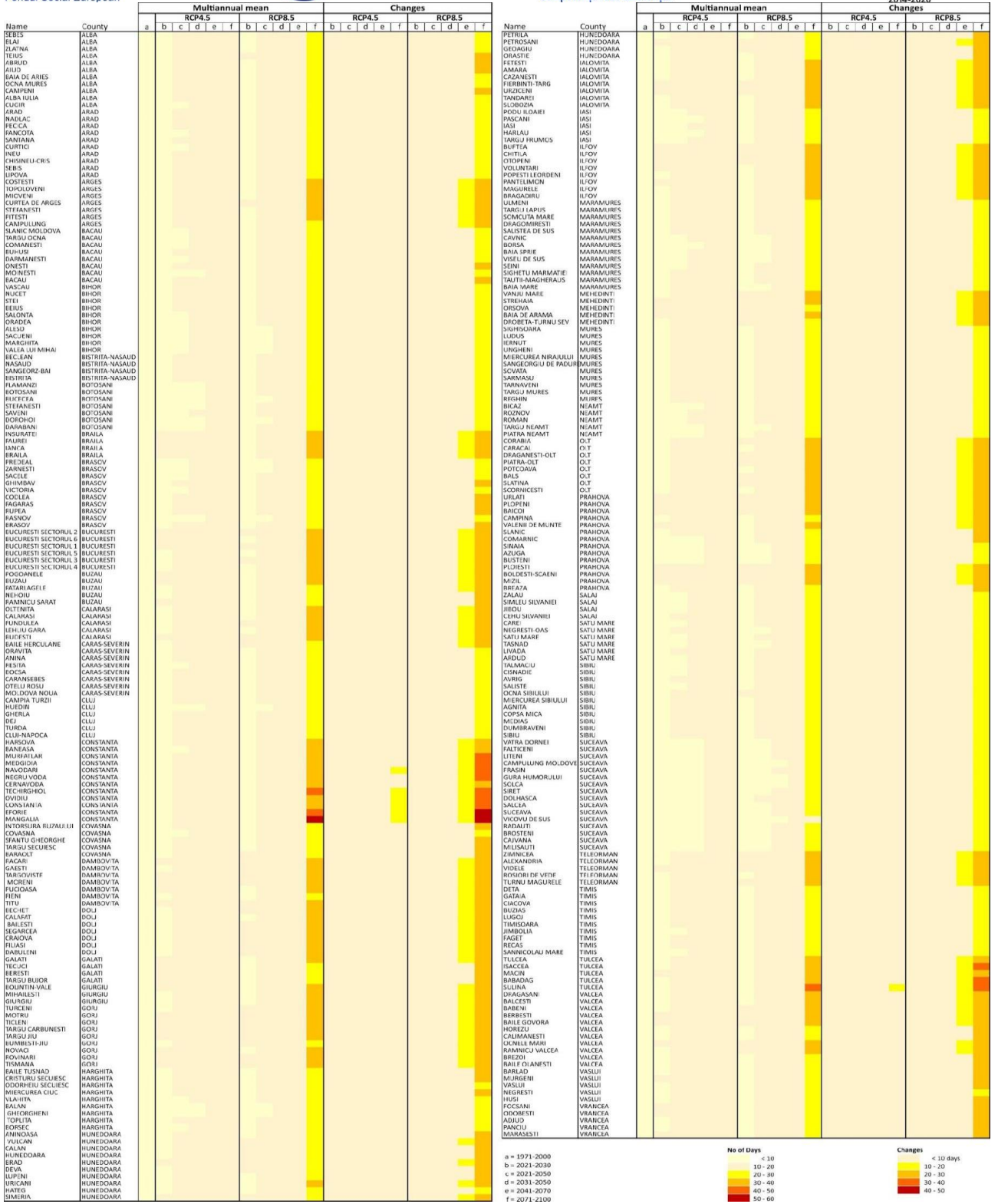


Figura 2.7.14. HWD (EHF) - Durata valorilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



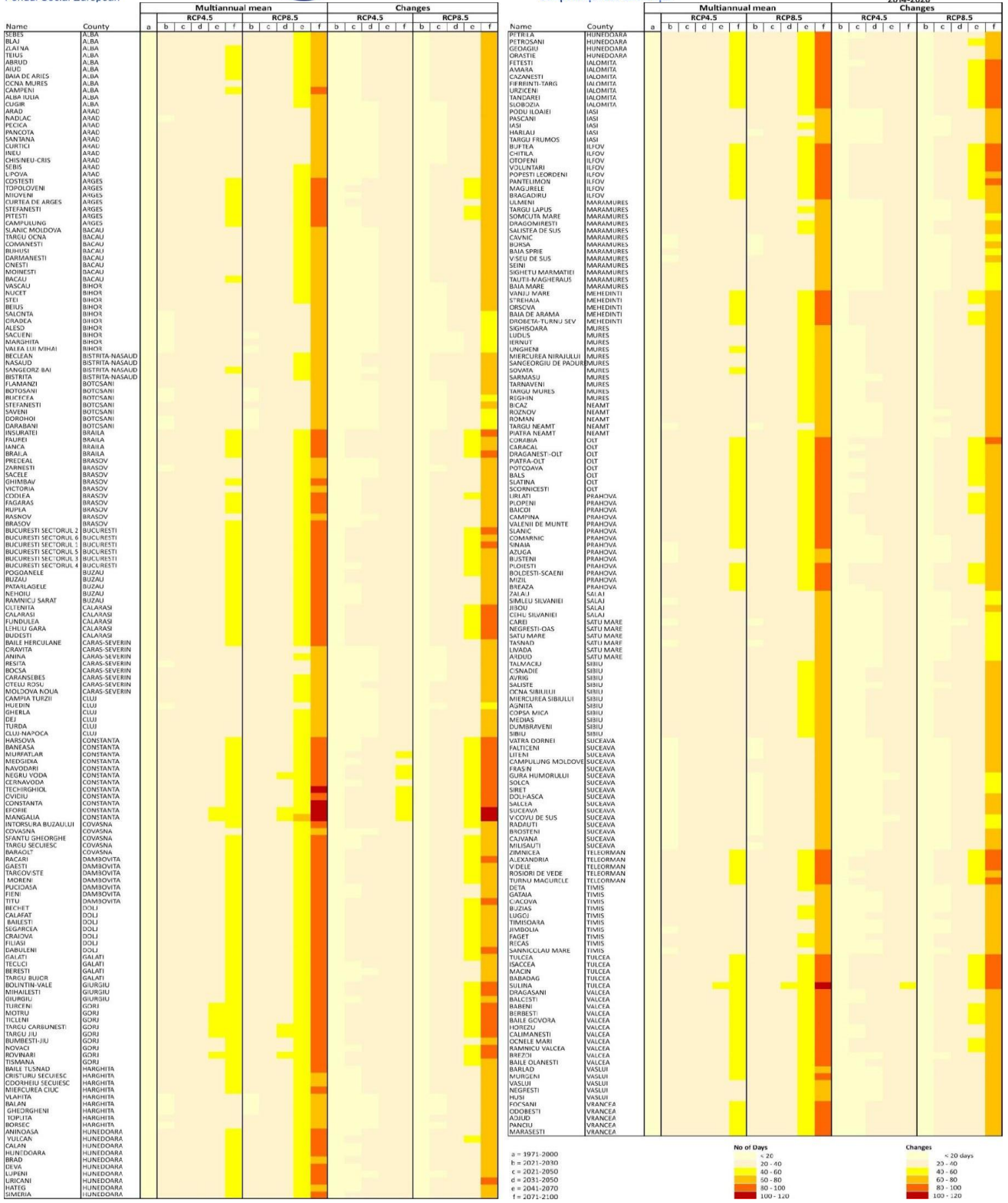


Figura 2.7.15. HWF (EHF) - Frecvența valorilor de căldură pe baza factorului de exces de căldură

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



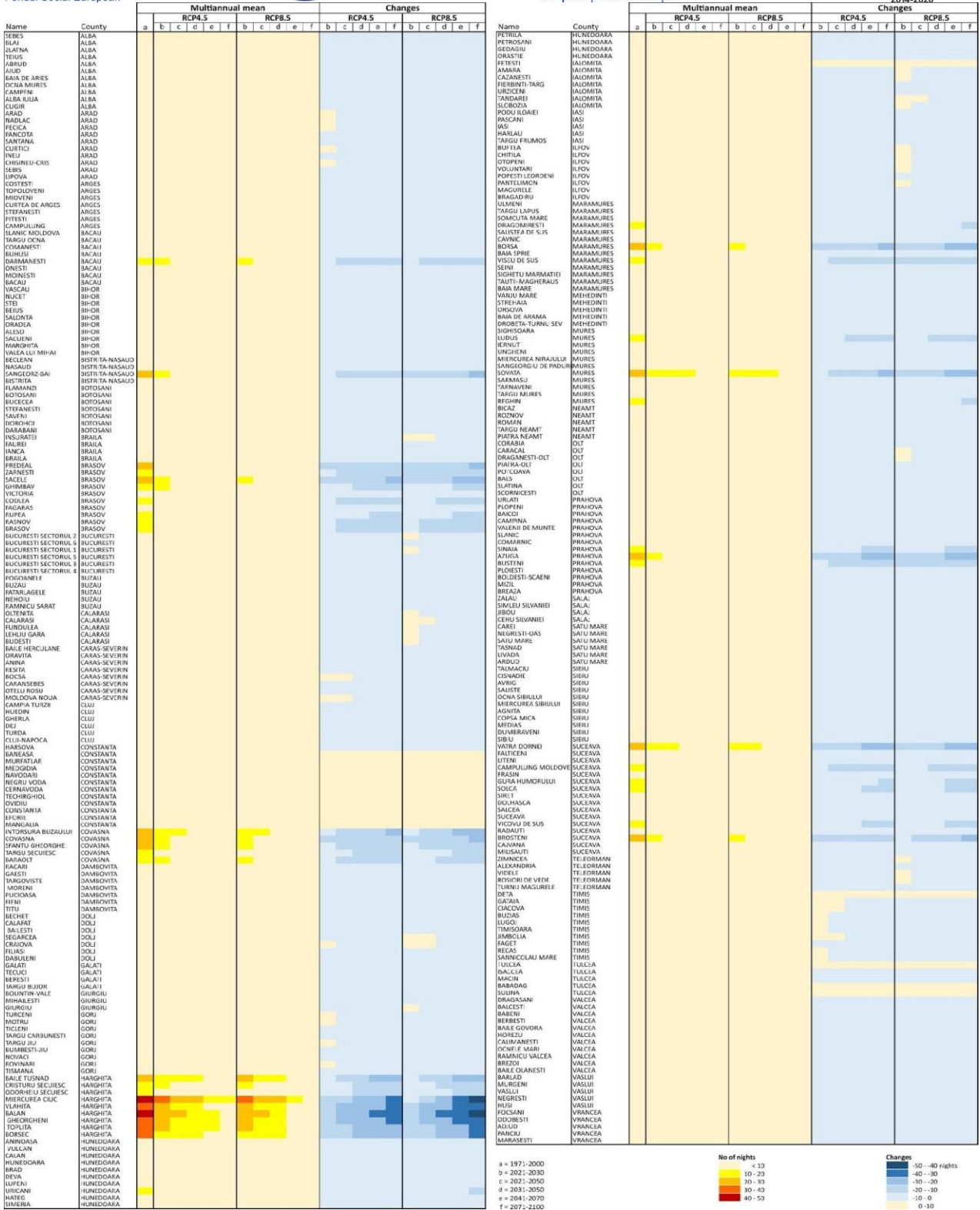


Figura 2.7.16. Tn10 - Nopti geroase (numar de zile cu Tmin < -10°C)

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





### ANEXA 3

Nr. Crt.	Fenomen climatic de risc asupra sectorului	Măsuri de adaptare și reziliență în conformitate cu Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național		Măsuri de adaptare și reziliență corespondente unor documente în vigoare	Document de bază / Sursă
		Tip / Cod măsură	Descriere măsură		
1.	<i>Inundații</i>	M31-RO14	reducerea locală a scurgerii pe versant prin lucrări terasiere sau utilizarea unor „bariere” ale scurgerii de suprafață (dâmburi / valuri de pământ / construcții din lemn de mici dimensiuni sau din piatră, garduri vii / gârdulețe)	<i>controlul scurgerii apei și eroziunii solului pe terenurile cu o anumită declivitate prin programe de combatere a eroziunii solului</i>	<i>Planul Național de Adaptare privind Schimbările Climatice</i>
2.		M31-RO15	ameliorarea terenurilor afectate de eroziune de suprafață și / sau în adâncime prin împădurire – necesită lucrări ajutoare de stabilizare a terenului (de tip terasare, bariere erozionale, etc)		
3.		M33-RO32	consolidarea albiilor torențiale cu lucrări hidrotehnice de mici dimensiuni (până în 5m elevație)	<i>stabilizarea organismelor torențiale</i>	
4.		M31-RO17	remeandrarea cursului de apă, restaurarea cursurilor de apă și a luncii inundabile (incluzând reimpădurirea malurilor cursului de apă pentru reducerea fenomenul erozional)	<i>restaurarea ecologică a cursurilor de apă</i>	
5.		M31-RO13	reducerea scurgerii pe versant prin perdele forestiere antierozionale (sisteme agrosilvice)	<i>stabilirea unor perdele forestiere de protecție în zonele agricole, forestiere și naturale</i>	
6.		M34-RO37	îmbunătățirea / reabilitarea sistemelor de canalizare, sistemelor de desecare și drenaj, stații pompare (incl. îmbunătățirea drenajului infrastructurilor liniare: drumuri, căi ferate, după caz)	<i>programe de control a scurgerii apei în zonele urbane prin intermediul unor rezervoare temporare și a rețelei de canalizare</i>	
7.		M41-RO45	îmbunătățirea capacităților de monitorizare și detecție a fenomenelor hidrologice periculoase (scurgeri importante pe versanți, torenți pâraie, viituri rapide în bazine hidrografice mici, creșteri rapide de niveluri etc. și în zonele urbane)		
8.		M34-RO40	implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)		

Tabelul 6.1. Măsuri de adaptare și reziliență în conformitate cu Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național, redate pe baza Planului Național de Adaptare privind Schimbările Climatice

Nr. Crt.	Fenomen climatic de risc asupra sectorului	Măsuri de adaptare și reziliență în conformitate cu Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național		Măsuri de adaptare și reziliență corespondente unor documente în vigoare	Document de bază / Sursă
		Tip / Cod măsură	Descriere măsură		
1.		M33-RO33	lucrări de îndiguire (în zona localităților) sau construirea unei a doua linii de apărare	<i>lucrări de protecție împotriva inundațiilor la nivel local destinate protecției unor localități și structuri socio-economice</i>	<i>Strategia Națională privind Schimbările Climatice 2013 – 2020</i>
2.		M31-RO18	lucrări de barare (construcții din lemn, praguri din busteni, structuri din materiale vegetale)		
3.		M33-RO29	lucrări de regularizare locală a albiei (incl. masuri de stabilizare a albiei)		
4.		M33-RO34	supraînălțarea lucrărilor de îndiguire existente		

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





5.	M33-RO35	reabilitare diguri în vederea exploatarei în condiții de siguranță	
6.	M34-RO37	îmbunătățirea / reabilitarea sistemelor de canalizare, sistemelor de desecare și drenaj, stații pompare (incl. îmbunătățirea drenajului infrastructurilor liniare: drumuri, căi ferate, după caz)	
7.	M34-RO40	implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)	
8.	M32-RO21	realizarea de noi acumulări permanente sau nepermanente (frontale)	
9.	M32-RO22	realizarea de noi acumulări laterale (poldere)	
10.	M32-RO23	supraînălțarea barajelor în vederea creșterii capacității de retenție / atenuare	
11.	M32-RO25	mărirea capacității de tranzitare a albiei prin redimensionarea podurilor	
12.	M31-RO10	menținerea sau creșterea proporției de suprafață împădurită în bazinele superioare ale cursurilor de apă (nu numai APSFR)	<i>încetinirea și diminuarea inundațiilor pe măsură ce se produc</i>
13.	M31-RO12	managementul pădurilor în lunca inundabilă și în zona ripariană, inclusiv perdele protecție diguri	
14.	M31-RO13	reducerea scurgerii pe versant prin perdele forestiere antierozionale (sisteme agrosilvice)	
15.	M31-RO17	remeandrarea cursului de apă, restaurarea cursurilor de apă și a luncii inundabile (incl. reîmpădurirea malurilor cursului de apă pentru reducerea fenomenului erozional)	
16.	M31-RO18	lucrări de barare (construcții din lemn, praguri din bușteni, structuri din materiale vegetale)	
17.	M31-RO19	zone de retenție naturală a apei (realizate prin amplasarea pragurilor din materiale locale sau prin deversarea unui mal cu o cotă mai joasă, cu scopul acumulării temporare a apei în lunca inundabilă)	
18.	M33-RO33	lucrări de îndiguire (în zona localităților) sau construirea unei a doua linii de apărare	<i>supraînălțarea digurilor existente sau construirea de noi diguri</i>
19.	M33-RO34	supraînălțarea lucrărilor de îndiguire existente	
20.	M43	măsuri de îmbunătățire a gradului de conștientizare a publicului în ceea ce privește gradul de pregătire împotriva inundațiilor, de creștere a percepției privind riscurile de inundații și a strategiilor de autoprotecție în rândul populației, al agenților sociali și economici)	<i>creșterea gradului de conștientizare privind riscul de inundații în rândul populației expuse, măsuri adecvate înainte și după producerea acestora</i>
21.	M44	măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse- pregătirea resurselor umane, materiale în situații de urgență și stimularea voluntariatului și măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse – sistem asigurari)	<i>încheierea de contracte de asigurare</i>
22.	M44	măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse- pregătirea resurselor umane, materiale în situații de urgență și stimularea voluntariatului și măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse – sistem asigurari)	<i>îmbunătățirea capacității de răspuns a autorităților administrației publice locale cu atribuții în managementul situațiilor de urgență generate de inundații, accidente la construcții hidrotehnice și poluări accidentale</i>

Tabelul 6.2. Măsuri de adaptare și reziliență în conformitate cu Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național, redactate pe baza Strategiei Naționale privind Schimbările Climatice 2013 – 2020

Nr. Crt.	Fenomen climatic de risc asupra sectorului	Măsuri de adaptare și reziliență în conformitate cu Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național	
		Tip / Cod măsură	Descriere măsură
1.	<i>Inundații</i>	M31-RO14	reducerea locală a scurgerii pe versant prin lucrări terasiere sau utilizarea unor „bariere” ale scurgerii de suprafață (dâmburi / valuri de pământ / construcții din lemn de mici dimensiuni sau din piatră, garduri vii / gârdulețe)
2.		M31-RO15	ameliorarea terenurilor afectate de eroziune de suprafață și / sau în adâncime prin împădurire – necesită lucrări ajutoare de stabilizare a terenului (de tip terasare, bariere erozionale, etc)
3.		M33-RO32	consolidarea albiilor torențiale cu lucrări hidrotehnice de mici dimensiuni (până în 5m elevație)
4.		M31-RO17	remeandrea cursului de apă, restaurarea cursurilor de apă și a luncii inundabile (incluzând reimpădurirea malurilor cursului de apă pentru reducerea fenomenul erozional)
5.		M31-RO13	reducerea scurgerii pe versant prin perdele forestiere antierozionale (sisteme agrosilvice)
6.		M34-RO37	îmbunătățirea / reabilitarea sistemelor de canalizare, sistemelor de desecare și drenaj, stații pompare (incl. îmbunătățirea drenajului infrastructurilor liniare: drumuri, căi ferate, după caz)
7.		M41-RO45	îmbunătățirea capacităților de monitorizare și detecție a fenomenelor hidrologice periculoase (scurgeri importante pe versanți, torenți păraie, viituri rapide în bazine hidrografice mici, creșteri rapide de niveluri etc. și în zonele urbane)
8.		M34-RO40	implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)
9.		M33-RO33	lucrări de îndiguire (în zona localităților) sau construirea unei a doua linii de apărare
10.		M31-RO18	lucrări de barare (construcții din lemn, praguri din busteni, structuri din materiale vegetale)
11.		M33-RO29	lucrări de regularizare locala a albiei (incl. masuri de stabilizare a albiei)
12.		M33-RO34	suprainălțarea lucrărilor de îndiguire existente
13.		M33-RO35	reabilitare diguri în vederea exploatarii în condiții de siguranță
14.		M34-RO40	implementarea sistemelor durabile de drenaj (SuDS)
15.		M32-RO21	realizarea de noi acumulări permanente sau nepermanente (frontale)
16.		M32-RO22	realizarea de noi acumulări laterale (poldere)
17.		M32-RO23	suprainălțarea barajelor în vederea creșterii capacității de retenție / atenuare
18.		M32-RO25	mărirea capacității de tranzitare a albiei prin redimensionarea podurilor
19.		M31-RO10	menținerea sau creșterea proporției de suprafață împădurită în bazinele superioare ale cursurilor de apă (nu numai APSFR)
20.		M31-RO12	managementul pădurilor în lunca inundabilă și în zona ripariană, inclusiv perdele protecție diguri
21.		M31-RO19	zone de retenție naturala a apei (realizate prin amplasarea pragurilor din materiale locale sau prin deversarea unui mal cu o cotă mai joasă, cu scopul acumulării temporare a apei în lunca inundabilă)
22.		M43	măsuri de îmbunătățire a gradului de conștientizare a publicului în ceea ce privește gradul de pregătire împotriva inundațiilor, de creștere a percepției privind riscurile de inundații și a strategiilor de autoprotecție în rândul populației, al agenților sociali și economici)
23.		M44	măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse- pregătirea resurselor umane, materiale în situații de urgență și stimularea voluntariatului și măsuri de îmbunătățire a pregătirii în vederea gestionării evenimentelor de inundații, în vederea reducerii consecințelor adverse – sistem asigurari)

Tabelul 6.3. Măsuri de adaptare și reziliență rezultate prin asocierea documentelor de bază menționate anterior

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Nr. Crt	Fenomen climatic de risc asupra sectorului	Măsuri de adaptare și reziliență	Document de bază / Sursă	Măsură corespunzătoare în Catalogul de măsuri potențiale asociate P.M.R.I. la nivel național	
				Tip / Cod măsură	Tip măsură
1.	<b>Secetă</b>	servicii de monitorizare și avertizare privind scăderea debitelor/secetă la nivel național	<i>Strategia Națională pentru Schimbări Climatice 2013-2020</i>		Catalogul de măsuri potențiale la nivel național vizează doar managementul riscului la inundații.
2.		diminuarea scurgerilor în rețelele de distribuție a apei			
3.		măsuri de economisire și folosire eficientă a apei: irigații, industrie			
4.		cooperarea cu alte țări vizând schimbul de experiență în combaterea secetei			
5.		planuri de aprovizionare prioritară cu apă a populației și animalelor/ierarhizarea restricțiilor de folosire a apei în perioade deficitare			
6.		stabilirea de metodologii pentru pragurile de secetă și cartografierea secetei			
7.		mărirea capacității de stocare a apei			

Tabelul 6.4. Măsuri de adaptare și reziliență pentru riscul producerii secetelor pe baza Strategiei Naționale privind Schimbările Climatice 2013 – 2020

## ANEXE B. STUDII REALIZATE DE CĂTRE PARTENERII DIN PROIECT

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





## ANEXA B1. Studiul integrat realizat de Universitatea din București asupra impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra sectorului biodiversitate, studiu care include și analiza spațială pentru identificarea diferențierilor regionale ale posibilelor impacturi

### 1. Selectarea speciilor pentru care s-a realizat modelarea anvelopei climatice

Selectarea speciilor pentru care s-a realizat modelarea anvelopei climatice s-a realizat în urma consultării cu specialiștii în domeniul protecției mediului din cadrul Agenției Naționale pentru Aree Protejate din România. Criteriul principal fiind acela de a selecta specii și habitate de interes conservativ pentru care există date de prezență localizate geografic. De asemenea, s-a dorit selectarea unor specii care să fie distribuite în zone în care scenariile climatice prognozează modificări semnificative ale valorilor temperaturii și precipitațiilor.

Astfel au fost propuse doua tipuri de habitate si trei specii de plante, doua nevertebrate acvatice si unul terestru, șapte specii de micromamifere conform tabelului de mai jos. Pentru habitatul „Izvoare petrifiante cu formare de travertin (*Cratoneurion*)”, nu s-a realizat o modelarea a anvelopei climatice întrucât problema acestui tip de habitat este una complexă și ar implica o modelare hidrologică complexă și cunoașterea detaliată a particularităților hidrogeomorfologice locale pentru care nu avem datele și nici resursele necesare.

Tabelul 1. Speciile pentru care s-a realizat modelarea evoluției anvelopei climatice în funcție de scenariile climatice.

Plante	
	<i>Arnica montana</i>
	<i>Ligularia sibirica</i>
	<i>Lycopodium spp</i>
Nevertebrate	
	<i>Astacus astacus</i>
	<i>Austropotamobius torrentium</i>
	<i>Lucanus cervus</i>
Micromamifere	

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



	<i>Miniopterus schreibersii</i>
	<i>Myotis bechsteinii</i>
	<i>Myotis blythii</i>
	<i>Myotis emarginatus</i>
	<i>Myotis myotis</i>
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
	<i>Rhinolophus blasii</i>
Habitat	
	Turbarii active
	Izvoare petrifiante cu formare de travertin (Cratoneurion)

Modelarea s-a bazat pe setul standard de variabile bioclimatice BIO1 – BIO19, descrise în tabelul 1 din cadrul raportului 2.2.

Tabelul 2.

Variabilă	Semnificație
BIO1	Temperatura medie anuală
BIO2	Interval mediu diurn (Media lunară (temperatura maximă - temperatura min.))
BIO3	Izotermalitate (BIO2/BIO7) (×100)
BIO4	Sezonalitatea temperaturii (abatere standard ×100)
BIO5	Temperatura maximă a lunii cele mai calde
BIO6	Temperatura minimă a lunii cele mai reci
BIO7	Interval anual de temperatură (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura medie a celui mai umed trimestru
BIO9	Temperatura medie a celui mai uscat trimestru
BIO10	Temperatura medie a celui mai cald trimestru
BIO11	Temperatura medie a celui mai rece trimestru
BIO12	Precipitații anuale

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



BIO13	Precipitația lunii cele mai umede
BIO14	Precipitația celei mai uscate luni
BIO15	Sezonalitatea precipitațiilor (coeficient de variație)
BIO16	Precipitația celui mai umed trimestru
BIO17	Precipitația celui mai uscat trimestru
BIO18	Precipitația celui mai cald trimestru
BIO19	Precipitația celui mai rece trimestru

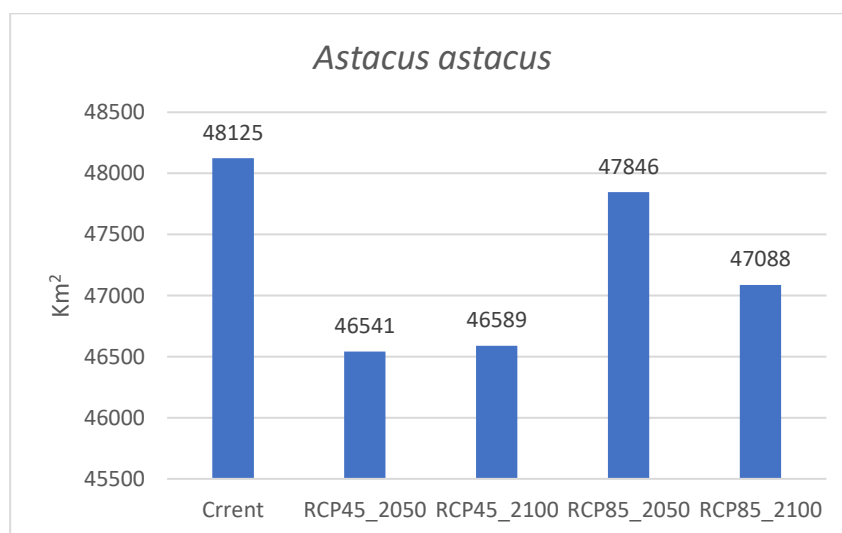
Modelarea nu a luat în considerare caracteristicile funcționale ale speciilor, interacțiunile cu alte specii și nici restricțiile geografice ale acestora. S-au folosit datele de prezență și parametrii bioclimatici, având ca scop modelarea anvelopei climatice viitoare, respectiv a condițiilor favorabile prezentei speciei sau habitatelor din punct de vedere al parametrilor bioclimatici în condițiile prognozate de scenariile climatice selectate pentru analiza.

## 2. Rezultatele modelării impactului modificărilor climatice asupra:

### 2.1 Speciilor și habitatelor

2.1.1. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de speciile analizate pentru cele 4 scenarii climatice

#### a) Specii de nevertebrate:



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Fig. 1. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Astacus astacus* pentru cele 4 scenarii climatice

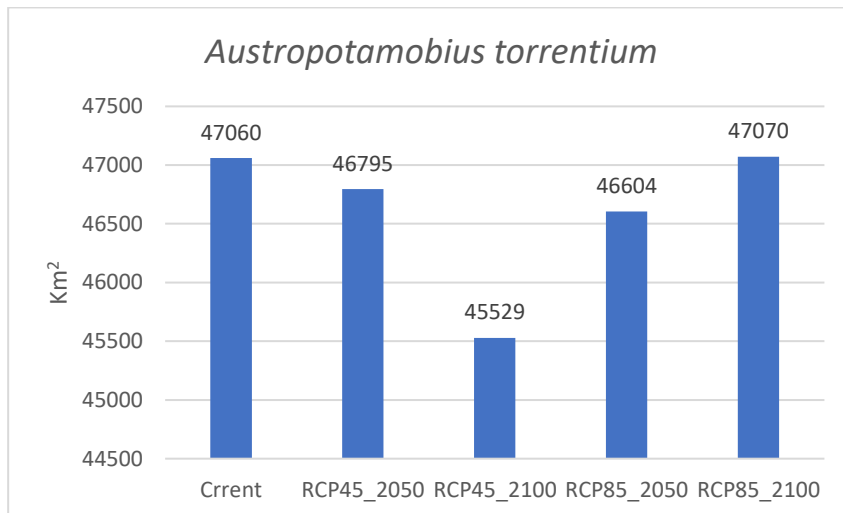


Fig. 2. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Austropotamobius torrentium* pentru cele 4 scenarii climatice

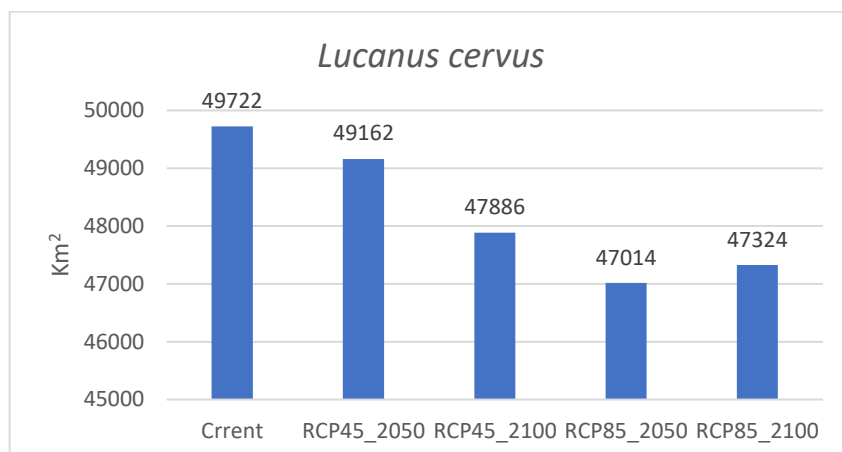


Fig. 3. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Lucanus cervus* pentru cele 4 scenarii climatice

**b) Specii de plante:**



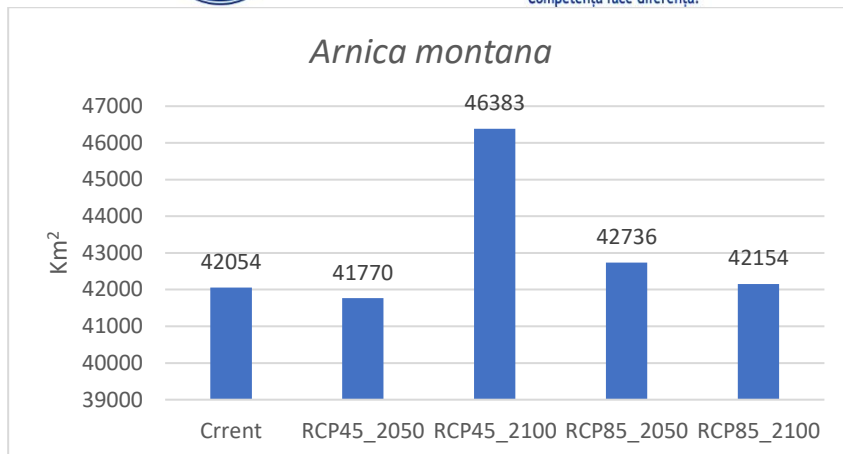


Fig. 4. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Arnica montana* pentru cele 4 scenarii climatice

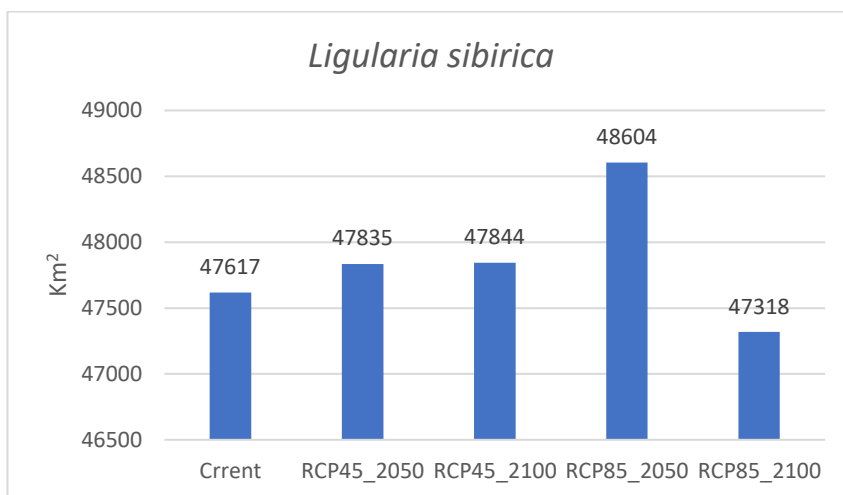


Fig. 5. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Ligularia sibirica* pentru cele 4 scenarii climatice

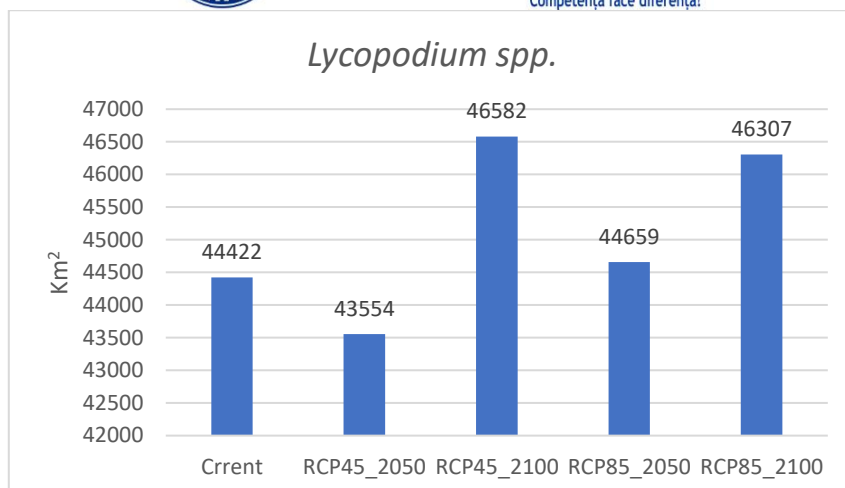
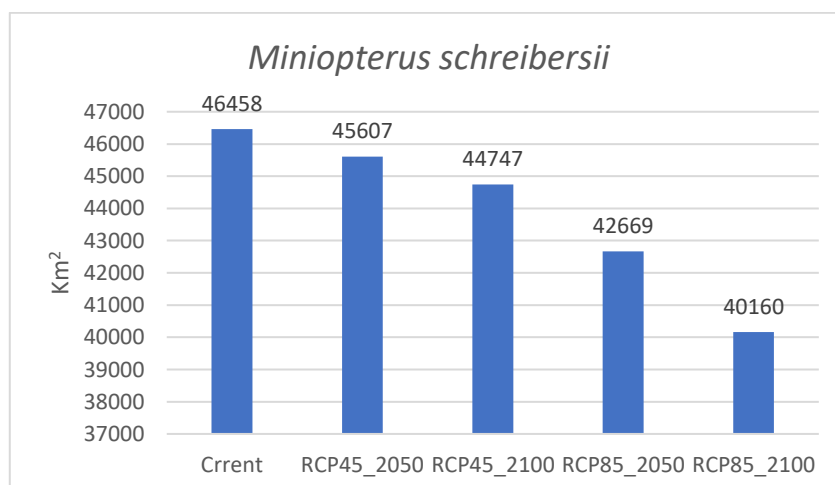


Fig. 6. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Lycopodium spp.* pentru cele 4 scenarii climatice

### c) Specii de: Micromamifere – Lilioci



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Fig. 7. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Miniopterus schreibersii* pentru cele 4 scenarii climatice

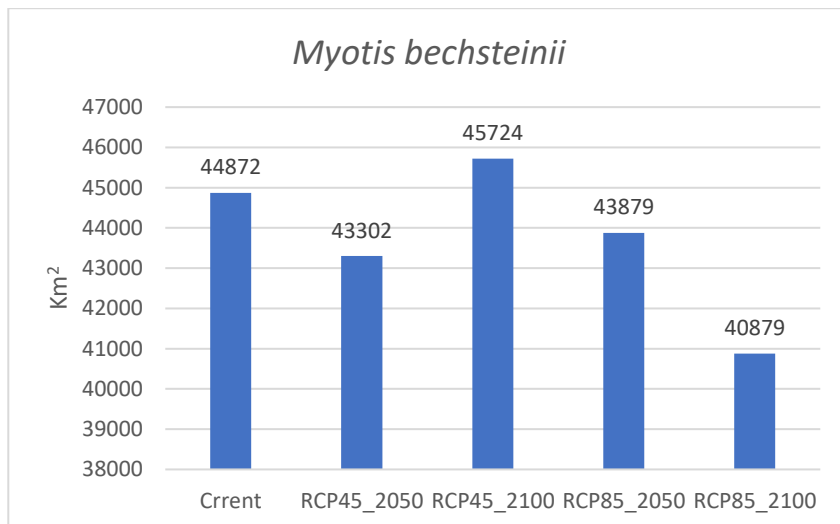


Fig. 8. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Myotis blythii* pentru cele 4 scenarii climatice

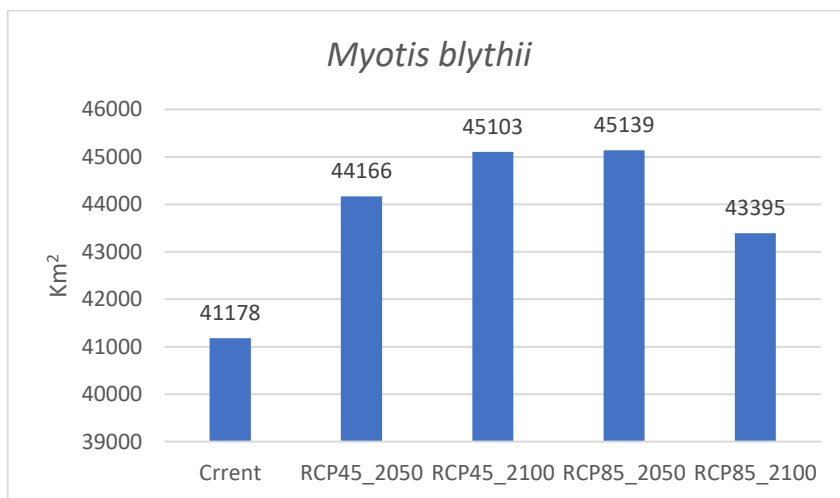


Fig. 9. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Myotis blythii* pentru cele 4 scenarii climatice

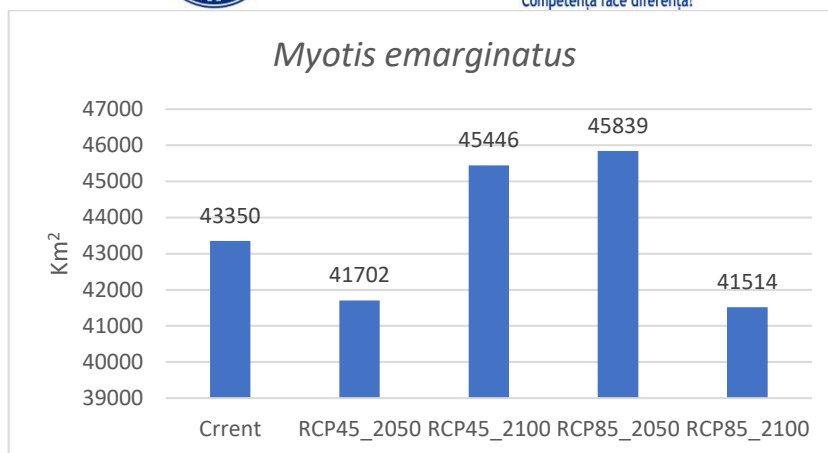


Fig. 10. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Myotis emarginatus* pentru cele 4 scenarii climatice

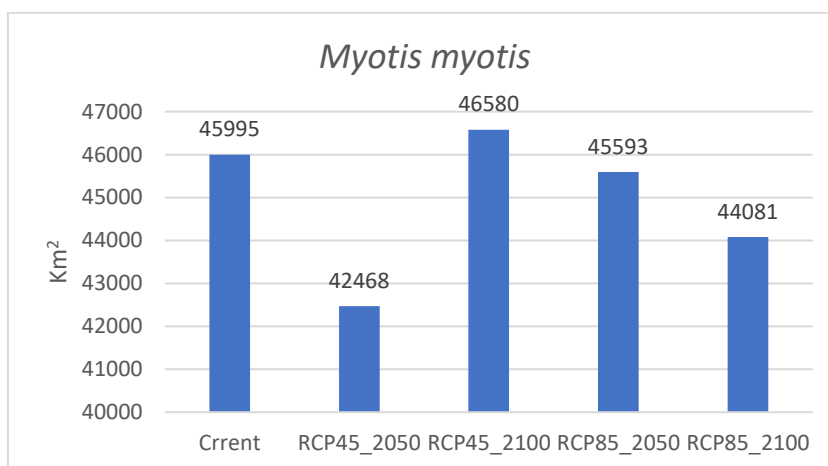


Fig. 11. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Myotis myotis* pentru cele 4 scenarii climatice



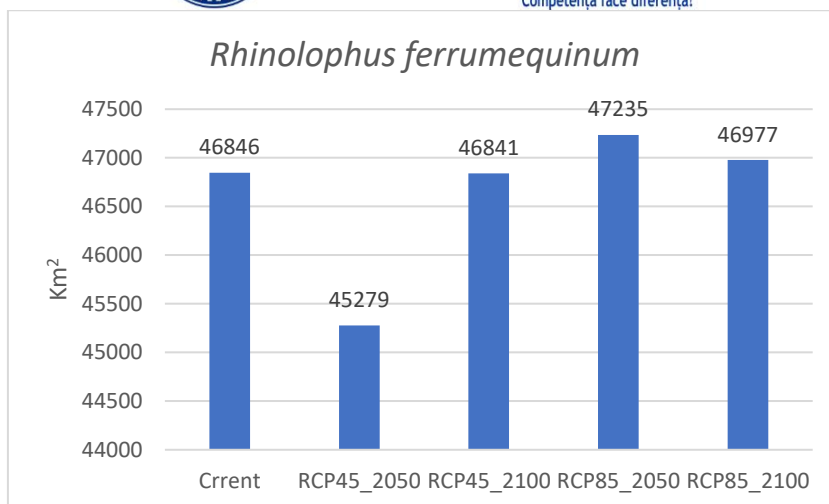


Fig. 12. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Rhinolophus ferrumequinum* pentru cele 4 scenarii climatice

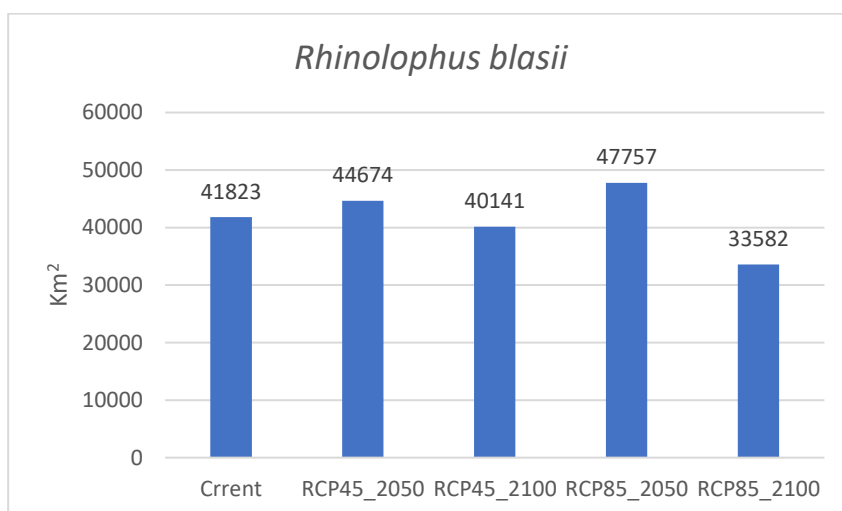


Fig. 13. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de *Rhinolophus blasii* pentru cele 4 scenarii climatice

#### d) Habitate

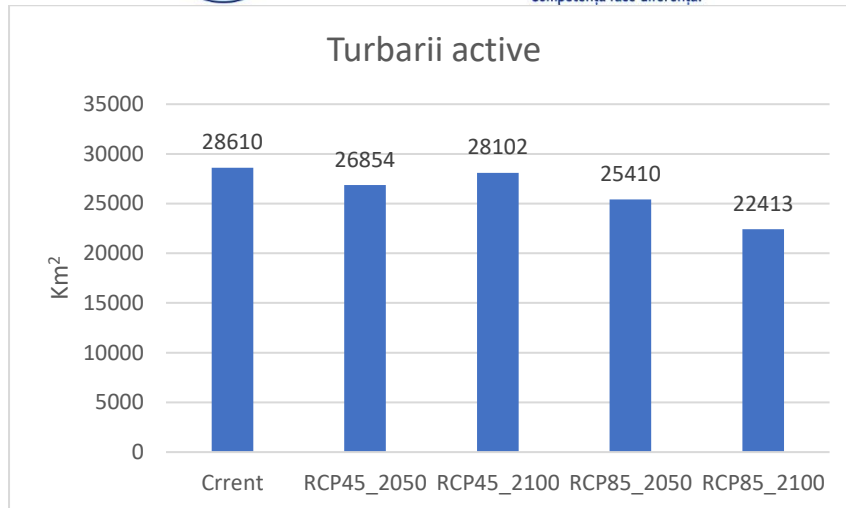


Fig. 14. Reprezentarea comparativă a suprafețelor ocupate de turbării active pentru cele 4 scenarii climatice

### 2.1.2. Rezultatul modelării spațiale a suprafețelor ocupate speciile analizate pentru cele 4 scenarii climatice

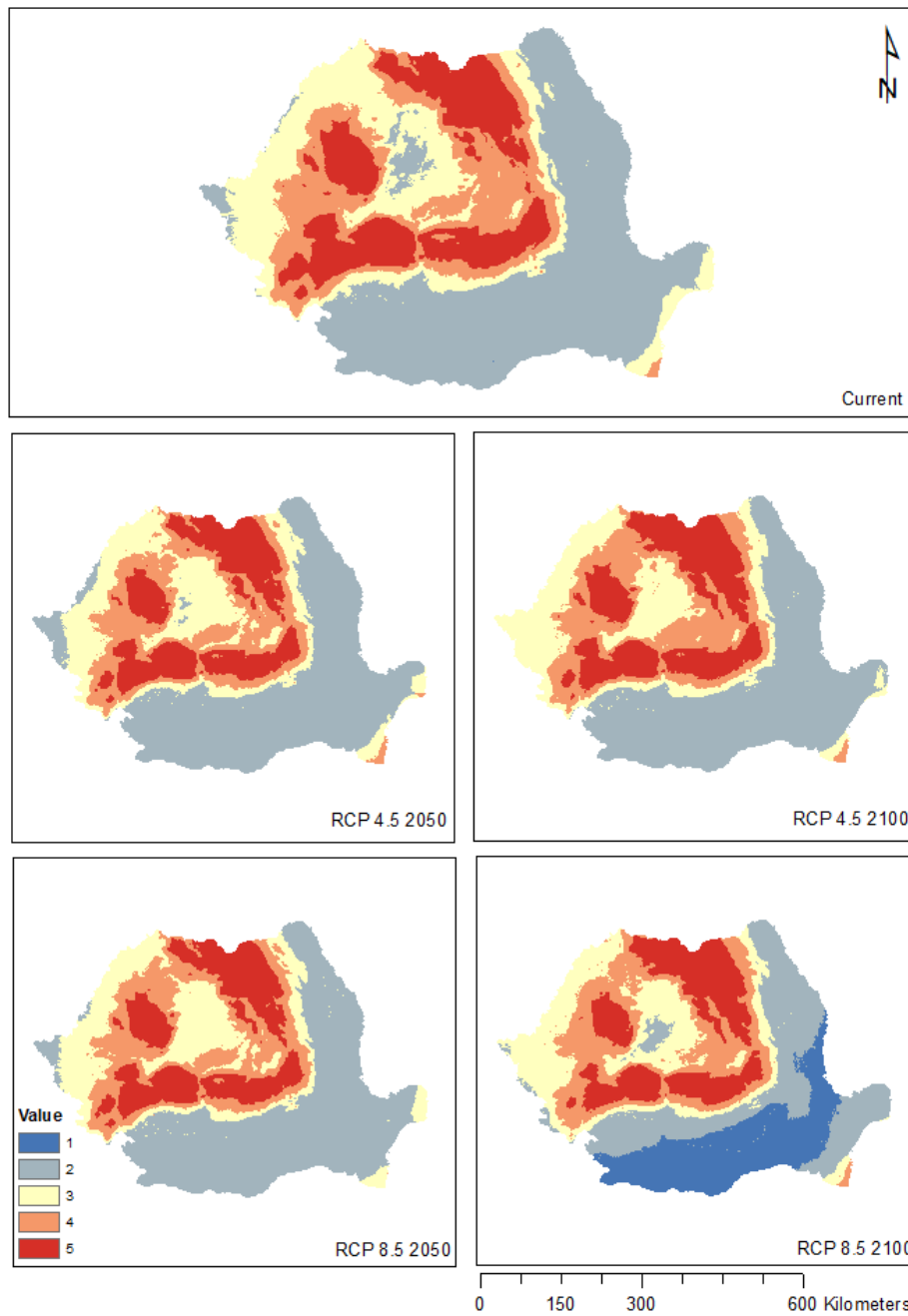


Fig 15. Modelarea spațială a speciei *Arnica montana* pentru cele 4 scenarii climatice

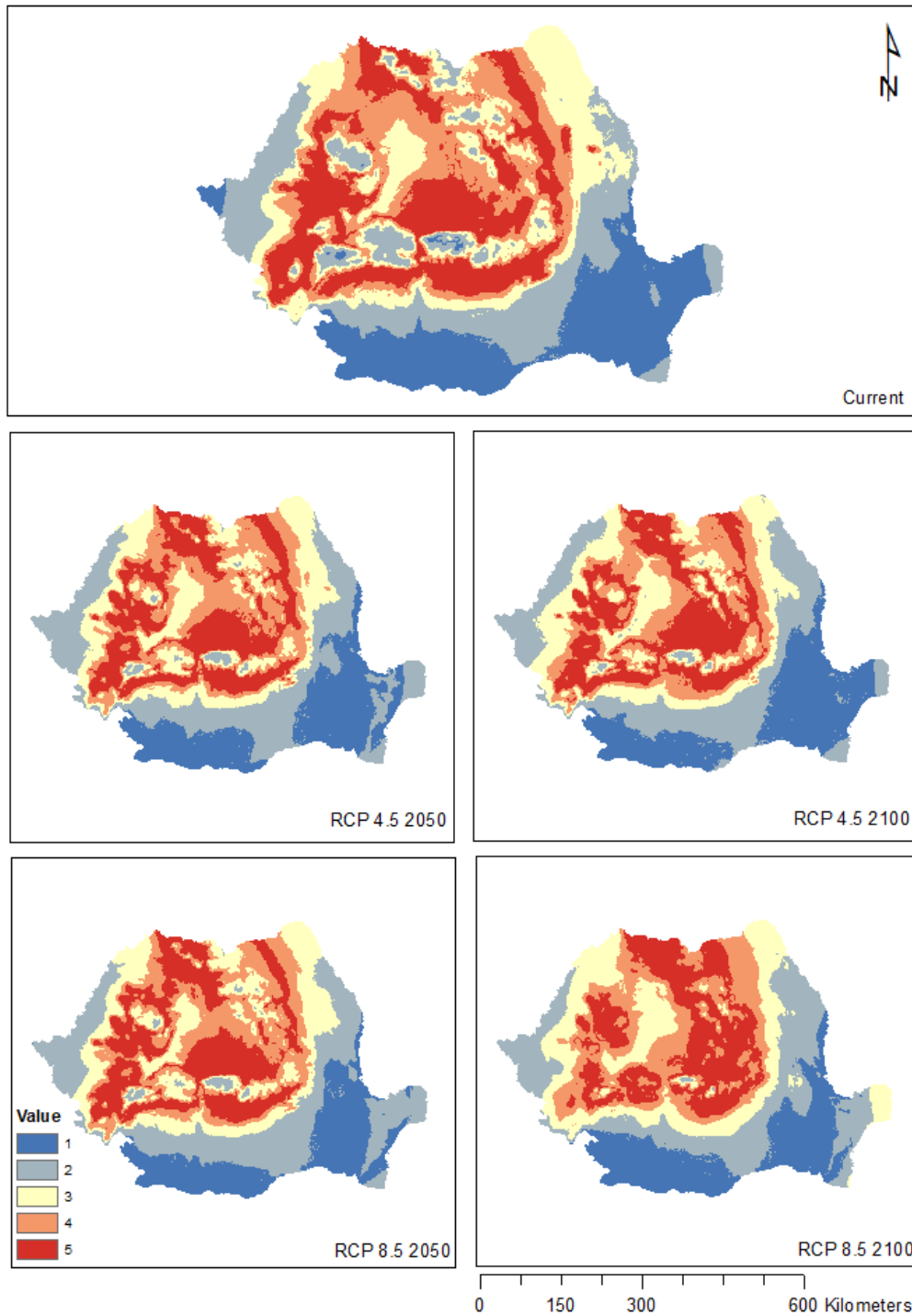


Fig 16. Modelarea spațială a speciei *Astacus astacus* pentru cele 4 scenarii climatice



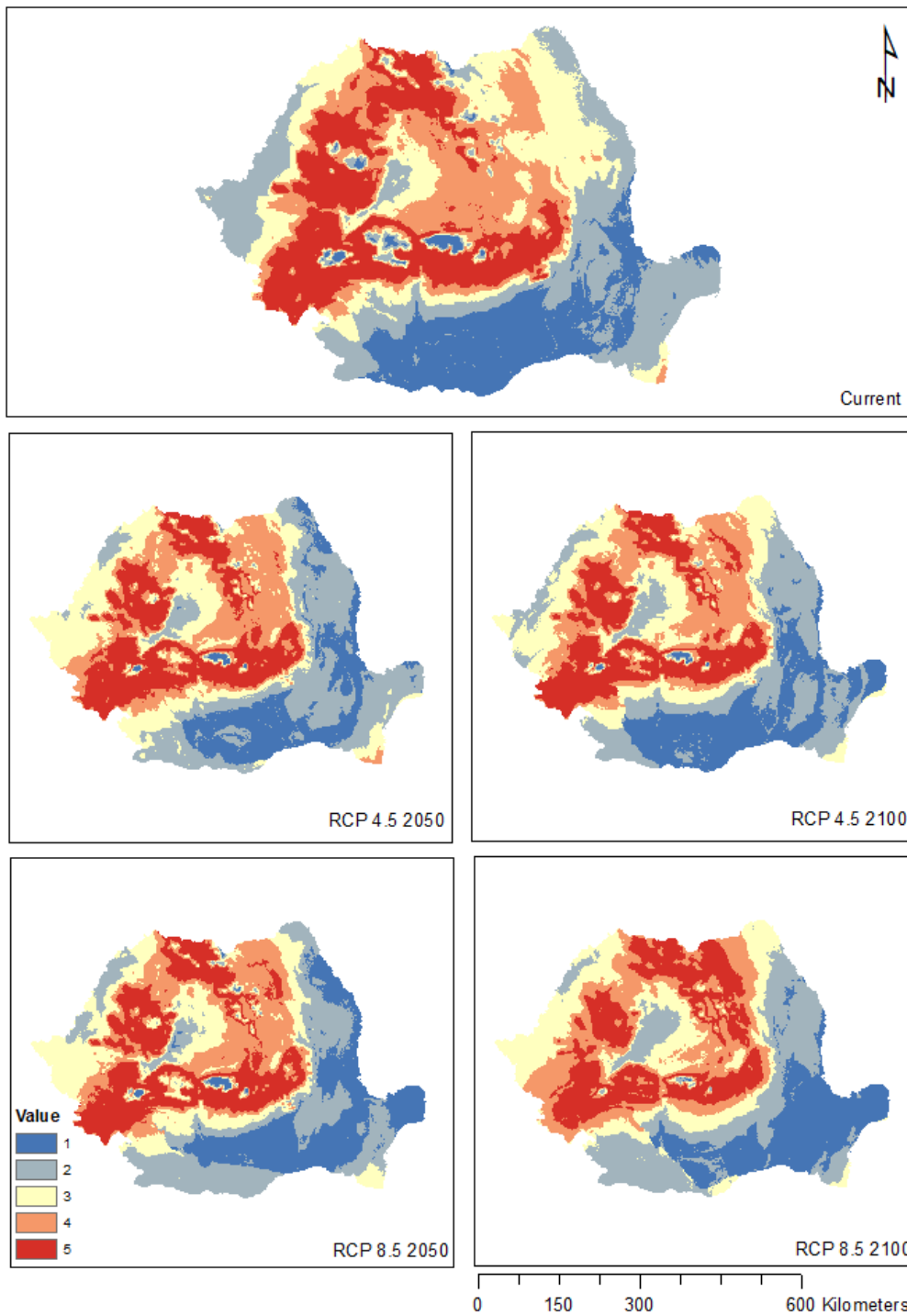


Fig 17. Modelarea spațială a speciei *Austropotamobius torrentium* pentru cele 4 scenarii climatice

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



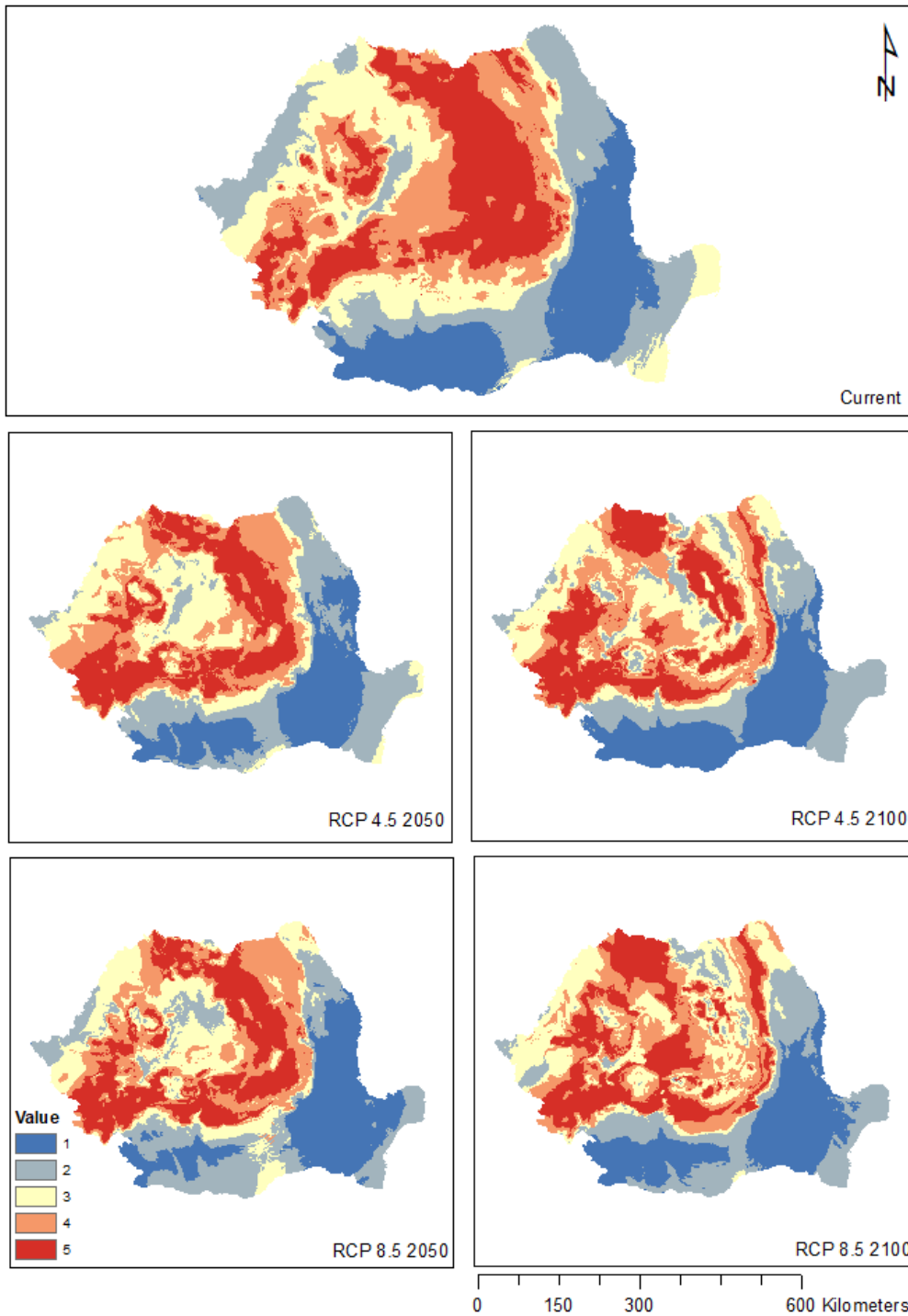


Fig 18. Modelarea spațială a speciei *Ligularia sibirica* pentru cele 4 scenarii climatice

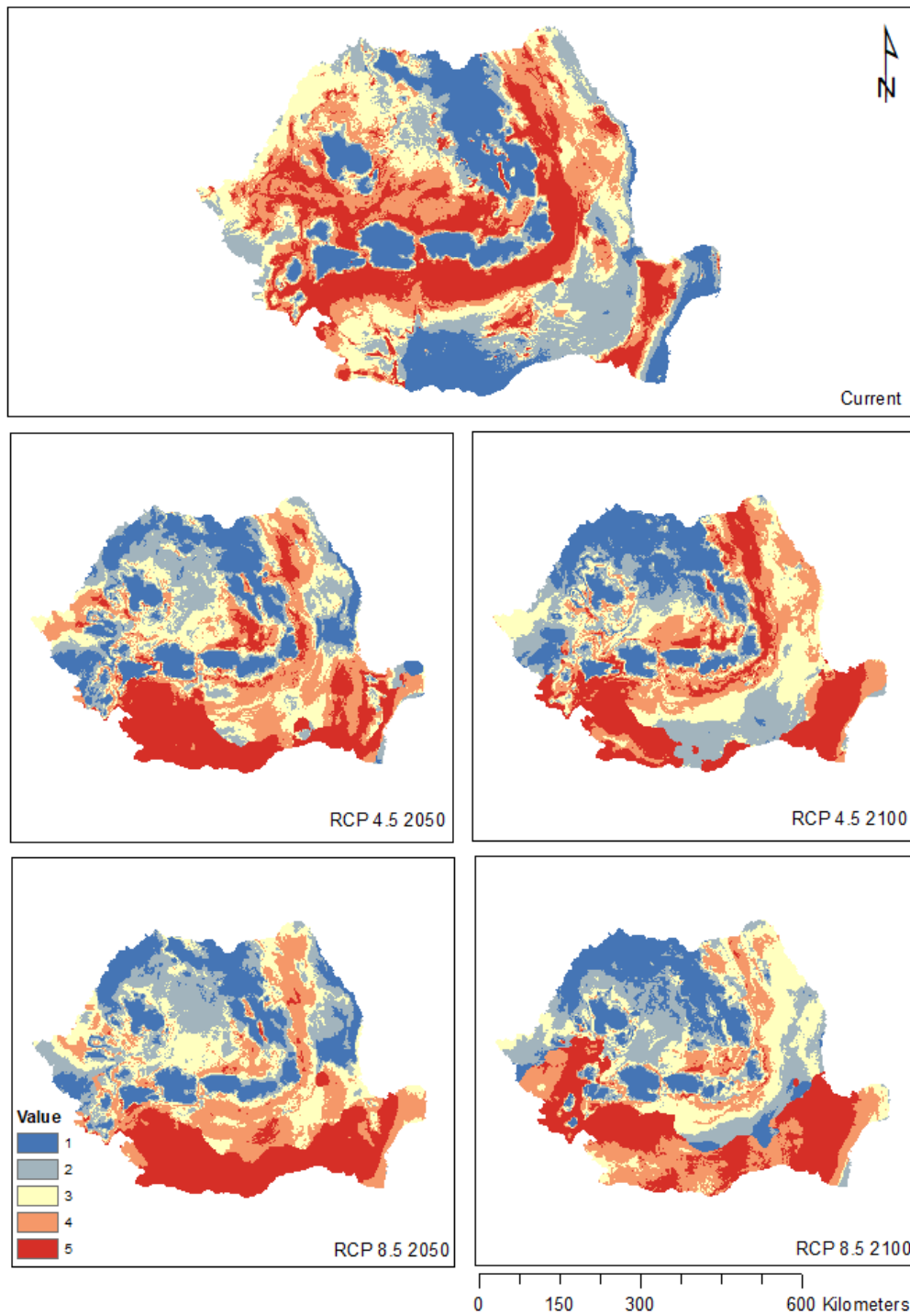


Fig 19. Modelarea spațială a speciei *Lucanus cervus* pentru cele 4 scenarii climatice

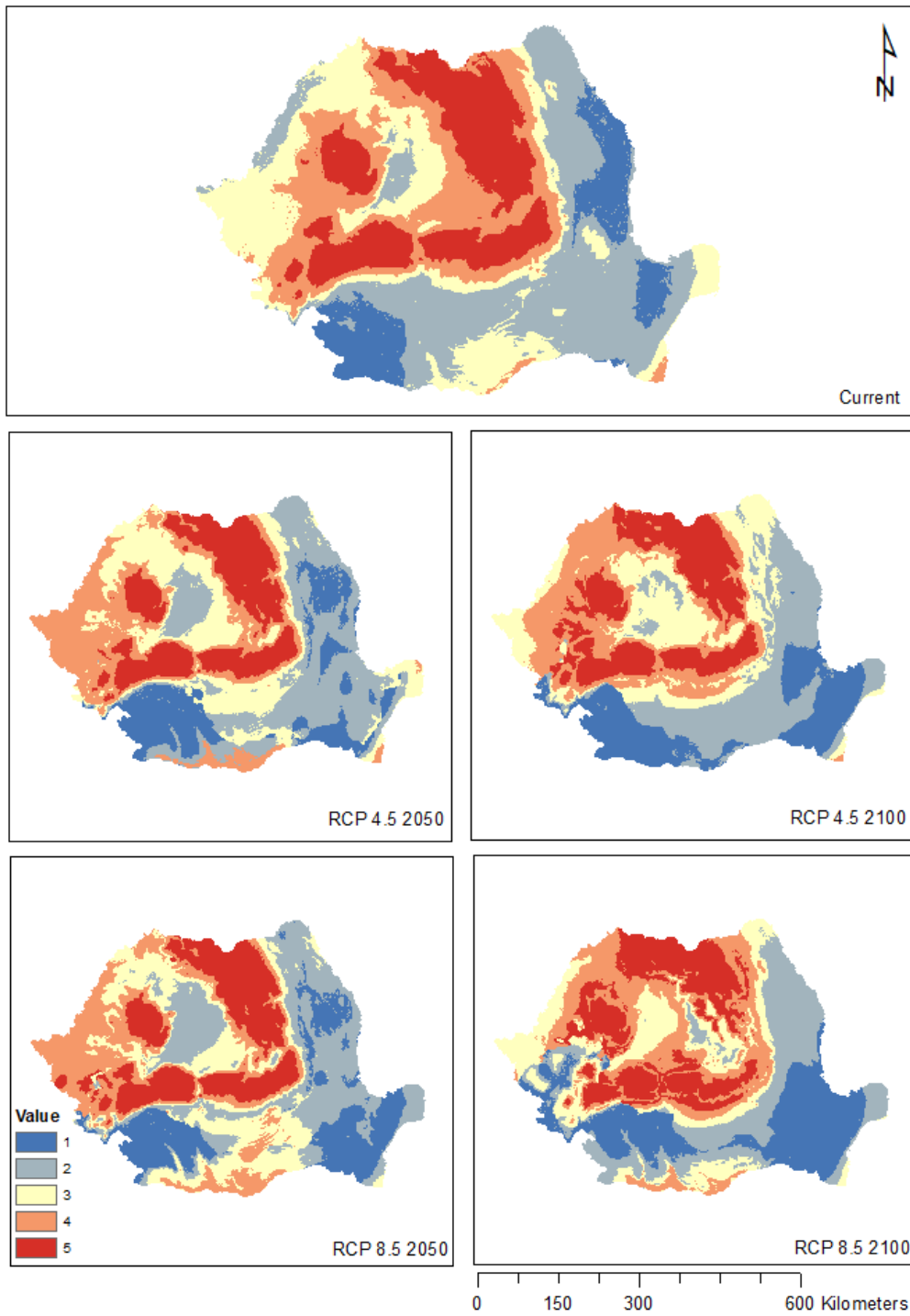


Fig 20. Modelarea spațială a speciei *Lycopodium spp.* pentru cele 4 scenarii climatice



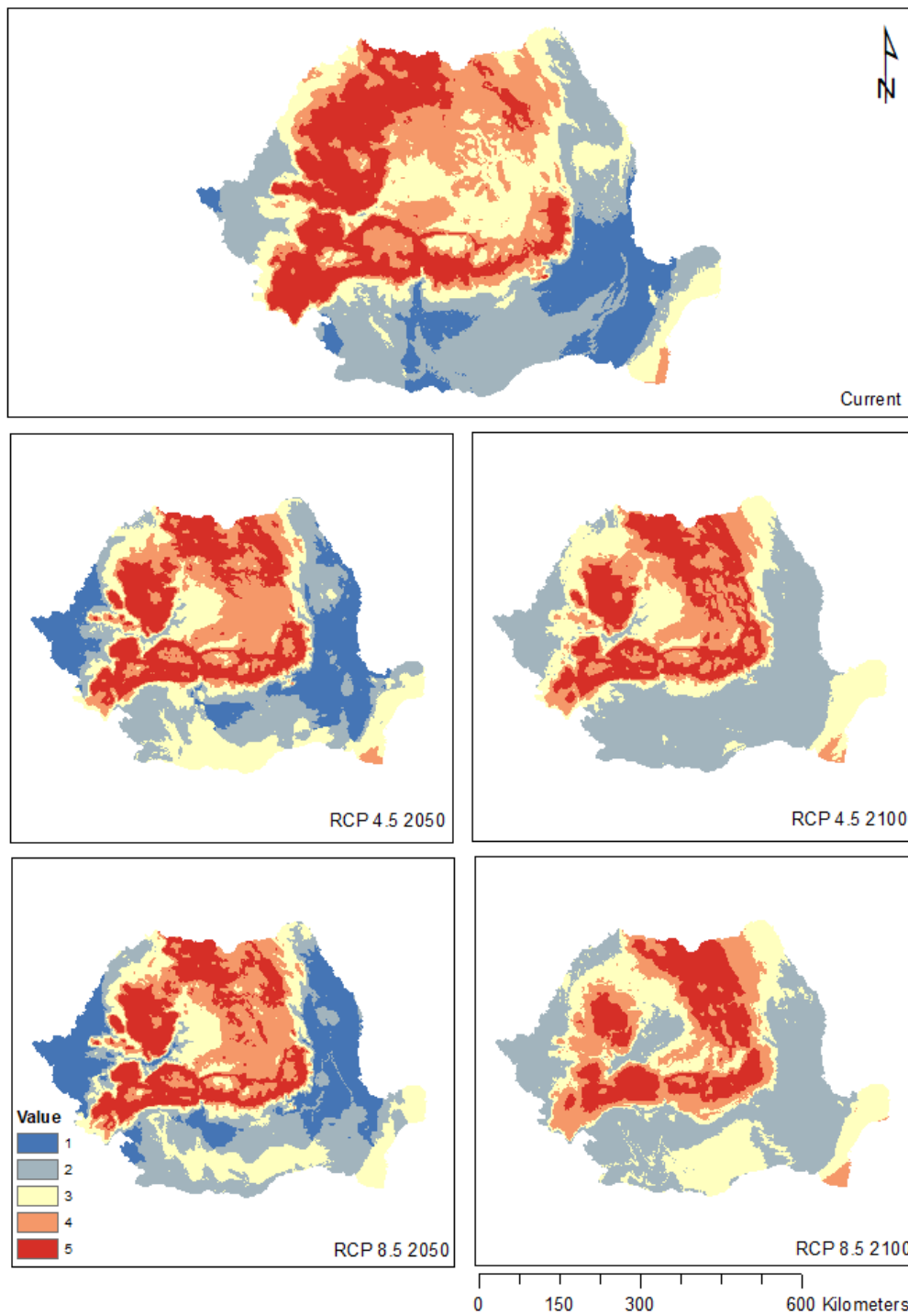


Fig 21. Modelarea spațială a speciei *Miniopterus schreibersii* pentru cele 4 scenarii climatice

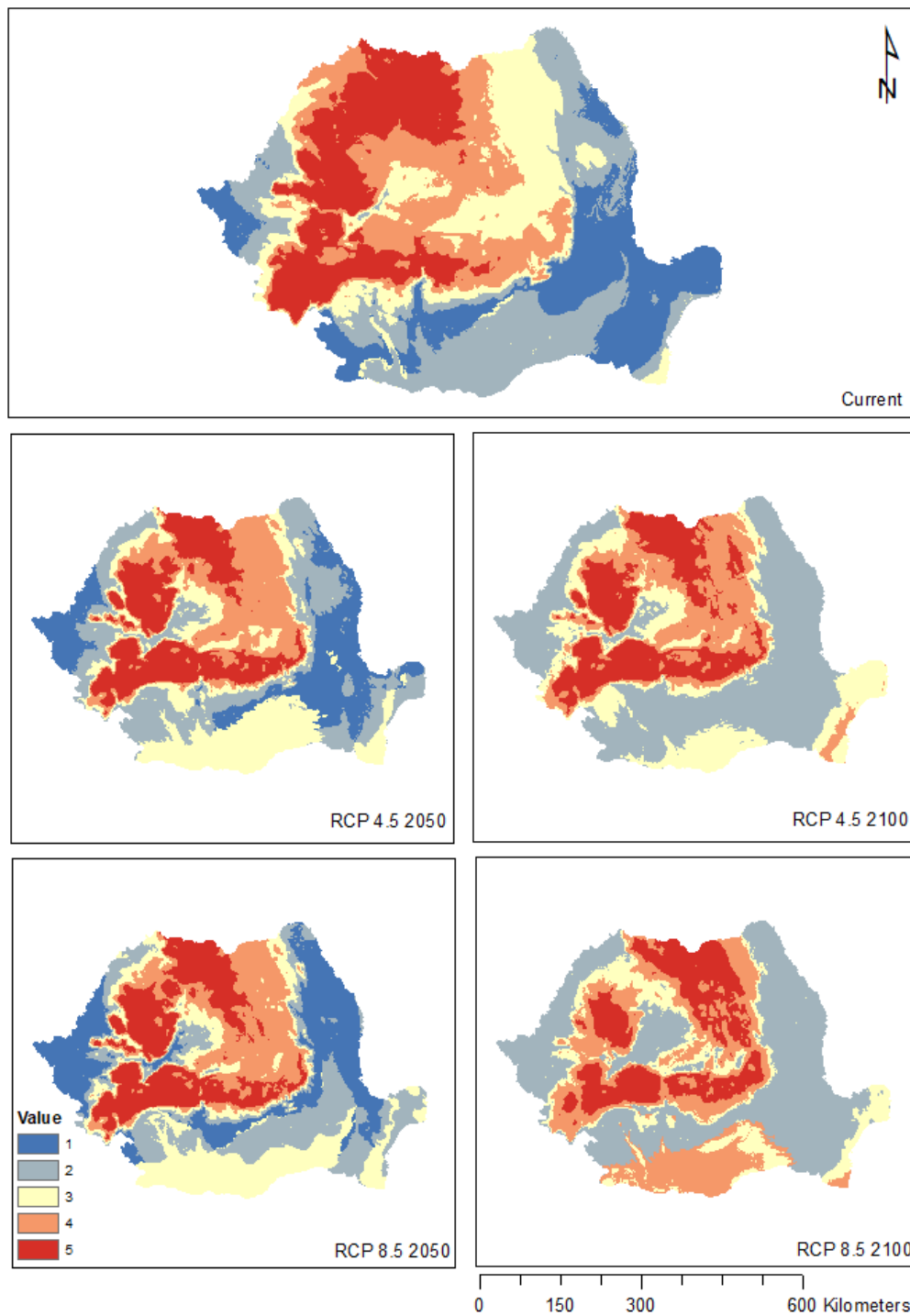


Fig 22. Modelarea spațială a speciei *Myotis bechstein* pentru cele 4 scenarii climatice

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



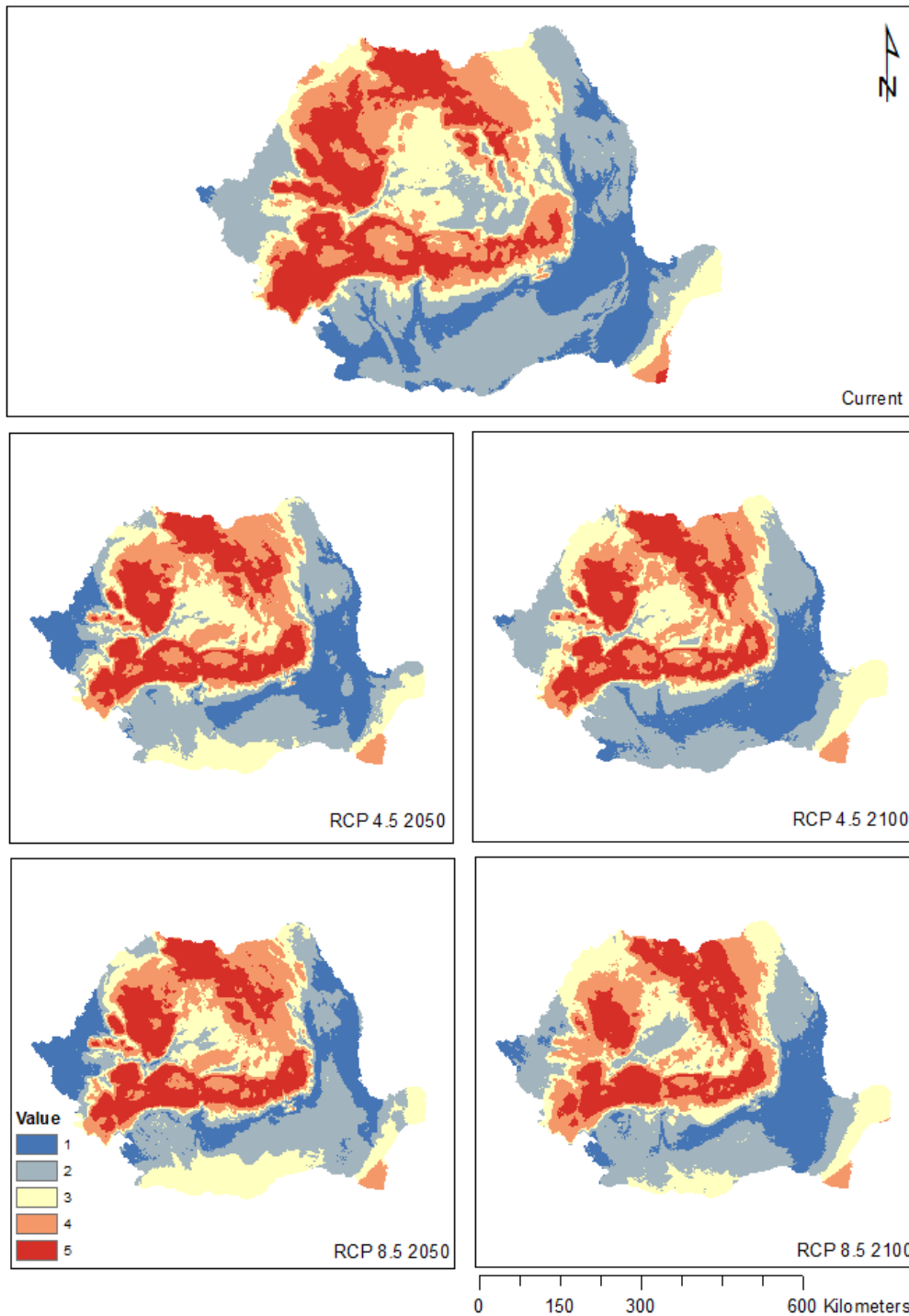


Fig 23. Modelarea spațială a speciei *Myotis blythii* pentru cele 4 scenarii climatice

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!

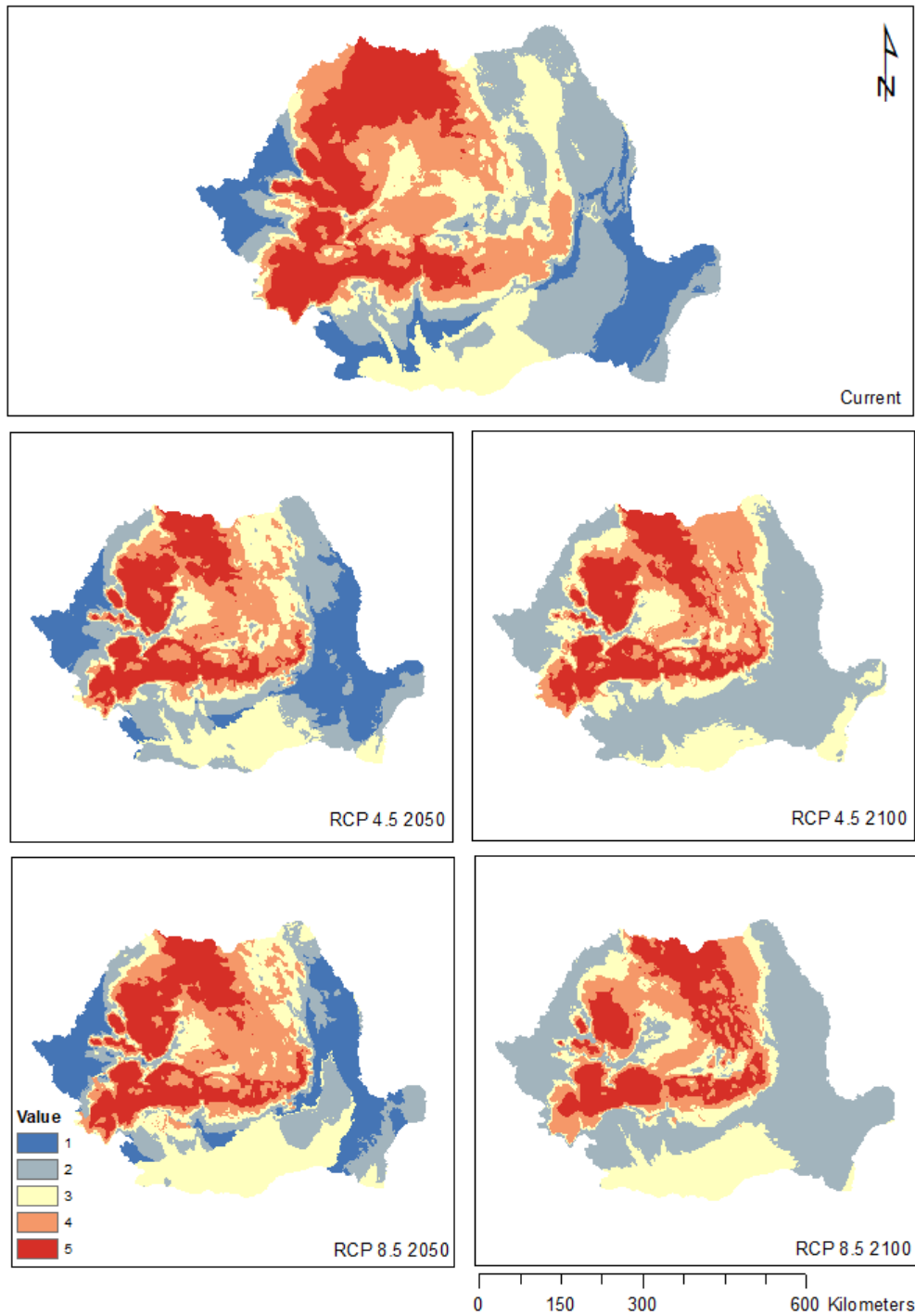


Fig 24. Modelarea spațială a speciei *Myotis emargina* pentru cele 4 scenarii climatice

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





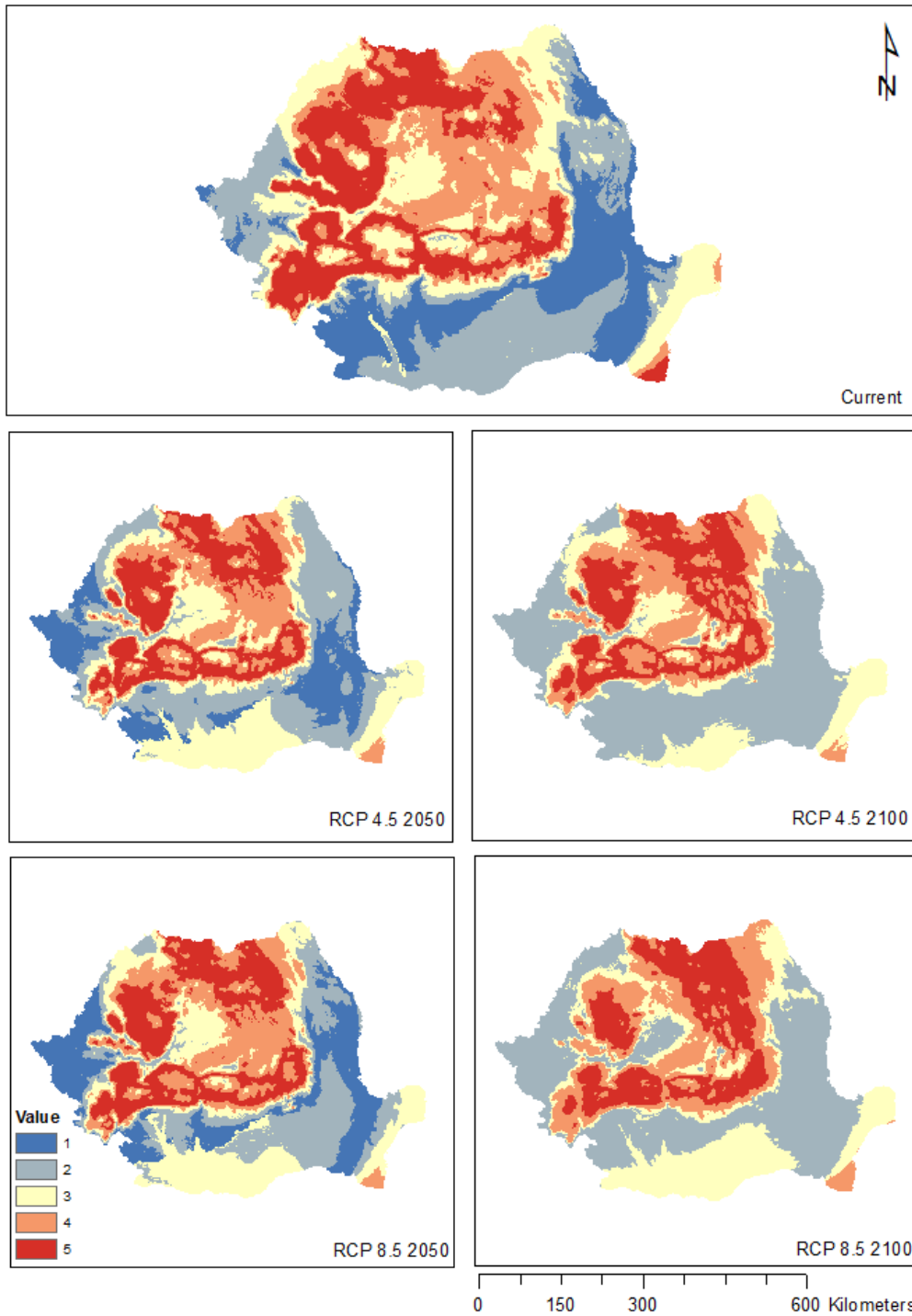


Fig 25. Modelarea spațială a speciei *Myotis myotis* pentru cele 4 scenarii climatice

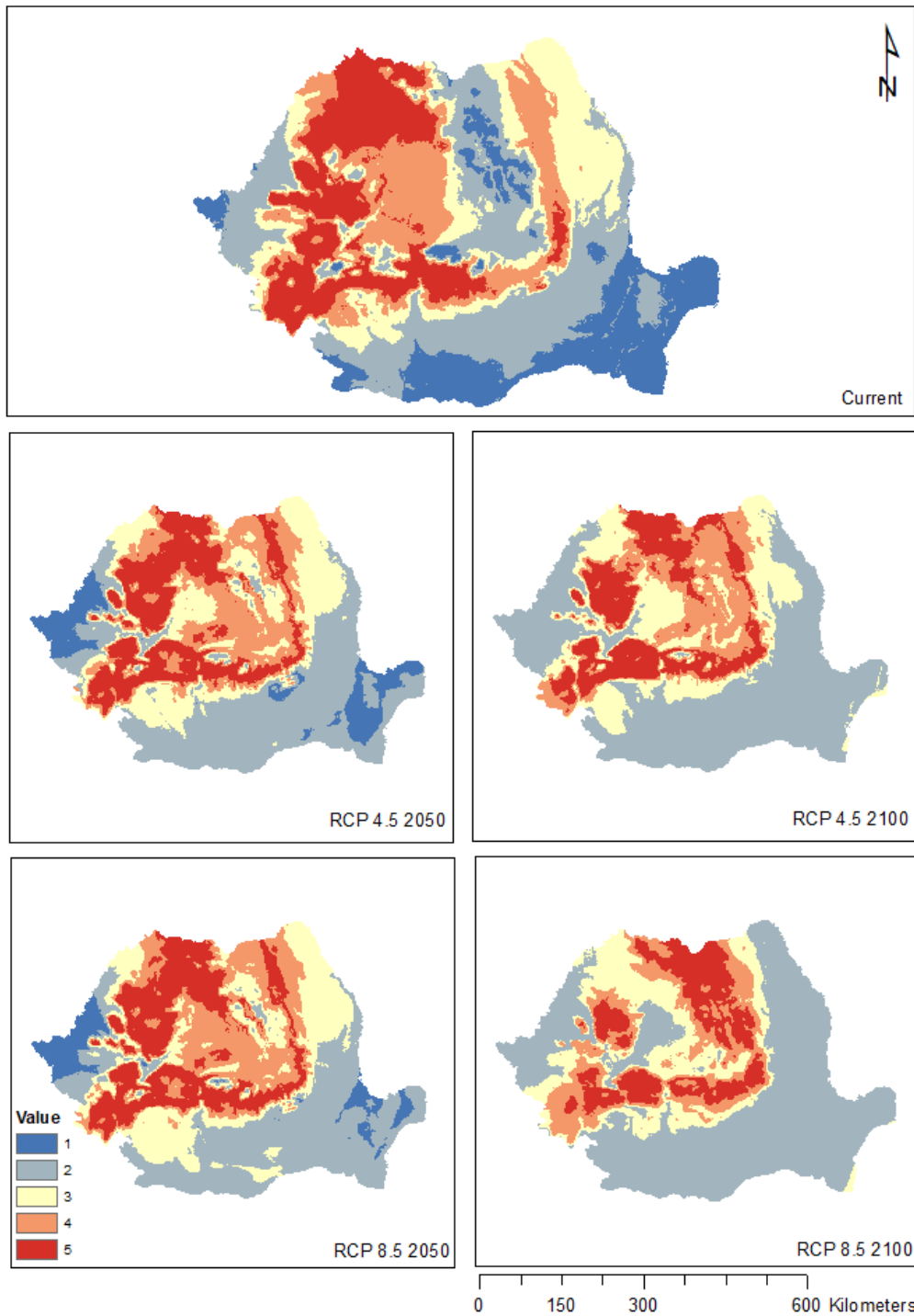


Fig 26. Modelarea spațială a speciei *Rhinolophus blasii* pentru cele 4 scenarii climatice

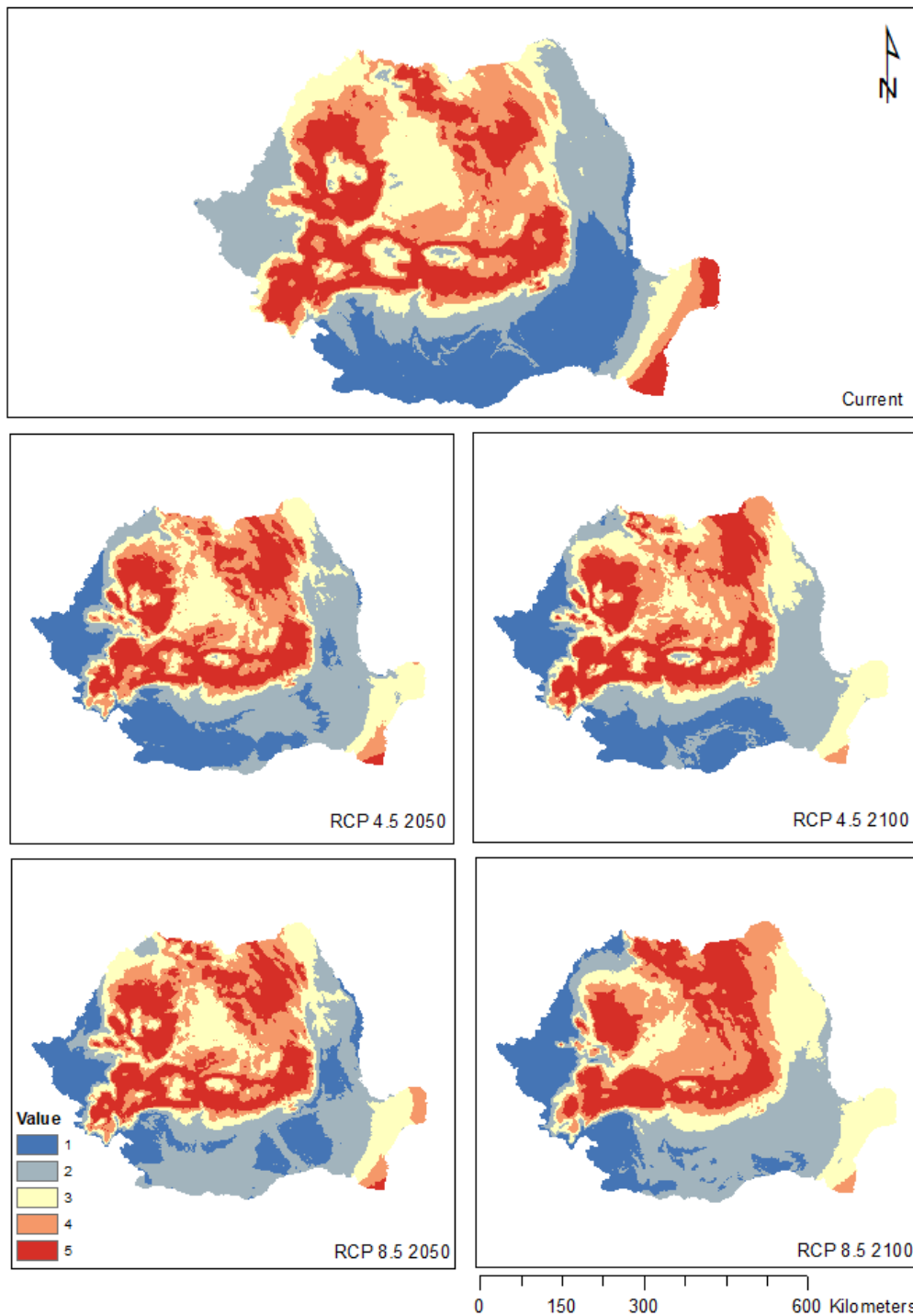


Fig 27. Modelarea spațială a speciei *Rhinolophus ferrumequinum* pentru cele 4 scenarii climatice

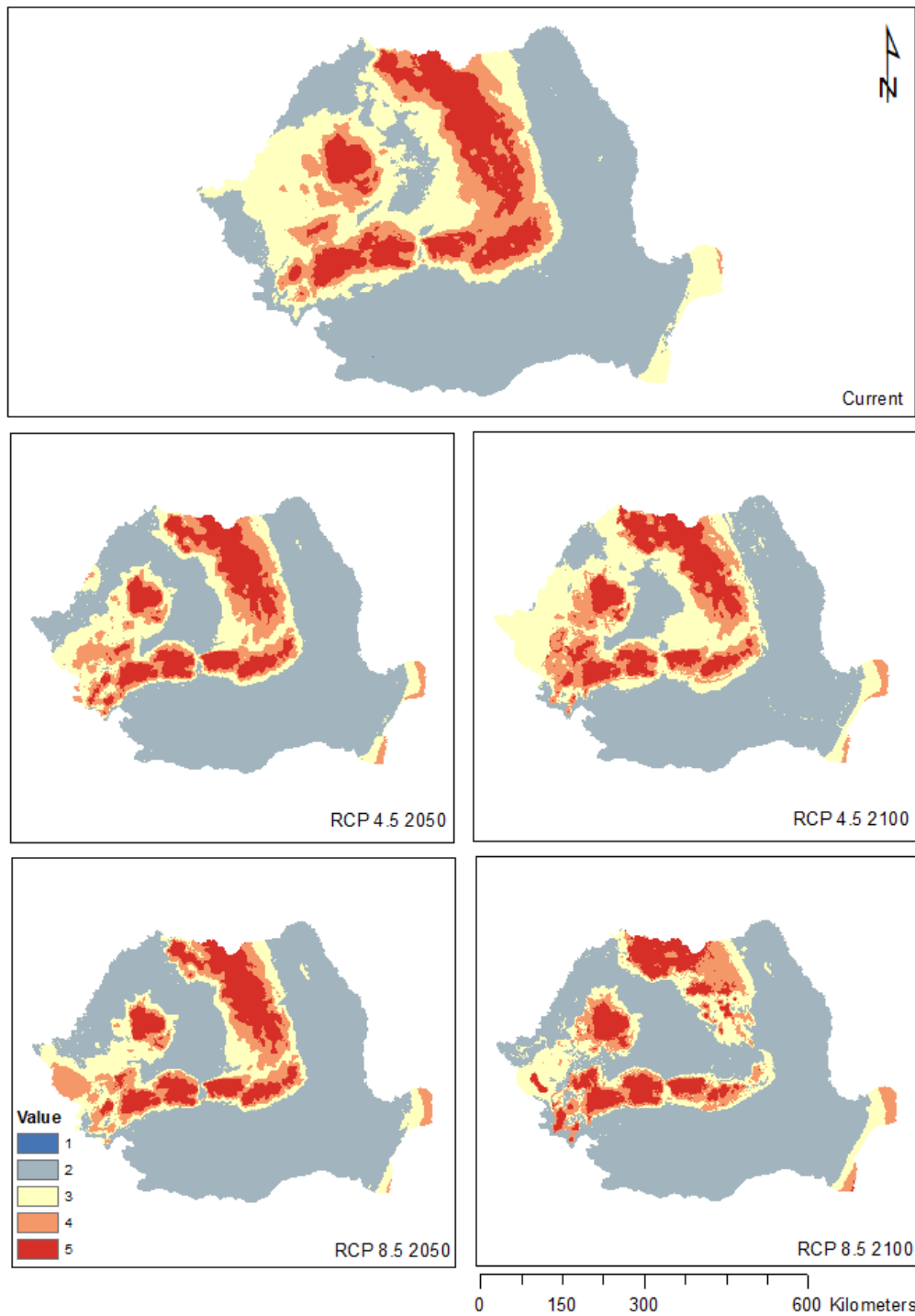


Fig 27. Modelarea spațială a Turbărilor active pentru cele 4 scenarii climatice



## 2.2. Acoperirii terenurilor si implicații pentru furnizarea de servicii ecosistemice

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



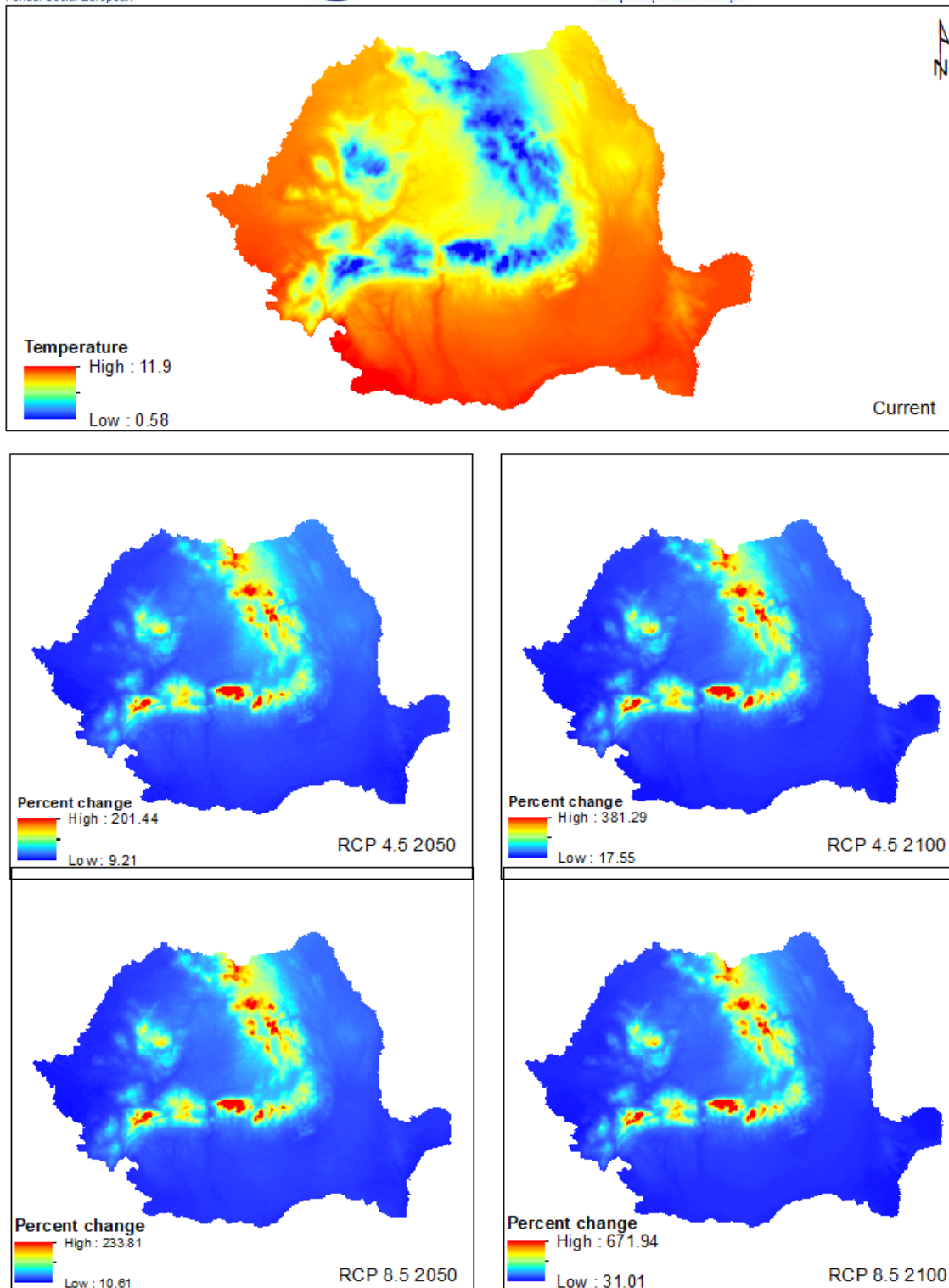


Figura 29. Analizarea procentului de modificare a valorilor medii ale temperaturii față de starea curentă de referință (temperatura media 1971 – 2000) în condițiile a două scenarii de modificare a climei RCP 4.5 și 8.5..

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



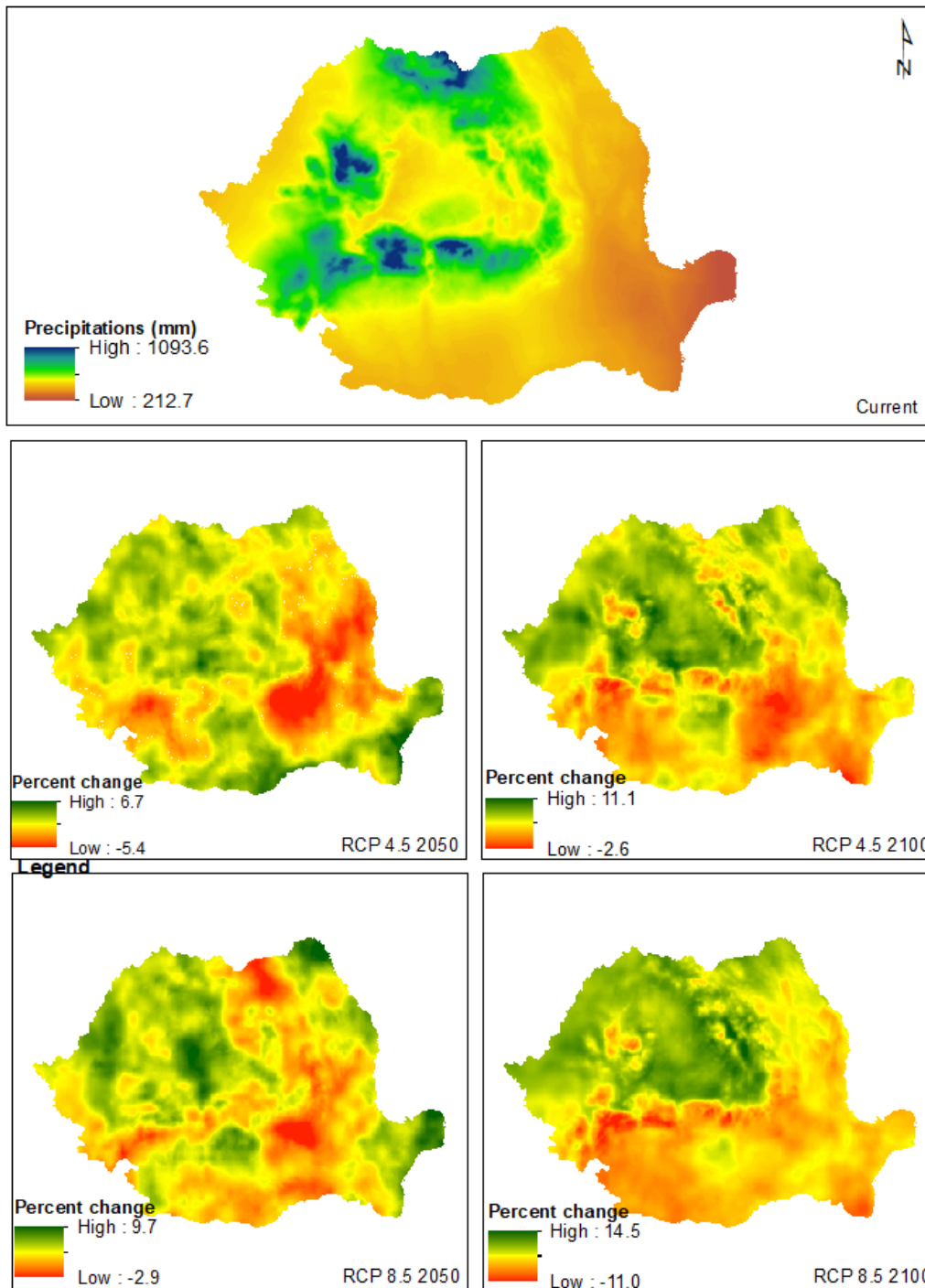


Figura 30. Analizarea procentului de modificare a valorilor cumulate a cantității de precipitații față de starea curentă de referință (temperatura media 1971 – 2000) în condițiile a două scenarii de modificare a climei RCP 4.5 și 8.5.

### 3. Concluzii

Rezultatele modelării anvelopei climatice pentru speciile și habitatul din Tabelul 1 sunt prezentate în Fig.1 – Fig. 28. Se constată o variabilitate foarte mare a dinamicii suprafețelor ocupate de anvelopele climatice modelate, fapt explicabil de condițiile climatice specifice preferate de speciile considerate pentru modelare.

Analizarea procentului de modificare a temperaturii față de starea actuală (media temperaturilor în intervalul 1971 – 2000) indică o creștere a temperaturii pentru ambele perioade ale celor două scenarii climatice analizate, creșterile variază între 9 și 600% cu creșteri deosebit de importante în zonele montane unde procentul de creștere este peste 200% în toate scenariile (Figura 29).

Din punct de vedere al precipitațiilor, deși distribuția cantităților acestora este puternic corelată cu gradientul altitudinal, ca în cazul temperaturilor, scenariile de modificare nu indică un model de distribuție la fel de clar. Mai mult, procentele de schimbare variază între - 11 și până la +14 procente. Totuși putem observa tendința de scădere a cantităților de precipitații în Moldova și Muntenia și o creștere a acestora în Transilvania (Figura 30)



## **ANEXA B2. Studiu privind efectele schimbărilor climatice asupra sistemelor naturale și a organismelor vertebrate aflate în captivitate realizat de Garda Națională de Mediu**

Experții proprii ai Gărzii Naționale de Mediu au elaborat în cadrul acestei activități un studiu pentru identificarea diferențierilor regionale ale operatorilor economici care au aceeași activitate, dar și aplicarea principiului poluatorul plătește (posibilitatea de introducere a unor practici mai curate vor reduce poluarea la nivel local). De asemenea, studiul a identificat fenomenele de risc climatic în sectorul biodiversității, în contextul reducerii impactului schimbărilor climatice asupra organismelor vertebrate aflate în captivitate.

Biodiversitatea și serviciile ecosistemice ne ajută să ne adaptăm și să reducem efectele schimbărilor climatice. Acestea constituie, prin urmare, o parte esențială din efortul nostru de a combate schimbările climatice.

În același timp, schimbările climatice afectează sistemele naturale. Declinul continuu al biodiversității și degradarea ecosistemelor reduce capacitatea acestora de a furniza serviciile esențiale într-atât încât riscăm atingerea unor praguri de ireversibilitate.

Biodiversitatea și ecosistemele joacă un rol esențial în reglarea climei.

Turbăriile, zonele umede, solul, pădurile și oceanele joacă un rol esențial în absorbția și stocarea carbonului, ajutându-ne astfel să ne protejăm împotriva schimbărilor climatice. În prezent, ecosistemele terestre și cele marine absorb aproximativ jumătate din emisiile de CO<sub>2</sub> generate de om. Ecosistemele terestre stochează aproximativ 2 100 Gt de carbon prin intermediul organismelor vii, al deșeurilor și al materiilor organice din sol: aproape de trei ori mai mult decât cantitatea de carbon prezentă în atmosferă. Oceanele și ecosistemele costiere joacă un rol important în gestionarea carbonului, adâncimile oceanice stocând cele mai mari cantități. Prin urmare, menținerea la nivel mondial a rezervoarelor naturale de carbon existente este esențială pentru ca stocarea și captarea carbonului să contribuie semnificativ la reducerea efectelor schimbărilor climatice. Există un potențial semnificativ de reducere a emisiilor viitoare de gaze cu efect de seră prin menținerea de ecosisteme sănătoase și prin refacerea mediilor degradate, în special prin refacerea turbăriilor și a zonelor umede, prin împăduriri și reducerea altor presiuni asupra naturii. În plus, ecosistemele semi-naturale și amenajate, inclusiv cele utilizate pentru agricultură, oferă numeroase oportunități pentru captarea carbonului activ și reducerea emisiilor.

Colaborarea cu natura (cu ajutorul unor abordări bazate pe ecosisteme pentru adaptarea la schimbările climatice și pentru reducerea efectelor acestora) contribuie nu numai la

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



conservarea naturii, ci reduce, de asemenea, vulnerabilitatea persoanelor și a mijloacelor acestora de subzistență în fața schimbărilor climatice. Abordările bazate pe ecosistem sunt eficiente din punctul de vedere al costurilor, cu posibilitate de utilizare imediată și accesibile comunităților rurale sărace, putând așadar contribui la combaterea sărăciei și la sprijinirea unor strategii de dezvoltare durabilă. Protejarea zonelor de reîncărcare a apelor subterane sau reabilitarea zonelor inundabile asigură resurse suficient de apă astfel încât comunități întregi să poată combate seceta.

Schimbările climatice au un impact asupra biodiversității și ecosistemelor și de multe ori exacerbează alte presiuni precum poluarea, supraexploatarea, speciile invadatoare, fragmentarea, degradarea și declinul habitatelor.

În timp ce schimbările climatice constituie, în prezent, o prioritate pe ordinea publică de zi, gradul de preocupare pentru declinul biodiversității este încă scăzut. Conservarea biodiversității este deseori interpretată greșit ca un aspect marginal referitor doar la protecția speciilor amenințate cu dispariția, iar rolul esențial al naturii în combaterea schimbărilor climatice este de multe ori neglijat. Ecosistemele sănătoase și rezistente prezintă un potențial mai mare de diminuare a efectelor schimbărilor climatice și de adaptare la acestea și, prin urmare, de limitare a încălzirii globale. Acestea rezistă și își revin mai ușor în urma fenomenelor meteorologice extreme, oferind o gamă largă de beneficii de care omenirea depinde. Conservarea ariilor naturale este vitală, chiar dacă speciile pentru care au fost destinate inițial le-au părăsit. Acestea vor oferi habitatul necesar pentru alte specii în căutare de condiții climatice adecvate. Menținerea diversității genetice și a speciilor reprezintă un aspect important pentru ecosisteme, întrucât ea ar putea crește gradul de rezistență al acestora prin garantarea unui număr suficient de specii diferite capabile să susțină procesele ecologice în cazul unor perturbări neprevăzute.

Rezoluția Parlamentului European din 9 iunie 2021 referitoare la Strategia UE privind biodiversitatea pentru 2030 poartă denumirea " Readucerea naturii în viețile noastre".

Însă, în acest context trebuie ținut cont de fenomenele de risc climatic ce au început să afecteze România: de exemplu tornadele și furtunile cu grindină, inundațiile, veri fierbinți în sud, ierni mai blânde în nord-est, ierni friguroase, lipsite de sau cu precipitații foarte reduse și vânturi puternice în sud și sud – est. Astfel de fenomene au consecințe de genul deșertificării unor regiuni ca de exemplu Oltenia, Bărăganul, sudul Dobrogei, sud-estul Moldovei și Banatul.

Impactul schimbărilor climatice asupra biodiversității unui teritoriu implică analiza impactului asupra tuturor ecosistemelor existente pe teritoriul respectiv și al relațiilor dintre acestea, iar acest impact se suprapune peste presiunile exercitate deja în ceea ce privește distrugerea habitatelor și poluarea factorilor de mediu.

Extincția speciilor de animale capabile să răspândească semințe în diverse areale este nefastă pentru plante, care pierd din capacitatea lor de a migra spre zone ce nu au devenit încă neospitaliere din cauza schimbărilor climatice, potrivit unui studiu publicat în ianuarie 2022 în revista Science. Atunci când dispar păsări sau mamifere, pierdem nu doar aceste specii. Pierdem și funcția lor ecologică importantă, care este aceea de a dispersa semințe”, a explicat coordonatorul studiului, Evan Fricke, cercetător la Universitatea Rice din Danemarca. Studiul danez este primul din lume care a cuantificat această problemă la nivel mondial și afirmă că abilitatea plantelor de a se adapta la schimbările climatice prin intermediul colaborării lor cu regnul animal a fost deja redusă cu 60%. Speciile de arbori din regiunile devenite inospitaliere din cauza încălzirii climei de pe Terra pot, de exemplu, să migreze spre alte regiuni în care plouă mai mult, însă pot să facă acest lucru doar sub forma semințelor transportate de diverse animale.

Jumătate dintre plante se bazează pe animalele, care mănâncă fructele sau nucile lor și le transportă apoi semințele mai departe, în timp ce alte specii de plante depind doar de vânt. Pentru studiul lor, experții danezi au folosit datele cumulate și furnizate de mii de cercetări precedente despre comportamentul animalelor, pentru a alcătui o hartă a contribuției acestora la dispersarea semințelor. Ei au comparat apoi o hartă ce anulează efectul dispariției speciilor cauzate de către oameni și reducerea teritoriilor lor.

Modelele folosite au inclus numeroase detalii: „care sunt animalele ce se hrănesc cu semințele unor fructe, sau semințele ce pot fi deplasate în raport cu planta de origine”, a explicat Evan Fricke. Pentru animalele care nu au fost studiate în mod specific, comportamentul lor a fost analizat de un computer folosind datele obținute de la specii similare.

În ceea ce privește adaptarea abumalelor la creșterea temperaturilor, aceasta se poate realiza, ca în cazul platelor de altfel, prin modificări morfologice, ca de exemplu mărirea unor suprafețe corporale în vederea eliberării unei cantități mai mari de temperatură, în cazul creșterii acesteia.

Referitor la Strategia U.E. privind biodiversitatea pentru 2030, prin Strategie grădinile zoologice și acvariile sunt considerate parteneri în creșterea gradului de conștientizare a publicului cu privire la biodiversitate. Unul dintre rolurile-cheie ale grădinilor zoologice și acvariilor progresiste este de a influența atitudinile, emoțiile, cunoștințele și comportamentele oamenilor în ceea ce privește natura prin intermediul educației despre conservare. Grădinile zoologice și acvariile desfășoară și alte activități pe lângă creșterea gradului de conștientizare. Pe lângă creșterea gradului de conștientizare a publicului și asigurarea îngrijirii corespunzătoare a animalelor, Directiva UE privind grădinile zoologice le impune grădinilor zoologice și acvariilor obligația de a contribui la conservarea speciilor de animale sălbatice atât în arealele lor naturale (in situ), cât și în afara acestora (ex situ), prin managementul populației, reproducerea în vederea conservării, reintroduceri în natură, cercetare și formare științifică.

În România există 12 grădini zoologice și 2 parcuri zoologice dispersate în cele 8 regiuni de dezvoltare, precum și centre de reabilitare/ îngrijire a animalelor sălbatice. Activitatea grădinilor zoologice și a acvariilor publice este reglementată prin Lege nr. 191/2002 cu modificările și completările ulterioare. Anexa 5 a O.M.M.D.D. nr. 1798 prezintă CERINȚE SPECIFICE de autorizare a activității grădinilor zoologice, acvariilor publice și centrelor de reabilitare și/sau îngrijire. Chiar și în cazul asigurării unor condiții optime de captivitate, având în vedere că acestea nu pot corespunde în totalitate celor oferite de mediul natural, datele obținute din monitorizarea animalelor în captivitate nu pot fi utilizate în proporție de 100% ca regulă general valabilă pentru adaptarea la noile condiții a unei specii de animale, adică și exemplarelor din mediul natural. Factorii care influențează temperatura sunt vârsta exemplarelor, sexul, momentul din zi în care este măsurată, alimentația, starea generală de sănătate, activitatea.

S-a ales ca activitate pentru evaluare la nivel regional cea de extracție a nisipului și piteișului (cod CAEN 0812), activitate care se reglementează din punct de vedere al protecției mediului. Activitatea este defășurată în vederea decolmatării cursurilor de apă sau pentru amenajarea bazinelor piscicole. Activitatea desfășoară pe cursuri mai de râu, majoritatea sunt în arii naturale protejate și sunt considerate cu impact asupra biodiversității, motiv pentru care operatorii economici care o desfășoară au obligația de întocmire, anual, a unui raport privind modul de influențare a habitatelor și speciilor. Prin actele de reglementare deținute, operatorii economici au obligația ca în perioadele de cuibăit sau reproducere a ihtiofaunei să sisteze această activitate pentru a nu perturba. Pentru desfășurarea acestei activități, actele de reglementare necesare sunt permisul de exploatare, autorizația de gospodărire a apelor, autorizația de mediu. Cadrul legal urmărit a fi respectat sunt prevederile Leg. Nr. 85/2003 cu modificările și completările ulterioare, Leg. Nr. 107/1996 privind protecția apelor cu modificările și completările ulterioare, O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului, cu modificările și completările ulterioare, O.U.G nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice, cu modificările și completările ulterioare, O.U.G. nr. 92/2021 privind regimul deșeurilor. Referitor la regiunile de dezvoltare în care s-a observat modul de desfășurare a acestor activități sunt: Regiunea Nord – Est, Regiunea Sud – Est, Regiunea de dezvoltare Sud – Muntenia, Regiunea de dezvoltare Sud-Vest Oltenia, Regiunea de dezvoltare Nord-Vest. De menționat faptul că această activitatea nu se desfășoară uniform la nivelul unei regiuni, aglomerările existând doar în zonele cu cursurile de apă cu debite importante și albiile extinse.

Poluarea și perturbarea habitatelor rezultate din desfășurarea acestor activități extractive sunt date de zgomotul utilajelor utilizate în extracția agregatelor și a prelucrării materialului extras (în proporție de 90% activitatea denumită generic "balastieră" presupune și existența stațiilor de prelucrare), emisiile de pulberi rezultate atât din funcționarea stațiilor de prelucrare a agregatelor minerale, cât și din transportul agregatelor pe perioada estivală când temperaturile sunt foarte mari și, în lipsa unei umectări corespunzătoare, sunt antrenate și produse pulberi în suspensie care se depun pe vegetația limitrofă. De asemenea, ca sursă de

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*





poluare pentru factorul de mediu apă sunt apele tehnologice rezultate din spălarea agregatelor, în cazul în care sunt evacuate direct în emisar fără decantare. Pentru sol, poluarea poate rezulta din depozitarea levigatului de decantare în alte zone decât cele autorizate în acest sens.

Conform rapoartelor de mediu întocmite de specialiști acreditați de ministerul mediului, proiectele sunt autorizate spre realizare deoarece derularea acestora nu are impact asupra speciilor pentru care au fost declarate arii naturale protejate zonele în care se desfășoară. Majoritatea econformităților constatate au fost cele în domeniul protecției apelor și al regimului deșeurilor. Pe parcursul verificărilor nu au fost constatate situații de anulare a avizului favorabil eliberat de custodele/administratorul ariei naturale protejate.

De asemenea, tot prin actele de reglementare este solicitată refacearea mediului la finalizarea proiectului. Din analiza rapoartelor de mediu puse la dispoziție s-a constatat faptul că lucrările de refacere a mediului nu sunt majore și din punct de vedere economic necesită investiții mici (de ordin variabil între câteva sute de lei și maxim 1.000/1.500 lei).



## **ANEXA B3.**

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



## **ANEXA B4. Studiu asupra impactului potențial al fenomenelor de risc climatic asupra biodiversității – Agenția Națională pentru Arii Naturale Protejate**

### **1. Introducere**

În anul 2013, Comisia Europeană (CE) a adoptat „Strategia UE de adaptare la schimbările climatice” (CE, 2013), strategie care urmărește să contribuie la îmbunătățirea rezilienței Europei față de schimbările climatice. După cinci ani, Comisia a publicat o evaluare a Strategiei de adaptare a UE (CE, 2018), elaborată cu scopul de a examina implementarea și performanța Strategiei, luând în considerare relevanța, eficacitatea, eficiența, coerența și valoarea adăugată pentru UE. De asemenea, evaluarea a inclus „tabloul de bord al pregătirii pentru adaptare” pentru măsurarea nivelului de pregătire al statelor membre bazat pe indicatori calitativi, de proces. Evaluarea a arătat că strategia și-a îndeplinit obiectivele de a promova acțiunile statelor membre, acțiunile UE și sprijinul în luarea deciziilor mai bine informate. Cu toate acestea, evaluarea a subliniat modul în care Europa este încă vulnerabilă la impactul climatic în interiorul și în afara granițelor sale și sugerează zone de îmbunătățire pentru pregătirea regiunilor și sectoarelor vulnerabile. Pe baza evaluării, la începutul anului 2021, a fost propusă o Strategie revizuită care accentuează nevoia de informare cu privire la impactul schimbărilor climatice și adaptare la nivelul UE și la nivel național.

Totodată, în luna august 2020, CE a adoptat un regulament de punere în aplicare privind raportarea statelor membre (SM) în temeiul Regulamentului (UE) 2018/1999 privind guvernarea uniunii energetice și acțiunea climatică (CE, 2020b). Acest Regulamentul de punere în aplicare include în anexa I o listă a hazardelor observate și viitoare legate de climă pe care țările sunt solicitate să le raporteze. Raportările se fac o dată la doi ani, prima a avut loc în luna martie 2021.

În același timp, propunerea pentru legea europeană a climei (CE, 2020c) prevede că CE, cu sprijinul AEM (Agenția Europeană de Mediu) evaluează în mod regulat progresele statelor membre în ceea ce privește adaptarea la schimbările climatice, pe baza rapoartelor statelor membre.

Decizia nr. 1313/2013/UE privind mecanismul de protecție civilă al Uniunii (UE, 2013) prevede elaborarea periodică a unor evaluări naționale ale riscurilor (NRA) și transmiterea rezumatului acestora la CE.

Ca răspuns la aceste politici de dezvoltare și nevoia de informații aferente, AEM dezvoltă un set de indici de risc climatic pentru Europa, care sunt relevanți pentru planificarea adaptării la nivel european și național. Indicii incluși în acest set se bazează pe datele disponibile, în special pe datele climatice ale Serviciului Copernicus privind schimbările climatice (C3S) (The Copernicus Climate Change Service (C3S)). În funcție de disponibilitatea datelor în CDS C3S, acești indici sunt, de asemenea, disponibili în mod interactiv prin intermediul European Climate Data Explorer, o interfață grafică cu utilizatorul pentru datele C3S selectate, pe platforma Climate-ADAPT.

Evaluarea impactului, vulnerabilității și riscurilor schimbărilor climatice („evaluările CCIV”) poate avea scopuri diferite în ciclul politicilor publice și a evoluat de-a lungul timpului. O clasificare inițială făcea distincția între:

1. evaluări de impact care au ca scop promovarea științei și creșterea gradului de conștientizare,
2. evaluări de vulnerabilitate de prima generație care identifică și prioritizează sectoarele și regiunile pentru evaluări mai detaliate,
3. evaluări de vulnerabilitate de a doua generație care identifică nevoile pentru acțiuni suplimentare de adaptare și
4. evaluări ale politicii de adaptare care identifică și evaluează acțiuni specifice de adaptare

Termenul de „evaluare a riscului schimbărilor climatice” a devenit, de asemenea, popular, iar în prezent este folosit, uneori, și pentru a indica „evaluarea vulnerabilității la schimbările climatice”.

În timp, termenul „vulnerabilitate” a fost folosit în multe moduri diferite, înainte de apariția unei definiții agreeate în rapoartele Grupului Interguvernamental pentru Schimbări Climatice (IPCC).

Definițiile anterioare considerau vulnerabilitatea (la schimbările climatice) ca o măsură integrată a următoarelor trei dimensiuni: *expunerea, sensibilitatea și capacitatea de adaptare* (IPCC, 2007).

**Vulnerabilitatea** a fost, prin urmare, interpretată ca rezultatul final al unei evaluări care integrează factori bio-geofizici și socio-economici. IPCC a integrat parțial diferitele conceptualizări ale vulnerabilității în Raportul său special privind gestionarea riscurilor de producere a unor evenimente extreme și dezastre pentru promovarea adaptării la schimbările climatice (SREX) (IPCC, 2012) și le-a dezvoltat și ajustat în continuare în cel de-al cincilea raport de evaluare (AR5) (IPCC, 2014).

Glosarul AR5 conține, de asemenea, o definiție a „riscului”, care „rezultă din interacțiunea dintre vulnerabilitate, expunere și hazard”. În această conceptualizare, hazardul reprezintă evenimentele biofizice reale - de exemplu evenimentele precum inundațiile - care sunt determinate de schimbările climatice. Hazardurile pot fi adesea descrise prin amploarea și probabilitatea lor. Expunerea descrie ceea ce este afectat de hazard. În cele din urmă, vulnerabilitatea descrie cât de sensibil este sistemul sau populația afectată la un anumit hazard, având în vedere expunerea acestuia/acesteia. Definiția predominantă a vulnerabilității și riscului din IPCC AR5 este apropiată de definiția acestor termeni în comunitatea riscului de producere a dezastrelor, dar sunt recunoscute și alte definiții ale vulnerabilității. Spre exemplu, în contextul „IUCN SSC Guidelines for assessing species' Vulnerability to Climate Change”, vulnerabilitatea este definită potrivit Raportului IPCC 2007, motivat de adoptarea pe scară largă a acestei definiții și de alinierea acesteia cu Lista Roșie.

Astfel, se consideră că vulnerabilitatea la schimbările climatice reprezintă măsura în care biodiversitatea va fi afectată negativ de schimbările climatice. Vulnerabilitatea la schimbările climatice poate descrie o serie de niveluri sau entități ierarhice biologice diferite (de exemplu, de la subpopulații la ecosisteme), la diferite scări spațiale (de exemplu, de la site-uri la global), luând în considerare diferite tipuri de impact asupra biodiversității (de exemplu, de la riscul de extincție la diminuarea funcțiilor ecosistemului sau diversitatea evolutivă), luând în considerare diferite aspecte ale schimbărilor climatice și acoperind perioade de timp considerabil diferite. Evaluarea vulnerabilității la schimbările climatice presupune definirea explicită a variabilelor cheie (entitate, locație, tip de impact, cauză, interval de timp).



Vulnerabilitatea este o funcție de caracterul, amploarea și rata schimbărilor climatice la care este expusă specia sau entitatea (adică, factori externi), precum și sensibilitatea intrinsecă și capacitatea de adaptare.

### **Relația dintre schimbările climatice și biodiversitate**

Potrivit unui studiu de prognoză interinstituțională efectuat de Sistemul european de analiză a strategiilor și politicilor (European Strategy and Policy Analysis System – ESPAS) pentru instituțiile europene, este de așteptat ca deciziile legate de schimbările climatice să determine nu doar viitorul economiilor și al societății umane, ci chiar viitorul omenirii ca specie. Schimbările climatice afectează semnificativ biodiversitatea, prin accentuarea fragilității ecosistemelor și intensificarea efectelor celorlalți factori care cauzează pierderea acesteia, inclusiv distrugerea și fragmentarea habitatelor, poluarea, supraexploatarea și speciile alogene invazive.

Sunt evidente schimbările dramatice petrecute în ținuturile polare și în zonele marine, precum și amplificarea incendiilor, temperaturile în creștere afectând fauna pe măsură ce habitatele polare se schimbă și incendiile de vegetație se manifestă tot mai frecvent și mai amplu. În condițiile în care oceanul planetar absoarbe mai mult de 90 % din căldura în exces a planetei, pe măsură ce se încălzesc, devine tot mai puțin prielnic vieții marine și emană mai mult dioxid de carbon în atmosferă. Pășunile și savanele dispar, deșertificate și degradate mai repede decât orice alt tip de habitat de pe planetă, ca rezultat al creșterii temperaturii medii atmosferice, precum și a extremelor de temperatură.

Totodată, această pierdere a biodiversității are un efect negativ asupra climei. În loc să stocheze carbonul în sol și biomasă, ecosistemele îl emană înapoi în atmosferă. Defrișările cresc, astfel, cantitatea de dioxid de carbon în atmosferă, ceea ce cauzează o mai mare pierdere a biodiversității.

Se evidențiază, totodată, interdependența dintre pierderea biodiversității și schimbările climatice, iar acțiunile dintr-un domeniu ar trebui să ia în considerare efectele asupra celuilalt. Totodată, se estimează că participarea conservării și restaurării biodiversității și a ecosistemelor la combaterea schimbărilor climatice poate fi semnificativă – aprox. 30 % dintre obiectivele legate de atenuarea crizei climatice ar putea fi atinse cu ajutorul unor soluții bazate pe natură, cum ar fi restaurarea pădurilor, refacerea solurilor și a zonelor umede.

Schimbările observate în distribuția și abundența speciilor de-a lungul timpului și schimbările sezoniere (fenologie) și comportamentul reproductiv sunt influențate, la rândul lor, de schimbările climatice. S-au observat modificări ale intervalului de existență al unor specii care sunt de până la 400 de kilometri pe secol sau 11 metri pe zi. Păsările sosesc din migrația anuală mai devreme, iar datele de depunere a ouălor au avansat cu aproximativ 9 zile în 25 de ani pentru mai multe specii. Nu toate speciile vor fi capabile să răspundă prin extindere la schimbări atât de rapide, iar unele ar putea suferi diminuarea populațiilor sau extincția. Fragmentarea peisajului și a habitatelor seminaturale este probabil să crească vulnerabilitatea la schimbările condițiilor climatice a speciilor cu capacitate limitată de dispersie.

Cercetările efectuate, atât prin observare, cât și prin studii de modelare, arată că impactul major al schimbărilor climatice asupra biodiversității ar putea include:

- modificările sezoniere care pot afecta dependențele speciilor și succesul reproductiv al acestora,
- schimbări în localizarea „spațiului climatic” adecvat și distribuția speciilor,

- impactul fenomenelor meteorologice extreme asupra supraviețuirii speciilor,
- modificări în compoziția și structura habitatului pe măsură ce speciile se deplasează spre nord, inclusiv extinderea speciilor invazive și a bolilor;
- risc crescut de extincție în cazul în care numărul populației este scăzut, habitatele sunt restrânse sau neregulate și zonele climatice/geografice sunt limitate;
- modificări determinate de schimbarea utilizării terenurilor

Efectele schimbărilor climatice asupra componentei abiotice a ecosistemelor naturale, manifestate sub forma impactului direct (modificări asupra regimului radiativ, termic, pluviometric, hidrologic) determină un impact indirect asupra componentei biotice (floră și faună). Un efect concret ar fi apariția treptată în cadrul habitatelor a speciilor vicariante de floră, mai adaptate la noile condiții climatice.

### **Modele utilizate pentru identificarea și evaluarea impactului fenomenelor de risc climatic asupra biodiversității în Statele Membre ale Uniunii Europene**

Unul dintre modelele utilizate pentru identificarea și evaluarea impactului fenomenelor de risc climatic asupra biodiversității în Uniunea Europeană (UE) este **Modelul climatic global (GCM)**. Acest model climatic global (GCM) este util pentru evaluarea impactului concentrațiilor gazelor cu efect de seră asupra schimbărilor de temperatură, precipitații și viteza vântului. Pentru a obține informații la o scară mai precisă, el presupune existența a două tehnici de downscaling pentru reducerea la scară a impactului fenomenelor climatice și anume: reducerea dinamică (*tehnica de downscaling dinamic*) și reducerea statică (*tehnica de downscaling static*). *Tehnica de downscaling dinamic* este reprezentată de modelele climatice regionale (RCM) care presupun folosirea unui model climatic de rezoluție mai mică pentru a reproduce clima locală din diferite regiuni. Pentru *modelul de downscaling static* sunt folosite date meteorologice istorice, observate de-a lungul timpului. Sunt utilizate cele mai bune date de la o stație meteorologică locală/regională pentru a reduce scala modelului climatic la acea stație meteorologică. Astfel, se creează relațiile statistice stabilite pe baza datelor de observație între variabile climatice la scară locală/regională și variabile atmosferice la scară mare. Prin urmare, calitatea produselor obținute prin downscaling depinde de calitatea modelelor globale.

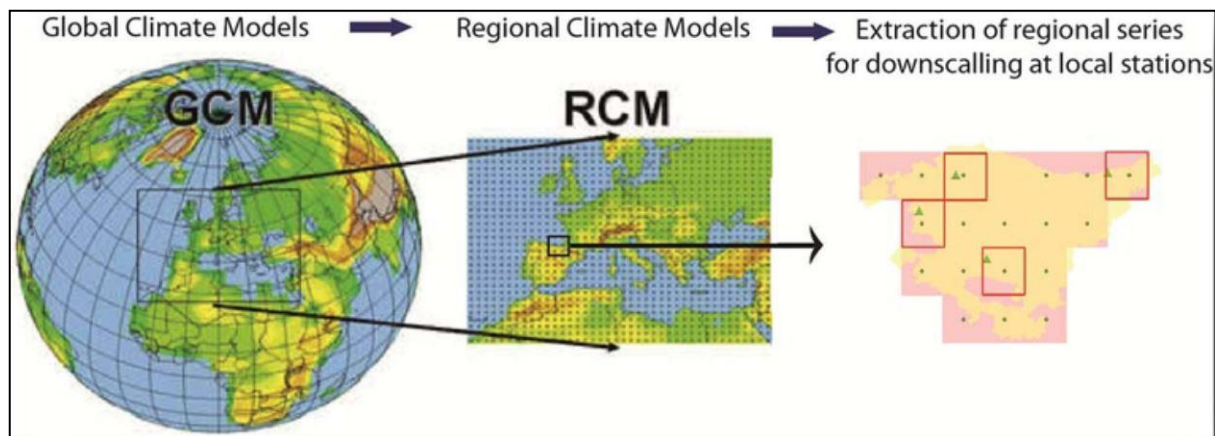


Fig. 1. Reprezentarea Modelului Climatic Global (GCM)

Creșterea temperaturilor medii anuale duce la schimbări asupra diverselor ecosisteme de floră, ce cauzează schimbări ale perioadelor de înflorire ale plantelor, modificări ale sezonului de creștere al speciilor de floră din ecosistem, modificări ale cantității de apă din sol. De asemenea, în multe regiuni din Europa va crește riscul de inundații, mai ales de-a lungul coastelor, lucru ce va afecta atât ecosistemele de floră, cât și de fauna. În Sudul Europei va fi accelerat fenomenul de uscare a solurilor și vegetației, lucru ce va duce la incendii masive de vegetație și extincția unui număr mare de specii de floră și faună. Astfel, Sudul Europei va fi mai mult afectat de schimbările climatice și implicit de încălzirea globală, decât Nordul Europei. Din punct de vedere al biodiversității, ar putea fi afectată în special regiunea mediteraneeană. Datorită climei aride, biodiversitatea se poate reduce, având loc migrații ale speciilor, sau chiar extincția locală a multora dintre ele.

Pentru România, metoda de downscaling static se realizează cu ajutorul proiecțiilor variațiilor regimului termic lunar în cadrul celor 94 de stații meteorologice aflate pe teritoriul țării pentru perioada 2001-2030 și al modelelor de downscaling static aplicate celor 3 modele climatice globale (BCM2, INGV, FUB). S-a constatat pentru perioada 2001-2030, față de perioada 1961-1990 o creștere a temperaturii medii lunare cu 1° C în lunile noiembrie-decembrie și în lunile mai-septembrie în N și E țării, respectiv o creștere cu 1,4° C - 1,5° C în S și V țării în regiunile muntoase, iar în lunile de iarnă creșterea temperaturii nu depășește 1° C. Astfel, se constată că în perioada 1901-2019, la nivelul României, temperatura medie anuală a aerului a crescut cu mai mult de 1°C.

Mediile temperaturii aerului au crescut cu 2-3° C începând din 1961 și până în prezent mai ales pe perioada verii, în regiunile din sudul țării. Perioada cu cele mai mari temperaturi medii anuale a fost 2000-2020, cel mai călduros an fiind 2020. Pentru viitorul apropiat (2021-2050), la nivelul României, rezultatele modelelor climatice indică o creștere medie a temperaturii lunare în cea mai caldă lună a anului cu peste 3°C.

Totodată, conform scenariului IPCC A1B pentru perioada 2001-2030, s-a estimat o scădere a cantității de precipitații lunare față de perioada 1961-1990 în lunile de iarnă (decembrie, februarie) și o creștere a cantității de precipitații în luna octombrie, iar pentru restul lunilor nu s-a putut anticipa.

Reducerea cantității medii lunare de precipitații va ajunge până la 30 %, în intervalul 2061-2090, comparativ cu intervalul 1961-1990 (SRES A2). Pentru perioada 1971-2100, în sezonul rece se constată o tendință de creștere a cantității de precipitații în regiunile din V, N și C ale României, în timp ce în SE țării variațiile sunt mici. Iarna, va avea loc o scădere a grosimii stratului de zăpadă, o modificare a raportului dintre precipitațiile solide și lichide, și o creștere a debitelor râurilor.

*Metoda de downscaling dinamic* pentru perioada 2020-2030 se caracterizează în România cu creșteri ale temperaturilor medii anuale cu până la 0,8° C în SE țării și cu 0,2° C în V țării. Media anuală a cantităților de precipitații pentru această perioadă este apropiată de normal, cu un mic excedent de 40% în NE țării și în V și cu un deficit de 40% în SE și SV țării. Sezonul de primăvară este caracterizat de deficitul de precipitații în ariile extra-carpătice și de excedent de precipitații în C țării.

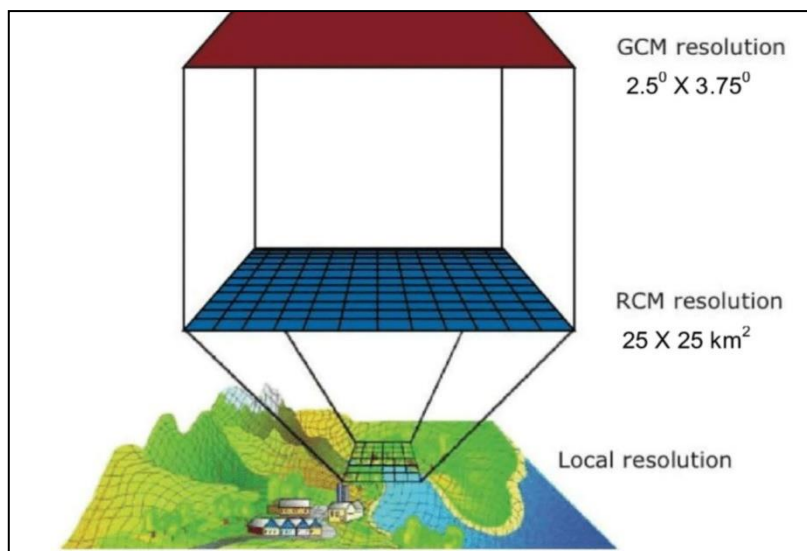


Fig. 2. Metoda de downscaling dinamic

Conform **Modelului Global CMIP3**, analiza proiecțiilor temperaturii aerului și a cantităților de precipitații pentru România s-a realizat folosind rezultatele experimentelor cu *modelele climatice globale* și anume setul CMIP3 din cadrul programului PCMDI (The Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison), din care s-au extras datele de la 16 modele climatice. S-au calculat mediile celor 16 modele climatice, iar variațiile nivelului de precipitații și temperaturii au fost exprimate ca diferența dintre valorile pentru perioada 2001-2030 (scenariul A1B) și valorile pentru perioada 1961-1990. Au reieșit creșteri ale temperaturii medii lunare în România în toate lunile, mai ales în luna iulie cu 1,31° C și scăderi în regimul precipitațiilor din această perioadă, tot în luna iulie cu 6%.

Un alt model utilizat pentru identificarea și evaluarea impactului fenomenelor de risc climatic asupra biodiversității în UE este **Modelul BioMA-Wofost**, ce reprezintă un cadru compus din aplicații concepute pentru rularea, calibrarea și îmbunătățirea modelelor biofizice și de creștere ale culturilor.



Așadar, *BioMA-Wofost* a fost dezvoltat pentru a parametriza și a rula soluțiile bazate pe modele biofizice din domeniile agriculturii și mediului. Este util cu precădere pentru: a realiza seturi de date meteorologice, pentru a simula creșterea și dezvoltarea agenților patogeni în sol în condițiile schimbărilor climatice, pentru a simula creșterea și dezvoltarea speciilor de arbori, pentru a aproxima perioada de supraviețuire a insectelor care dăunează porumbului în condițiile schimbărilor climatice, pentru a dezvolta modele reutilizabile pentru creșterea culturilor, pentru a simula evoluția epidemiilor la speciile de plante.

*Modelul Wofost* este folosit și pentru analiza cantitativă a culturilor anuale pe câmp. Acesta explică creșterea zilnică a culturilor pe baza proceselor subiacente, cum ar fi fotosinteza, respirația și modul în care aceste procese sunt influențate de condițiile de mediu. De asemenea, calculează producția pentru o cultură, biomasa ei, utilizarea apei, având cunoștințe despre sol, cultură, vreme și managementul culturilor (de exemplu, data de semănat). Reprezintă o componentă importantă a Sistemului European de prognoză a randamentului culturilor MARS (Monitoring Agricultural Resources).

În S României, *Modelul Wofost* a fost implementat cu succes pentru culturile de porumb, grâu, floarea soarelui, cartofi și struguri.

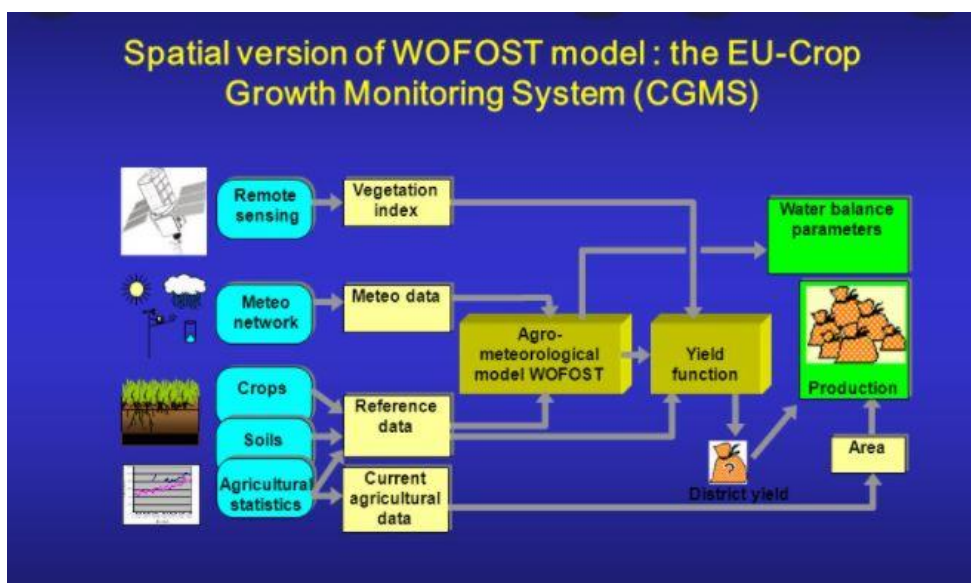


Fig. 3. Principiile Modelul Wofost

**Modelul LISFLOOD – Lisflood FP** este un model hidrodinamic bidimensional realizat pentru a simula inundațiile luncilor. Acest model poate determina adâncimea apei în fiecare celulă a rețelei la fiecare pas de timp, simulând fenomenele de inundație în cadrul câmpiilor fluviale și de coastă, dar și în cadrul estuarelor. Prin urmare, el este un real ajutor în predicția inundațiilor și în evaluarea riscului de inundații. Este utilizat în cadrul Sistemului European de alertă la inundații (EFAS).

În România, *Modelul LISFLOOD – Lisflood FP* este foarte util, fiind una dintre țările cele mai expuse la inundații din Europa. El ia în considerare modelele spațiale și temporale ale precipitațiilor și inundațiilor, pe baza datelor istorice de debit. În cadrul a 3527 de stații virtuale din rețeaua hidrologică a României au fost generate 250.000 de evenimente de precipitații, iar pentru fiecare dintre acestea a fost identificată o zonă inundată corespunzătoare.

*Modelul LISFLOOD* este utilizat și în cadrul monitorizării secetelor, care afectează toate nivelurile biotice, cauzând mortalitatea unor specii de floră, căderea prematură a frunzelor pomilor și copacilor, afectarea speciilor subterane și supraterane.

În România, seceta afectează debitele râurilor, acestea având debite mai mici vara și debite mai mari iarna. Astfel, stresul hidric apare vara, iar inundațiile vor apărea în bazinele hidrografice cu preponderență primăvara și iarna. În Delta Dunării, din cauza schimbărilor climatice și implicit din cauza creșterii temperaturii medii anuale, zilele vor fi mai călduroase și perioadele cu strat de zăpadă vor fi reduse semnificativ, ceea ce cauzează o evapotranspirație mai ridicată și un risc mai mare de producere a fenomenelor de furtuni cu ploi torențiale, viituri rapide, grindini.

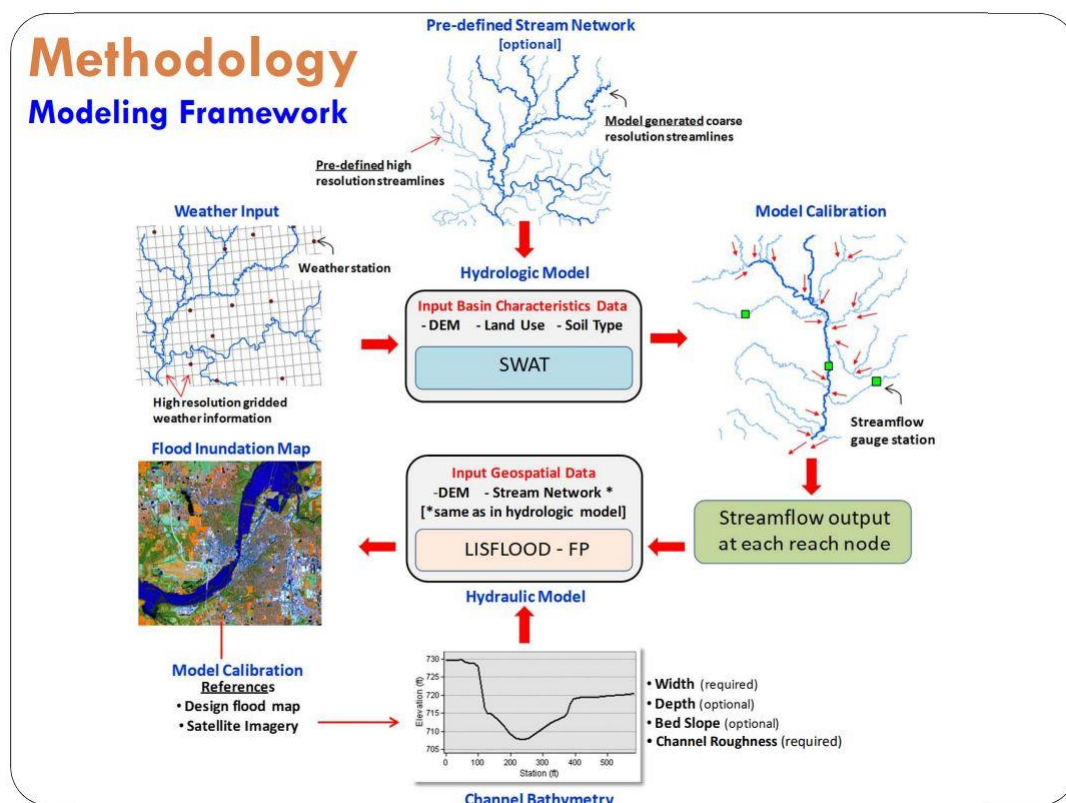


Fig. 4. Cadrul de modelare metodologică pentru modelul LISFLOOD

Un alt model utilizat pentru identificarea și evaluarea impactului fenomenelor de risc climatic asupra biodiversității în UE este **Modelul LisCOAST** ce presupune realizarea unor scenarii ale pericolelor de coastă în vederea schimbărilor climatice și anume: creșterea nivelului mării, valurile de furtună, dar și vulnerabilitatea în zonele de coastă.

În România, din cauza creșterii nivelului Mării Negre cu până la 12-25 mm/an sau cu până la 0,5 m până în 2050, va avea loc o intensificare a viiturilor rapide și a furtunilor cu ploi, ceea ce va duce la eroziunea coastei, scăderea debitelor râurilor, afectarea habitatelor naturale, dispariția florei și faunei de apă dulce în anumite areale, dar și distrugerii în cadrul infrastructurii și așezărilor de coastă. Un alt element care va fi afectat este calitatea apei care poate periclita atât sănătatea locuitorilor, cât și sănătatea speciilor de floră și faună din ecosisteme.

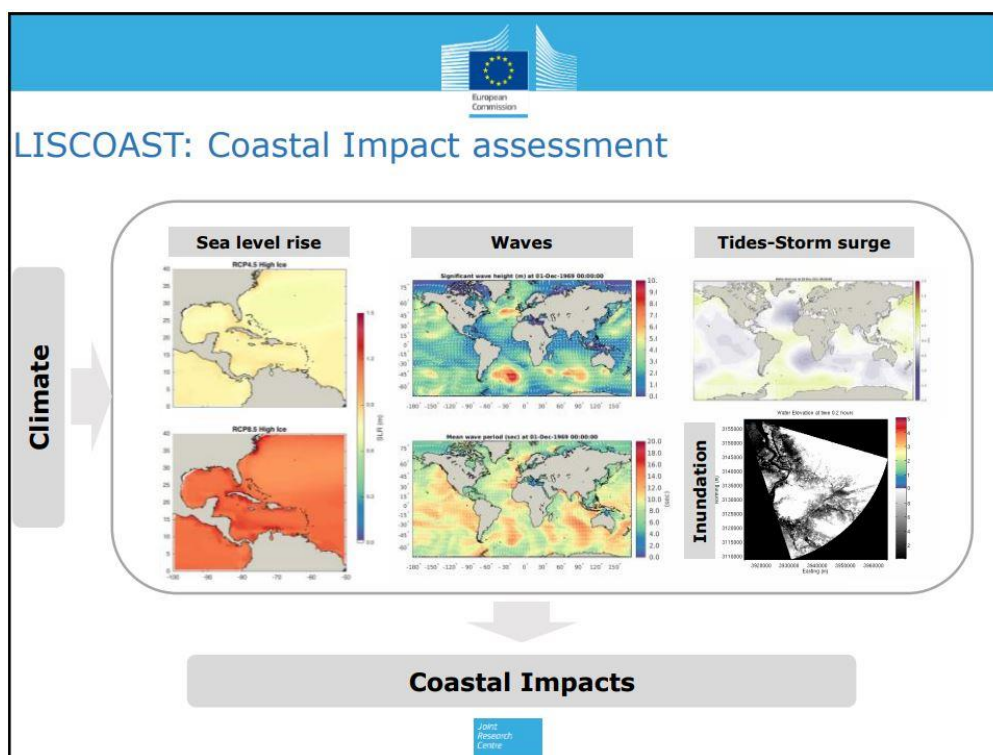


Fig. 5. Modelul LisCOAST (modelul de impact pe coastă)

**Modelul „Process model”** este folosit pentru a evalua și a prezice impactul pe care îl au factorii determinanți asupra biodiversității și asupra ecosistemelor, prin urmare, asupra bunăstării umane. Biodiversitatea și dinamica ecosistemelor sunt complexe, la fel și răspunsul lor la factorii de mediu, inclusiv factorii naturali și antropici.

Biodiversitatea și variabilele ecosistemului sunt aranjate pe dimensiuni ale complexității biodiversității: niveluri de organizare biologică (specii, populații, ecosisteme) și atribute ale biodiversității (compoziție, structură și funcție). Aceste două dimensiuni alcătuiesc un spațiu conceptual care poate fi util pentru a identifica răspunsul la schimbările de mediu.

Speciile sunt capabile să se adapteze la condiții de mediu diferite de cele cu care au fost obișnuite, astfel are loc o evoluție a populațiilor. Această evoluție poate modifica modelele de dispersie, fiziologia și interacțiunile biotice, aspect ce determină o problemă în modelarea predictivă la toate nivelurile, de la gene la ecosisteme. Astfel, procesele biologice, cum ar fi mutația, dispersarea și interacțiunile în interiorul și între specii (de exemplu, împerecherea și competiția) pot fi modificate sau perturbate de schimbările de

mediu. Totodată, ratele de migrație ale speciilor sau populațiilor determină procesele evolutive în fața unui mediu în schimbare, dând naștere unui mediu nou sau alterat. Se remarcă existența a două modele: *modelul la nivel de specie sau populație și modelul la nivel de comunitate.*

**Modelul la nivel de specie sau populație** se caracterizează prin faptul că o populație este alcătuită din grupuri de organisme făcând parte din aceeași specie, care trăiesc, conviețuiesc în aceeași zonă și interacționează. Schimbarea biodiversității la nivel de specie sau de populație este măsurată folosind date despre demografia populației și distribuția speciilor (adică distribuția populațiilor în cadrul unei specii). Populațiile se modifică în dimensiune și distribuție datorită interacțiunii dintre factorii interni (de exemplu rata de creștere, reproducere) și externi (de exemplu resurse, prădare, boli).

**Modelul la nivel de comunitate** presupune prezicerea unor efecte mai ample ale schimbărilor de mediu, cum ar fi de exemplu, dispariția unui prădător de top dintr-un lanț trofic.

Acest model se utilizează atunci când multitudinea speciilor aduce modificări în structura comunității, lucru ce afectează procesele ecosistemelor. Astfel, modelările în cadrul comunităților se pot realiza folosind legăturile dintre specii și dinamica care determină coexistența speciilor în rețea, cum ar fi oscilațiile prădător-pradă. În cadrul ecosistemelor marine, biodiversitatea este reprezentată la nivelul speciilor țintă și a principalelor interacțiuni ale acestora la nivel de comunitate.

**Modelele dinamice de vegetație globală (DGVM)** reprezintă modele bazate pe procese biogeochimice, biogeofizice și hidrologice, cum ar fi fotosinteza, respirația heterotrofă, respirația autotrofă, evaporarea, transpirația și descompunerea, constituind cel mai avansat mod de estimare a impactului schimbărilor climatice asupra dinamicii vegetației la scară globală.



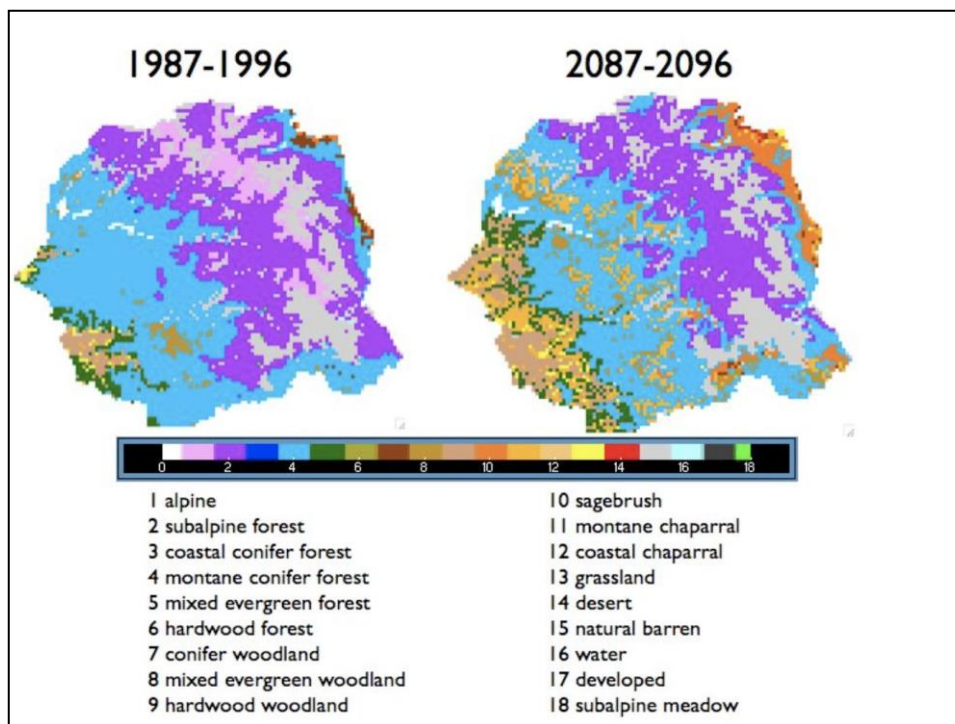


Fig. 6. Modelul DGVM – schimbări în dinamica vegetației pe intervale de timp

**Modelul evolutiv „Evolutionary models”** este unul dintre modelele mixte ale biodiversității, ce are un nivel de organizare bazat pe organisme și integrează și alte modele, dezvăluind cât de evolutiv se combină procesele care pot prezice dacă o specie va persista sau nu.

Speciația reprezintă procesul de evoluție a unor noi specii. Ea este bazată pe studiul diversității, vitezei sau direcției de schimbare a speciilor. Evoluția poate fi una convergentă, când speciile distincte, dar care trăiesc în medii similare, devin asemănătoare din punct de vedere structural și al funcției. Ea poate fi și divergentă, fiind influențată de schimbările de mediu sau de migrație către alte zone. Totodată, speciația este caracterizată și de procesul de extincție, prin care indivizii dintr-o populație pot dispărea rând pe rând, având loc o extincție a specie. Când specia dispăre, altă specie îi va lua locul.

**Modelul de adecvare a habitatului acvatic „ Aquatic habitat suitability”** este un model al biodiversității ce are un nivel de organizare bazat pe comunități și creează legături între condițiile de mediu și adecvarea cantitativă a habitatului acvatic.

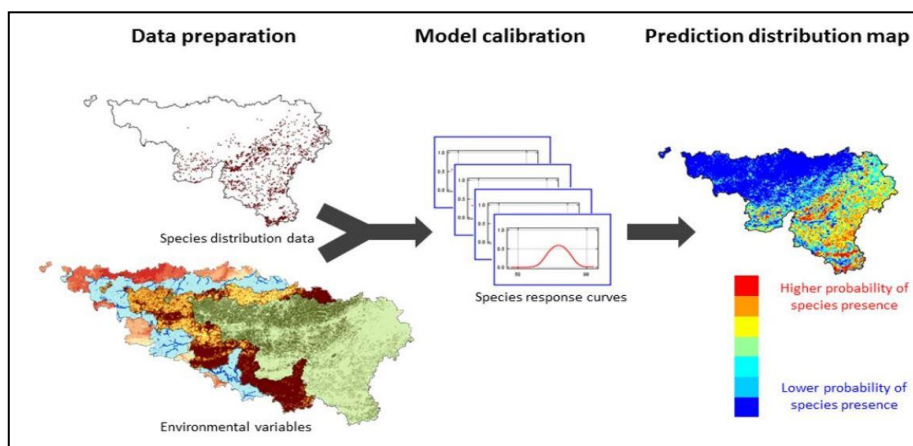
Ecosistemele marine sunt de multă vreme expuse riscului din cauza efectelor schimbărilor climatice, a pescuitului sau a altor tipuri de perturbări, determinate de vulnerabilitatea componentelor lor (de exemplu habitate, comunități sau specii). Așadar, *modelul adecvării habitatelor acvatice* este utilizat cu preponderență pentru a prezice modelele de distribuție a taxonilor indicatori în adâncimea mărilor, unde datele sunt foarte rare, iar modelele sunt utile pentru gestionarea ecosistemelor marine.

*Spre exemplu, în România în Delta Dunării sunt monitorizate cu precădere populațiile de sturioni care se află într-un declin dramatic. Migrația și reproducerea lor este afectată mai ales pe brațul Bala, din cauza deversărilor ilegale de substanțe poluante și sedimentelor grosiere depuse.*

**Modelul de distribuție a speciilor „Species Distribution Model”** este un model corelativ, cu un nivel de organizare bazat pe specii și populații, utilizat pentru a observa impactul efectelor schimbării mediului asupra distribuției de specii sau populații.

Este folosit pentru a vedea distribuția unei specii în timp și spațiu, folosind date de mediu, obținând perspective ecologice și evolutive pentru a prezice distribuțiile în peisaje, necesitând uneori extrapolarea în spațiu și timp. Datele de mediu sunt cel mai adesea date climatice (de exemplu, temperatură, precipitații), dar pot include și alte variabile, cum ar fi tipul de sol, adâncimea apei și acoperirea solului.

De exemplu, în România, acest model este utilizat pentru a investiga apariția ursului brun (*Ursus arctos*), a lupului cenușiu (*Canis lupus*) și a râsului eurasiatic (*Lynx lynx*) și pentru a compara previziunile modelului între Natura 2000 și ariile protejate la nivel national. Creșterea proporției de pădure a fost asociată cu apariția carnivorelor mari, dar tipul de pădure (de foioase, mixtă sau de conifere) a variat în general în funcție de speciile de carnivore. Zonele cu terenurile cultivate extinse nu aveau un habitat adecvat pentru râs, în timp ce probabilitatea de apariție a urșilor a scăzut odată cu creșterea proporției de suprafețe construite. Pășunile au fost asociate cu apariția lupilor și râșilor. Urșii bruni au apărut în primul rând acolo unde numărul de drumuri naționale circulate era mic.



*Fig. 7. Etape în prezicerea distribuției potențiale a unei specii folosind modele de distribuție a speciilor (SDM)*

**Modelul de anvelopă dinamică climatică „Dynamic bioclimate envelope model”** este un model mixt, ce se bazează pe specii și populații, care integrează și alte modele și determină modificări ale abundenței speciilor marine induse de schimbările climatice.

Schimbările climatice au cauzat deja dispariția unor specii de pești marini. Acest model oferă previziuni viitoare ale distribuțiilor și capturilor de pește bazate pe modele de anvelopă bioclimatică.

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



**Modelul de relație specie-zonă „Species-Area Relationship models”** este un model corelativ, ce are un nivel de organizare bazat pe comunități, fiind folosit pentru a prezice impactul în disponibilitatea habitatului, determinat de schimbarea utilizării terenurilor sau de schimbările climatice.

Este, așadar, utilizat pentru estimarea bogăției speciilor, pierderii lor în funcție de pierderea habitatului și extrapolării lor pentru anumite zone. Astfel, impactul eterogenității habitatului și riscul crescut de dispariție a speciilor în zonele mici au fost explorate cel mai des, dar s-au sugerat și alte procese ecologice cheie (de exemplu, speciația, dispersarea, fragmentarea și specificitatea habitatului).

**Modelul metric pentru biodiversitate „Biodiversity metric models”** este un model corelativ, care se bazează pe comunități de specii și integrează și alte modele, având o abordare cantitativă pentru evaluarea biodiversității cu indicatori multipli.

Un astfel de exemplu, este programul Biodiversity Metric 3.0 ce poate fi utilizat pentru a calcula și contabiliza pierderile și câștigurile din biodiversitate rezultate din amenajarea sau modificarea managementului terenului.

**Modelul Lotka-Volterra** este un model bazat pe procese și comunitate, care integrează și alte modele, fiind utilizat pentru interacțiunile pradă-prădător.

Acesta descrie dinamica sistemelor ecologice în care două specii interacționează, una fiind prădător și cealaltă prada sa și presupune că rata consumului de pradă de către un prădător este direct proporțională cu abundența de pradă. Aceasta înseamnă că hrănirea prădătorilor este limitată doar de cantitatea de pradă din mediu.

Modelul funcționează pe mai multe premise:

- populația de pradă se înmulțește la nesfârșit și este limitată de interacțiunea cu prădătorii;
- prădătorii pot mânca la infinit din populația pradă;
- populația de prădători supraviețuiesc hrănindu-se doar cu o specie de pradă;
- nu există competiție între prădători pentru pradă;
- prada nu se poate ascunde de prădători.

Nu în ultimul rând, **Modelul Fire Weather Index (FWI) system** se bazează pe indici meteorologici, fiind folosit la nivel mondial pentru a estima pericolul de incendiu. El este alcătuit din diferite componente care țin cont de efectele umidității combustibilului și ale vântului asupra răspândirii incendiului. Cu cât el este mai mare, cu atât sunt mai favorabile condițiile meteorologice pentru declanșarea unui incendiu. Acesta ajută la modelarea strategiei turistice pe termen lung și la planificarea investițiilor viitoare.

Acest indice este alcătuit din 5 componente: determinări ale conținutului de umiditate al gunoiului și al altor combustibili fini, conținutul de umiditate al straturilor organice slab compactate de adâncime moderată și conținutul de umiditate al straturilor organice profunde și compacte, viteza de propagare a focului și intensitatea focului frontal. Pentru calcularea acestui indice sunt necesare: umiditatea aerului la începutul după-amiezii (când are valoarea cea mai scăzută), temperatura la mijlocul după-amiezii (când are valoarea cea mai mare), precipitațiile totale de 24 de ore (de la prânz la prânz) și viteza maximă a vântului.

Incendiile pot fi provocate din cauze naturale sau ca urmare a unor activități umane (foc de tabără nesupravegheat, incendieri intenționate sau nesupravegheate). Ele pot fi intensificate de vântul puternic, temperatura ridicată sau umiditatea scăzută.

Numărul de incendii a crescut în ultimul deceniu la nivelul UE din cauza schimbărilor climatice, ducând la distrugerii materiale și umane, creșterea mortalității unor specii de floră și faună, degradarea ecosistemelor și diminuarea stocurilor de carbon.

Așadar, biodiversitatea se confruntă, în prezent, cu un fenomen ireversibil ce dăunează vieții și creează dezechilibre în toate ecosistemele și anume încălzirea globală. Acest fenomen duce la perturbarea factorilor de mediu, având un impact negativ asupra evoluției speciilor de floră și faună și asupra calității vieții omenești. Defrișările, alunecările de teren și supraexploatarea pășunatului pot duce la accentuarea schimbărilor climatice, periclitanând echilibrul din lanțurile trofice.

### **Vulnerabilitatea habitatelor și a speciilor de floră și faună la schimbările climatice**

Într-o primă etapă, au fost stabilite categoriile de habitate și grupele de specii susceptibile a fi afectate de schimbările climatice. Pe baza datelor publicate în lucrarea *Climate change, impacts and vulnerability in Europe* (EEA, 2012), au fost redată grafic proporțiile categoriilor de habitate și a grupelor de specii de interes comunitar (menționate în Directiva 92/43/CEE - Directiva „Habitat”) în cazul cărora cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respectiv.

La nivelul UE, habitatele afectate în cea mai mare proporție de schimbările climatice sunt **mlaștinile și turbăriile** (în proporție de 50% din tipurile de habitate încadrate în această categorie). La rândul lor, grupele de specii afectate cel mai mult de schimbările climatice sunt **amfibienii** (în proporție de 45% din speciile încadrate în această categorie).



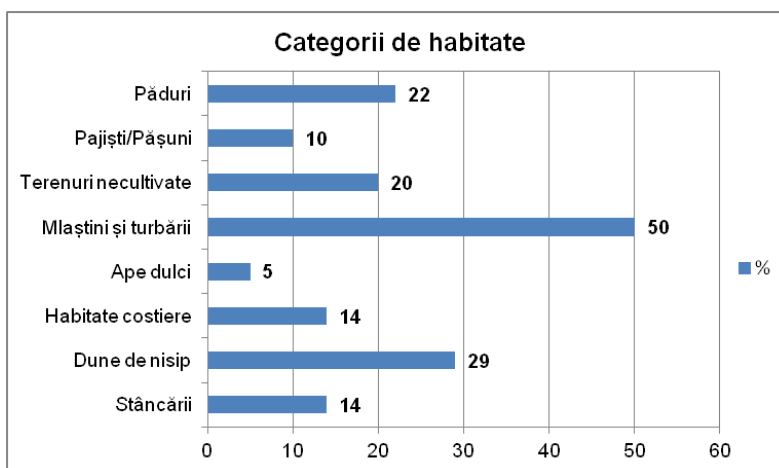


Fig. 8. Proporția tipurilor de habitate de interes comunitar dintr-o anumită categorie, în cazul cărora cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respectiv

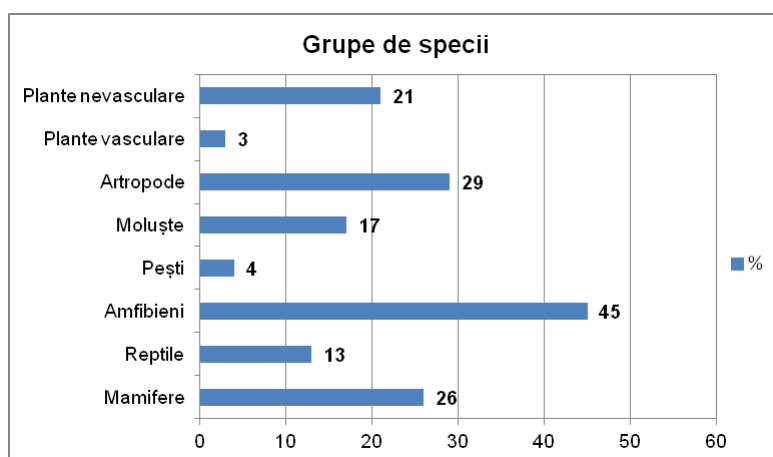


Fig. 9. Proporția speciilor de interes comunitar dintr-o anumită grupă, în cazul cărora cel puțin un stat membru UE a identificat schimbările climatice ca fiind un factor pentru tendințele nefavorabile în arealul natural respectiv

Se poate stabili o oarecare corespondență între grupele de specii și categoriile de habitate caracteristice acestora, în sensul că mlaștinile, cele mai afectate de încălzirea globală, reprezintă habitat pentru speciile de amfibieni, la rândul lor afectate cel mai mult de schimbările climatice. În schimb, apele dulci și peștii sunt categoriile cel mai puțin afectate de aceste amenințări.

## 2. Metodologia de lucru

În cadrul acestui studiu, **abordarea cantitativă** a presupus analiza variațiilor și tendințelor temperaturii medii anuale a aerului (indicatorul bioclimatic Bio1) și a cantităților anuale de precipitații atmosferice (indicatorul Bio12) înregistrate în perioada 1961/1964-2019 la **10 stații meteorologice** cu date disponibile în baza online ECA&D (Klein Tank et al., 2002) - stații reprezentative pentru regiunile biogeografice alpină, stepică și pontică.

Seriile de valori zilnice ale acestor parametri au fost importate în Excel și prelucrate printr-un algoritm creat în acest scop, în vederea extragerii mediilor lunare și anuale. Pe baza acestora, au fost obținute tendințe de evoluție multianuală a temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice în raport cu caracteristicile staționale ale habitatelor prioritare din bioregiunile alpină, stepică și pontică.

În acest sens, au fost reprezentate grafice de variație ale temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice în raport cu intervalele climatice de referință la stațiile meteorologice asociate în prealabil câte unui tip de habitat prioritar, pe criteriul proximității spațiale (ex: Fig. 23A - analiza grafică a variației multianuale a temperaturii aerului la stația meteorologică Galați prin raportare la intervalul climatic de referință a habitatului \*91AA).

O altă analiză cantitativă a constat în **evaluarea sensibilității la schimbările climatice în cazul a șase habitate prioritare din bioregiunea alpină** (4070, 6230, 7110, 7220, 91D0 și 9180) pe baza unor criterii specifice, inclusiv prin analiza schimbărilor viitoare (conform scenariului RCP4.5) ale unor indici climatici determinați la nivelul UAT-urilor suprapuse cu distribuția spațială a habitatelor respective în cadrul bioregiunii alpine (ANEXELE 4A - D).

#### **Principalele dificultăți metodologice au constat în :**

- stabilirea intervalului climatic de referință pentru un anumit tip de habitat Natura 2000 căruia îi corespund mai multe habitate din clasificarea românească (HdR), având condiții climatice specifice (temperatura aerului, precipitații atmosferice) date de stațiunea fiecărui habitat în parte;
- regionalizarea pe criteriul regiunilor biogeografice a intensității schimbărilor climatice la nivelul României (ex: din cauza suprapunerii parțiale a regiunii de dezvoltare SE cu regiunea biogeografică stepică);
- agregarea indicilor climatologici la scara UAT la o scară mai extinsă (regiune biogeografică), din cauza caracterului eterogen ale variațiilor observate și prognozate ale acestor indici în distribuția lor spațială la scara UAT.

**Analiza impactului schimbărilor climatice s-a concentrat pe habitate** în detrimentul altor elemente de interes comunitar (specii de floră, faună), principalul considerent în acest sens fiind delimitarea spațială mai precisă și amprenta teritorială mai persistentă a habitatelor, care sunt afectate de o gamă largă de factori de control (condiții geologice, edafice, climatice, hidrologice etc).

**Habitatele umede** (inclusiv mlaștini și turbării) sunt dependente de regimul hidrologic, având capacitate redusă de adaptare în condiții potențial mai deficitare hidric. Condițiile climatice mai uscate determină o încărcare mai mare cu nutrienți (Anderson, 2007). Pe de altă parte, o mai mare intensitate a precipitațiilor duce la spălarea excesivă a nutrienților și acumularea acestora în zonele joase care vor fi afectate de fenomene de eutrofizare, sub influența temperaturilor mai ridicate.

Anumite habitate prezintă un **caracter tranzițional** care poate indica o sensibilitate la impactul schimbărilor climatice (\*7220, \*91D0, \*9180).

De asemenea, accentul a fost pus pe **tipurile de habitate Natura 2000 prioritare** - habitatele naturale amenințate cu dispariția, pentru a căror conservare Comunitatea Europeană are o responsabilitate

particulară, având în vedere procentul din arealul lor natural de răspândire care intră în teritoriul UE (Directiva Habitate; OUG nr. 57/2007).

### 3. Zona de interes

Au fost luate în analiză **bioregiunile alpină, stepică și pontică** pe baza unor considerente privind unele caracteristici ale acestora în România: **bioregiunea alpină** se caracterizează printr-o dispunere etajată a elementelor biogeografice; România este singura țară UE pe teritoriul căreia se regăsește **bioregiunea stepică**, unde de altfel, se concentrează cele mai multe habitate cu stare de conservare nefavorabilă de pe teritoriul țării; **bioregiunea pontică** se întinde, la nivelul actual al UE, doar în România și Bulgaria, iar habitatele sale caracteristice vor fi supuse în viitor efectelor creșterii nivelului mării și ridicării temperaturii la suprafața mării.

#### Scurtă caracterizare a bioregiunilor selectate

**Bioregiunea alpină (ALP):** În Europa, se estimează că aproximativ 2500 de specii de plante vasculare (circa 20% din flora superioară nativă a continentului) se regăsesc în zona alpină, între limita forestieră și cele mai înalte vârfuri montane, fâșie ce acoperă în schimb doar 3% din suprafața terestră a Europei (Gottfried et al., 2012). De aceea, habitatele alpine vor dispune de suprafețe din ce în ce mai restrânse în condițiile climatice mai calde care se preconizează.

**Bioregiunea alpină** are un specific aparte datorat etajării altitudinale a elementelor biogeografice, ceea ce face ca unele habitate și specii să fie întâlnite doar într-un anumit interval altitudinal. Fenomenul migrării etajelor și subetajelor de vegetație din cauza intervențiilor antropice și a schimbărilor climatice antrenează alte perturbări ale ecosistemelor montane. Migrația altitudinală a speciilor și incendiile de vegetație sunt principalele **efecte ale schimbărilor climatice** în bioregiunea alpină.

#### **Bioregiunea stepică (STE):**

Pe teritoriul României, suprafața bioregiunii stepice este de circa 3.450.000 ha, reprezentând 3% din totalul suprafeței ocupate de această bioregiune. Suprafața de stepă de pe teritoriul României este implicit și singura de pe teritoriul UE în care au fost desemnate situri de importanță comunitară, restul fiind distribuit pe teritoriile unor țări foste U.R.S.S. (Rep. Moldova, Ucraina, Fed. Rusă, Kazahstan). Astfel, România este (și va rămâne probabil și în viitor) singura țară UE pe teritoriul căreia se suprapune bioregiunea stepică, ceea ce conferă o importanță deosebită acestei regiuni biogeografice, cu caracter unic la nivelul UE.

Cele mai multe habitate de interes comunitar aflate în stare de conservare nefavorabilă - rea (U2) sunt concentrate în bioregiunea stepică (Fig. 10).

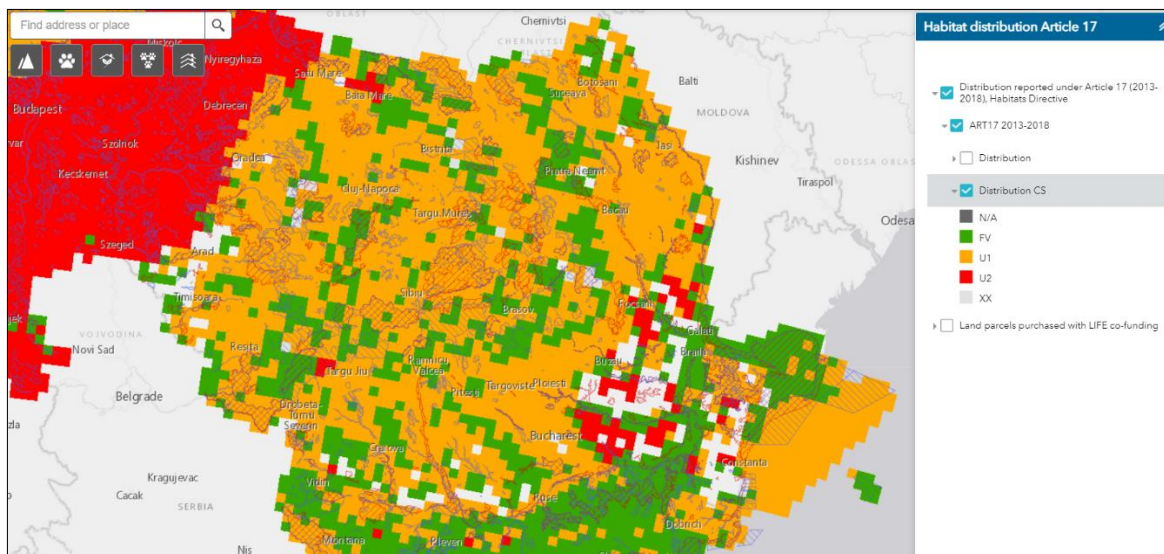


Fig. 10. Starea de conservare a habitatelor de interes comunitar (2013-2018);  
sursa imaginii: Natura 2000 Network Viewer

**Bioregiunea pontică (PON):** creșterea nivelului mării poate avea influență pe termen mediu și lung asupra habitatelor din zona litorală, prin restrângerea/migrarea acestora spre interiorul continentelor (acolo unde nu se interpun bariere fizice (lanțuri montane etc).

Au fost selectate câte patru stații meteorologice pentru bioregiunile alpină și stepică și două stații pentru bioregiunea pontică. De remarcat că stația Buzău este situată la limita dintre bioregiunile stepică și continentală, iar stația Ocna Șugatag, la limita dintre bioregiunile alpină și continentală.

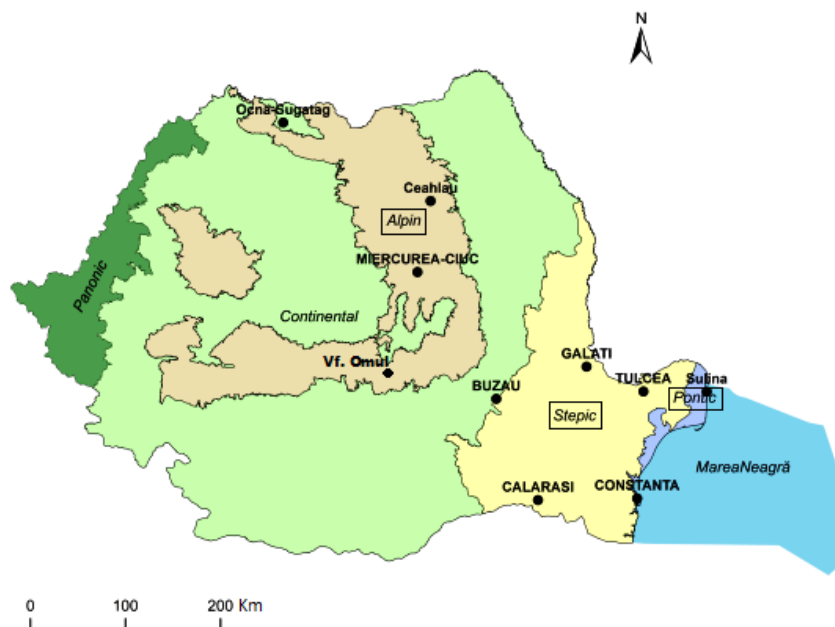


Fig. 11. Amplasarea stațiilor meteorologice selectate în raport cu regiunile biogeografice de pe teritoriul României (bioregiunile analizate sunt încadrate în chenar)



În vederea creării unei baze informaționale care să servească drept punct de plecare spre analizele ulterioare, s-a întocmit o situație centralizatoare privind caracteristicile siturilor de importanță comunitară din cele trei bioregiiuni considerate. **Din ansamblul siturilor de importanță comunitară inventariate pe teritoriul României, au fost selectate doar acele situri care se suprapun în proporție de cel puțin 50% în cadrul bioregionii alpine, stepice sau pontice, după caz, și care au fost desemnate pentru protejarea a cel puțin un habitat Natura 2000 prioritar.** Astfel, au fost centralizate în total 120 de situri de importanță comunitară, inventariate în bioregionile alpină, stepică și pontică (având în vedere criteriul includerii a cel puțin 50% din suprafața sitului în bioregionea respectivă) și în cazul cărora a fost identificat cel puțin un habitat prioritar (ANEXELE 3A - C), rezultând un număr total de 20 de habitate prioritare (ANEXA 1).

*S-au exclus din analiză Delta Dunării și Balta Mică a Brăilei, considerate arii naturale protejate cu caracter complex (având multiple statute de protecție), datorită densității mari a speciilor de plante higrofile și hidrofile care nu caracterizează pe deplin bioregionea stepică în care sunt încadrate.*

#### 4. Rezultate obținute

Ponderea suprafețelor ocupate de tipurile de habitat din suprafața totală a habitatelor din bioregionea stepică (Fig. 12A) arată că habitatele forestiere sunt cele mai extinse - 62%, urmate de pajiști și tufărișuri - 37% și habitate acvatice - 1%.

Distribuția speciilor pe categorii (Fig. 12B) arată că speciile de faună sunt majoritare (pești 28%, mamifere 20%, nevertebrate 20%, reptile și amfibieni 14%), iar speciile de floră reprezintă 18% din numărul total al speciilor de interes pentru SCI-urile bioregionii stepice.

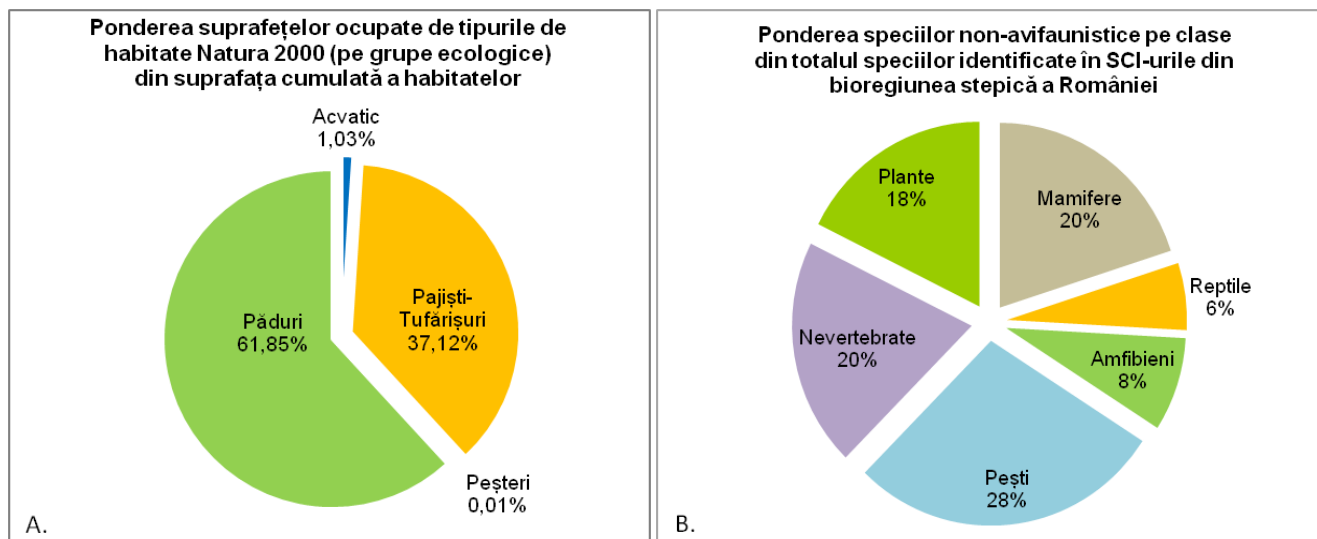
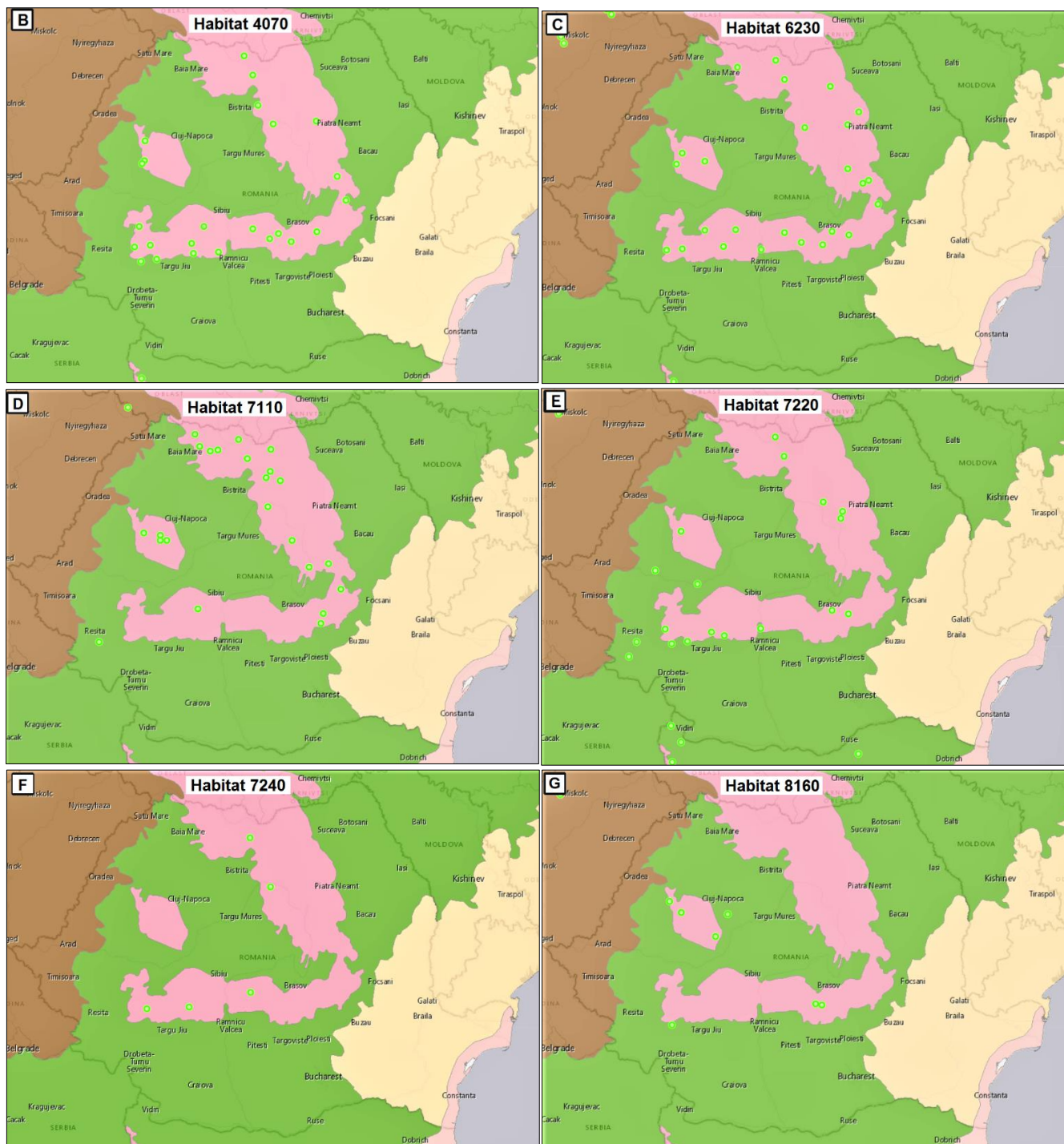


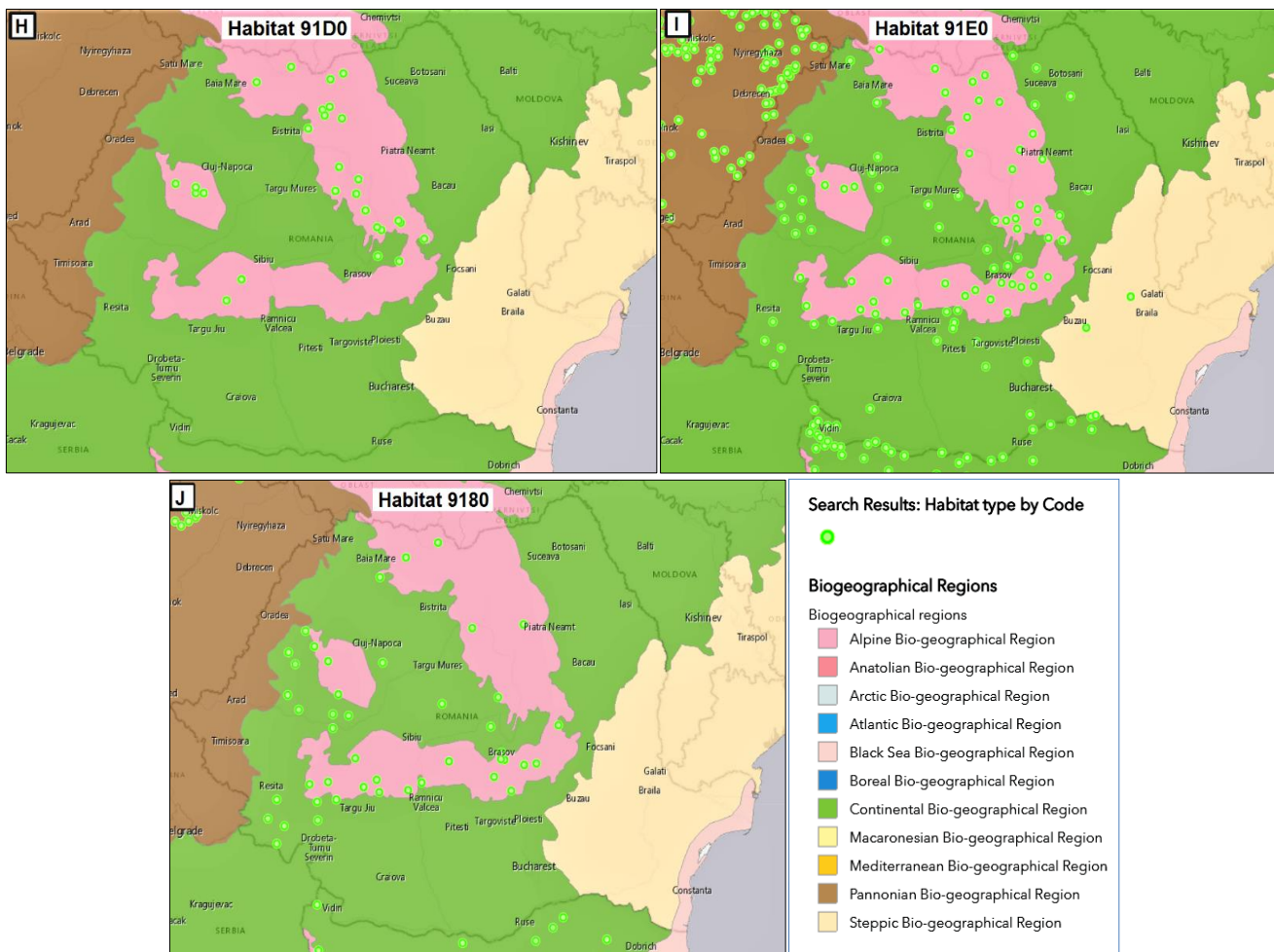
Fig. 12. Situația habitatelor (A) și speciilor (B) din siturile de importanță comunitară (SCI), încadrate/inventariate în bioregionea stepică a României

Au fost valorificate informații geospațiale preluate din aplicația GIS *Natura 2000 Network Viewer* pentru identificarea distribuției habitatelor selectate în raport cu regiunile biogeografice din România, acesta fiind un criteriu spațial de stabilire a reprezentativității habitatelor caracteristice unei anumite bioregionii.

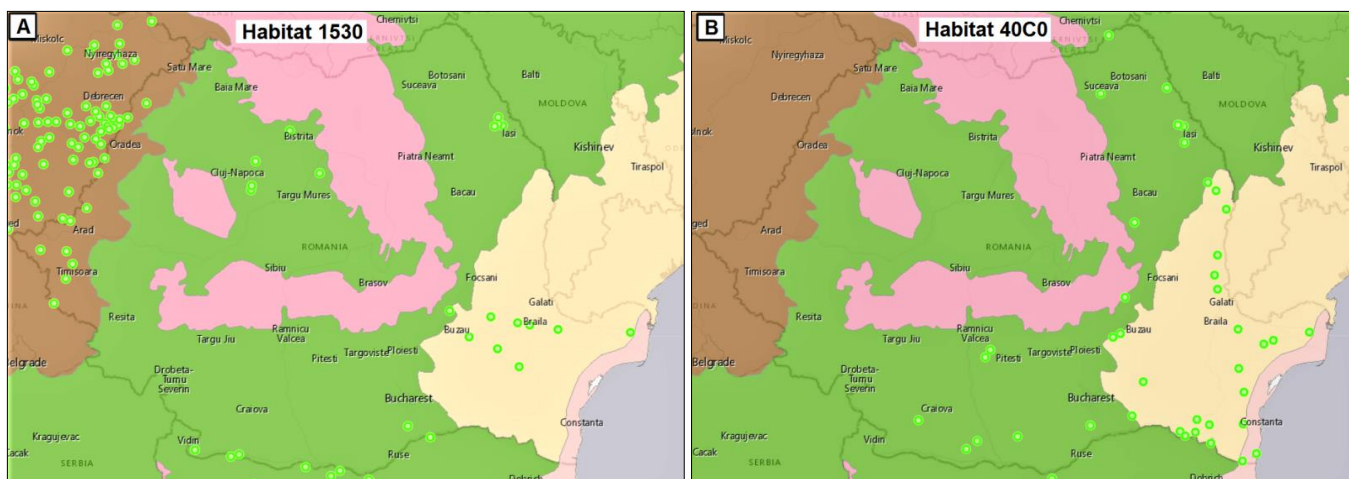
Gradul de reprezentativitate a habitatelor în raport cu bioregiunile în care se încadrează este reflectat de către suprapunerile ilustrate pe hărțile corespunzătoare fiecărui tip de habitat prioritar în parte (Fig. 13 și Fig. 14).

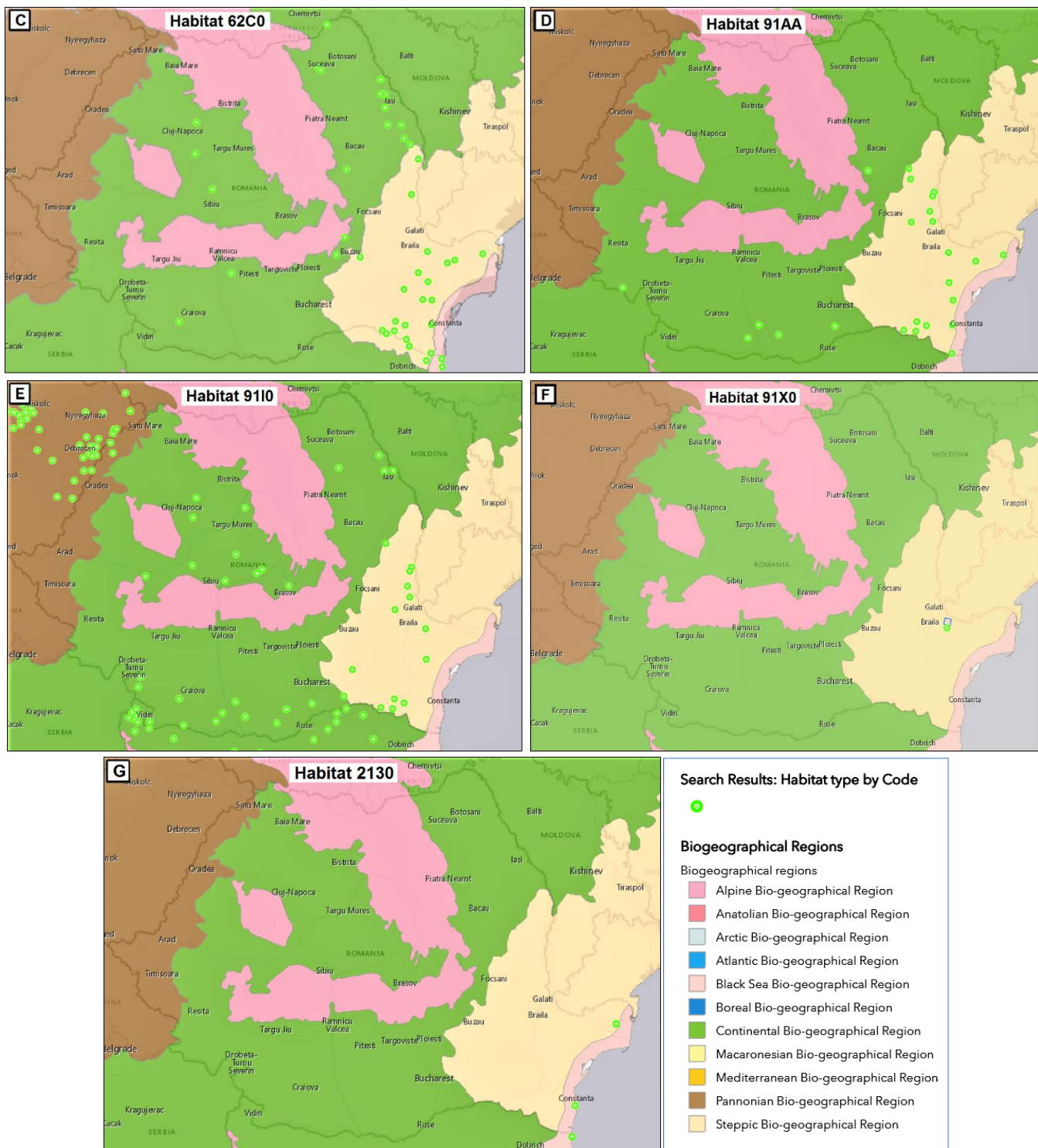






**Fig. 13. Distribuția spațială a tipurilor de habitate prioritare caracteristice bioregiunii alpine în raport cu regiunile biogeografice de pe teritoriul României (sursa imaginilor: Natura 2000 Network Viewer)**





**Fig. 14. Distribuția spațială a tipurilor de habitate prioritare caracteristice bioregiunilor stepică și pontică în raport cu regiunile biogeografice de pe teritoriul României (sursa imaginilor: Natura 2000 Network Viewer)**



## Variațiile și tendințele parametrilor climatici în ultimele decenii (1961-2019) în raport cu caracteristicile staționale ale habitatelor Natura 2000 selectate

La stațiile meteorologice din zona montană (încadrate în **bioregiunea alpină**), tendința temperaturii aerului este de creștere în ultimele decenii, mai accentuată pe Vf. Omul și pe Ceahlău-Toaca, situate la peste 1500 m altitudine.

Precipitațiile atmosferice de la Vf. Omul prezintă o diminuare mai accentuată din cauza perioadei mai secetoase din perioada 1980-1990.

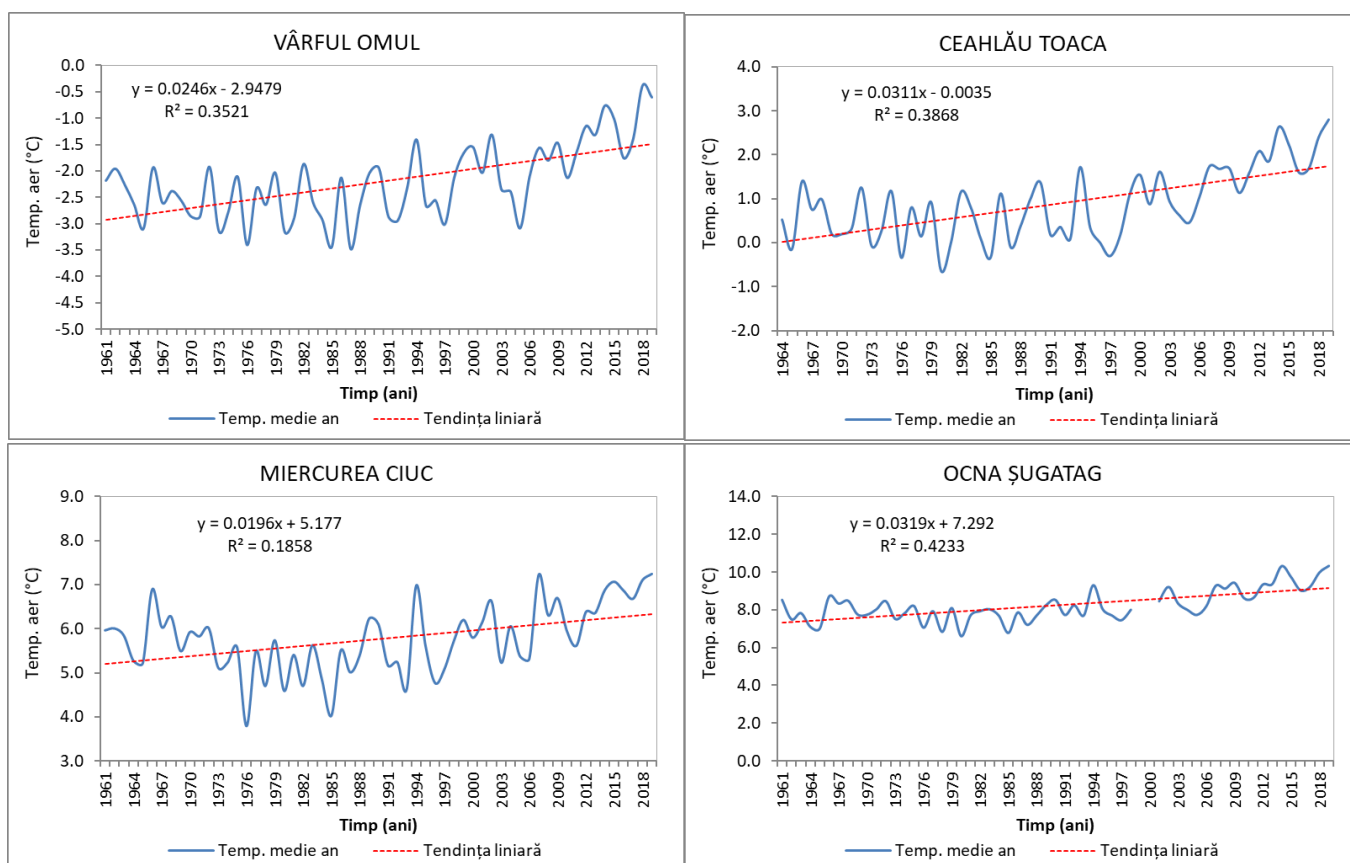


Fig. 15. Evoluția temperaturii aerului (1961-2019) la stații meteorologice din bioregiunea alpină

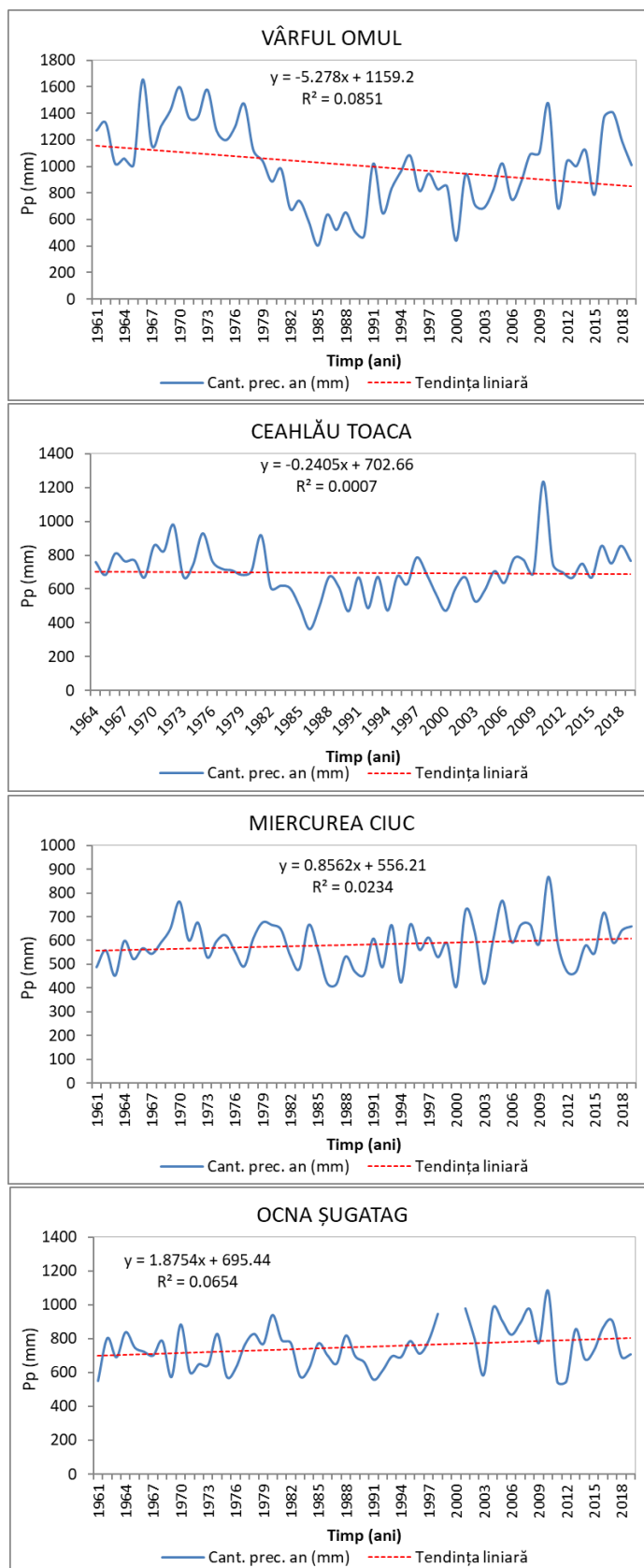


Fig. 16. Evoluția cantităților de precipitații atmosferice (1961-2019) la stații meteorologice din bioregiunea alpină

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



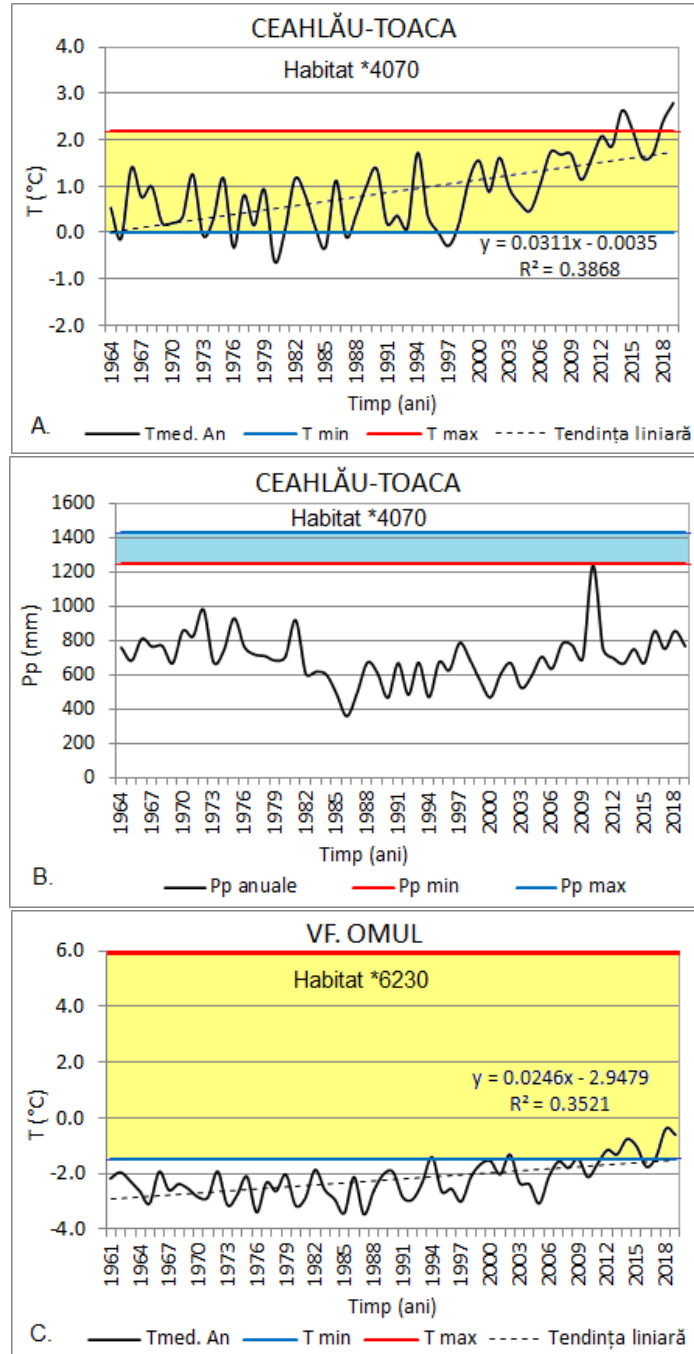
Habitatele Natura 2000 selectate au fost corelate cu tipurile de habitate din clasificarea românească (HdR) pentru stabilirea intervalelor optime de temperatură și precipitații ce caracterizează stațiunea fiecărui habitat în parte.

**Tablul 1. Caracteristici staționale ale unor habitate Natura2000 prioritare din bioregiunea alpină a României**

Tip habitat	HdR corespondent	Altitudine (m)		Temp. aer (°C)		Precip. atm. (mm)		I <sub>ar</sub> -DM (mm/°C)		Suprafața totală* (ha)
		min	MAX	min	MAX	min	MAX	min	MAX	
4070	R3105	1600	2250	0,0	2,2	1250	1425	102,5	142,5	22422
6230	R3608	900	2340	-1,5	6,0	950	1450	59,4	170,6	6723
	R3609	800	2070	0,0	6,0	900	1400	56,3	140,0	
	Interval agregat	800	2340	-1,5	6,0	900	1450	56,3	170,6	
7110	R5101	950	2050	-3,5	5,5	950	1400	61,3	215,4	3828
	R5102	900	1600	2,0	5,5	950	1300	61,3	108,3	
	Interval agregat	900	2050	-3,5	5,5	950	1400	61,3	215,4	
7220	R5417	900	2100	-1,5	3,5	950	1425	70,4	167,6	1175
	R5419	980	1900	1,0	5,5	1000	1350	64,5	122,7	
	Interval agregat	900	2100	-1,5	5,5	950	1425	61,3	167,6	
9180	R4117	700	1000	5,0	7,0	850	1000	50,0	66,7	8551
91D0	R3106	1000	1050	5,0	5,0	1000	1050	66,7	70,0	2807
	R4412	900	1600	3,0	5,5	950	1200	61,3	92,3	
	R4414	550	1200	4,5	7,5	600	1050	34,3	72,4	
	Interval agregat	550	1600	3,0	7,5	600	1200	34,3	92,3	

Sursă date staționale: Doniță et al., 2005

Notă: Habitatele corespondente (HdR) au fost selectate dintre cele suprapuse bioregiunii alpine  
\* în cadrul bioregiunii alpine



Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





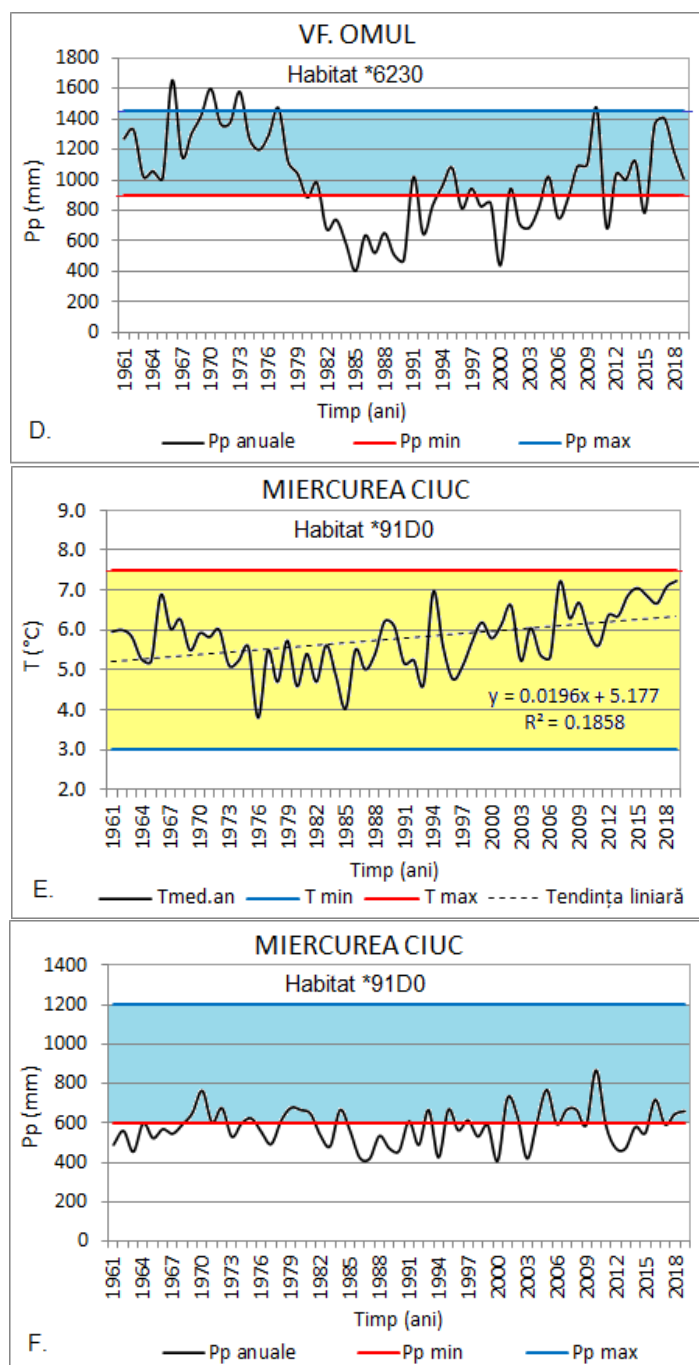


Fig. 17. Variația multianuală a temperaturii aerului și precipitațiilor atmosferice la stații meteorologice montane în raport cu intervalele de referință pentru habitate prioritare din bioregiunea alpină

Condițiile pluviometrice de la Ceahlău-Toaca sunt deficitare în raport cu caracteristicile staționale pentru habitatul \*4070. În cazul habitatului \*91D0, precipitațiile sunt ușor deficitare la Miercurea Ciuc.

La nivel național, la latitudinea și altitudinea medie a țării noastre, **gradul de acoperire cu strat de zăpadă** de peste 50% din suprafața la nivel de UAT este asigurat din a doua decadă a lunii decembrie până în prima decadă a lunii martie inclusiv.

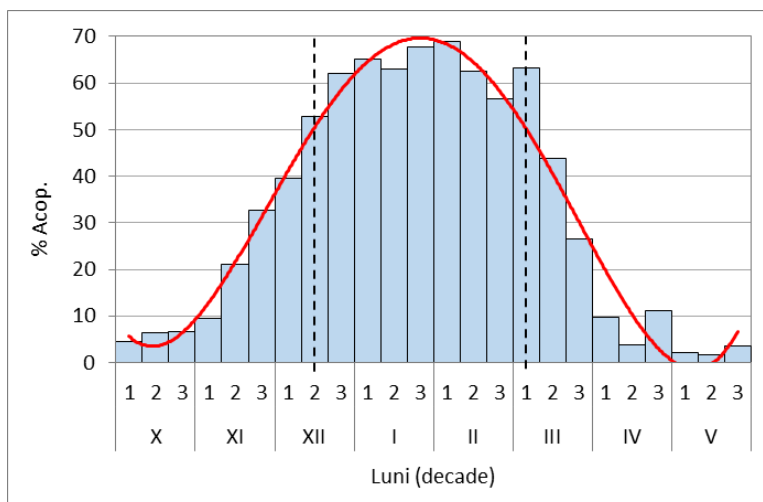


Fig. 18. Gradul de acoperire cu strat de zăpadă în perioada 2000-2020

La nivelul bioregionii stepice, acoperirea cu strat de zăpadă de peste 50% caracterizează un interval situat cu o decadă mai târziu / mai devreme decât media națională, maximum de acoperire (69,2%) fiind atins în prima decadă a lunii februarie.

**Intensitatea căderii precipitațiilor** este o măsură de cuantificare a ploilor abundente ca fenomen de risc ce poate fi amplificat de schimbările climatice. Cantitățile de precipitații lichide concentrate local în intervale scurte de timp au potențialul de a eroda porțiuni de teren, în special cele aflate în pantă și acoperite cu vegetație scundă, așa cum sunt pajiștile deschise (corespunzătoare habitatelor \*1530, \*4070, \*40A0, \*6240, \*62C0) sau terenurile semi-denudate cu dune litorale sau grohotișuri (habitatele \*2130, respectiv \*8160). Pe lângă fenomene de șiroire și torențialitate, ploile abundente pot favoriza producerea alunecărilor de teren.

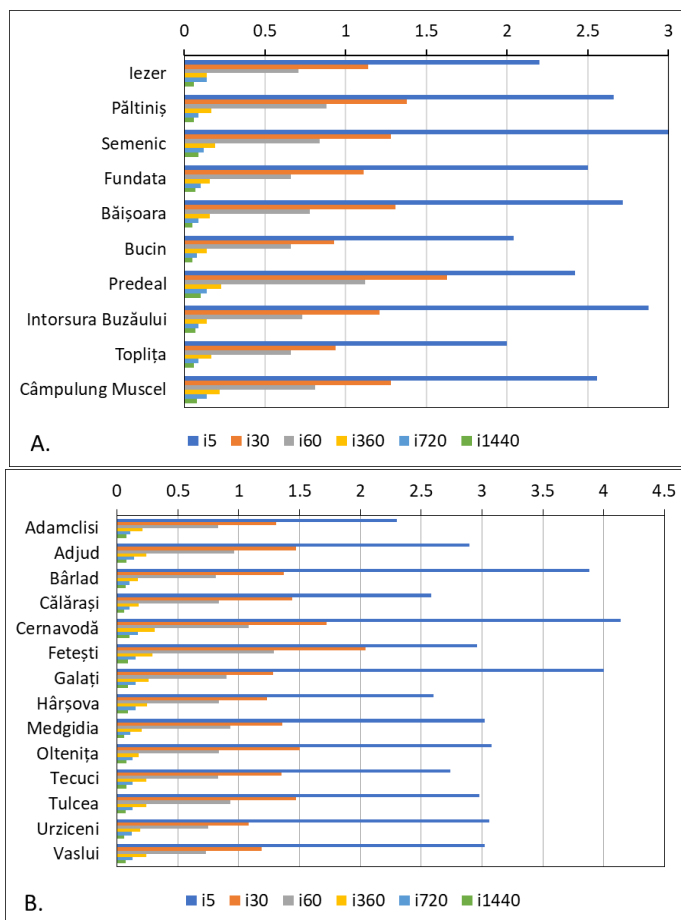


Fig. 19. Intensitatea precipitațiilor maxime cu perioadă de revenire de 50 de ani, înregistrate la stații meteorologice din bioregiunea alpină (A) și stepică (B) în anumite intervale de timp (minute)

Intensitatea precipitațiilor maxime de calcul (cu probabilitatea de 2%) căzute în interval de 5 minute este sensibil mai mare în bioregiunea stepică decât în cea alpină. În intervale foarte scurte, ploile pot avea intensități ridicate (până la 4,14 mm/min la Cernavodă - a treia valoare dintre stațiile meteorologice luate în analiză pentru intervalul de 5 minute - și 4,0 mm/min la Galați).

În cadrul bioregiunii alpine, cele mai mari intensități pluviometrice cu o perioadă de retur de 50 de ani s-au obținut la stația meteorologică Predeal pentru toate intervalele, cu excepția intervalului de 5 minute căruia îi corespunde un maxim la stația Intorsura Buzăului (2,88 mm/min față de 2,42 mm/min). Față de celelalte valori înregistrate la nivelul României, la stațiile din zona montană au rezultat valori relativ reduse ale intensităților la 5 minute.

La stațiile din bioregiunea stepică, maxime ale intensităților pluviometrice se înregistrează la Cernavodă și Fetești, de o parte și de alta a Bălții Ialomiței. Într-un interval de 5 minute, a rezultat o intensitate de 4,14 mm/min, adică o cantitate de precipitații de 20,7 mm, peste pragul de 20 mm stabilit pentru o zi cu precipitații foarte abundente (indicatorul climatic R20mm).

**În cazul bioregiunii stepice** a rezultat o tendință de creștere a cantităților de precipitații la stațiile Călărași și Tulcea (însă pe fondul unor variații mult mai ample de la un an la altul în ultimele decenii), în

timp ce analiza temperaturii aerului în medii anuale a arătat tendințe evidente de creștere la toate cele 4 stații analizate.

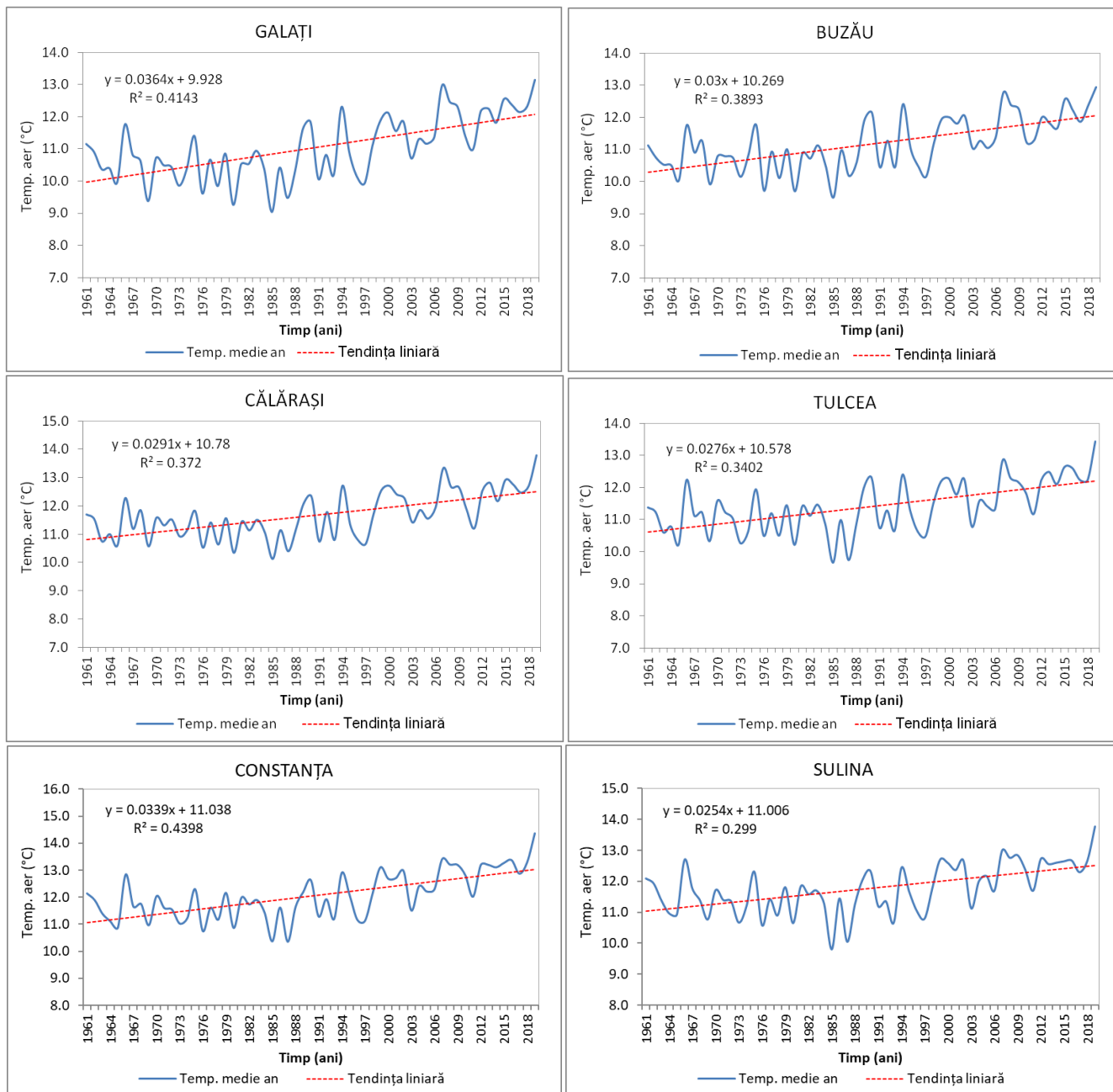


Fig. 20. Evoluția temperaturii aerului (1961-2019) la stații meteorologice din bioregiunea stepică (Galați, Buzău, Călărași, Tulcea) și pontică (Constanța, Sulina)



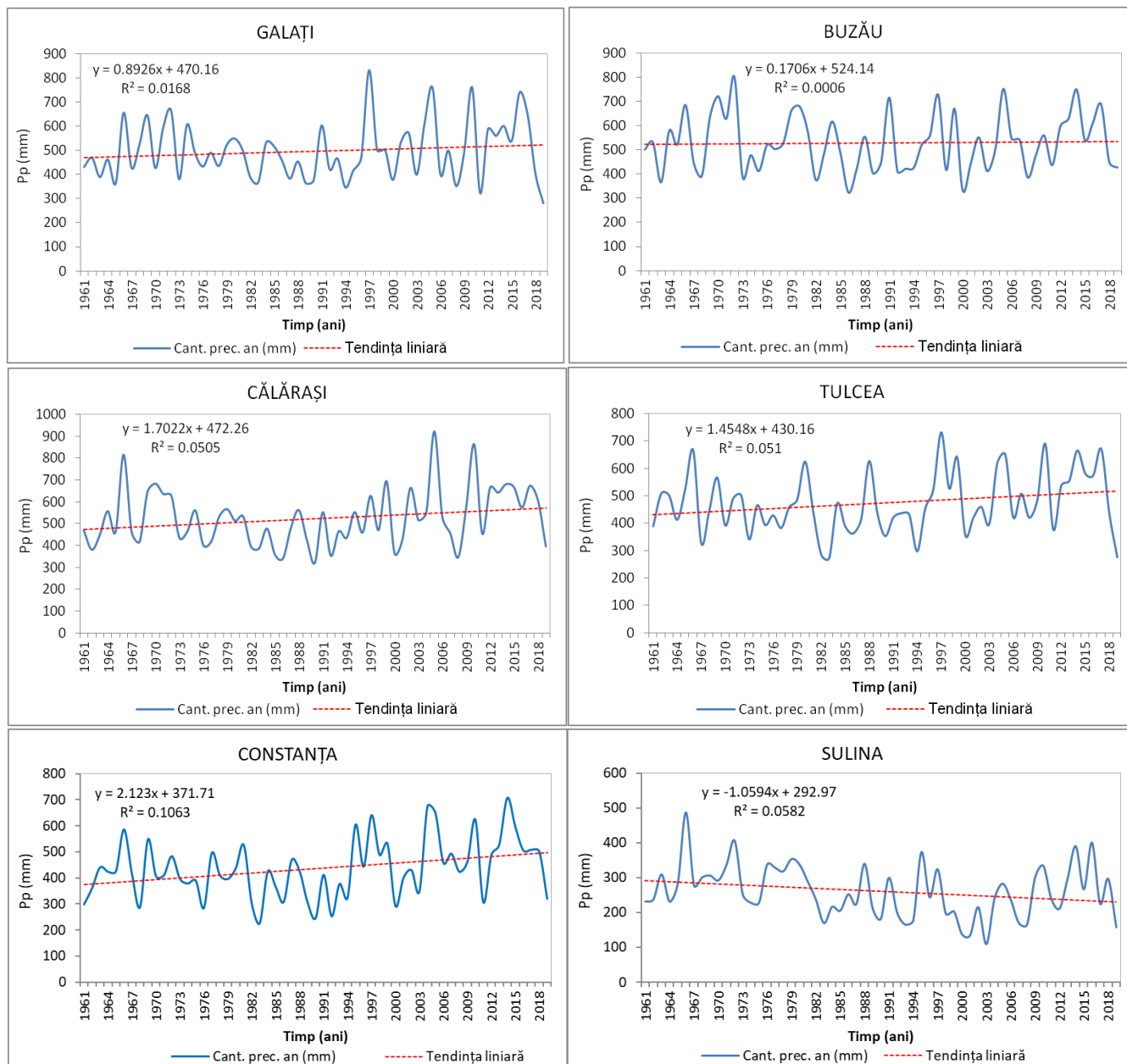


Fig. 21. Evoluția cantităților de precipitații atmosferice (1961-2019) la stații meteorologice din bioregiunea stepică (Galați, Buzău, Călărași, Tulcea) și pontică (Constanța, Sulina)

Tabelul 2. Caracteristici staționale ale unor habitate prioritare Natura2000, identificate în siturile de importanță comunitară din bioregiunea pontică și stepică a României

Tip Habitat	Bioreg.	HdR corespondent	Altitudine (m)		Temp. aer (°C)		Precip. atm. (mm)		Supr. totală în bioreg. (ha)
			min	MAX	min	MAX	min	MAX	
*2130	PON	R1603	2	5	10,5	11,0	350	400	11,0
		R1604	2	5	11,0	11,0	350	400	
		R1609	2	3	10,5	11,0	400	450	
		R1610	1	5	10,0	11,0	350	450	
		<b>Interval agregat</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	<b>350</b>	<b>450</b>	

<b>*1530</b>	STE	R1507	1	100	10,5	10,5	450	500	20607,8
		R1508	60	200	9,5	10,5	500	550	
		R1509	60	250	9,5	10,5	500	650	
		R1510	80	150	9,5	10,5	550	650	
		R1514	80	150	9,5	10,5	500	600	
		R1516	10	100	10,5	11,0	450	550	
		R1517	50	200	10,0	11,0	450	500	
		R1519	50	200	9,5	10,5	450	500	
		R1520	80	200	9,5	10,5	500	550	
		R1521	0	200	10,0	11,5	400	500	
		R1522	80	250	9,5	11,0	450	500	
		R1525	10	200	9,5	11,0	450	600	
		R1526	80	150	10,5	10,5	450	500	
		R1529	2	200	9,5	11,5	350	650	
		R1530	200	400	9,5	10,0	600	700	
R1531	50	250	9,5	11,0	400	500			
<b>Interval agregat</b>	<b>0</b>	<b>400</b>	<b>9,5</b>	<b>11,5</b>	<b>350</b>	<b>700</b>			
<b>*91AA</b>	STE	R4161	100	200	10,0	10,5	450	500	21414,3
		R4162	100	250	10,0	10,5	450	500	
		<b>Interval agregat</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>10,0</b>	<b>10,5</b>	<b>450</b>	<b>500</b>	
<b>*9110</b>	STE	R4157	15	200	10,0	11,0	400	450	5135,3
		R4159	50	200	10,0	11,0	450	475	
		<b>Interval agregat</b>	<b>15</b>	<b>200</b>	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	<b>400</b>	<b>475</b>	

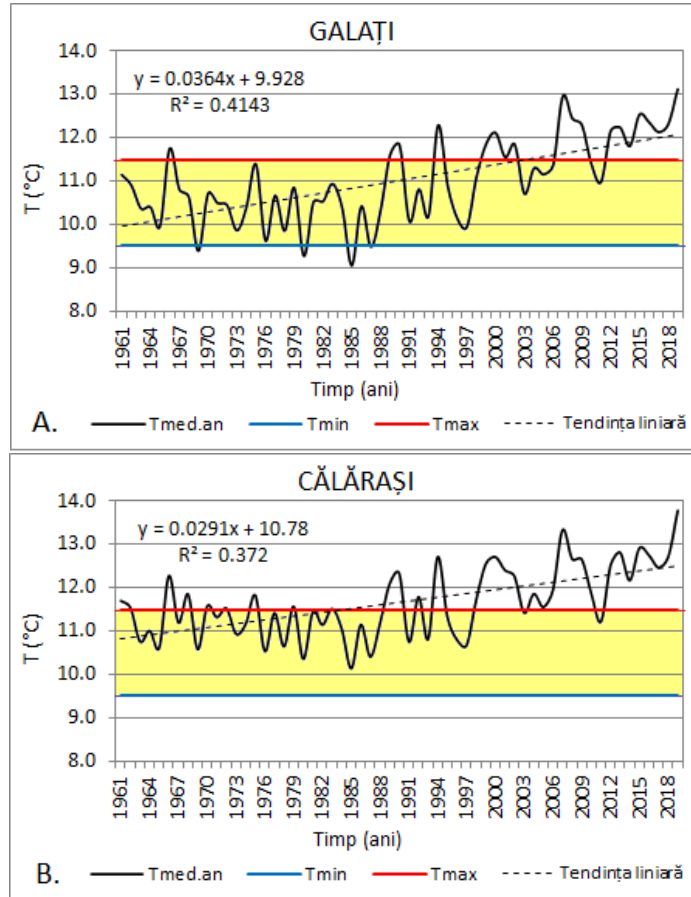
Sursă date staționale: Doniță et al., 2005

Notă: Habitatele corespondente (HdR) au fost selectate dintre cele suprapuse bioregionii stepice

**Temperatura aerului**, atât în variație de la un an la altul cât și ca tendință multianuală, este superioară intervalului de referință pentru habitatele studiate (\*1530, \*91AA, \*9110). Pentru habitatul \*1530, condițiile termice tind să devină excesive (începând cu anul 2005 la Galați și cu anul 1988 la Călărași), dar cele pluviometrice sunt în limite optime la stațiile meteorologice selectate.

În cazul habitatelor \*91AA și \*9110, temperaturile medii anuale se situează peste intervalul favorabil, mai ales în ultimele decenii. Începând cu anul 1990 la Galați, tendința temperaturii aerului iese din ecartul optim pentru habitatul \*9110.

Precipitațiile atmosferice prezintă de la un an la altul o variație din ce în ce mai amplă care se situează, în general, peste limitele climatice optime pentru aceste tipuri de habitate (\*91AA și \*9110), în mai multe cazuri decât cele în care precipitațiile sunt sub optim.



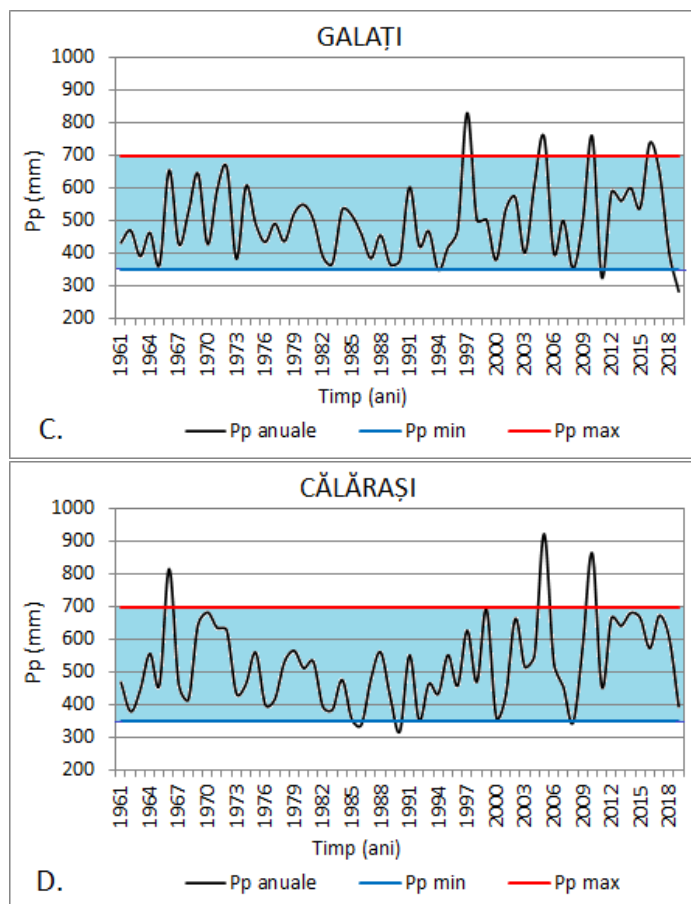
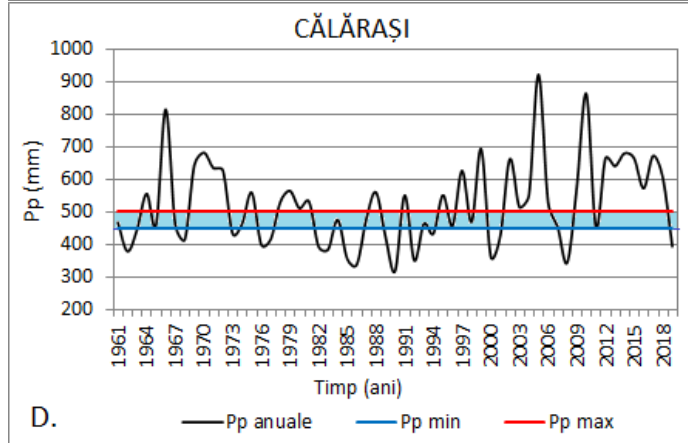
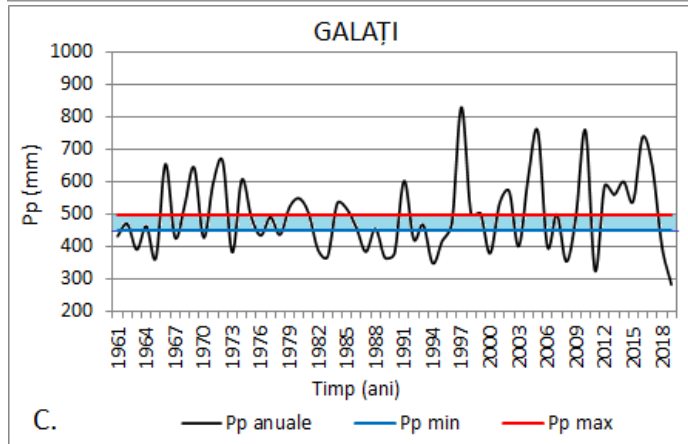
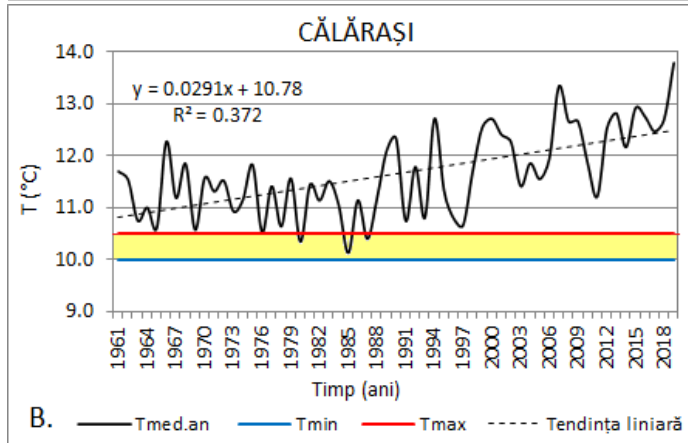
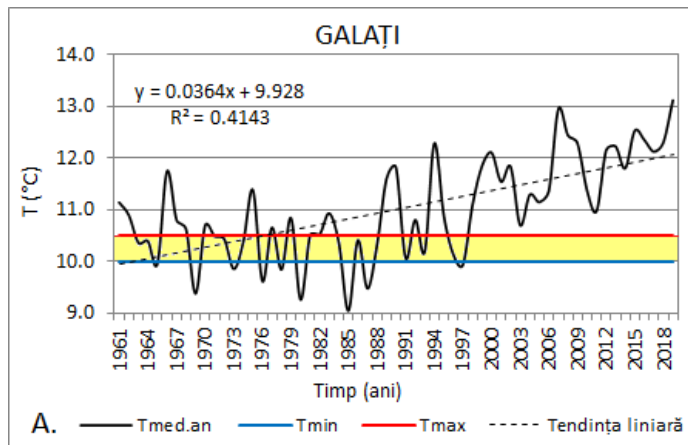


Fig. 22. Variația multianuală a parametrilor climatologici la stațiile meteorologice Galați și Călărași în raport cu intervalele de referință pentru habitatul \*1530 din bioregiunea stepică

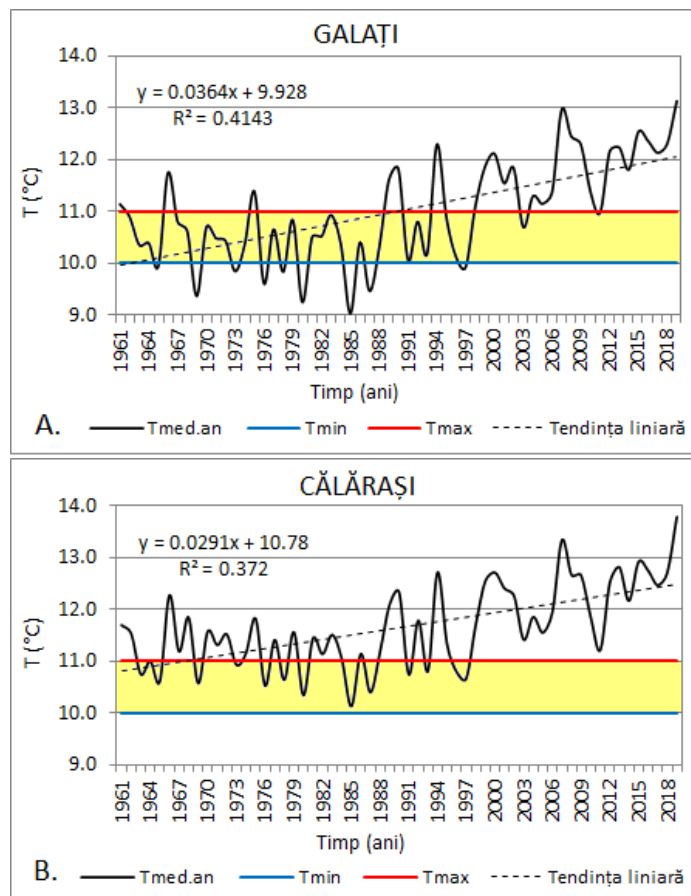




*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



Fig. 23. Variația multianuală a parametrilor climatologici la stațiile meteorologice Galați și Călărași în raport cu intervalele de referință pentru habitatul \*91AA din bioregiunea stepică



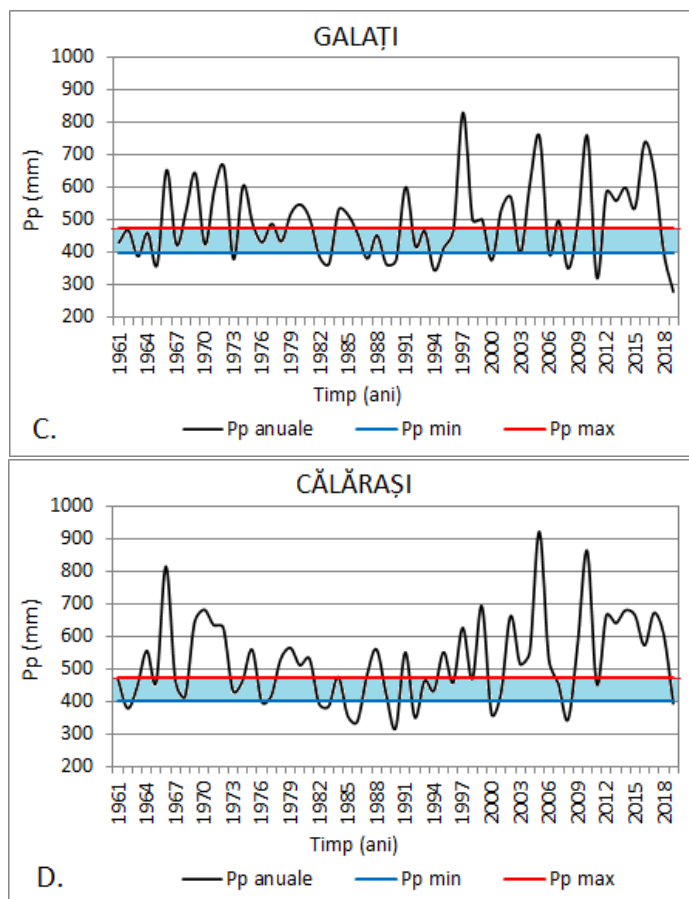


Fig. 24. Variația multianuală a parametrilor climatologici la stațiile meteorologice Galați și Călărași în raport cu intervalele de referință pentru habitatul \*9110 din bioregiunea stepică

Pe litoralul Mării Negre (în **bioregiunea pontică**), temperatura aerului se situează valoric peste intervalul de referință corespunzător stațiunii habitatului \*2130 (Fig. 25A, B). De asemenea, se remarcă precipitațiile deficitare la stația meteorologică Sulina (Fig. 25D).

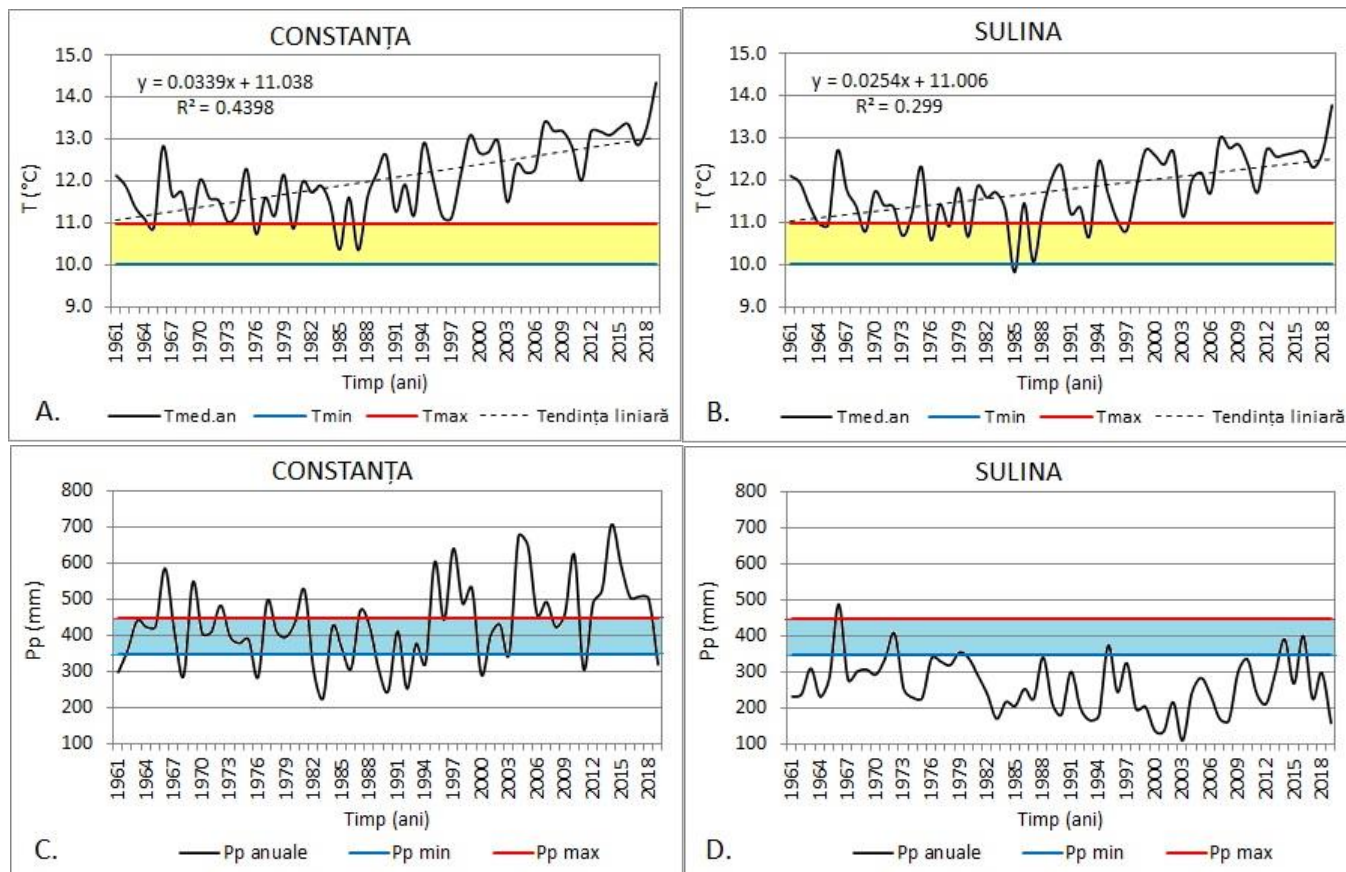


Fig. 25. Variația multianuală a parametrilor climatologici la stațiile meteorologice Constanța și Sulina în raport cu intervalele de referință pentru habitatul \*2130 din bioregiunea pontică

### Tendențe climatice observate în ultimele decenii:

- creșterea temperaturii aerului primăvara/vara; creșterea duratei de strălucire a Soarelui (exceptând toamna); reducerea vitezei vântului; diminuarea precipitațiilor vara și creșterea acestora toamna; reducerea grosimii stratului de zăpadă (Bojariu et al., 2015);
  - numărul de zile cu ploi abundente (R20mm) s-a mărit cu circa 4 zile în Crișana și a scăzut cu 2,4 zile în estul Transilvaniei (județul Mureș) și sudul Munteniei (județul Călărași).
- frecvența valurilor de căldură din timpul verii a crescut cel mai mult în sudul României, cu câte un eveniment în plus la fiecare 30 de ani în perioada 1961-2010 (Spinoni et al., 2015).
  - durata sezonului de vegetație (indicatorul GSL) a crescut cu aproape 10 zile/deceniu (58 zile în 60 de ani) în extremitatea de sud-est a Dobrogei, dar a scăzut cu aproape 4 zile din 1961 până în prezent în areale din zona montană și spațiul intracarpatic.

**Scenariile climatice** (RCP4.5 și RCP8.5) arată următoarele evoluții la nivel național pentru intervalul 2041-2070 (Tabelul 3):

- temperatura medie anuală a aerului (TMm) va crește cu circa 2°C, cu modificarea suitei de indicatori derivați din acesta (CSDI, FD, ID, SU);
- durata sezonului de vegetație (GSL) se va prelungi cu 20-30 de zile (în urma creșterii temperaturii aerului);
- cantitatea anuală de precipitații (prcptot) va spori cu 9 - 12%, în principal pe seama creșterii frecvenței zilelor cu precipitații abundente (cantități de peste 20 mm) cu aproape 1 zi/an;

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





- temperatura la suprafața mării (SST) va crește cu 2-3°C.

**Tabelul 3. Valorile anomaliilor prognozate (schimbări viitoare) ale indicilor climatologici selectați pentru sectorul biodiversitate, agregate pentru bioregiunile stepică și pontică**

Nr. crt.	Indice	Unit. măș.	2021-2050		2041-2070		2071-2100	
			RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
1.	<b>TMm</b>	$\Delta T$ (°C)	1,2	1,4	1,7	2,3	2,2	3,8
2.	<b>SST</b>	$\Delta T$ (°C)	1,9	2,0	2,5	3,0	3,2	5,1
3.	<b>SU</b>	Nr. zile	14,3	16,5	18,8	25,4	25,4	42,0
4.	<b>HWD</b>	Nr. zile	2,5	2,9	3,5	4,9	4,1	10,9
5.	<b>HWF</b>	Nr. zile	13,4	16,4	17,9	26,6	22,7	52,4
6.	<b>HWM</b>	$\Delta T$ (°C)	0,7	0,6	0,7	0,9	0,8	1,2
7.	<b>ID</b>	Nr. zile	-8,3	-8,9	-10,5	-13,2	-12,5	-18,8
8.	<b>FD</b>	Nr. zile	-16,4	-17,5	-23,0	-30,4	-29,7	-48,9
9.	<b>CSDI</b>	Nr. zile	-2,6	-2,4	-3,3	-3,8	-4,0	-5,0
10.	<b>Preptot</b>	%/10 ani	4,1	3,9	4,4	3,0	4,2	4,3
11.	<b>R20mm</b>	Nr. zile	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	1,0
12.	<b>GSL</b>	Nr. zile	13,3	14,8	20,9	30,7	27,3	49,9

TMm - Temperatura medie anuală a aerului; SST - Temperatura la suprafața mării; SU - Zile de vară; HWD - Durata valurilor de căldură; HWF - Frecvența valurilor de căldură; HWM - Magnitudinea valurilor de căldură; ID - Zile de iarnă; FD - Zile cu îngheț în aer; CSDI - Indicele de durată a valurilor de frig; Preptot - Cantitatea anuală de precipitații; R20mm - Zile cu precipitații foarte abundente; GSL - Durata sezonului de vegetație.

Aceste schimbări se traduc în termeni de risc prin intensificarea valurilor de căldură și creșterea caracterului torențial al precipitațiilor, ceea ce va perturba ciclul de dezvoltare al speciilor de floră. Nivelul evapotranspirației de care depind procesele fiziologice ale plantelor va crește pe seama creșterii temperaturilor, dar bilanțul de umiditate (BCU) - ca diferență între cantitatea de precipitații (în ușoară creștere) și ETP - se va modifica în măsura în care sporul termic va depăși cantitativ sporul pluviometric.

Deoarece în cazul biodiversității factorii de control formează și funcționează ca un ansamblu unitar în timp și spațiu, fiecare indicator climatologic trebuie integrat într-un scenariu (definit de un cumul de variabile climatologice) în care speciile vor trebui să coexiste (în noi condiții de relaționare intra/interspecifică). De exemplu, creșterea temperaturii aerului (care ar genera un stres termic pentru anumite tipuri de plante (hekisto-psichro-microtermofite) trebuie coroborată cu sporirea cantitativă a precipitațiilor care va asigura un surplus de umiditate la nivelul solului, umiditate care însă va fi supusă unei evaporatii mai intense, rezultând în final condiții mai apropiate de climatul actual caracteristic latitudinilor și altitudinilor mai joase, ceea ce va determina migrarea speciilor pe verticală în cadrul bioregiunii alpine, de exemplu.

**La nivelul bioregiunii alpine**, în cazul Parcului Natural Munții Bucegi, se preconizează creșteri ale temperaturii medii anuale de 2,5°C pentru orizontul anului 2100 (Sârbu et al., 2020).

Productivitatea habitatelor alpine este foarte scăzută, de cca 0,8 t/an/ha, în comparație cu cele din etajul subalpin, de 2 - 6 t/an/ha (Doniță et al., 2005). Productivitatea maximă a pădurilor și pajiștilor situate la 1000 - 1200 m altitudine va migra înspre o altitudine de 1600 - 1800 m (conform *Strategiei naționale privind schimbările climatice*, 2015).

**La nivelul regiunii de dezvoltare Sud-Est**, asimilate majoritar bioregiunii stepice, temperaturile vor crește cu până la 3,8°C până în anul 2100 (conform scenariului RCP8,5) față de perioada de referință 1971-2000.

### Impactul fenomenelor de risc climatic asupra speciilor și habitatelor

Unul din riscurile climatice sunt schimbările climatice în sine care contribuie la amplificarea fenomenelor de risc climatic (ANEXA 5). Amenințările asupra valorilor naturale generate de schimbările climatice, cu potențial de eliminare a habitatelor sau chiar de extincție a speciilor vulnerabile, sunt legate de încălzirea globală și fenomenele meteo-climatice extreme, care se situează în afara limitelor normale de variație a parametrilor atmosferici înregistrați anterior.

În general, amenințările de natură climatică constau în fenomene naturale determinate de deficitul de apă pe termen mediu sau de excedentul hidric pe termen scurt (secete și respectiv inundații). Riscurile climatice și cele hidrice se află într-o strânsă relație de cauzalitate.

*Tabelul 4. Amenințările de natură climatică asupra biodiversității  
(conform clasificărilor IUCN, SINCRON și Natura2000)*

IUCN		SINCRON	Natura2000	
<b>11 - Schimbări climatice și fenomene climatice extreme</b>	112 - Secete	K01.03 - secare M01.02 – secete și precipitații reduse	920 - Secare	
	113 – Temperaturi extreme	M01.01 – schimbarea temperaturii (creșterea temperaturii și extremele)		
	114 – Furtuni și inundații	K01.04 - inundare		941 - Inundare
		L07 – furtuni, cicloane		
		L08 – inundații (procese naturale)		
		M01.03 – inundații și creșterea precipitațiilor		
	<b>M – Schimbări globale</b> H04.01 – ploi acide M01 – schimbarea condițiilor abiotice			

Fenomenele climatice de risc fac parte din categoria proceselor naturale, evenimentele calificate ca dezastre naturale din perspectivă umană fiind însă o metodă de restabilire a echilibrului în cadrul ecosistemelor. Acestea pot deveni în schimb o amenințare dacă un habitat sau o specie a fost deja supus/ă altor presiuni și amenințări (antropice), care i-au afectat reziliența, devenind astfel vulnerabilă la alți factori perturbatori. Este posibil ca, în viitor, intensitatea și frecvența fenomenelor climatice să depășească limitele naturale de variație din cauza factorului uman (creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră etc).

**Temperaturile extreme** pot deveni amenințare fie pe termen scurt (valuri de căldură/frig și contraste termice accentuate într-un interval de timp relativ scurt), fie pe termen lung (încălzirea globală, care se poate manifesta și prin diferențe termice accentuate de la o regiune la alta). În zona geografică a României, tipurile de circulație atmosferică potențial generatoare de fenomene extreme sunt: circulația tropicală care aduce aer cald și uscat (valuri de căldură) în timpul verii, circulația de blocaj asociată perioadelor de uscăciune și secetă și advecțiile maselor de aer arctic în sezonul rece (sub impulsul circulației polare), care pot determina înghețuri timpurii sau târzii.

**Seceta meteorologică** se poate instala ca urmare a lipsei precipitațiilor într-un interval de timp îndelungat, pe fondul manifestării circulației de blocaj deasupra regiunii geografice a României. De asemenea, manifestarea unor fenomene orajoase în contextul unei perioade uscate poate declanșa incendii naturale, în special în habitatele forestiere.

Impactul schimbărilor climatice asupra biodiversității în Europa Centrală și de Est poate fi evaluat ca moderat negativ (Behrens et al., 2010). Ca urmare a încălzirii globale, speciile vor tinde să migreze atât în latitudine, spre zone nordice, cât și în altitudine, existând totodată și o tendință de reducere a distribuției speciilor endemice prin competiție (speciile de altitudini mai joase care vor urca în etaje superioare în detrimentul speciilor native) și prin limitări fiziologice (Hurdu, 2012). Se estimează că zona climatică alpină va urca cu câteva sute de metri până în anul 2085, ducând la restrângerea drastică a extinderii acesteia în suprafață, cu efecte profunde asupra habitatelor și speciilor (Nagy et al., 2009, citat de Behrens et al., 2010).

### **Impactul potențial al schimbărilor climatice asupra bioregiunii alpine și asupra habitatelor caracteristice**

Zonele montane sunt afectate de încălzirea globală într-o măsură mai mare decât restul regiunilor și pot fi asimilate unor insule, unde singura direcție de adaptare a speciilor este migrația în altitudine (Anderson, 2007). Printre efectele schimbărilor climatice se numără o perioadă mai scurtă de acoperire cu strat de zăpadă și un dezgheț mai timpuriu, factori care cresc riscul producerii viiturilor și perturbă disponibilitatea resurselor de apă de-a lungul anului.

Potrivit scenariilor climatice, valurile de căldură se vor intensifica în decursul următoarelor decenii atât ca durată (conform indicelui climatologic HWD - Heat Wave Duration), cât și ca frecvență (HWF - Heat Wave Frequency), mai ales în Carpații Meridionali. De aceea, speciile psicrotermofite (ex. *Draba dorneri*) și microtermofite (ex. *Tozzia alpina ssp. carpathica* - asociată habitatului \*6230, *Ligularia sibirica* - relict glaciatic asociat habitatului \*7240) vor fi afectate în cea mai mare măsură de aceste fenomene climatice, în funcție și de perioada din an în care acestea se manifestă (raportată la stadiul ciclului vegetativ).

Conform scării valorice de raportare la condițiile de temperatură optime, plantele pot fi încadrate în următoarele categorii:

**Tabelul 5. Categoriile de plante după criteriul termic**

Tipul	Altitudinea (m)	Etaj/subetaj	Temp. medii anuale (°C)	Exemple din bioreg. alpină
<b>Hekistotermofite</b>	> 2000/2200	etajul alpin	-2,5 ... -0,5	<i>Festuca bucegiensis</i>
<b>Psicrotermofite</b>	1700/1800 - 2200	etajul subalpin	-0,5 ... 2,0	<i>Draba dorneri</i> , <i>Leontopodium alpinum</i>
<b>Microtermofite</b>	1300 - 1700/1850	etajul boreal (al molidului)	2,0 ... 4,0 / 4,5	<i>Tozzia carpathica</i> , <i>Ligularia sibirica</i>
<b>Mezotermofite</b>	800 - 1300	subetajul fagului	4,5 ... 7,5	
<b>Subtermofite</b>	300 - 800	subetajul gorunului	7,5 ... 10,5	
<b>Termofite</b>	0 - 300	zona silvostepii - stepii	> 10,5	

Sursa informațiilor: Ciocârlan, 2009

**Habitatele alpine** vor fi printre cele mai afectate de schimbările climatice (Inouye, 2019).

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



**Habitatele de tufărișuri și pajiști alpine și subalpine** (care includ tipurile de habitat \*4070 și \*6230) sunt mai dependente de temperaturi joase, asociate cu prezența stratului de zăpadă (acoperire de 70-80%), speciile de plante caracteristice (hektotermofite, psichrotermofite) fiind foarte sensibile la încălzirea climatică. În schimb, habitatele forestiere sunt potențial mai sensibile la secetă (Sârbu et al., 2020).

Pe teritoriul României, **habitatul \*4070 Tufărișuri de *Pinus mugo* și *Rhododendron hirsutum*** este unul din habitatele Natura 2000 situate la cea mai mare altitudine medie (până la 2250 m) dintre tipurile de habitate prioritare, având și unele din cele mai ridicate cerințe climatice de umiditate. **Habitatul \*4070** este caracteristic etajului subalpin (1700-2200 m), având ca specii edificatoare *Pinus mugo* (psichrotermofită) și *Rhododendron myrtifolium* (euritermofită, mezofită), specie vicariantă pentru *R. hirsutum* (Gafta & Mountford, 2008). Aceste jnepenișuri se instalează pe stâncării și grohotișuri, având un rol esențial în formarea solurilor subțiri din arealul formațiunilor și depozitelor glaciare (circuri, custuri, morene).

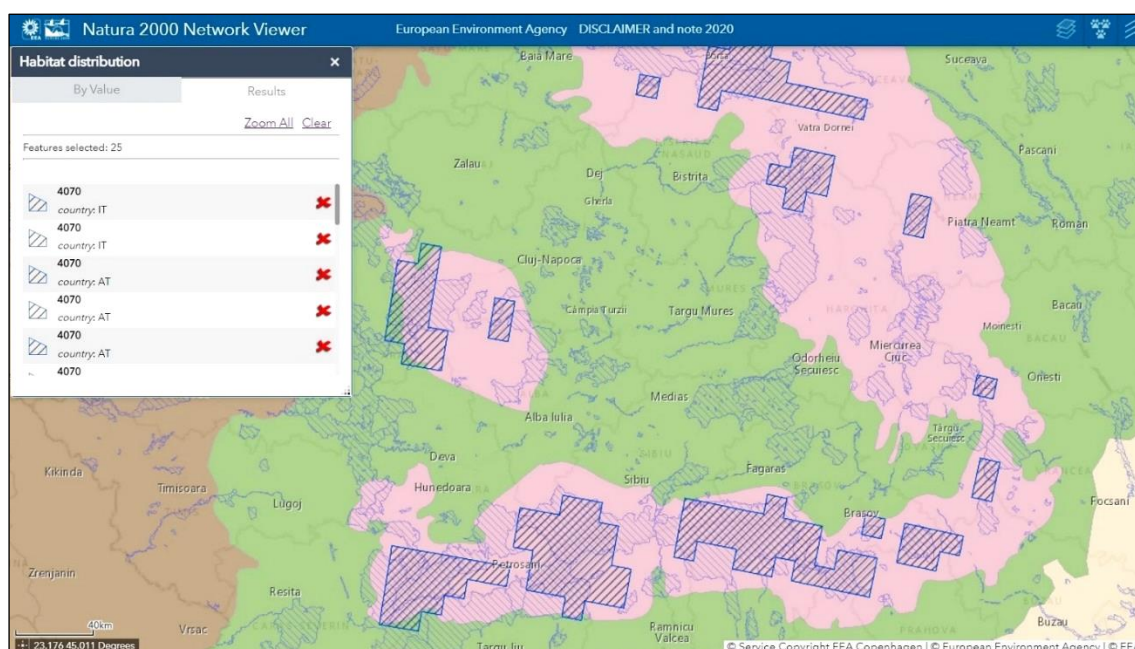


Fig. 26. Distribuția spațială a habitatului \*4070 în raport cu regiunea biogeografică alpină de pe teritoriul României (sursa imaginii: Natura 2000 Network Viewer)

**Habitatul \*6230 Pajiști de *Nardus* bogate în specii, pe substraturi silicatiche din zone montane (și submontane, în Europa continentală).** *Nardus stricta* este specia reprezentativă și ocupă până la 50% din suprafața acestor pajiști folosite ca fânețe. Această specie de graminee acidofilă are caracter (xero)mezofil-mezohigrofil și este vulnerabilă la condiții prelungite de secetă și temperaturi ridicate ale aerului (Pușcaru et al., 1956 - citat de Sârbu et al., 2020).

**Habitatul \*7110 Tinoave bombate active** constă în acumulări de turbă în microdepresiuni din etajul boreal al molidului. În general, aceste turbării sunt alimentate de precipitații dar pot avea la origine și lacuri colmatate sau mlaștini produse de acvifere alimentate de râuri. Formarea activă de turbă poate fi



temporar întreruptă, ca urmare a unui incendiu sau în perioade de secetă. În centrul tinoavelor de acest tip se acumulează în mod activ turba prin creșterea intensă a speciilor de mușchi de turbă (*Sphagnum*). Multe tinoave sunt degradate din cauza drenajelor și a suprapășunatului.

**Habitatul \*7220 Izvoare mineralizate încrustante cu formare de tuf calcaros** poate include mlaștini de tranziție, mlaștini eu-mezotrofe, comunități casmofitice din stațiuni reci și umede, pajiști și tufărișuri pe substrat calcaros (Festuco-Brometea). Conservarea acestui habitat, cu extindere foarte limitată în teren, necesită menținerea habitatelor învecinate și a întregului sistem hidrologic aferent.

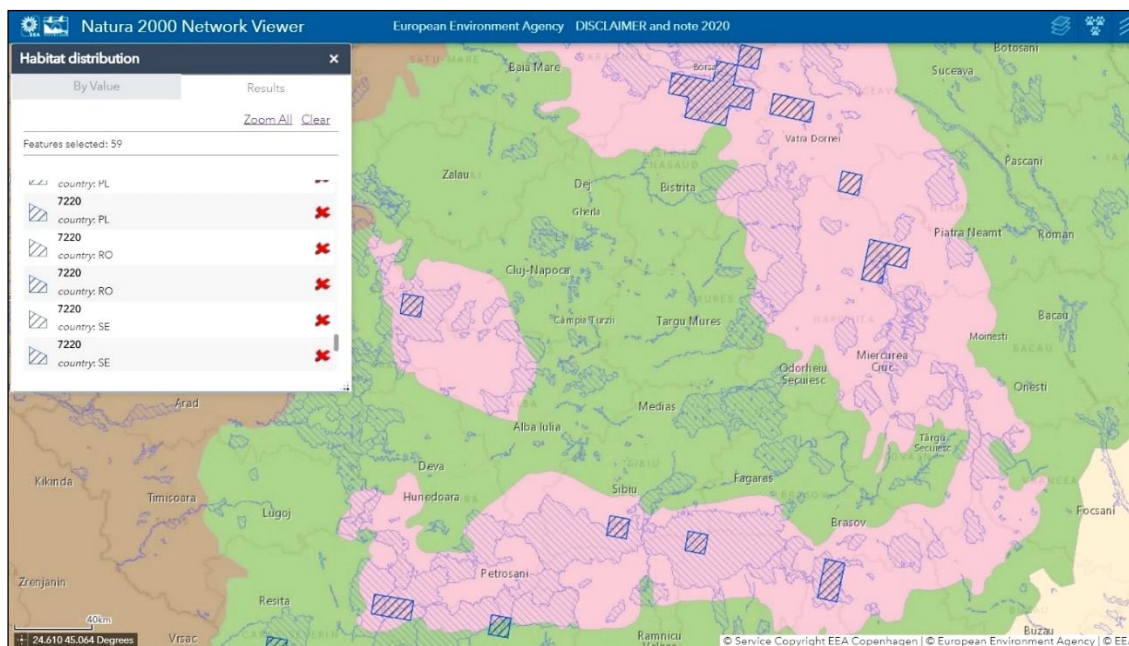


Fig. 27. Distribuția spațială a habitatului \*7220 în raport cu regiunea biogeografică alpină de pe teritoriul României (sursa imaginii: Natura 2000 Network Viewer)

**Habitatul \*7240 Formațiuni pioniere alpine din *Caricion bicoloris-atrofuscae*** sunt turbării incipiente de altitudine mare (din etajul boreal al molidului până în cel alpin), cu strat subțire de turbă. Vegetația este scundă, formată în principal din specii de *Carex* și *Juncus*. În Carpații Orientali relictul glaciatic *Ligularia sibirica* este specie indicatoare de bună conservare a acestui habitat. Înghețul permanent sau continuu al solului pe o perioadă îndelungată este o condiție esențială pentru existența acestui tip de habitat.

**Habitatul \*8160 Grohotișuri medio-europene carbonatice din etajele colinar și montan** (alpin și subalpin) se formează de regulă în zone uscate și calde, prin dezagregarea calcarelor sau marnelor. Aceste comunități de pajiști slab închegate se dezvoltă la contactul grohotișurilor cu habitatele limitrofe de păduri de fag, dar există și pajiști de grohotișuri calcaroase alpine.

**Habitatul \*91D0 Turbării cu vegetație forestieră** cuprinde păduri de conifere și foioase pe substrat turbos (umed - ud), cu un nivel permanent ridicat al pânzei freatice, aceasta având aspect concav față de

terenurile limitrofe. Pădurile din jurul turbăriilor sau mlaștinilor de tranziție din zonele montane pot face tranziția către pădurile mlaștinoase cu *Alnus glutinosa*.

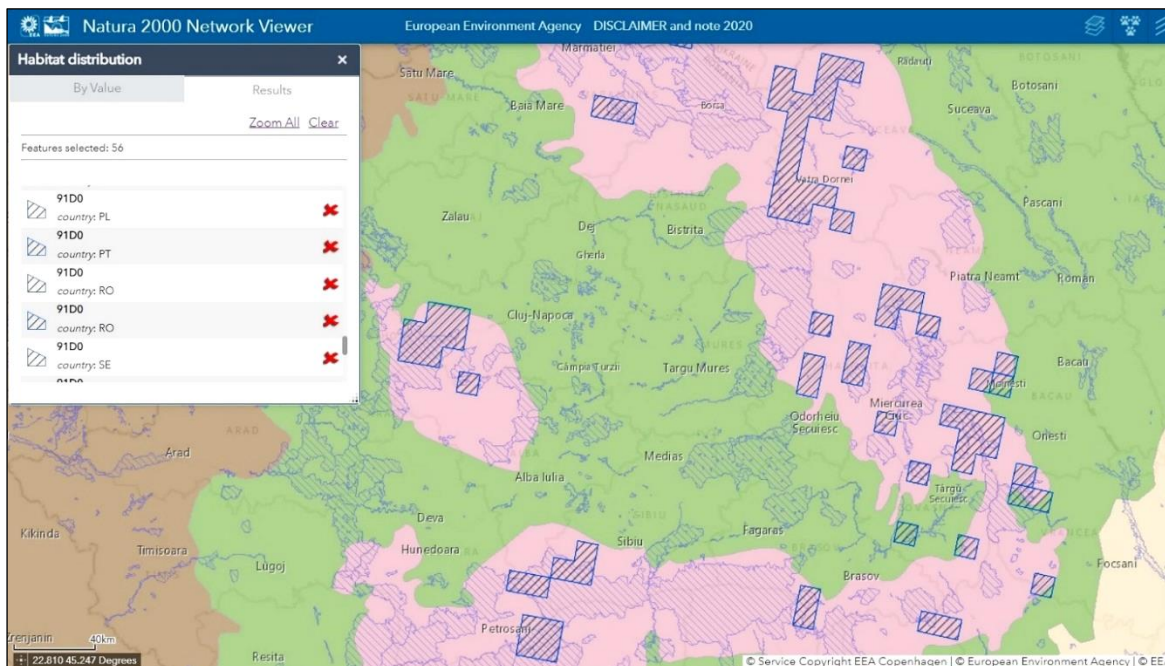


Fig. 28. Distribuția spațială a habitatului \*91D0 în raport cu regiunea biogeografică alpină de pe teritoriul României (sursa imaginii: Natura 2000 Network Viewer)

**Habitatul \*9180 Păduri de Tilio-Acerion pe versanți, grohotișuri și ravene** este un habitat forestier reprezentat de păduri “de surduc”, cantonate pe văi înguste cu pereți abrupti (chei și stâncării din masivele calcaroase și conglomeratice). Acest tip de habitat adăpostește o faună de nevertebrate cu numeroase specii rare și endemice, dar este vulnerabil la modificări ușoare ale umidității care pot determina tranziția fie către pădurile de fag, fie către pădurile termofile de stejar.

**Printre speciile de floră alpină** de interes comunitar (menționate în Anexa II din Directiva Habitate), se numără: *Campanula serrata*, *Tozzia carpathica* (caracteristice habitatului \*6230), *Ligularia sibirica* (inclusă la habitatul \*7240), *Saxifraga hirculus* (relict glaciatic din mlaștinile eutrofe încadrate în habitatul 7140), *Draba dorneri* și *Poa granitica ssp. disparilis*, ultimele două fiind specii endemice pentru Carpații Românești.

Comunitățile de plante din regiunea alpină sunt caracterizate de un sezon de vegetație scurt (care se suprapune cu intervalul lipsit de strat nival) și necesită umiditate suficientă pentru începerea ciclului vegetativ (Beniston, 2003). În climatele montane aflate sub influența continentală și mediteraneană, vegetația poate fi afectată de evapotranspirația în creștere. Speciile vegetale a căror muguri de regenerare sunt protejați de stratul de zăpadă (camefite, ex. *Draba dorneri*) vor fi printre cele mai vulnerabile la schimbările climatice, din cauza reducerii consistenței și frecvenței stratului nival.

**Limita forestieră (timberline)** este o limită ecologică vizibilă ce poate indica modificări în bioregiunea alpină ca urmare a încălzirii globale (care în general tinde să crească această limită în altitudine) sau a recolonizării pajiștilor eliminate anterior pentru pășunat (Beniston, 2003). Cele mai vulnerabile specii de floră din zonele de ecoton sunt cele care au capacitate limitată de diseminare și dispersie sau cele care

sunt izolate ori înalt specializate (McNeely, 1990 - citat de Beniston, 2003). Ecosistemele alpine dependente de temperaturi scăzute, precipitații și strat de zăpadă creează condiții favorabile pentru specii montane înalt specializate (Burrows, 1990; Korner, 1999 - citați de Sârbu et al., 2020).

Dintre mamiferele de interes comunitar specifice bioregiunii alpine, reținem specia endemică *Microtus tatricus* (**șoarecele de Tatra**), răspândită doar în Munții Carpați de pe teritoriul Slovaciei, Poloniei, României și Ucrainei, la altitudini cuprinse între 650 și 2350 m. În România are o distribuție insulară, fiind întâlnită în Munții Călimani, Ciucaș (ROSCI0038), Rodnei (ROSCI0125) și Maramureșului (ROSCI0092 Igniș).

Specie tipică zonelor montane, aceasta preferă habitate reci și umede, locuri umbrite, cu vegetație arbustivă și păduri bătrâne. Nu a fost semnalată pe terenuri agricole. Mărimea populației șoarecelui de Tatra la nivelul României era estimată la circa 500 de exemplare (Popescu și Murariu, 2001). Cuibul este realizat sub forma unui ghem, într-un loc cu vegetație ierboasă deasă, iar spre toamnă specia își construiește o galerie într-un loc mai uscat pentru iernare (Rudá et al., 2010). Extinderea terenurilor agricole și creșterea umidității toamna sunt cele mai importante amenințări asupra speciei.

### **Sensibilitatea la schimbări climatice a habitatelor caracteristice bioregiunii alpine - metodologia de evaluare**

În scopul evaluării gradului de sensibilitate a habitatelor alpine la schimbările climatice s-au luat în calcul șase parametri relevanți pentru caracteristicile habitatelor, condițiile ecologice optime și starea de conservare a acestora:

**S<sub>med</sub>** - Suprafața medie ocupată de tipul de habitat la nivelul României (medierea suprafețelor ocupate de habitatul respectiv la nivelul fiecărui sit de importanță comunitară - SCI);

**S<sub>c</sub>** - Starea de conservare a habitatului la nivelul României (conform EUNIS);

**ΔH** - Intervalul de altitudine caracteristic habitatului - cu cât este mai restrâns acest interval, cu atât habitatul este mai vulnerabil la invazia altor specii competitive în contextul schimbărilor climatice;

**T<sub>max</sub>** - Temperatura maximă din intervalul termic optim caracteristic habitatului;

**ΔT** - Ecartul termic optim, între temperatura maximă și cea minimă (cu cât este mai larg ecartul, cu atât capacitatea de adaptare este mai ridicată);

**ΔSC** - Variația indicilor climatologici relevanți pentru habitatul respectiv în perspectiva schimbărilor climatice - scenariul RCP4.5 (Tabelul 8).

**Parametrul ΔSC** se referă la tendința de scădere/creștere a indicatorului climatologic relevant pentru fiecare habitat în parte, în perioada 2071-2100 față de intervalul de referință 1971-2000. A fost evaluată dependența fiecărui habitat față de nivelul constant de umiditate: dependență slabă (4070, 6230), moderată (91D0, 9180) și ridicată - în cazul habitatelor 7110 și 7220, pentru care s-a luat în considerare aspectul pluviometric (cantițările anuale de precipitații - prcptot). Pentru habitatele 4070 și 6230 (cu dependență hidrică slabă) s-a luat în considerare în schimb aspectul termic (temperatura medie a aerului - TMm), iar în cazul habitatelor 91D0 și 9180, indicele de ariditate de Martonne (IDM).

Metodologia de evaluare aplicată nu ia în calcul alți factori de influență asupra habitatelor precum riscul la eroziunea terenurilor, alunecări de teren, incendii naturale, etc.

*Tabelul 6. Matricea pentru evaluarea sensibilității habitatelor caracteristice bioregiunii alpine la schimbările climatice*



Scor	S <sub>med</sub> (ha)	S <sub>c</sub>	ΔH (m)	T <sub>max</sub> (°C)	ΔT (°C)	ΔSC
0	> 1000	Fv	> 1250	> 8	8 - 10	Conform Tabelul 7
1	750 - 1000	Nc	1000 - 1250	6 - 8	6 - 8	
2	500 - 750	U1	750 - 1000	4 - 6	4 - 6	
3	250 - 500	-	500 - 750	2 - 4	2 - 4	
4	< 250	U2	250 - 500	< 2	0 - 2	

Sc - starea de conservare: Fv - favorabilă; Nc - necunoscută; U1 - nefavorabilă - inadecvată; U2 - nefavorabilă - rea

Tabelul 7. Sub-matricea de evaluare a parametrului ΔSC

Habitat	+ΔT	-ΔT	+ΔPp	-ΔPp	+ΔIDM	-ΔIDM
4070	0 ... + 4	- 4 ... 0				
6230	0 ... + 4	- 4 ... 0				
7110			- 4 ... 0	0 ... + 4		
7220			- 4 ... 0	0 ... + 4		
91D0					- 4 ... 0	0 ... + 4
9180					- 4 ... 0	0 ... + 4

+/-ΔT = creșterea / scăderea temperaturii medii anuale; +/-ΔPp = creșterea / scăderea cantităților de precipitații; +/-ΔIDM = creșterea/scăderea valorii indicelui de ariditate de Martonne (aridizare).

**Notă:** acordarea scorului pentru parametrul ΔSC ține cont de valorile prognozate ale indicatorilor (T, Pp, IDM) în raport cu intervalul optim al acestora pentru fiecare habitat (**a se vedea Tabelul 8**). Astfel, în cazul în care precipitațiile vor spori cantitativ și, astfel, se vor apropia de cantitatea optimă pentru condițiile climatice favorabile habitatului respectiv, atunci se acordă un scor negativ care va contribui la scăderea scorului general, rezultând în final o sensibilitate mai redusă a aceluși habitat la schimbările climatice, benefice sub aspect pluviometric în bioregiunea considerată.

Tabelul 8. Valorile indicatorilor climatologici selecțiați pentru evaluarea parametrului ΔSC

Habitat	Indicator relevant	Interval optim	1971 - 2000	2021 - 2050	2041 - 2070	2071 - 2100	Diferența * (%)
4070	T(°C)	0,0 ... 2,0	5,3	6,5	7,0	7,4	+28,4
6230	T(°C)	-1,5 ... 6,0	6,1	7,3	7,8	8,3	+26,5
7110	Pp (mm)	950 - 1400	849,0	870,2	869,5	900,2	+5,7
7220	Pp (mm)	950 - 1425	811,2	832,5	838,0	851,3	+4,7
91D0	IDM	34,3 - 92,3	48,5	46,5	45,5	44,9	-8,0
9180	IDM	50,0 - 66,7	55,5	52,5	51,2	50,6	-9,6

\* Diferența valorilor prognozate pentru perioada 2071-2100 față de valorile înregistrate în perioada 1971-2000

Pe baza matricilor de evaluare a parametrilor de mai sus (Tabelele 6 și 7), s-au acordat scoruri și ponderi care au fost introduse în următoarea formulă de calcul :

$$\frac{2S_{med} + 2S_c + \Delta H + T_{max} + 2\Delta T + 4\Delta SC}{12}$$

Scorul general astfel obținut a fost încadrat în una din cele cinci grade de sensibilitate stabilite: **neutru** (≤ 0,5), **slab** (0,6 - 1,5), **mediu** (1,6 - 2,5), **ridicat** (2,6 - 3,5) și **critic** (> 3,5).



În vederea evaluării sensibilității la schimbările climatice în bioregiunea alpină, au fost selectate șase habitate prioritare, câte două din categoriile tufărișuri/pajiști (4070, 6230), mlaștini/turbării (7110, 7220) și, respectiv, habitate forestiere (91D0, 9180).

**Tabelul 9. Evaluarea sumară a sensibilității la schimbări climatice pentru tipurile de habitate Natura 2000 caracteristice bioregiunii alpine**

Nr. crt.	Parametrul	Hab. 4070	Hab. 6230	Hab. 7110	Hab. 7220	Hab. 91D0	Hab. 9180
1.	$S_{med}$ (ha)	934	292	182	147	134	329
	Scor * 3	1	3	4	4	4	2
2.	$S_c$	Fv	Fv	U1	U1	U1	Fv
	Scor * 2	0	0	2	2	2	0
3.	$\Delta H$ (m)	650	1540	1150	1200	1050	300
	Scor * 1	4	1	2	2	2	0
4.	$T_{max}$ (°C)	2,2	6,0	5,5	5,5	7,5	7,0
	Scor * 1	3	1	2	2	1	1
5.	$\Delta T$ (°C)	2,2	7,5	9,0	7,0	4,5	2,0
	Scor * 2	4	2	1	2	3	1
6.	$\Delta SC$	$+\Delta T$	$+\Delta T$	$+\Delta Pp$	$+\Delta Pp$	$-\Delta IDM$	$-\Delta IDM$
	Scor * 3	4	4	-1	-1	2	3
<b>Scor general</b>		<b>2,8</b>	<b>2,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>1,3</b>
<b>Grad sensibilitate</b>		<b>Ridicat</b>	<b>Mediu</b>	<b>Slab</b>	<b>Slab</b>	<b>Mediu</b>	<b>Slab</b>

Cea mai mare sensibilitate climatică a rezultat în cazul habitatului \*4070 (din cauza caracteristicilor sale termice restrictive) și cea mai redusă în cazul habitatului \*7110 (datorită sporului de precipitații preconizat pentru următoarele decenii).

### **Indici ecometrici climatici și indicatori bioclimatici**

Indicii climatici utilizați cel mai frecvent, cu rol în modelarea riscului climatic asupra biodiversității

Presiunea schimbărilor climatice asupra biodiversității este probabil unul dintre cei mai importanți factori de pierdere a biodiversității alături de presiunea activităților umane în secolul al XXI-lea. Variabilitatea lor determină producerea unor fenomene meteorologice extreme ce vreme variază foarte mult de la o regiune la alta și se modifică odată cu distribuțiile statistice ce definesc climatul analizat. Evenimentul climatic extrem reprezintă cumulul unor evenimente meteo extreme, pentru un anumit interval de timp.



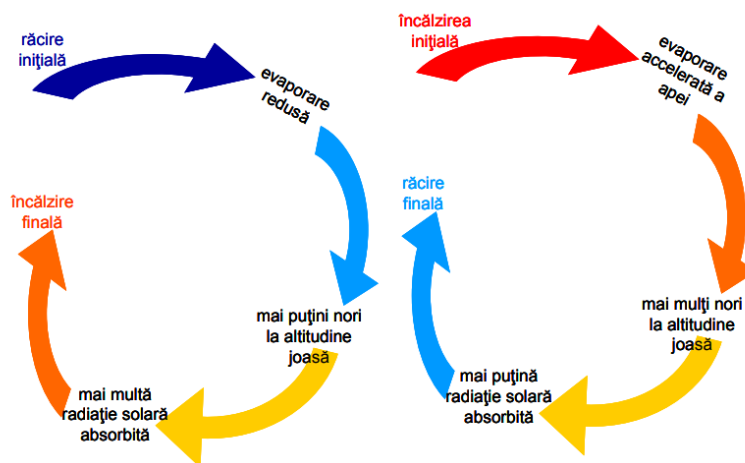


Fig. 31. Reprezentarea feedback-ului negativ legat de nori joși

Analiza indicilor climatici are un rol eficient în modelarea riscului climatic asupra biodiversității din perspectiva distribuției speciilor, serviciilor ecosistemice, stării de stres și reproducere a speciilor sau sustenabilitatea habitatului.

Indicii climatici sunt instrumente de diagnosticare utilizate pentru a descrie starea sistemului climatic, pentru a monitoriza clima și pentru a caracteriza și a înțelege mai bine mecanismele climatice.

Fiecare indice climatic se bazează pe anumiți parametri și descrie doar anumite aspecte ale climei, prin urmare există o varietate de indici climatici care au fost definiți și examinați în numeroase publicații. Indicii climatici reprezentați în Figura nr. 33 și Figura nr. 34 stau la baza a doi parametri atmosferici principali (temperatura și precipitațiile), care în funcție de variațiile acestora, pot determina diferite riscuri climatice asupra biodiversității.

Temperatura medie pe glob a crescut cu 1,2°C din perioada pre-industrială până în prezent. După 2015, s-au înregistrat cele mai mari valori ale temperaturilor medii, iar decada cuprinsă între 2011 și 2020 a fost cea mai caldă înregistrată până acum, aspect ce se poate observa în Figura nr. 32.

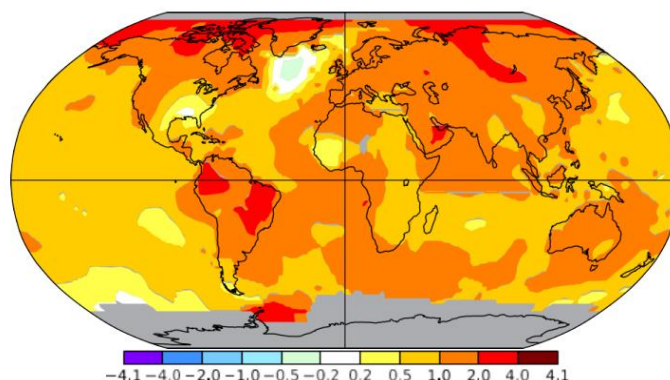


Fig. 32. Schimbarea temperaturii (°C pentru perioada 1901-2020)

**Riscul climatic asupra  
biodiversității**



Parametrul
<p><b>Temperaturi ridicate</b> (perioadele de căldură și → ări de căldură)</p>
<p><b>Temperaturi scăzute</b> (inclusiv perioadele de frig și valuri de frig)</p>

Indici climatici
<p>a) Numărul de zile cu ger și cu zăpadă;</p> <p>b) Numărul de zile de vară și de nopți tropicale;</p> <p>c) Valori extreme într-o anumită perioadă de timp;</p> <p>d) Depășirea → lor specifice;</p> <p>f) Interval de temperatură zilnic;</p> <p>g) Creșterea valorilor de temperatură;</p> <p>h) Durata perioadei calde și a perioadei reci;</p> <p>i) Durata sezonului de creștere;</p>



- La nivel de specie au loc modificări fenologice și fiziologice;
- Extincția anumitor specii;
- Apariția diferitelor boli, noi dăunători, viruși și boli fungice;
- Modificări în distribuția geografică – distribuția speciilor se modifică;
- Schimbări de interacțiune între specii – modificări ale ciclului de viață;
- Creșterea evaporării și a transpirației în plante;
- Potențial mai mare pentru speciile invazive tolerante la căldură;
- Modificări ale mărimii populației;
- Scăderea productivității primare în condiții de stres climatic;
- Daune asupra speciilor sensibile;
- Creșterea riscului la incendii de vegetație;
- Stresul de secetă asupra plantelor;
- Dispariția habitatelor zonelor umede.

Fig. 33. Indici climatici ai temperaturii

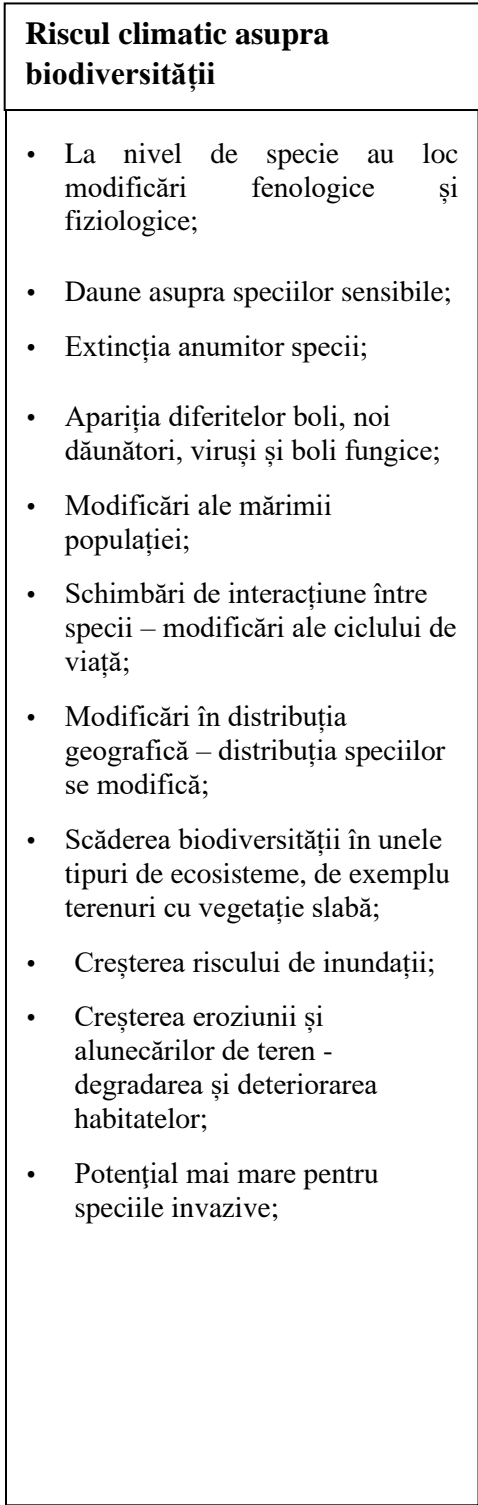
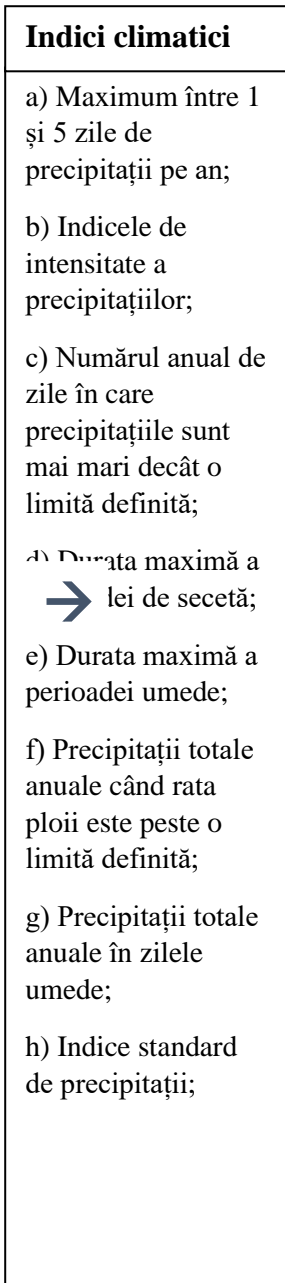
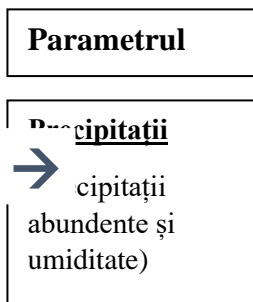


Fig. 34. Indici climatici ai precipitațiilor

Așadar, în România, valurile intense și persistente de căldură au devenit din ce în ce mai frecvente în ultimele decenii. Variațiile producerii valurilor de căldură exprimate în numărul de zile sunt prezentate în Figura nr. 35. Regiunile cu o tendință semnificativă de creștere a numărului de zile cu valuri de căldură sunt cele situate în S, E și V țării, în exteriorul arcului carpatic.

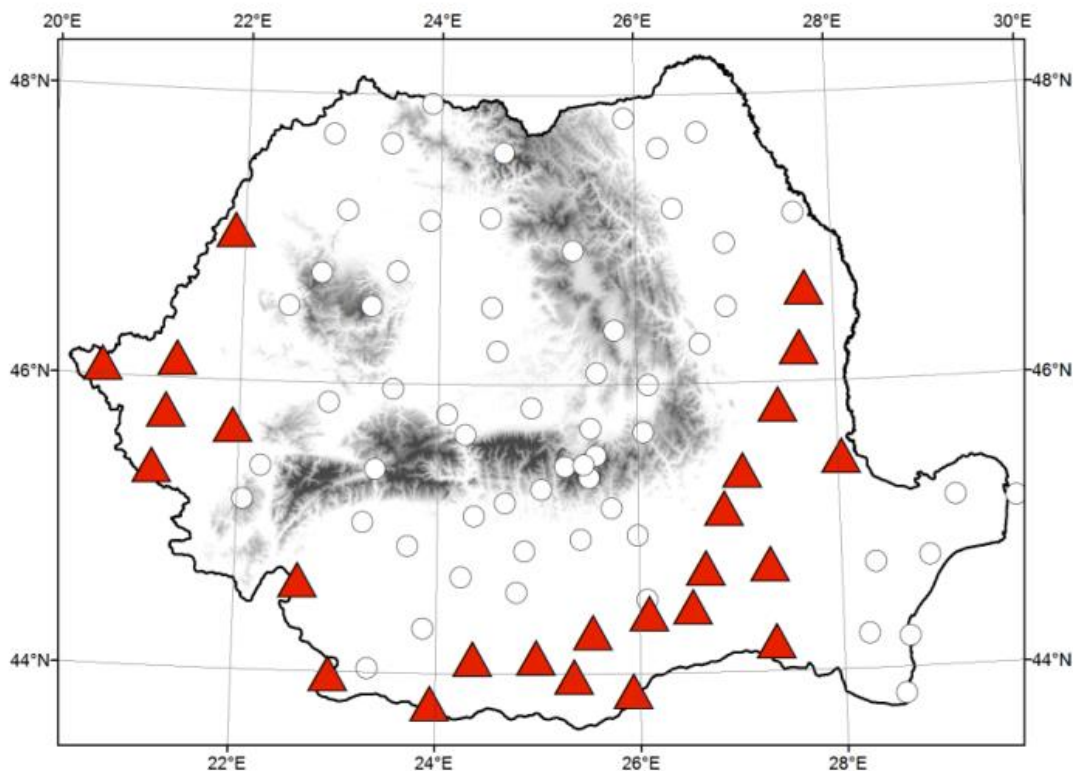


Fig. 35. Tendințele în numărul de zile cu valuri de căldură (intervale de minim două zile consecutive cu temperatura maximă  $\leq 37^{\circ}\text{C}$ ) la 113 stații din România pentru perioada 1961-2013

Indicele Standardizat de Precipitații (SPI) reprezintă un instrument pentru identificarea și caracterizarea secetei, dar poate fi utilizat și pentru analiza excedentului de precipitații pentru un anumit areal. El se calculează ca probabilitatea de a cădea precipitații într-un anumit interval de timp. Astfel, National Drought Mitigation Center (NMDC) SUA a alcătuit o listă cu calificative pluviometrice perioadelor pentru care se efectuează analiza regăsite în Figura nr. 36.

SPI	Calificativ
$\leq -2.00$	Extrem de secetos
1.99...-1.50	Foarte secetos
-1.49...-1.00	Secetos
-0.99...+0.99	Normal
1.00 ... 1.49	Umed
1.50 ... 1.99	Foarte umed
$\geq 2.00$	Extrem de umed

Fig. 36. Calificative pluviometrice acordate lunilor de analiză în funcție de valoarea Indicelui Standardizat de Precipitații

În Figura nr. 37 se pot observa tendințele Indicelui SPI cumulate pe șase luni, pentru perioada 1961-2010. Tendințele de creștere sunt simbolizate cu roșu, iar cele de scădere cu albastru.

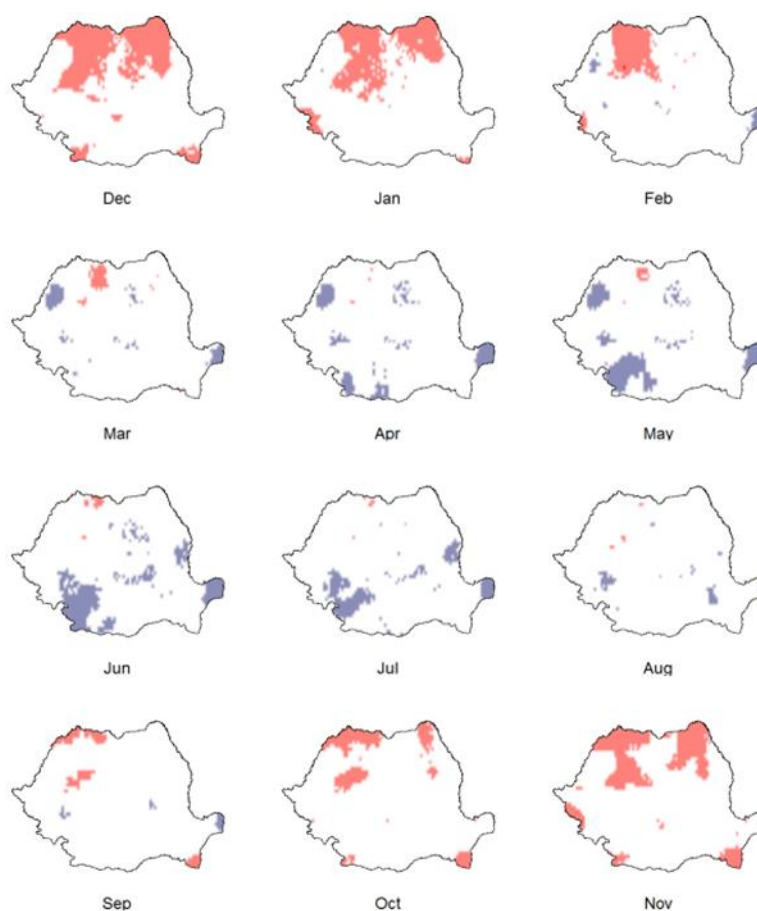




Fig. 37. Tendințele Indicelui SPI cumulate pe șase luni, pentru perioada 1961-2010.

Tendințele de creștere sunt simbolizate cu roșu, iar cele de scădere cu albastru

Revenind la analiza pe bioregiuni, analiza variației și tendințelor multianuale a unor **indici ecometrici climatici** (indicele de ariditate de Martonne, indicele de continentalitate Gams, indicele pluviometric lunar Angot, factorul de ploaie Lang, coeficientul Ellenberg) și bioclimatici (evapotranspirația Thornthwaite - Bio35), a avut la bază datele provenite de la stații meteorologice reprezentative.

Indicele de ariditate de Martonne se calculează după formula:

$$IDM = \frac{P}{T+10}$$

În bioregiunea alpină, pe baza valorilor indicelui de Martonne obținuți la Miercurea Ciuc, rezultă un climat umed, iar valorile de la Vf. Omul indică un climat foarte umed, cu variații largi în timp induse de cantitățile diferite de precipitații de la un an la altul, conjugat cu evoluția în creștere a temperaturii aerului.

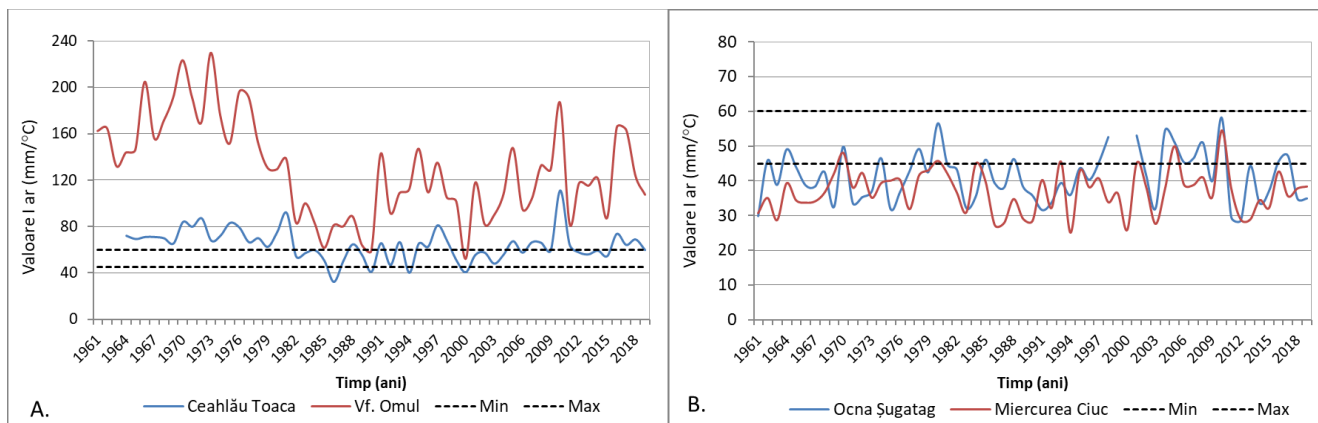


Fig. 38. Variația multianuală a indicelui de ariditate de Martonne la stații meteorologice din bioregiunea alpină, în raport cu intervalul caracteristic etajului alpin/subalpin (45 - 60)

Scăderea treptată a valorilor indicelui de Martonne se traduce printr-o aridizare a condițiilor climatice în următoarele decenii.

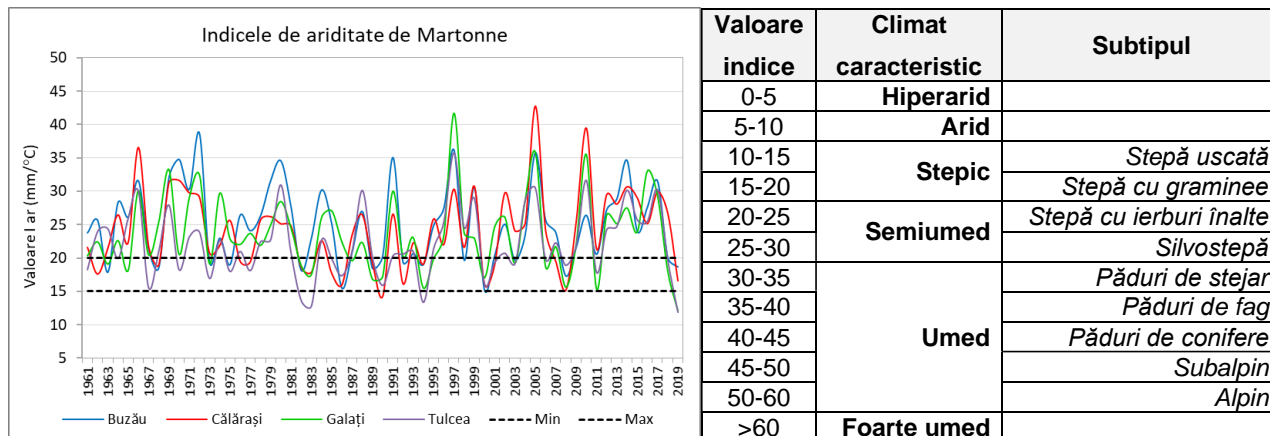


Fig. 39. Variația multianuală a indicelui de ariditate de Martonne la stații meteorologice din bioregiunea stepică în raport cu intervalul caracteristic zonei de stepă cu graminee (15 - 20)

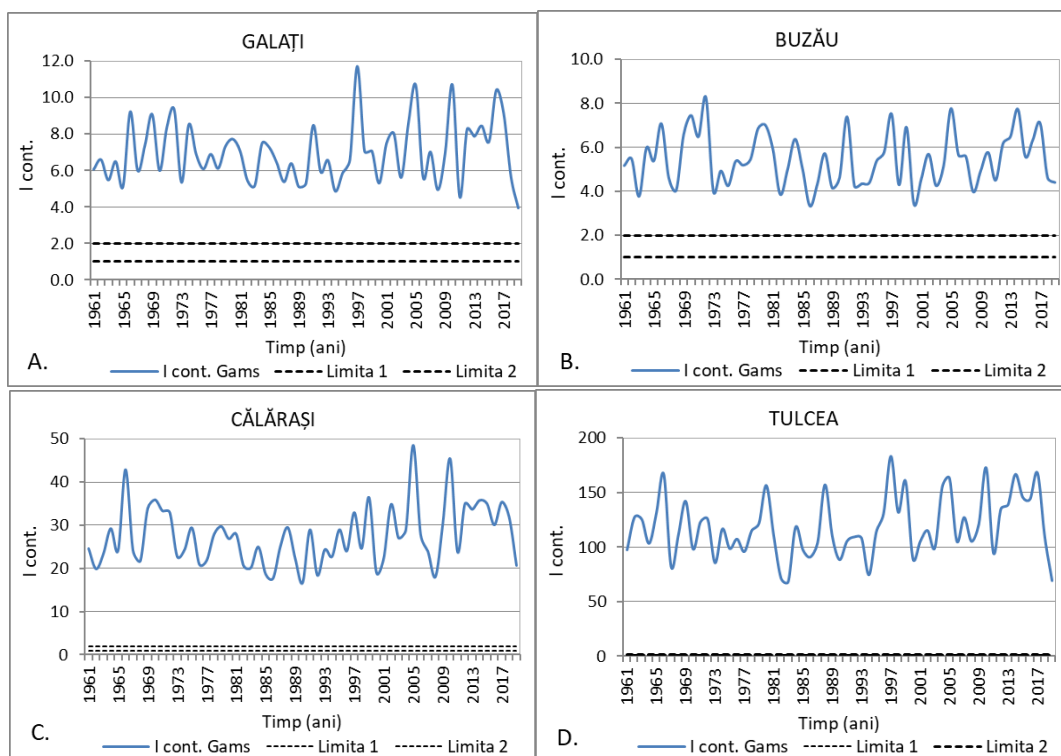
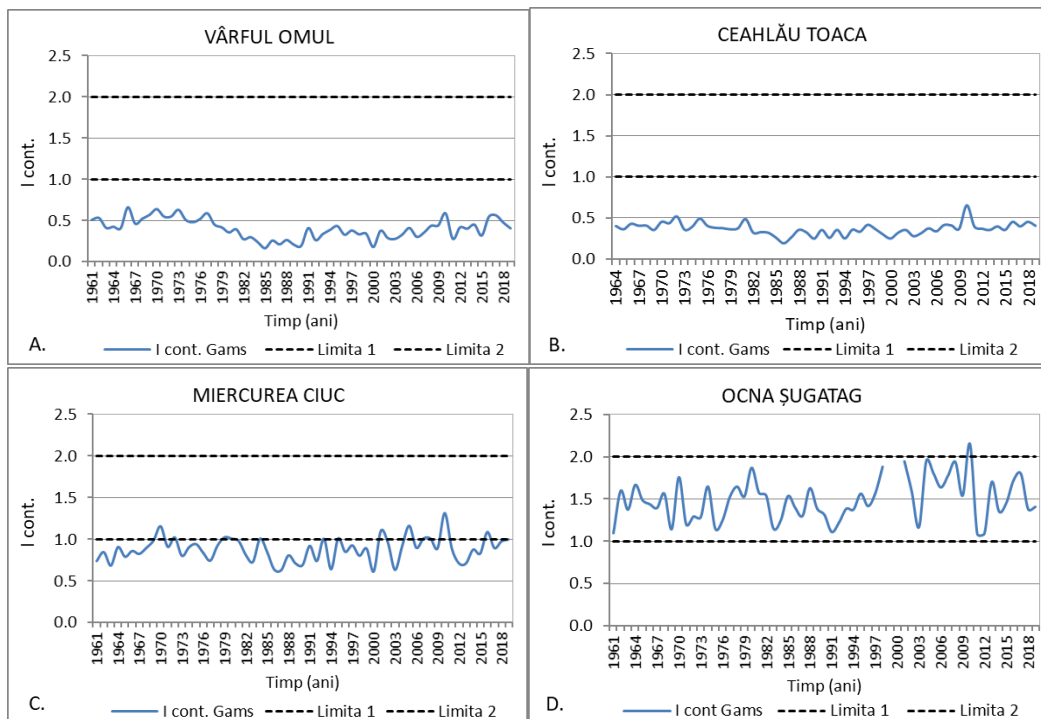
În bioregiunea stepică, valoarea medie a indicelui de Martonne se încadrează în intervalul 20-25, corespunzător climatului semiumed caracteristic stepei cu ierburi înalte, peste intervalul valoric 15-20 specific stepei cu graminee. În anii ploioși (1971, 1991, 1997, 2005, 2010), valorile indicelui trec în domeniul climatului umed.

$$\text{Indicele de continentalitate Gams} = \frac{P}{Alt}$$

Valoare indice	< 1	1 - 2	> 2
Specii caracteristice	Specii de conifere	Fag	Specii termofile

Indicele are valori subunitare la stațiile de altitudine (Vf. Omul și Ceahlău-Toaca), cu favorabilitate pentru speciile de conifere. Stația meteorologică Miercurea Ciuc se situează la limita dintre pădurea de conifere și cea de foioase, spre care tinde să evolueze în timp, în termeni de condiții climatice favorabile fagului (Fig. 40C).

Valorile de la Ocna Șugatag se încadrează în intervalul specific fagului, în timp ce la stațiile din bioregiunea stepică (Fig. 41), valorile indică favorabilitate climatică pentru speciile lemnoase termofile (ex. *Quercus pedunculiflora* - stejar brumăriu, specie caracteristică pentru habitatul \*9110).



**Indicele pluviometric lunar Angot** a fost calculat pentru fiecare an în parte și ulterior au fost analizate tendințele liniare pentru evidențierea modificărilor sezoniere ale regimului pluviometric la scară

multianuală (pe cei 59 de ani disponibili). Tendințele obținute nu sunt absolute în șirul de date multianual, ci reflectă schimbări ale distribuției cantitative a precipitațiilor (pe luni) în cadrul aceleiași an.

Astfel, a rezultat că la stațiile meteorologice Vf. Omul și Ceahlău-Toaca, indicele Angot prezintă o tendință de reducere în cazul lunii februarie și de creștere pentru luna iunie, ceea ce înseamnă o mărire a ponderii precipitațiilor lichide din sezonul estival, în detrimentul celor solide cu depunere de strat de zăpadă din perioada de iarnă.

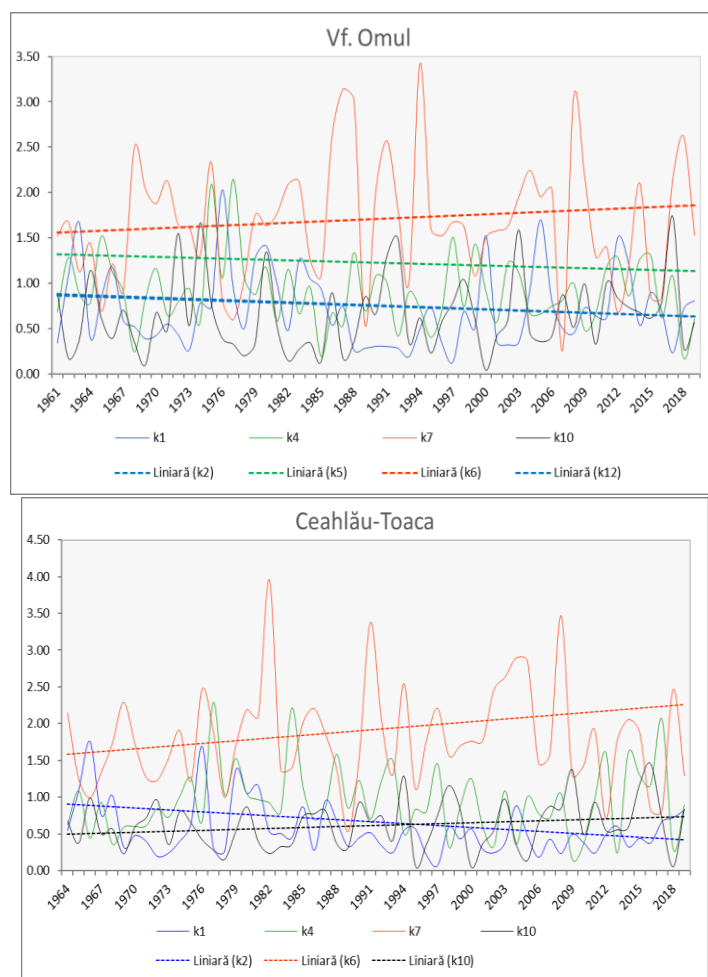


Fig. 42. Variația multianuală a indicelui pluviometric Angot în lunile caracteristice de iarnă (ianuarie), primăvară (aprilie), vară (iulie) și toamnă (octombrie) și tendințele semnificative la stații meteorologice reprezentative din bioregiunea alpină

În bioregiunea stepică, la stațiile Galați și Călărași, s-au obținut tendințe de reducere a indicelui în lunile februarie și mai și de creștere pentru luna octombrie, ceea ce înseamnă, pe de o parte, un disponibil de apă mai redus la începutul sezonului de vegetație, în favoarea unei umidități edafice mai ridicate la sfârșitul sezonului de vegetație.



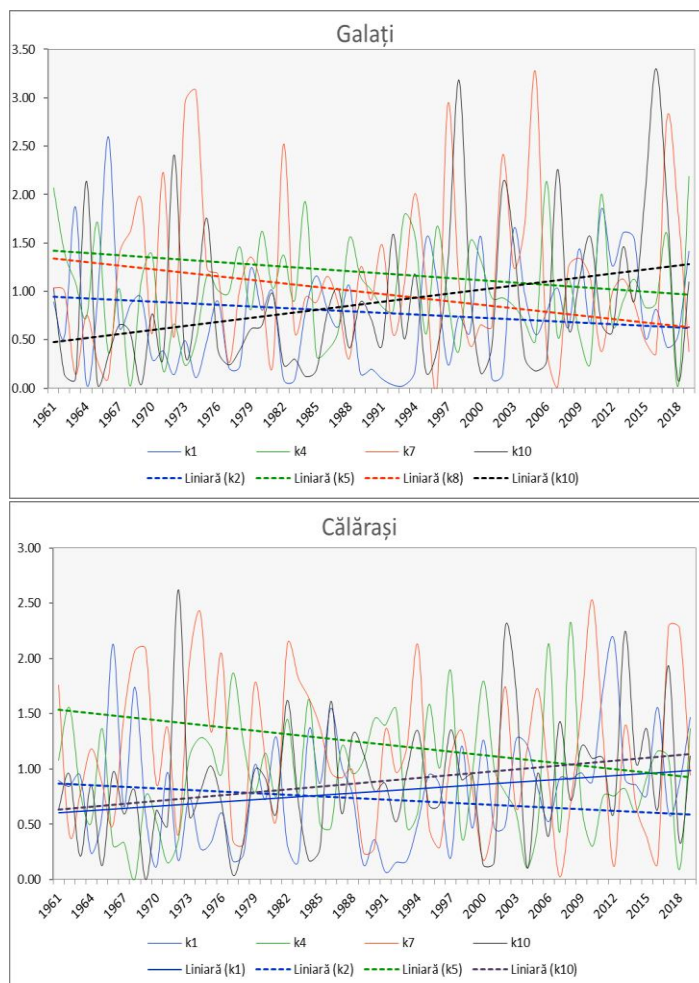


Fig. 43. Variația multianuală a indicelui pluviometric Angot în lunile caracteristice de iarnă (ianuarie), primăvară (aprilie), vară (iulie) și toamnă (octombrie) și tendințele semnificative la stații meteorologice reprezentative din bioregiunea stepică

**Factorul de ploaie Lang** (indicele pluviotermic  $= \frac{P}{T}$ ) este echivalent cu indicele de ariditate de Martonne, având ca date de intrare aceleași valori ale precipitațiilor (P) și temperaturilor aerului (T), doar că diferă scara valorică.

Valoare indice	Climat caracteristic
0-20	Deșertic
20-40	Stepic
40-60	Semiariid
60-100	Temperat cald
100-160	Temperat umed
>160	Umed

**Coeficientul Ellenberg** se calculează după formula:  $EQ = 1000 \frac{T_{med_{VII}}}{P_p}$

Unde:  $T_{med_{VII}}$  - temperatura medie (°C) a lunii celei mai calde (iulie\*)

\* În unii ani analizați, cea mai caldă lună nu a fost neapărat iulie, ci iunie, august sau chiar septembrie.

$P_p$  - cantitatea anuală de precipitații atmosferice (mm)

Valoarea coeficientului Ellenberg indică favorabilitatea climatică pentru diferite tipuri de arborete astfel:  
 Făgete pure ( $EQ \leq 20$ )  
 Stejăriș-cărpiniș ( $EQ = 20-30$ )  
 Păduri mezofile de stejar ( $EQ = 30-40$ )  
 Păduri uscate de stejar ( $EQ > 40$ ).

La stația meteorologică Ceahlău-Toaca, situată la circa 1900 m altitudine, la limita dintre etajul molidului și etajul subalpin, tendința medie a coeficientului Ellenberg se apropie în ultimii ani de condiții climatice favorabile pentru făgetele pure.

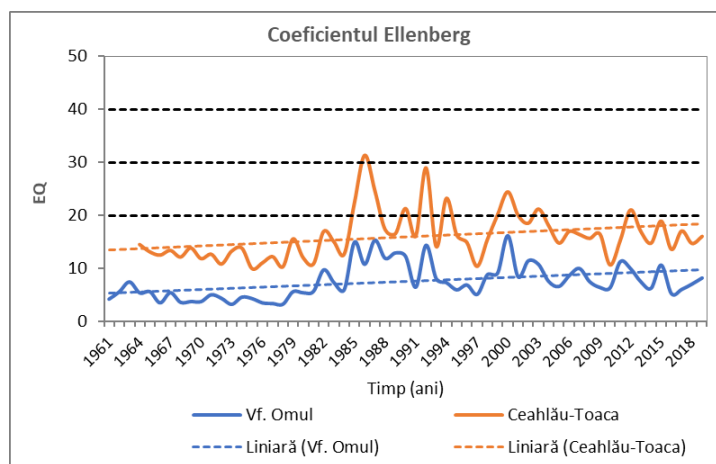


Fig. 44. Variația coeficientului Ellenberg la stațiile meteorologice Vf. Omul și Ceahlău-Toaca

### Indici bioclimatici

**Temperatura medie anuală (°C) - Bio1 și Cantitatea anuală de precipitații (mm) - Bio12** au fost determinate pe perioadă multianuală în cadrul analizei privind variația parametrilor climatici la stații meteorologice din bioregiunile selectate (a se vedea Fig. 15, 16, 20 și 21).

**Determinarea bilanțului climatic al umidității** și analiza variației sale multianuale la cele 10 stațiile meteorologice selectate pentru stabilirea modificărilor abiotice în cadrul bioregiunilor alpină, stepică și pontică

**Bilanțul climatic al umidității (mm)** rezultă din relația:

$$BCU = Pp - ETP$$

**Evapotranspirația potențială Thornthwaite (mm) - Bio35** se calculează după următoarea formulă (Thornthwaite, 1948):

$$ETP = 16 \left( \frac{L}{12} \right) \left( \frac{N}{30} \right) \left( \frac{10t_i}{I} \right)^\alpha$$

L = durata medie a zilei (ore) în luna respectivă;

N = numărul zilelor din lună;

$t_i$  = temperatura medie lunară ( $^{\circ}\text{C}$ ) a lunii  $i$  ;

$I$  = indice termic anual, unde:

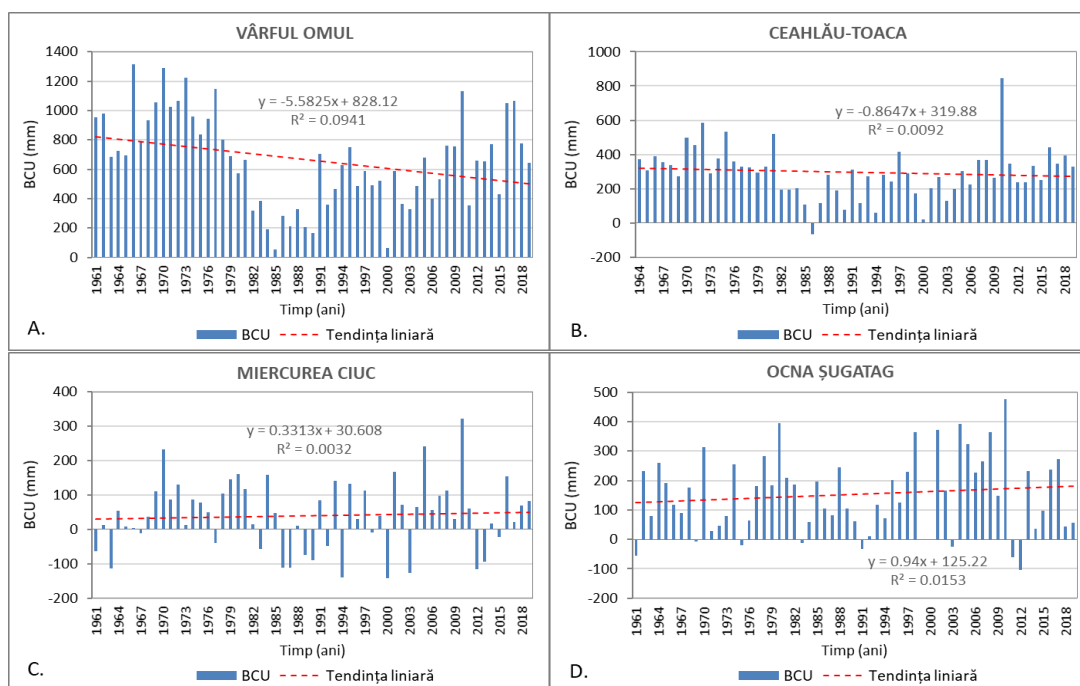
$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{t_i}{5} \right)^{1.514}$$

$$\alpha = (6,75 \times 10^{-7}) I^3 - (7,71 \times 10^{-5}) I^2 + (1,792 \times 10^{-2}) I + 0,49239$$

În perioada ultimelor șase decenii, bilanțul climatic de umiditate (BCU) a înregistrat de la un an la altul, valori preponderent pozitive (excedent hidric) la stațiile meteorologice din bioregiunea alpină, predominant negative și exclusiv negative (deficit hidric) la cele din bioregiunea stepică și, respectiv, pontică.

Tendința multianuală este aceea de scădere a bilanțului atât în zona montană înaltă (Vf. Omul, Ceahlău-Toaca) cât și la unele stații din bioregiunea stepică (Galați și Buzău - cu circa 50 mm). În schimb, o ușoară creștere a umidității se constată la stațiile Tulcea și Călărași, pe fondul sporirii precipitațiilor înregistrate.

La stațiile meteo din bioregiunea pontică (Constanța și Sulina), s-a înregistrat deficit de umiditate în toți anii analizați (1961-2019), din cauza evapotranspirației ridicate determinate, pe de o parte, de temperaturile aerului predominant pozitive chiar și în lunile de iarnă și, pe de altă parte, de precipitațiile reduse de pe litoralul Mării Negre. Cu toate acestea, tendințele multianuale sunt divergente, în sensul că la Sulina bilanțul hidric a scăzut în ultimele decenii cu circa 100 mm, iar la Constanța a crescut ușor.



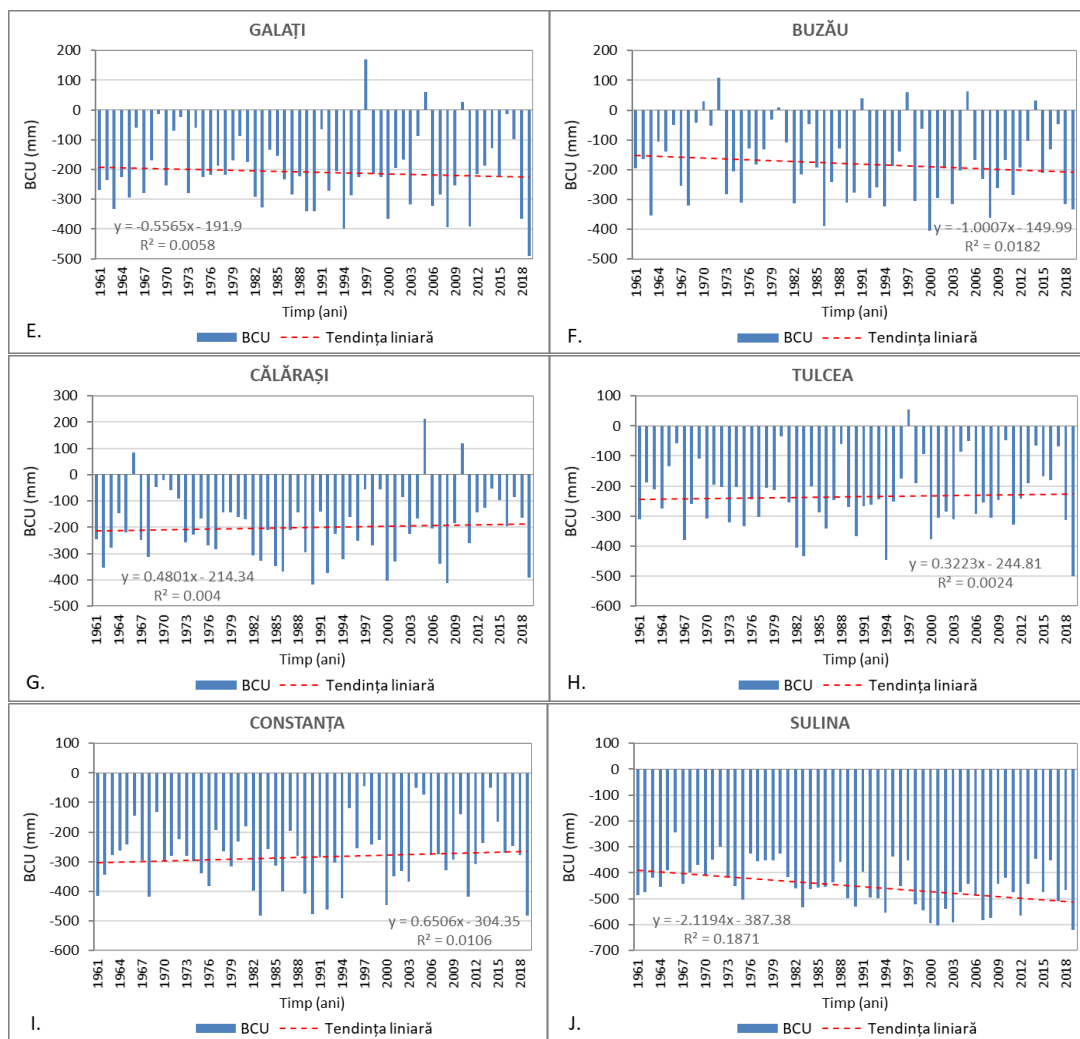


Fig. 45. Variația multianuală și tendința bilanțului climatic al umidității la stațiile meteorologice din bioregiunile alpină (A - D), stepică (E - H) și pontică (I - J)

Tabelul 10. Valorile medii ale indicilor ecoclimatici la stațiile meteorologice analizate (1961-2019)

Nr. crt.	Stația meteorologică	Bioreg.	Alt. (m)	T. aer (°C)	Pp (mm)	ETP (mm)	BCU (mm)	I <sub>ar</sub>	I <sub>Lang</sub>	EQ	I <sub>Gams</sub>
1.	Vf. Omul	ALP	2504	-2,2	1000,8	340,2	+660,6	129,4	-	7,6	0,40
2.	Ceahlău-Toaca	ALP	1897	0,9	695,8	400,6	+295,2	64,2	-	16,2	0,37
3.	Miercurea Ciuc	ALP	661	5,8	581,9	541,4	+40,5	37,0	102,7	30,3	0,88
4.	Ocna Șugatag*	CON/ ALP	504	8,2	751,1	598,0	+153,1	41,3	92,2	25,8	1,49
5.	Buzău	STE/ CON	97	11,2	529,3	708,2	-180,0	25,1	47,8	46,3	5,5
6.	Galați	STE	71	11,0	497,0	705,5	-209,0	23,7	45,5	49,5	7,0
7.	Călărași	STE	19	11,7	523,3	723,3	-200,0	24,2	45,0	47,7	27,5
8.	Tulcea	STE	4	11,4	473,8	709,0	-235,1	22,2	41,7	51,8	118,5
9.	Constanța	PON	13	12,1	435,4	720,2	-284,8	19,7	36,2	57,3	33,5
10.	Sulina	PON	3	11,8	261,2	712,2	-451,0	12,0	22,3	97,7	87,1

\* Lipsă date climatologice pentru anii 1999 și 2000.

Obs: Factorul de ploaie Lang (I<sub>Lang</sub>) nu a fost determinat la stațiile Vf. Omul și Ceahlău-Toaca din cauza valorilor negative ale temperaturilor medii anuale.



## **Fenomene și procese fito-ecologice exacerbate de schimbările climatice**

**Fenomenul de termofilizare** (Gottfried et al., 2012) constă în declinul speciilor de floră adaptate la temperaturi scăzute, conjugat cu creșterea abundenței speciilor termofile. Acest proces este mai accentuat în sudul Dobrogei, unde temperatura medie anuală este mai ridicată decât în restul țării datorită latitudinii sudice și apropierii de litoralul Mării Negre.

**Eutrofizarea** corpurilor de apă este un alt aspect exacerbant de schimbările climatice, în special ca urmare a creșterii temperaturii aerului și implicit a apei, care determină acumularea fitoplanctonului (Nazari-Sharabian et al., 2018).

**Stepizarea.** Vegetația de silvostepă este susceptibilă la restrângere în contextul actual al tendinței de stepizare, atât sub influența schimbărilor climatice cât și din cauze antropice (ruderalizare ca urmare a neîntreținerii pajiștilor). Fenomenul de stepizare poate fi cuantificat prin intermediul indicelui de ariditate de Martonne: o scădere în timp a valorilor indicelui înseamnă o tendință de aridizare a condițiilor climatice, de la semiumed la stepic (valori sub 20). Dincolo de aspectul climatic, stepizarea se reflectă și în tranziția comunităților vegetale, de la specii mezohigrofile - mezofile (caracteristice stepei cu ierburi înalte) la cele mezofile - xeromezofile (stepa cu graminee - genul *Poa*, la care se adaugă *Festuca sp.*, *Artemisia sp.*, *Achillea sp.*, *Cirsium sp.*, *Gagea sp.*). Din punct de vedere biogeografic, acest proces de stepizare se poate manifesta în bioregiunea continentală din sudul României (prin extinderea treptată a limitelor bioregiunii stepice spre zonele adiacente din nord și sud-vest), unde tendințele de aridizare vor determina modificări ale vegetației naturale.

**Ruderalizarea.** Habitatul \*1530 este unul din habitatele cele mai vulnerabile la ruderalizare (Šefferoová et al., 2008). Dintre speciile ruderale asociate habitatului \*1530, se pot enumera: *Amaranthus retroflexus*, *Atriplex sagittata*, *Atriplex tatarica*, *Echinochloa crus-galli*, *Lepidium ruderales*, *Phragmites australis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Typha sp.* De asemenea, *Phragmites australis*, *Elaeagnus angustifolia*, *Amorpha fruticosa* sunt specii invazive pe terenuri alcaline.

**Alelopatia.** Extinderea unor specii alelopatice (*Artemisia sp.*), cu capacitate de adaptare mai mare la variații climatice, determină restrângerea distribuției altor specii floristice, unele cu valoare conservativă și care sunt de regulă mai puțin adaptabile la schimbări climatice, având condiții ecologice mai restrânse.

## 5. Concluzii

Schimbările climatice, manifestate inclusiv prin creșterea frecvenței și intensității fenomenelor de risc climatic, induc necesitatea unei monitorizări competente a speciilor de floră și faună, afectate atât în mod punctual de către evenimente climatice extreme, cât și pe termen mediu și lung, pe fondul noilor condiții climatice, cu urmări asupra distribuției spațiale și asupra comportamentului speciilor în ariile naturale protejate. Acest fapt implică o creștere a prezenței în teren a personalului instruit în domeniul biodiversității, care să asigure o urmărire continuă a efectelor fenomenelor climatice asupra speciilor și habitatelor de interes conservativ, în special a celor vulnerabile. De asemenea, va fi necesar și un număr mai mare de specialiști care, pe de o parte, să evalueze starea de conservare a speciilor și habitatelor pe baza raportărilor din teren și, pe de altă parte, să ia decizii judicioase în direcția unei bune administrări a ariilor naturale protejate, în contextul extinderii și multiplicării proiectelor de energie regenerabilă (parcuri eoliene, fotovoltaice) și al necesității minimizării impactului acestora asupra habitatelor și speciilor. Astfel, se poate concluziona că, în viitorul apropiat, vor crește necesarul și gradul de ocupare a forței de muncă calificate în acest domeniu de activitate.

Pe de altă parte, riscurile climatice manifestate prin fenomene meteorologice extreme (vijelii, valuri de căldură, incendii, etc) pot deveni riscuri profesionale la care se poate expune personalul de teren; o prezență in-situ mai consistentă și o frecvență mai ridicată a apariției fenomenelor potențial periculoase înseamnă și o expunere mai mare a acestuia.

Pentru realizarea oricărui studiu este necesar ca acesta să fie fundamentat pe baza unei metodologii standard și a unei baze de date consolidate și disponibile la nivel național, domeniu în care România este deficitară. Identificarea zonelor/sectoarelor, speciilor, ecosistemelor vulnerabile față de schimbările climatice poate fi mult mai bine realizată atunci când informații credibile sunt accesibile prin intermediul unui portal/unei baze de date naționale.

Un demers esențial pentru dezvoltarea unei baze de date la nivel național ar putea fi reprezentat de implementarea unui sistem de colectare automată a datelor în detrimentul colectării manuale, deoarece ar conduce către o îmbunătățire treptată, de calitate, iar stocarea și partajarea datelor între alte părți interesate se poate îmbunătăți.

### **În final, au fost identificate câteva măsuri de adaptare și reziliență la schimbările climatice în sectorul biodiversității:**

- Diminuarea stresului non-climatic asupra habitatelor și speciilor prin prevenirea și limitarea poluării componentelor de mediu (aer, apă, sol), a supraexploatării resurselor biologice, a fragmentării habitatelor naturale și a extinderii speciilor invazive;
- Menținerea habitatelor naturale de pajiști și tufărișuri (ex. habitatele \*1530 și \*62C0) prin limitarea împăduririlor în zonele de stepă;
- Managementul judicios al habitatelor forestiere de interes conservativ (ex. habitatele \*91AA și \*91X0), prezente în cadrul siturilor de importanță comunitară din bioregiunea stepică;
- Asigurarea unui regim hidrologic permanent pentru conservarea habitatelor dependente de resursele de apă (ex. habitatul \*7220);

- Protejarea habitatelor costiere și submerse de pe țărmul Mării Negre (ex. habitatul \*2130), în contextul creșterii nivelului mării și a modificării condițiilor de temperatură și salinitate a apei;
- Asigurarea perpetuării speciilor de floră și faună periclitate, atât in-situ cât și ex-situ (prin depozitarea germoplasmei);
- Prevenirea și combaterea operativă a incendiilor de vegetație care pot pune în pericol existența unor habitate și specii cu reziliență redusă;
- Consolidarea rețelei de arii naturale protejate și crearea de noi coridoare ecologice pentru asigurarea unei mai bune conectivități între diferite habitate naturale, în special cele cu vulnerabilitate ridicată la efectele schimbărilor climatice (zone umede);
- Facilitarea managementului adaptativ prin consolidarea sistemelor de monitorizare și evaluare a habitatelor și speciilor, inclusiv a efectelor schimbărilor climatice asupra acestora.

## ANEXA 1. Lista tipurilor de habitate prioritare Natura 2000 din regiunile biogeografice stepică, pontică și alpină din România

- \*1150 - Lagune costiere
- \*1530 - Mlaștini și stepe sărăturate panonice
- \*2130 - Dune fixate de coastă cu vegetație erbacee (dune gri)
- \*4070 - Tufărișuri de Pinus mugo și Rhododendron hirsutum (Mugo-Rhododendretum hirsuti)
- \*40A0 - Tufărișuri subcontinentale peripanonice
- \*40C0 - Tufărișuri caducifoliolate ponto-sarmatice
- \*6230 - Pajiști de Nardus bogate în specii, pe substraturi silicaticice din zone montane (și submontane, în Europa continentală)
- \*6240 - Pajiști stepice subpanonice
- \*62C0 - Stepe ponto-sarmatice
- \*7110 - Tinoave bombate active
- \*7220 - Izvoare mineralizate încrustante cu formare de tuf calcaros
- \*7240 - Formațiuni pioniere alpine din Caricion bicoloris-atrofuscus
- \*8160 - Grohotișuri medio-europene carbonatice din etajele colinar și montan
- \*9180 - Păduri de Tilio-Acerion pe versanți, grohotișuri și ravene
- \*91AA - Păduri est-europene de stejar pufos
- \*91D0 - Turbării cu vegetație forestieră
- \*91E0 - Păduri aluviale de Alnus glutinosa și Fraxinus excelsior
- \*91H0 - Păduri panonice de Quercus pubescens
- \*91I0 - Păduri stepice euro-siberiene de Quercus spp.
- \*91X0 - Păduri dobrogene de fag



**ANEXA 2. Corespondența tipurilor de habitate Natura 2000 selectate  
cu habitatele conform clasificării din România (HdR)**

Nr. crt.	Habitat N2000	Bioregiunea	Habitatelor corespondente - clasificarea românească								
			HdR 1	HdR 2	HdR 3	HdR 4	HdR 5	HdR 6	HdR 7	HdR 8	HdR 9
1.	1150	PON	R2301	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	1530	STE, PAN, CON, PON	R1502	R1503	R1504	R1505	R1506	R1507	R1508	R1509	R1510
			R1512	R1513	R1514	R1516	R1517	R1519	R1520	R1521	R1522
			R1523	R1524	R1525	R1526	R1529	R1530	R1531	-	-
3.	2130	PON	R1603	R1604	R1609	R1610	-	-	-	-	
4.	4070	ALP, CON	R3105	-	-	-	-	-	-	-	
5.	40A0	ALP, CON, PAN	R3116	R3118	R3121	R3122	R3123	R3124	R3125	R3126	R3127
			R3130	R3131	R4413	-	-	-	-	-	-
6.	40C0	STE, PON, CON	R3128	R3129	R3132	R3133	-	-	-	-	
7.	6230	ALP	R3608	R3609	-	-	-	-	-	-	
8.	6240	CON	-	-	-	-	-	-	-	-	
9.	62C0	STE, CON	R3406	R3407	R3409	R3419	R3420	R3421	-	-	
10.	7110	ALP	R5101	R5102	-	-	-	-	-	-	
11.	7220	ALP, CON	R5417	R5419	-	-	-	-	-	-	
12.	7240	ALP	-	-	-	-	-	-	-	-	
13.	8160	ALP, CON	R6114	R6115	-	-	-	-	-	-	
14.	9180	ALP, CON	R4117	-	-	-	-	-	-	-	
15.	91AA	STE, CON	R4161	R4162	R4163	-	-	-	-	-	
16.	91D0	ALP, CON	R3106	R4412	R4414	-	-	-	-	-	
17.	91E0	ALP, CON	R4401	R4402	R4405	-	-	-	-	-	
18.	91H0	CON	R4160	-	-	-	-	-	-	-	
19.	91I0	STE, CON, PAN	R4138	R4142	R4146	R4148	R4156	R4157	R4159	-	
20.	91X0	STE	-	-	-	-	-	-	-	-	

ALP - alpin; CON - continental, PAN - panonic, PON - pontic, STE - stepic

**ANEXA 3A. Caracteristicile siturilor de importanță comunitară din bioregiunea alpină a României  
(desemnate pentru protejarea a cel puțin un habitat Natura 2000 prioritar)**

Nr. crt.	ROSCI	Denumire SCI	% ALP	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	HAB7	HAB8
1.	0001	Aninișurile de pe Tărlung	100	163.1	91E0	114						
2.	0002	Apuseni	99.34	75876.5	6110	6210	6230	7110	7220	8160	9180	91D0
3.	0007	Bazinul Ciucului de Jos	100	2758.8	91E0	16						
4.	0010	Bistrița Aurie	100	346.9	91E0	32						
5.	0013	Bucegi	100	38683.6	4070	6110	6230	8160	9180	91E0		
6.	0015	Buila Vânturarița	97.23	4478.7	4070	9180	91E0					
7.	0016	Buteasa	100	372.6	4070	29	44	19				
8.	0019	Călimani - Gurghiu	99.39	135257	4070	6230	6240	7110	7240	9180	91E0	
9.	0024	Ceahlău	100	7763	4070	6110	9180	91E0				
10.	0027	Cheile Bicazului - Hășmaș	100	7633.1	7220	91E0	155	77	0	7		
11.	0033	Cheile Șugăului Munticelu	100	324.9	7220	0	27					
12.	0036	Cheile Vârghișului	100	866.5	6210	9180	91E0					
13.	0037	Ciomad Balványos	100	5976.6	91D0	17	16	10				
14.	0038	Ciucaș	100	21968.8	4070	6230	7220	9180	91E0			
15.	0046	Cozia	97.36	16725.2	40A0	6230	7220	9180	91E0			
16.	0047	Creasta Nemirei	100	3591	4070	6230						
17.	0051	Cușma	77.57	44084.2	4070	91D0	91E0					
18.	0054	Dealul Cetății Deva	72.96	113.3	9180	80	10	48				
19.	0062	Defileul Crișului Repede - Pădurea Craiului	81.59	40270.2	40A0	9180	91H0					
20.	0063	Defileul Jiului	99.92	10927.1	40A0	7220	9180	91E0				
21.	0069	Domogled - Valea Cernei	52.03	62121.3	4070	40A0	6110	6210	7220	8160	9180	91D0
22.	0085	Frumoasa	100	137256.1	4070	40A0	6230	7110	91D0	91E0		
23.	0086	Găina - Lucina	100	850	7110	91D0	91E0					
24.	0087	Grădiștea Muncelului - Cioclovina	95.29	39855.2	40A0	6110	6210	6230	9180	91E0		
25.	0089	Gutâi - Creasta Cocoșului	100		6230	7110	39	102	398	79		

Nr. crt.	ROSCI	Denumire SCI	% ALP	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	HAB7	HAB8
				688	6	6						
26.	0090	Harghita Mădăraș	100	7110	91D0							
				13321.9	666	266						
27.	0091	Herculian	100	91E0								
				12917	80							
28.	0092	Igniș	95.71	7110								
				19635.3	19							
29.	0096	Lacul Bâlbâitoarea	100	7110								
				3	1							
30.	0097	Lacul Negru	100	7110								
				104.2	15							
31.	0102	Leaota	100	8160								
				1378.4	0							
32.	0113	Mlaștina după Luncă	100	91D0								
				428.5	42							
33.	0116	Molhașurile Căpățânei	100	7110	91D0							
				807.9	16	161						
34.	0119	Muntele Mare	100	6230	7110	91D0						
				1643.8	1	32	16					
35.	0120	Muntele Tâmpa	85.12	40A0	9180							
				206.5	20	0						
36.	0121	Muntele Vulcan	100	40A0								
				104.6	4							
37.	0122	Munții Făgăraș	100	4070	6230	7240	9180	91E0				
				198620.5	1986	2500	19	397	198			
38.	0124	Munții Maramureșului	99.13	4070	6230	7110	7220	9180	91D0	91E0		
				106867.9	2137	10	53	1068	75	80	80	
39.	0125	Munții Rodnei	100	4070	6230	7110	7220	7240	91E0			
				47939	958	4	1	1	10	479		
40.	0126	Munții Țarcu	95.55	4070	6230	7220	9180	91E0				
				58606.1	586	5	5	586	11			
41.	0128	Nordul Gorjului de Est	88.97	4070	6210	7220	9180	91E0				
				49201	492	49	0	49	97			
42.	0129	Nordul Gorjului de Vest	78.12	4070	6210	7220	9180	91E0				
				86980.5	57	389	16	125	110			
43.	0130	Oituz - Ojdula	100	91E0								
				15343.7	15							
44.	0137	Pădurea Bogății	98.08	9180	91E0							
				6340	6	63						
45.	0156	Munții Goșman	100	91E0								
				17152	17							
46.	0188	Parâng	100	4070	6230	7240	9180	91D0				
				30290	1514	15	3	90	30			
47.	0190	Penteleu	100	91E0								
				11275.7	11							
48.	0194	Piatra Craiului	97.76	4070	6110	91E0						
				15904.8	159	159	79					
49.	0195	Piatra Mare	100	6230	7220	9180	91E0					
				4281.4	1	0	17	85				
50.	0207	Postăvarul	100	9180								
				1288.2	6							
51.	0208	Putna - Vrancea	98.67	4070	6230	9180						
				38060.2	380	1	38					
52.	0212	Rarău-Giumalău	100	6230	91E0							

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Nr. crt.	ROSCI	Denumire SCI	% ALP	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	HAB7	HAB8
				2526.8	6	4						
53.	0217	Retezat	100	4070	6230	7240	9180					
				43528.5	1305	4	4	43				
54.	0219	Rusca Montană	100	91E0								
				12771.8	16							
55.	0229	Siriu	100	7110	9180	91E0						
				6242.2	3	3	31					
56.	0233	Someșul Rece	100	7110	91D0	91E0						
				8499.6	254	42	59					
57.	0236	Streii Hațeg	69.41	6240								
				24977.5	124							
58.	0239	Târnovu Mare - Latorița	100	6210								
				1361.8	13							
59.	0241	Tinovul Apa Lină Honcsok	100	6230	91D0	91E0						
				7830.1	391	117	78					
60.	0242	Tinovul Apa Roșie	100	7110	91D0							
				66.8	6	37						
61.	0243	Tinovul de la Dealul Albinelor	100	91D0								
				29.6	6							
62.	0244	Tinovul de la Fântâna Brazilor	100	91D0								
				41.5	22							
63.	0245	Tinovul de la Românești	100	7110	91D0							
				21	1	12						
64.	0246	Tinovul Luci	100	91D0								
				274.4	246							
65.	0247	Tinovul Mare Poiana Stampei	100	7110	91E0							
				695.9	626	4						
66.	0248	Tinovul Mohoș - Lacul Sf Ana	100	7110	91D0	91E0						
				434.4	65	217	8					
67.	0249	Tinovul Saru Dornei	100	7110	91D0							
				41.8	12	29						
68.	0252	Toplița - Scaunul Rotund Borsec	100	7220								
				5617.2	56							
69.	0253	Trascău	86.25	8160	91H0							
				49963.5	74	9						
70.	0256	Turbăria Ruginosu Zagon	100	91D0								
				346.6	51							
71.	0258	Văile Brătiei și Brătioarei	85.79	91E0								
				219.7	175							
72.	0260	Valea Cepelor	100	4070	6230							
				781.9	7	0						
73.	0262	Valea Iadei	100	8160	9180	91E0						
				2977.9	0	16	595					
74.	0263	Valea Ierii	100	91E0								
				6289.9	50							
75.	0264	Valea Izei și Dealul Solovan	61.66	7110								
				46937.9	4							
76.	0270	Vânători - Neamț	98.2	6230	91E0							
				30196.6	301	150						
77.	0280	Buzăul Superior	100	91E0								
				199.1	13							
78.	0283	Cheile Doftanei	70.02	9180	91E0							
				2622.9	1	2						
79.	0285	Codrii seculari de la Strâmbu - Băiuț	100	7110	9180	91D0						

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





Nr. crt.	ROSCI	Denumire SCI	% ALP	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	HAB7	HAB8
				2962.4	0	1	0					
80.	0292	Coridorul Rusca Montană - Țarcu - Retezat	100	4070								
				24431.3	1221							
81.	0318	Măgura Târgu Ocna	100	91E0								
				847.9	276							
82.	0323	Munții Ciucului	100	6210	6230	91E0						
				60045	4203	3002	300					
83.	0324	Munții Bihor	100	4070								
				20932.2	251							
84.	0327	Nemira - Lapoș	100	91E0								
				9980.2	49							
85.	0328	Obcinele Bucovinei	100	91D0	91E0							
				32209.1	322	128						
86.	0381	Râul Târgului - Argeșel - Râușor	100	4070	6230	91E0						
				13175.9	2	65	39					
87.	0395	Soveja	75.31	91D0	91E0							
				4572	0	2						

Notă: Cifra "0" corespunzătoare suprafeței unor habitate indică o suprafață de sub 1 ha.  
Sursa datelor : Formularul Standard Natura 2000, Planuri de Management aprobate

**ANEXA 3B. Caracteristicile siturilor de importanță comunitară din bioregiunea stepică a României (desemnate pentru protejarea a cel puțin un habitat Natura 2000 prioritar)**

	Denumire SCI	% STE	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	Supr. Hab. (Ha)
5	Balta Albă-Amara-Jirlău-Lacul Sărat Căineni	100	1530							
			6397.6	1181.79						1181.79
2	Brațul Măcin	100	62C0							
			10433.2	312						312
2	Canaralele Dunării	100	40C0	62C0	91AA	91I0				
			25943	259.43	2594.3	197.17	98.58			3149.78
3	Dealul Allah Bair	100	62C0							
			194	15.29						15.29
0	Dealurile Agighiolului	100	40C0	62C0	91AA					
			1433.28	27.64	592	290.64				910.28
7	Deniz Tepe	100	40C0	62C0						
			413.7	19.88	322.2					342.08
1	Dumbrăveni - Valea Urluia - Lacul Vederoasa	100	40C0	62C0	91AA	91I0				
			17971	539.13	83.95	4582.60	359.42			5565.10
2	Dunele de nisip de la Hanul Conachi	100	6120	91AA						
			242	23.19	0.62					23.81
3	Fântânița Murfatlar	100	40C0	62C0	91AA					
			578	6.7	2.7	26.4				35.8
3	Lunca Buzăului	75.3	1530	62C0	91E0					
			9575.4	2.03	4.47	7.54				14.04
4	Mlaștina Hergheliei - Obanul Mare și Peștera Movilei	45.3	40C0							
			231.7	0						0
3	Munții Măcinului	100	1530	40C0	62C0	91AA	91I0	91X0		
			18564	16	338	3385	1015	203	3	4950
0	Pădurea Breana - Roșcani	100	91AA	91I0						
			155	75	9.2					84.2

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



I	Denumire SCI	% STE	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	HAB6	Supr. Hab. (Ha)
0	Pădurea Esecchio - Lacul Bugeac	100		40C0	62C0	91I0	91AA			
			2966	56.37	75.16	63.95	63.95			259
1	Pădurea Gârboavele	100		40C0	91AA	91I0				
			219	4.72	149.14	15.08				168
7	Pădurea Hagieni - Cotul Văii	98.4		40C0	62C0	91AA				
			3618	93.09	1866.62	12.4				1972
2	Lunca Siretului Inferior	70.7		91E0	91I0					
			25081	100.46	176.81					277
3	Pădurea Mogoș - Mâțele	100		40C0	91AA	91I0				
			65	0.62	45.46	4.01				50
5	Pădurea Pogănești	100		91AA						
			170.5	58.1						5
2	Pădurea și Valea Canaraua Fetii - Iortmac	100		40C0	62C0	91AA	91I0			
			13631	272.62	681.55	204.465	545.24			1703.8
1	Podișul Nord Dobrogean	100		40C0	62C0	91AA	91I0	91X0		
			84875	1697	23654	14488	1909	8		417
5	Recifii Jurasici Cheia	100		40C0	62C0	91AA				
			5686	349.54	2453.17	205.38				3008
0	Valea Călmățuiului	88.2		1530						
			18125.7	16313						163
3	Bordușani - Borcea	100		62C0						
			5847.5	5						
5	Colinele Elanului	100		40C0	62C0					
			741.4	14	704					7
0	Coridorul Ialomiței	72.1		40C0	91I0					
			27109.2	0	271					2
5	Ianca-Plopu-Sărat-Comăneasca	100		1530						
			3234.5	970						9
7	Lacul Sărat-Brăila	100		1530						
			329.4	32						
0	Cuiugiuc	100		40C0	62C0					
			139	1	18					
3	Pădurile din Silvestepa Mostiștei	100		40C0	91I0					
			2115.3	2	1480					14
0	Sărăturile de la Gura Ialomiței-Mihai Bravu	100		1530						
			3488.6	2093						20

Notă: Cifra "0" corespunzătoare suprafeței unor habitate indică o suprafață de sub 1 ha.  
Sursa datelor : Formularul Standard Natura 2000, Planuri de Management aprobate

### ANEXA 3C. Caracteristicile siturilor de importanță comunitară din bioregiunea pontică a României (desemnate pentru protejarea a cel puțin un habitat Natura 2000 prioritar)

I	Denumire SCI	% PON	Supr. (Ha)	HAB1	HAB2	HAB3	HAB4	HAB5	Supr. Hab. (Ha)	Acop. Hab. (%)
73	Dunele marine de la Agigea	100		2130						
			11.8	11					11	93.2
14	Mlaștina Hergheliei - Obantul Mare și Peștera Movilei	54.71		40C0						
			231.7	0					0	0.0

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Notă: Cifra “0” corespunzătoare suprafeței unor habitate indică o suprafață de sub 1 ha.  
Sursa datelor : *Formularul Standard Natura 2000, Planuri de Management aprobate*

**ANEXA 4A. UAT-urile selectate pentru determinarea evoluției parametrilor climatici relevanți (scenariul RCP4.5) în cazul habitatelor \*4070 și \*6230**

Nr. crt.	Denumire UAT	Județ	Habitat	T <sub>obs</sub> (°C)	T <sub>prog</sub> (°C)		
				1971-2000	2021-2050	2041-2070	2071-2100
1.	Poiana Vadului	AB	4070	6.25	7.47	7.97	8.42
2.	Avram Iancu	AB	4070	5.17	6.37	6.88	7.34
3.	Arieșeni	AB	4070	6.24	7.43	7.93	8.37
4.	Dragoslavele	AG	4070	5.75	7	7.49	8.02
5.	Rucăr	AG	4070	2.17	3.35	3.84	4.35
6.	Săcuieu	CJ	4070	4.74	5.87	6.34	6.79
7.	Baia de Fier	GJ	4070	4.48	5.72	6.26	6.81
8.	Vulcan	HD	4070	8.37	9.61	10.08	10.52
9.	Râu de Mori	HD	4070	5.25	6.45	6.94	7.42
10.	Oraș Borșa	MM	4070	3.67	4.85	5.32	5.79
11.	Ceahlău	NT	4070	7.96	9.18	9.64	10.11
12.	Oraș Sinaia	PH	4070	4.76	5.95	6.44	6.96
13.	Oraș Bușteni	PH	4070	4.22	5.4	5.89	6.41
14.	Ciocânești	SV	4070	4.79	5.99	6.46	6.93
15.	Voineasa	VL	4070	5.2	6.42	6.92	7.44
	<b>MEDIA 4070</b>			<b>5.3</b>	<b>6.5</b>	<b>7.0</b>	<b>7.4</b>
1.	Baia de Fier	GJ	6230	4.48	5.72	6.26	6.81
2.	Lelicenii	HR	6230	5.38	6.62	7.13	7.6
3.	Oraș Cavnic	MM	6230	7.17	8.34	8.84	9.29
4.	Oraș Băile Olănești	VL	6230	7.38	8.65	9.15	9.65
	<b>MEDIA 6230</b>			<b>6.1</b>	<b>7.3</b>	<b>7.8</b>	<b>8.3</b>

**ANEXA 4B. UAT-urile selectate pentru determinarea evoluției parametrilor climatici relevanți (scenariul RCP4.5) în cazul habitatelor \*7110 și \*7220**

Nr. crt.	Denumire UAT	Județ	Habitat	Pp <sub>obs</sub> (mm)	Pp <sub>prog</sub> (mm)		
				1971-2000	2021-2050	2041-2070	2071-2100
1.	Vadu Moșilor	AB	7110	862.82	877.95	875.99	912.27
2.	Albac	AB	7110	969.03	983.81	974.58	1005.09
3.	Maieru	BN	7110	914.79	936.59	935.01	970.1
4.	Oraș Cavnic	MM	7110	897.96	927.84	924.8	958.86
5.	Giulești	MM	7110	834.2	865.37	864.8	896.24
6.	Căpîlnița	HR	7110	615.06	629.34	641.52	658.36
	<b>MEDIA 7110</b>			<b>849.0</b>	<b>870.2</b>	<b>869.5</b>	<b>900.2</b>
1.	Maieru	BN	7220	914.79	936.59	935.01	970.1
2.	Bicaz-Chei	NT	7220	620.56	638.66	650.56	656.65
3.	Ciocânești	SV	7220	817.96	845.85	851.17	872.97

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





4.	<b>Oraș Bușteni</b>	PH	<b>4070</b>	891.5	909.05	915.27	905.58
	<b>MEDIA 7220</b>			<b>811.2</b>	<b>832.5</b>	<b>838.0</b>	<b>851.3</b>

**ANEXA 4C. UAT-urile selectate pentru determinarea evoluției parametrilor climatici relevanți (scenariul RCP4.5) în cazul habitatului \*91D0**

Nr. crt.	Denumire UAT	Jud.	Valori observate			Valori prognozate								
			1971-2000			2021-2050			2041-2070			2071-2100		
			Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM
1.	Dîmbovicioara	AG	859.95	5.35	<b>56.0</b>	881	6.56	<b>53.2</b>	886.81	7.05	<b>52.0</b>	882.08	7.56	<b>50.2</b>
2.	Solonț	BC	631.27	8.23	<b>34.6</b>	648.35	9.46	<b>33.3</b>	664.79	9.89	<b>33.4</b>	665.39	10.37	<b>32.7</b>
3.	Fundata	BV	842.96	5.34	<b>55.0</b>	865.05	6.54	<b>52.3</b>	871.34	7.04	<b>51.1</b>	864.42	7.55	<b>49.3</b>
4.	Beliș	CJ	1014.96	5.66	<b>64.8</b>	1038.49	6.8	<b>61.8</b>	1029.64	7.3	<b>59.5</b>	1055.2	7.78	<b>59.3</b>
5.	Mărgău	CJ	965.09	5.98	<b>60.4</b>	996.86	7.11	<b>58.3</b>	986.82	7.6	<b>56.1</b>	1005	8.05	<b>55.7</b>
6.	Călățele	CJ	727.78	7.25	<b>42.2</b>	754.03	8.4	<b>41.0</b>	756.23	8.86	<b>40.1</b>	781.22	9.3	<b>40.5</b>
7.	Botiza	MM	863.07	6.68	<b>51.7</b>	890.09	7.85	<b>49.9</b>	890.26	8.36	<b>48.5</b>	923.31	8.81	<b>49.1</b>
8.	Bicaz-Chei	NT	620.56	6.29	<b>38.1</b>	638.66	7.5	<b>36.5</b>	650.56	7.94	<b>36.3</b>	656.65	8.41	<b>35.7</b>
9.	Orlat	SB	768.74	7.22	<b>44.6</b>	807.72	8.38	<b>43.9</b>	813.31	8.83	<b>43.2</b>	820.23	9.28	<b>42.5</b>
10.	Breaza	SV	791.35	4.93	<b>53.0</b>	821.11	6.12	<b>50.9</b>	829.97	6.57	<b>50.1</b>	847.49	7.04	<b>49.7</b>
11.	Moldova-Sulița	SV	839.82	5.14	<b>55.5</b>	874.52	6.31	<b>53.6</b>	881.01	6.76	<b>52.6</b>	897.73	7.22	<b>52.1</b>
12.	Vintileasca	VN	663.64	7.93	<b>37.0</b>	660.3	9.12	<b>34.5</b>	669.75	9.57	<b>34.2</b>	667.04	10.06	<b>33.3</b>
13.	Soveja	VN	657.18	7.77	<b>37.0</b>	666.04	8.97	<b>35.1</b>	674.39	9.4	<b>34.8</b>	674.84	9.88	<b>33.9</b>
	<b>MEDIA 91D0</b>		<b>788.2</b>	<b>6.4</b>	<b>48.5</b>	<b>810.9</b>	<b>7.6</b>	<b>46.5</b>	<b>815.8</b>	<b>8.1</b>	<b>45.5</b>	<b>826.2</b>	<b>8.6</b>	<b>44.9</b>

**ANEXA 4D. UAT-urile selectate pentru determinarea evoluției parametrilor climatici relevanți (scenariul RCP4.5) în cazul habitatului \*9180**

Nr. crt.	Denumire UAT	Jud.	Valori observate			Valori prognozate								
			1971-2000			2021-2050			2041-2070			2071-2100		
			Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM
1.	Poiana Vadului	AB	931.51	6.25	<b>57.3</b>	949.75	7.47	<b>54.4</b>	945.11	7.97	<b>52.6</b>	977.1	8.42	<b>53.0</b>
2.	Scărișoara	AB	970.41	6.53	<b>58.7</b>	987.69	7.73	<b>55.7</b>	980.64	8.22	<b>53.8</b>	1013.48	8.68	<b>54.3</b>
3.	Horea	AB	1006.85	4.92	<b>67.5</b>	1026.51	6.09	<b>63.8</b>	1016.72	6.6	<b>61.2</b>	1043.97	7.08	<b>61.1</b>
4.	Gîrda de Sus	AB	1092.85	5.1	<b>72.4</b>	1114.7	6.29	<b>68.4</b>	1103.53	6.8	<b>65.7</b>	1138.22	7.26	<b>65.9</b>
5.	Arefu	AG	993.36	3.96	<b>71.2</b>	1015.68	5.21	<b>66.8</b>	1018.05	5.69	<b>64.9</b>	1029.56	6.19	<b>63.6</b>
6.	Nucșoara	AG	983.68	3.85	<b>71.0</b>	1004.36	5.07	<b>66.6</b>	1007.05	5.55	<b>64.8</b>	1009.45	6.05	<b>62.9</b>
7.	Oraș Predeal	BV	805.37	4.95	<b>53.9</b>	827.53	6.15	<b>51.2</b>	835.32	6.61	<b>50.3</b>	829.37	7.08	<b>48.6</b>
8.	Bran	BV	730.34	6.46	<b>44.4</b>	749.23	7.68	<b>42.4</b>	760.07	8.15	<b>41.9</b>	759.33	8.63	<b>40.8</b>
9.	Lisa	BV	969.52	1.06	<b>87.7</b>	999.24	2.23	<b>81.7</b>	997.02	2.7	<b>78.5</b>	992.19	3.18	<b>75.3</b>

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



Nr. crt.	Denumire UAT	Jud.	Valori observate			Valori prognozate								
			1971-2000			2021-2050			2041-2070			2071-2100		
			Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM	Pp (mm)	T (°C)	IDM
10.	Beliș	CJ	1014.96	5.66	<b>64.8</b>	1038.49	6.8	<b>61.8</b>	1029.64	7.3	<b>59.5</b>	1055.2	7.78	<b>59.3</b>
11.	Baia de Fier	GJ	1123.2	4.48	<b>77.6</b>	1144.83	5.72	<b>72.8</b>	1139.36	6.26	<b>70.1</b>	1140.56	6.81	<b>67.9</b>
12.	Bănița	HD	768.61	5.09	<b>50.9</b>	794.82	6.3	<b>48.8</b>	799.23	6.78	<b>47.6</b>	811.34	7.24	<b>47.1</b>
13.	Oraș Uricani	HD	956.92	5.38	<b>62.2</b>	958.2	6.61	<b>57.7</b>	962.57	7.1	<b>56.3</b>	963.49	7.62	<b>54.7</b>
14.	Petroșani	HD	766.5	7.53	<b>43.7</b>	788.08	8.77	<b>42.0</b>	799.44	9.24	<b>41.6</b>	822.67	9.7	<b>41.8</b>
15.	Oraș Bălan	HR	660.96	3.33	<b>49.6</b>	689.45	4.53	<b>47.5</b>	694.46	5.03	<b>46.2</b>	702.9	5.52	<b>45.3</b>
16.	Leordina	MM	793.8	8.06	<b>44.0</b>	815.32	9.27	<b>42.3</b>	818.52	9.78	<b>41.4</b>	851.55	10.22	<b>42.1</b>
17.	Ruscova	MM	840.9	8.57	<b>45.3</b>	861.57	9.78	<b>43.6</b>	864.06	10.28	<b>42.6</b>	897.72	10.72	<b>43.3</b>
18.	Bistra	MM	953.88	4.6	<b>65.3</b>	975.05	5.8	<b>61.7</b>	972.32	6.29	<b>59.7</b>	1003.78	6.74	<b>60.0</b>
19.	Poienile de sub Munte	MM	974.73	5.78	<b>61.8</b>	996.8	6.99	<b>58.7</b>	992.87	7.47	<b>56.8</b>	1025.46	7.94	<b>57.2</b>
20.	Repedea	MM	964.76	7.1	<b>56.4</b>	982.84	8.32	<b>53.6</b>	980.49	8.8	<b>52.2</b>	1012.33	9.27	<b>52.5</b>
21.	Ibănești	MS	625.57	4.32	<b>43.7</b>	633.79	5.53	<b>40.8</b>	638.57	6.02	<b>39.9</b>	653.79	6.5	<b>39.6</b>
22.	Lunca Bradului	MS	709.73	5.26	<b>46.5</b>	729.97	6.46	<b>44.3</b>	738.58	6.96	<b>43.5</b>	761.41	7.44	<b>43.7</b>
23.	Răstolița	MS	788.25	4.26	<b>55.3</b>	806.76	5.46	<b>52.2</b>	813.86	5.94	<b>51.1</b>	838.28	6.42	<b>51.1</b>
24.	Ceahlău	NT	603.52	7.96	<b>33.6</b>	629.25	9.18	<b>32.8</b>	640.35	9.64	<b>32.6</b>	647.4	10.11	<b>32.2</b>
25.	Bertea	PH	793.81	5.39	<b>51.6</b>	792.15	6.6	<b>47.7</b>	801.85	7.07	<b>47.0</b>	796.51	7.57	<b>45.3</b>
26.	Secăria	PH	792.12	7.96	<b>44.1</b>	797.42	9.18	<b>41.6</b>	809.32	9.64	<b>41.2</b>	804.62	10.15	<b>39.9</b>
27.	Oraș Sinaia	PH	872.62	4.76	<b>59.1</b>	888.11	5.95	<b>55.7</b>	894.15	6.44	<b>54.4</b>	886.69	6.96	<b>52.3</b>
28.	Titești	VL	701.8	8.12	<b>38.7</b>	716.85	9.36	<b>37.0</b>	725.93	9.82	<b>36.6</b>	747.58	10.29	<b>36.8</b>
29.	Racovița	VL	608.09	10.35	<b>29.9</b>	615.79	11.6	<b>28.5</b>	626.71	12.08	<b>28.4</b>	641.69	12.58	<b>28.4</b>
30.	Boișoara	VL	802.14	7.4	<b>46.1</b>	824.94	8.63	<b>44.3</b>	830.32	9.11	<b>43.4</b>	846.54	9.6	<b>43.2</b>
31.	Perișani	VL	950.87	4.57	<b>65.3</b>	979.61	5.8	<b>62.0</b>	977.75	6.3	<b>60.0</b>	994.06	6.82	<b>59.1</b>
	<b>MEDIA 9180</b>		<b>856.5</b>	<b>5.8</b>	<b>55.5</b>	<b>875.3</b>	<b>7.0</b>	<b>52.5</b>	<b>877.9</b>	<b>7.5</b>	<b>51.2</b>	<b>893.5</b>	<b>8.0</b>	<b>50.6</b>

### ANEXA 5. Fenomene de risc climatic cu impact potențial asupra sectorului biodiversității

Nr. crt.	Fenomenul de risc	Cauze declanșatoare	Indicatori cantitativi	Indicator sectorial	Efecte asupra ecosistemelor și biodiversității
1.	<b>Valuri de căldură</b>	Advecții de aer fierbinte și uscat în timpul verii (însoțite eventual de intensificări ale vântului - suhoveiul)	- Temperaturi maxime lunare și anuale ale aerului (°C) - Temperaturi maxime diurne ale aerului (°C) - Numărul lunar și anual de zile tropicale ( $t_{max} \geq 30^{\circ}C$ )	HWD HWF HWM SU	- Evaporație intensă de pe suprafețele acvatice - Stres (bio)termic pentru speciile de plante psichro/micro/mezotermofile în cursul sezonului lor de vegetație
2.	<b>Valuri de frig</b>	- Advecțiile de aer arctic în sezonul rece - Răcirile radiative și inversiunile termice	- Numărul lunar și anual de zile cu îngheț ( $t_{min} \leq 0^{\circ}C$ ) - Durata intervalului cu îngheț la sol (zile) - Număr anual de zile cu nopți geroase ( $t_{min} \leq -10^{\circ}C$ )	ID FD	- Perturbarea fazelor fenologice la începutul sezonului de vegetație - Apariția extrasezonieră a fenomenelor de îngheț specifice sezonului rece (brumă, chiciură) - Înghețul suprafețelor acvatice (lacuri, bălți), cu indisponibilizarea temporară a habitatelor de odihnă și hrănire pentru speciile de păsări acvatice (sedentare/ oaspeți de iarnă) - Stres (bio)termic pentru speciile de plante (sub)termofile în cursul sezonului lor de vegetație
3.	<b>Fenomene de uscăciune și secetă</b>	- Precipitații deficitare/absența îndelungată a precipitațiilor din cauza persistenței formațiunilor anticiclone (circulația de blocaj) - Evapotranspirație intensă	- Cantitatea de precipitații (mm) în semestrul cald al anului - Indicele de ariditate <i>de Martonne</i> (pentru valori medii anuale de temperatură și precipitații). - Bilanțul climatic al umidității (ca diferență între precipitații și evapotranspirație)	Preptot ETP	- Seceta hidrologică (secarea cursurilor de apă și a lacurilor cu afectarea ihtiofaunei) - Deficitul de apă din sol (seceta pedologică) cu afectarea speciilor de plante mezohigrofile - Restrângerea ecosistemelor lenticice, cu afectarea populațiilor de amfibieni și a speciilor de plante higo/hidrofile
4.	<b>Lipsa stratului de zăpadă</b>	- Absența ninsorilor cu depuneri consistente de strat de zăpadă - Căderi de precipitații lichide/mixte în sezonul rece	- Grosimea medie lunară a stratului de zăpadă (cm) - Durata intervalului fără strat de zăpadă în perioada rece a anului	SCA	- Afectarea speciilor de plante camefite în condițiile lipsei stratului de zăpadă în cursul fazelor critice de vegetație.
5.	<b>Precipitații abundente</b>	- Formațiuni ciclonale persistente (ex. ciclonii retrograzi din estul României)	- Cantități maxime de precipitații în 24 h - Număr anual de zile cu precipitații abundente - Intensitatea precipitațiilor (mm/min)	R20mm Intensit. PP	- Inundarea pajiștilor prin revărsarea apelor din albiile râurilor și/sau prin ridicarea la suprafața terenului a nivelului apei freatice - Afectarea speciilor de plante xeromezofile
6.	<b>Vijelii (fenomene cu aspect tornadic)</b>		- Viteza vântului la rafală (m/s) - Număr anual de zile cu vijelie - Număr anual de zile cu grindină - Număr anual de zile cu oraj	GD	- Doborâturi de arbori
7.	<b>Viscol</b>		- viteza maximă a vântului - număr anual de zile cu viscol	BD	Fenomen cu manifestare temporară (lunile de iarnă) și cu frecvență relativ redusă, fără efecte considerabile asupra speciilor de floră și a unor specii de faună aflate în repaus sezonier - cu excepția bioregiunii alpine (Rannow & Neubert, 2014, pp. 125)

Nr. crt.	Fenomenul de risc	Cauze declanșatoare	Indicatori cantitativi	Indicator sectorial	Efecte asupra ecosistemelor și biodiversității
8.	<b>Incendii naturale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valuri de căldură</li> <li>- condiții de uscăciune și secetă</li> <li>- vânt tare cu frecvență susținută</li> <li>- fenomene orajoase (trăsnete)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- frecvența anuală (nr. cazuri raportate/ an)</li> <li>- suprafața totală anuală afectată de incendii (ha)</li> </ul>	TMm Prcptot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distrugerea prin incinerare a vegetației naturale și afectarea celei adiacente focarelor</li> <li>- Perturbarea speciilor de faună (migrație forțată spre locuri neafectate de incendii)</li> </ul>

*Semnificația acronimelor din coloana indicatorilor sectoriali este redată în nota explicativă a Tabelului 3.*



## BIBLIOGRAFIE

1. Anderson et al. (2007). Climate change-induced water stress and its impact on natural and managed ecosystems. Report European Parliament IP/A/CLIM/ST/2007.06.
2. Arneeth et al. (2020). Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117 (49), 30882–30891.
3. Bakx et al., Advisory Services on a National Climate Change Adaptation Strategy and Action Plan. Appendix 2: Assessment of the Biodiversity and Ecosystems Sector, Republic of Bulgaria.
4. Bart et al. (2017). Growth strategy, phylogeny and stoichiometry determine the allelopathic potential of native and non-native plants. *Oikos*, 126, 1770–1779.
5. Bates, P. "LisFlood-FP," University of Bristol. School of Geographical Sciences, [Online]. Available: <http://www.bristol.ac.uk/geography/research/hydrology/models/lisflood/>.
6. Bănățean-Dunea et al. (2015). Ghid sintetic de monitorizare a speciilor comunitare de pești din România.
7. Behrens et al. (2010). Future impacts of climate change across Europe. Centre for European Policy Studies (CEPS) Working Document No. 324/February 2010.
8. Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climatic Change*, 59, 5-31.
9. Berry et al. (2003). The sensitivity and vulnerability of terrestrial habitats and species in Britain and Ireland to climate change. *Journal for Nature Conservation*, 11, 15–23.
10. Bertzky et al. (2010). Impacts of climate change and selected renewable energy infrastructures on EU biodiversity and the Natura 2000 network - Summary Report. European Commission and International Union for Conservation of Nature, Bruxelles.
11. Biriș et al. (2014). Ghid sintetic de monitorizare pentru habitatele de interes comunitar: tufărișuri, turbării și mlăștini, stâncării, păduri, Ed. Universitas, Petroșani.
12. Boisvenue, C., Running, S.W. (2006). Impacts of climate change on natural forest productivity: evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology*, 12, 862-882.
13. Bojariu, Roxana et al. (2015). Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, Administrația Națională de Meteorologie, Editura PRINTECH, București. [Online]. Available: <https://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/Schimbariclimatice2014.pdf>.
14. Bolte et al. (2009). Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24 (6), 473 — 482.
15. Bonet, J. A., Species distribution models for birds How useful are their outcomes for conservation applications?, Universitat de Lleida. [Online]. Available: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/667947/Toasr1de1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
16. Bradley et al. (2010). Predicting plant invasions in an era of global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 310-318.
17. Brickhill, D. (2015). Ecosystem Services and the Environment, in-depth report 11 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol.
18. Budeanu et al. (2016). The Resistance of European Beech (*Fagus sylvatica*) from the Eastern Natural Limit of Species to Climate Change. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 44(2), 625-633.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



19. Burrows et al. (2014). Geographical limits to species-range shifts are suggested by climate velocity. *Nature*, 507, 492-496.
20. Bussotti et al. (2015). Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 91-113.
21. Callaway and Ridenour (2004). Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Front. Ecol. Environ.* 2(8), 436-443.
22. Case and Buckley (2015). Local-scale topoclimate effects on treeline elevations: a country-wide investigation of New Zealand's southern beech treelines. *PeerJ* 3:e1334; DOI 10.7717/peerj.1334 (24 p.).
23. Chiriță (1977). Contribuții climatologice la ecologia formațiilor forestiere zonale din spațiul biogeografic al României, seria IV, vol. 1.
24. Crozier and Hutchings. (2014). Plastic and evolutionary responses to climate change in fish. *Evolutionary Applications*, pp. 68-87.
25. Csákvári et al. (2021). Conservation biology research priorities for 2050: A Central-Eastern European perspective. *Biological Conservation*, 264, 109396.
26. Czucz et al. (2012). Using the natural capital index framework as a scalable aggregation methodology for regional biodiversity indicators. *Journal for Nature Conservation*.
27. Davis et al. (2000). Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88, 528-534.
28. Dawson et al. (2011). Beyond predictions: Biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332, 53-58.
29. Delbaere et al. (2009). BioScore: A tool to assess the impacts of European Community policies on Europe's biodiversity.
30. Didier, L. & Brun, J.-J. (1998). Limite supraforestière et changements environnementaux : pour une approche pluriscale et spatialisée des écosystèmes d'altitude. *Géographie physique et Quaternaire*, 52(2), 245-254. <https://doi.org/10.7202/004786ar>.
31. Doniță et al. (2005). Habitatele din România, Ed. Tehnică Silvică, București.
32. Dudley N. (2008). Ghidul IUCN privind aplicarea categoriilor de management al ariilor protejate.
33. Dulamsuren et al. (2017). European beech responds to climate change with growth decline at lower, and growth increase at higher elevations in the center of its distribution range (SW Germany). *Trees*, 31(2).
34. Ebi et al. (2018). Monitoring and Evaluation Indicators for Climate Change-Related Health Impacts, Risks, Adaptation, and Resilience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 1943.
35. Egoh et al. (2012). Indicators for mapping ecosystem services: a review, European Commission - Joint Research Centre (JRC).
36. Gafta D., Mountford, O. (2008). Manual de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca.
37. Gessler et al. (2007). Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. *Trees*, 21, 1-11.
38. Ghannoum and Way (2011). On the role of ecological adaptation and geographic distribution in the response of trees to climate change. *Tree Physiology*, 31, 1273-1276.
39. Gottfried et al. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change*, 2, 111-115.
40. Harley et al. (2010). A methodology for assessing the vulnerability to climate change of habitats in the Natura 2000 network, ETC/ACC Technical Paper 2010/14.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



41. Hättenschwiler et al. (2002). Atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment of alpine treeline conifers. *New Phytologist*, 156, 363–375.
42. Heinrichs et al. (2016). Forest vegetation in western Romania in relation to climate variables: Does community composition reflect modelled tree species distribution? *Annals of Forest Research*, 59(2), 219-236.
43. Herrero et al. (2013). Varying climate sensitivity at the dry distribution edge of *Pinus sylvestris* and *P. nigra*. *Forest Ecology and Management*, 308, 50–61.
44. Holtmeier and Broll (2009). Altitudinal and Polar Treelines in the Northern Hemisphere – Causes and Response to Climate Change. *Polarforschung*, 79 (3), 139 – 153.
45. Hopkins et al. (2007). Conserving biodiversity in a changing climate: guidance on building capacity to adapt.
46. Hurdu, B. I. (2012). Floristic and phytogeographic characterisation of areas of endemism from the Romanian Carpathians - rezumatul tezei de doctorat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj Napoca.
47. Incicau, D., Modele Prada - Pradator [Online]. Available: <https://daninci.github.io/predator-prey-model/>.
48. Inouye, D. (2019). Effects of climate change on alpine plants and their pollinators. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1469(1).
49. Ionescu et al. (2013). Ghid sintetic de monitorizare pentru speciile de mamifere de interes comunitar din România , Ed. Silvică.
50. Iorgu et al. (2015). Ghid sintetic de monitorizare a speciilor de nevertebrate de interes comunitar din România.
51. Janák M., Marhoul P., Matějů J. (2013). Action Plan for the Conservation of the European Ground Squirrel *Spermophilus citellus* in the European Union. European Commission, Bruxelles.
52. Kabisch et al. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2), 39.
53. Klein Tank et al. (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *Int. J. of Climatol*, 22, 1441-1453 (data available on <http://eca.knmi.nl>).
54. Kreienkamp et al. (2012). Good practice for the usage of climate model simulation results - a discussion paper. *Environmental Systems Research*, 1, 9.
55. Kruhlov et al. (2018). Future forest landscapes of the Carpathians: vegetation and carbon dynamics under climate change. *Regional Environmental Change*, 18, 1555-1567.
56. Jump et al. (2006). Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*. *Global Change Biology*, 12, 2163–2174.
57. Kirilenko, A.P., Sedjo, R.A. (2007). Climate change impacts on forestry. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19697–19702.
58. Lepesi et al. (2017). Adaptive capacity of climate sensitive habitats to climate change in Hungary. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 121 (4), 415–436.
59. Li et al. (2013). Responses of leaf nitrogen and mobile carbohydrates in different *Quercus* species/provenances to moderate climate changes. *Plant Biology* 15 (Suppl. 1), 177-184.
60. Locke, H., Mackey, B. (2009). The Nature of Climate Change, Reunite International Climate Change Mitigation Efforts with Biodiversity Conservation and Wilderness Protection. *International Journal of Wilderness*, 15 (2), 7-13.
61. Louette et al. (2010). BioScore–Cost-effective assessment of policy impact on biodiversity using species sensitivity scores. *Journal for Nature Conservation*, 18, 142–148.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



62. Maes et al. (2020). Raportul „Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment”, Publications Office of the EU.
63. Maes et al. (2018). Raport MAES n°5 - Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition, Publications Office of the EU.
64. Maes et al. (2014). Raport MAES n°2 - Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020, Technical Report, Publications Office of the EU.
65. Maes et al. (2016). Raport MAES n°3 - Mapping and assessing the condition of Europe’s ecosystems: Progress and challenges, Technical Report, Publications Office of the EU.
66. Martazinova et al. (2011). Climate and treeline dynamics in the Ukrainian Carpathians Mountains. *Folia Oecologica*, 38(1), 65-71.
67. McCarty, J.P. (2001). Ecological Consequences of Recent Climate Change. *Conservation Biology*, 15 (2), 320-331.
68. Mellert et al. (2016). Climatic marginality: a new metric for the susceptibility of tree species to warming exemplified by *Fagus sylvatica* (L.) and Ellenberg’s quotient. *European Journal of Forest Research*, 135 (1).
69. Mihai et al. (2007). Change Detection Analysis (1986–2002) of Vegetation Cover in Romania: A Study of Alpine, Subalpine and Forest Landscapes in the Iezer Mountains, Southern Carpathians. *Mountain Research and Development*, 27(3), 250–258.
70. Mihăilescu et al. (2015). Ghidul de monitorizare a speciilor de plante de interes comunitar din România, Ed. Dobrogea.
71. Munteanu, C., Dogaru, Gabriela (2020). Bioclimatologie, Ed. Balneară, București. [Online]. Available: <http://bioclima.ro/Bioclimat.pdf>.
72. Nazari-Sharabian et al. (2018). Climate Change and Eutrophication: A Short Review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(6), 3668-3672.
73. Nila et al. (2019). Predicting the effectiveness of protected areas of Natura 2000 under climate change. *Ecological Processes*, 8, 13.
74. Noce et al. (2020). A new global dataset of bioclimatic indicators. *Nature Scientific Data*, 7, 398.
75. Paulsen and Körner (2014), A climate-based model to predict potential treeline position around the globe. *Alpine Botany*, 124, 1–12.
76. Perkins S. E., Alexander L. V. (2012). On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26, 4500-4517.
77. Petre M., Petre Violeta (2004). Mic dicționar de ecologie, Ed. Printech, București.
78. Piper et al. (2008). MACIS - Minimisation of and Adaptation to Climate change Impacts on biodiversity, Policy Analysis for Biodiversity under climate change.
79. Pop & Florescu (2008). Amenințări potențiale, recomandări de management și monitorizare pentru habitatele alpine și subalpine, Ed. Universității „Transilvania”, Brașov.
80. Pounds et al. (2006). Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature*, 439, 161-167.
81. Rajib, A., Merwade, V., Liu, Z. (2017). A new high-resolution flood modeling framework using SWAT and LISFLOOD-FP, ORISE Research Fellow United States Environmental Protection Agency. [Online]. Available: [https://gfp.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2017-06/gfp2017\\_slides/Slides\\_Day1/Ignite\\_Talks/9\\_Flood\\_Modeling\\_Framework\\_Adnan\\_USEPA.pdf](https://gfp.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2017-06/gfp2017_slides/Slides_Day1/Ignite_Talks/9_Flood_Modeling_Framework_Adnan_USEPA.pdf).
82. Rannow & Neubert - editori (2014). Managing Protected Areas in Central and Eastern Europe Under Climate Change. *Advances in Global Change Research*, 58.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





83. Rudá et al. (2010). Population dynamics and spatial behaviour of *Microtus tatricus* (Arvicolinae, Rodentia). *Acta Theriologica*, 55 (1), 81–88.
84. Salamon-Albert et al. (2016). Drought Stress Distribution Responses of Continental Beech Forests at their Xeric Edge in Central Europe. *Forests*, 7, 298.
85. Sârbu et al. (2020). The potential sensitivity to climate change of selected endangered and important Natura 2000 Habitats and plants from Bucegi Natural Park, Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 48(1), 456-479.
86. Scoville, Heather, Modele de Macroevolution [Online]. Available: <https://ro.eferrit.com/modele-de-macroevolution/>.
87. ŠeffEROVÁ StanOVÁ V., Janák M. & Ripka J. (2008). Management of Natura 2000 habitats. 1530 \*Pannonic salt steppes and salt marshes), European Commission, Bruxelles.
88. Spinoni et al. (2015). Heat and cold waves trends in the Carpathian Region from 1961 to 2010. *International Journal of Climatology*, 35, 4197–4209.
89. Stăncioiu et al. (2008). Habitatele forestiere de interes comunitar incluse în proiectul LIFE05NAT/RO/000176: Habitate prioritare alpine, subalpine și forestiere din România - Măsuri de gospodărire, Ed. Universității „Transilvania”, Brașov.
90. Stojanovič et al. (2013). Prediction of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) xeric limit using a regional climate model: An example from southeast Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 176, 94– 103.
91. Sundseth et al. (2005). Natura 2000 in the Alpine region, European Commission, Bruxelles.
92. Sundseth and Barova (2009). Natura 2000 in the Black Sea region, European Commission, Bruxelles.
93. Swanston et al. (2011). Ecosystem vulnerability assessment and synthesis: a report from the Climate Change Response Framework Project in northern Wisconsin, U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
94. Thiébaud et al. (2019). Allelopathic Effects of Native Versus Invasive Plants on One Major Invader. *Frontiers in Plant Science*, 10, 854.
95. Thomas et al. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427, 145-148.
96. Thornthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *The Geographical Rev*, 38(1), 55–94.
97. Thuiller et al. (2005). Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 14, 347–357.
98. Thuiller et al. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245–8250.
99. Thuiller W. (2004). Patterns and uncertainties of species' range shifts under climate change. *Global Change Biology*, 10, 2020–2027.
100. Torok et al. (2013). Ghid sintetic de monitorizare a speciilor comunitare de reptile și amfibieni din România, Ed. Centrul de Informare Tehnologică Delta Dunării, Tulcea.
101. Trif et al. (2015). Ghid sintetic de monitorizare pentru habitatele de interes comunitar (sărături, dune continentale, pajiști, apă dulce) din România.
102. Tudor et al. (2013). Raportul studiului pentru determinarea distribuției speciilor protejate de interes comunitar *Testudo graeca iberica*, *Spermophilus citellus*, *Mesocricetus newtoni*, Proiect POS Mediu nr. SMIS-CSNR 36254.
103. Urli et al. (2014). The high vulnerability of *Quercus robur* to drought at its southern margin paves the way for *Quercus ilex*. *Plant Ecology*.

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



104. Vlaicu et al. (2013). Ghid pentru monitorizarea stării de conservare a peșterilor și speciilor de lilieci de interes comunitar din România, Ed. S.C. ANDVERTISING S.R.L.
105. Vos et al. Managing climate change for the Natura 2000 network - Assessment of the vulnerability of Natura 2000 species and habitats for climate change: species and habitat types most at risk.
106. Voudoukas, M. (2020). Large Scale Integrated Sea-level and Coastal Assessment Tool, European Commission. [Online]. Available: <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/lis coast>.
107. Voudoukas, M., Climate Change Impacts and Adaptation for Coastal Transport Infrastructure in Caribbean SIDS. LISCoAsT – Large Scale Integrated Sealevel and Coastal Assessment Tool: Application for the SIDS (II), European Commission, Joint European Research Centre, Ispra, Italy. [Online]. Available: [https://unctad.org/system/files/non-official-document/MVoudoukas\\_EC\\_JAMWorkshop\\_II\\_p15\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/non-official-document/MVoudoukas_EC_JAMWorkshop_II_p15_en.pdf).
108. Wainger et al. (2017). Resilience indicators support valuation of estuarine ecosystem restoration under climate change. *Ecosystem Health and Sustainability*, 3, 4.
109. Wilby et al. (2004). Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods.
110. Willis, K.J., Bhagwat S.A. (2009), Biodiversity and climate change. *Science*, 326, 806 – 807.
111. Young et al. (2012). Rapid assessment of plant and animal vulnerability to climate change (in „Wildlife Conservation in a Changing Climate”, 7th Chapter), University of Chicago Press.
112. Catalogul habitatelor, speciilor și siturilor Natura 2000 în România (2013). Fundația Centrul Național pentru Dezvoltare Durabilă, Ed. Exclus Prod, București.
113. Scenarii de schimbare a regimului climatic în România pe perioada 2001-2030, Administrația Națională de Meteorologie.
114. \*\*\*(2021). Elaborarea evaluării strategice de mediu a Programului Interreg pentru perioada de programare 2021–2027, privind zona de programare formată din Ungaria, Slovacia, România și Ucraina, Széchenyi Programme Office Nonprofit LLC, pp. 11-12.
115. Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, Administrația Națională de Meteorologie [Online]. Available: <https://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/SSCGhidASC.pdf>.
116. "What is Statistical and Dynamical downscaling?," Climate Information, [Online]. Available: <https://climateinformation.org/data-production-and-tailoring/what-is-statistical-and-dynamical-downscaling/>.
117. F. L. I. D. Ciscar J.C. (2018). Final report of the JRC PESETA III project, JRC Science for policy report, vol. Climate impacts in Europe, pp. 5-6.
118. D. M. C. D. R. B. e. a. Dr. Aristița Busuioc, "Scenarii de schimbare a regimului climatic în România pe perioada 2001-2030," Administrația Națională de Meteorologie, no. [http://mmediu.ro/new/wp-content/uploads/2014/02/2012-04-23\\_schimbari\\_climatice\\_schimbareregimclimatic2001\\_2030.pdf](http://mmediu.ro/new/wp-content/uploads/2014/02/2012-04-23_schimbari_climatice_schimbareregimclimatic2001_2030.pdf), pp. 2-27.
119. \*\*\*(2020). Planul Național de Management al riscurilor de dezastre, Comitetul Național pentru situații de urgență, no. [https://www.igsu.ro/Resources/COJ/ProgramaStrategii/pdf24\\_merged.pdf](https://www.igsu.ro/Resources/COJ/ProgramaStrategii/pdf24_merged.pdf).
120. \*\*\*(2019). BioMA Framework, European Commission. [Online]. Available: <https://agri4cast.jrc.ec.europa.eu/dataportal/index.aspx?o=s>.
121. "WoFost" - World Food Studies, Wageningen University and Research, [Online]. Available: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/Environmental-Research/Facilities-Tools/Software-models-and-databases/WOFOST.htm>.
122. D. G. A. M. Anca Melintescu, (2002). Using WOFOST crop model for data base derivation of tritium and terrestrial food chain modules in RODOS. [Online]. Available:

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



- [https://www.researchgate.net/publication/42432872\\_Using\\_WOFOST\\_crop\\_model\\_for\\_data\\_base\\_derivation\\_of\\_tritium\\_and\\_terrestrial\\_food\\_chain\\_modules\\_in\\_RODOS](https://www.researchgate.net/publication/42432872_Using_WOFOST_crop_model_for_data_base_derivation_of_tritium_and_terrestrial_food_chain_modules_in_RODOS).
123. "A model for flood risk assessment in Romania," Red Risk Engineering Development, [Online]. Available: <https://www.redrisk.com/redeng/Projects/layoutprogetto.php?project=project04>.
  124. V. W. Frédéric Archaux, (2006). Impact of summer drought on forest biodiversity: what do we know?. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00884011/document>.
  125. \*\*\*(2014). Monitorizarea efectelor schimbărilor climatice și a riscurilor în România: Evaluarea situației și a necesităților. Proiect cofinanțat din Fondul European pentru Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Asistență Tehnică 2007-2013. [Online]. Available: [https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice\\_RO.pdf](https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice_RO.pdf).
  126. "Modelling impacts of drivers on biodiversity and ecosystems," IPBES, [Online]. Available: <https://ipbes.net/modelling-impacts-drivers-biodiversity-ecosystems>.
  127. \*\*\*(2016). Combaterea eutrofizării în Marea Baltică: sunt necesare acțiuni suplimentare care să fie mai eficiente. [Online]. Available: [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16\\_03/SR\\_BALTIC\\_RO.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_03/SR_BALTIC_RO.pdf).
  128. K. N. N. P. L. R. A. L. A. A. e. a. S. Ferrier (2016). The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services, Germany: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).
  129. O. F. A. S. E. G. Ashley A. Rowden (2017). High-Resolution Habitat Suitability Models for the Conservation and Management of Vulnerable Marine Ecosystems on the Louisville Seamount Chain, South Pacific Ocean. *Frontiers in Marine Science*. Marine Conservation and Sustainability. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2017.00335/full>.
  130. A. F. a. D. d. J. R. Galați (2010). Aprecieri privind efectele lucrărilor asupra siturilor NATURA 2000. [Online]. Available: [https://www.afdj.ro/sites/default/files/program\\_monitorizare\\_0.pdf](https://www.afdj.ro/sites/default/files/program_monitorizare_0.pdf).
  131. J. R. L. Jane Elith (2009). Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. [Online]. Available: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>.
  132. C. D. K. J. T. S. N. Bogdan Cristescu (2019). Large carnivore habitat suitability modelling for Romania and associated predictions for protected areas. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/331876794\\_Large\\_carnivore\\_habitat\\_suitability\\_modeling\\_for\\_Romania\\_and\\_associated\\_predictions\\_for\\_protected\\_areas](https://www.researchgate.net/publication/331876794_Large_carnivore_habitat_suitability_modeling_for_Romania_and_associated_predictions_for_protected_areas)
  133. W. W. L. C. J. e. a. Jose A. Fernandes (2013). Modelling the effects of climate change on the distribution and production of marine fishes: accounting for trophic interactions in a dynamic bioclimate envelope model. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.12231>.
  134. Natura 2000 in the Marine Environment, European Commission, [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/index_en.htm).
  135. K. A. P. R. K. P. Samantha M. Tessel (2016). Species-Area Relationships, Oxford Bibliographies. [Online]. Available: <https://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199830060/obo-9780199830060-0147.xml>.
  136. D. R. , C.-R. P. e. a. Zuzana Okániková (2021). Metodologie pentru identificarea coridoarelor ecologice în țările carpatice folosind carnivorele mari ca specii umbrelă. [Online]. Available: [https://wwf.ro/app/uploads/2021/12/ConnectGREEN\\_Metodologie-identificare-coridoare-ecologice.pdf](https://wwf.ro/app/uploads/2021/12/ConnectGREEN_Metodologie-identificare-coridoare-ecologice.pdf).

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!



137. Natural England (2021). The Biodiversity Metric 3.0 (JP039), Natural England. [Online]. Available: <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/6049804846366720>.
138. L. E. P. Alexandru-Ionut Petrișor (2017). Using spatial metrics to assess the efficacy of biodiversity conservation within the Romanian Carpathian Convention area. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/318156554\\_Using\\_spatial\\_metrics\\_to\\_assess\\_the\\_efficiency\\_of\\_biodiversity\\_conservation\\_within\\_the\\_Romanian\\_Carpathian\\_Convention\\_area](https://www.researchgate.net/publication/318156554_Using_spatial_metrics_to_assess_the_efficiency_of_biodiversity_conservation_within_the_Romanian_Carpathian_Convention_area).
139. P. F. H. Shim. (2008). "Lotka-Volterra Model". Visualization and Interaction Design for Ecosystem Modeling, Science Direct, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/lotka-volterra-model>.
140. "Fire Weather Index", Copernicus, [Online]. Available: <https://climate.copernicus.eu/fire-weather-index>.
141. D. L. G. H. D. e. a. Rigo (2017). Forest fire danger extremes in Europe under climate change: variability and uncertainty. PESETA III project - Climate Impacts and Adaptation in Europe, focusing on Extremes, Adaptation and the 2030s. Task 11 - Forest fires. Final report, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
142. Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, [Online]. Available: <https://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/SSCGhidASC.pdf>.
143. "Downscaling from Global Climate Models (GCMs) to Regional Climate Models (RCMs) and extraction of the regional time series to capture the effect of the specific variable of the finer scale at specific location", [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Downscaling-from-Global-Climate-Models-GCMs-to-Regional-Climate-Models-RCMs-and\\_fig2\\_304526712](https://www.researchgate.net/figure/Downscaling-from-Global-Climate-Models-GCMs-to-Regional-Climate-Models-RCMs-and_fig2_304526712).
144. "Dynamic Downscaling for Future Climate Scenario and Hydrologic Simulation using WRF and VIC Models", [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Dynamic-Downscaling-Adapted-from-CRU\\_fig1\\_330834258](https://www.researchgate.net/figure/Dynamic-Downscaling-Adapted-from-CRU_fig1_330834258).
145. CGMS/WOFOST model principles, [Online]. Available: <https://slideplayer.com/slide/5373166/>.
146. Climate Indices, Universitat Hamburg, [Online]. Available: <https://www.cen.uni-hamburg.de/en/icdc/data/climate-indices.html#airtemp>.
147. "Climatologie", Administrația Națională de Meteorologie, [Online]. Available: <https://www.meteoromania.ro/despre-noi/cercetare/climatologie/>.
148. "Climate Indicators - Temperature", Copernicus, Climate Change Service, [Online]. Available: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/temperature>.
149. Directiva 92/43/CEE a Consiliului din 21 mai 1992 privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică (Directiva „Habitat”). OJ L 206, 22.7.1992, pp. 7–50.
150. Ordonanța de urgență nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 49/2011, cu modificările și completările ulterioare. Guvernul României.
151. Strategia națională și Planul de acțiune pentru conservarea biodiversității 2014-2020, aprobate prin HG nr. 1081/2013.
152. Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020 (Anexa nr. 1 la Hotărârea Guvernului nr. 739/2016).
153. Planul național de acțiune pentru implementarea Strategiei naționale privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon pentru perioada 2016-2020 (Anexa nr. 2 la Hotărârea Guvernului nr. 739/2016).
154. \*\*\* (2014). Al V-lea Raport al României la Convenția asupra Diversității Biologice („Romania's Fifth National Report to the Convention on Biological Diversity”).



155. \*\*\*(2013). A VI-a Comunicare a României către Convenția ONU privind Schimbările Climatice (UNFCCC) – „Romania’s 6th National Communication on Climate Change and 1st Biennial Report”.
156. \*\*\*(2020). Strategia UE privind biodiversitatea pentru 2030 – “Readucerea naturii în viețile noastre”, Comisia Europeană, Bruxelles (20.05.2020).
157. \*\*\*(2021). Noua Strategie a UE privind adaptarea la schimbările climatice – „Construirea unei Europe reziliente la schimbările climatice”. Comisia Europeană, Bruxelles (24.02.2021).
158. \*\*\*(2013). Strategia UE privind adaptarea la schimbările climatice, Comisia Europeană, Bruxelles (16.04.2013).
159. Commission staff working document impact assessment report on Forging a climate-resilient Europe - The new EU Strategy on Adaptation to Climate Change.
160. \*\*\*(2018). Planul de Acțiune pentru conservarea tuturor speciilor de lilieci în Uniunea Europeană - Action Plan for the Conservation of All Bat Species in the European Union (2018 – 2024), Comisia Europeană, Bruxelles.
161. \*\*\*(2013). Planul de Acțiune pentru conservarea popândăului în UE (“Action Plan for the Conservation of the European Ground Squirrel Spermophilus citellus in the European Union”), Comisia Europeană, Bruxelles.
162. \*\*\*(2019). Raport MAES n°6 : Natural Capital Accounting: Overview and Progress in the European Union, Publications Office of the EU.
163. \*\*\*(2016). Raport MAES n°4 : Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - Technical Report - 2016 - 102, Publications Office of the EU.
164. \*\*\*(2013). Raport MAES n°1 : Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – “An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020” - Discussion paper – Final, Publications Office of the EU.
165. \*\*\*(2015). Natura 2000 Thematic Action Plan - Climate Change and Habitat Fragmentation, LIFE Natura 2000 Programme for Wales.
166. \*\*\*(2010). Natura 2000 în regiunea stepică. Comisia Europeană, Bruxelles.
167. \*\*\*(2002). Europe’s biodiversity - biogeographical regions and seas: The Steppic Region. EEA - Agenția Europeană de Mediu.
168. \*\*\*(2009). CARTA ALBĂ “Adaptarea la schimbările climatice: către un cadru de acțiune la nivel european”. Comisia Europeană, Bruxelles.
169. \*\*\*(2013). Raport tehnic - “EU Guidance on the management of wilderness and wild areas in Natura 2000”. Comisia Europeană, Bruxelles.
170. \*\*\*(2018). Raportul EEA No 26 - Natural capital accounting in support of policymaking in Europe. Agenția Europeană de Mediu.
171. \*\*\*(2012). Raportul “Climate change, impacts and vulnerability in Europe - 2012”, Agenția Europeană de Mediu.
172. \*\*\*(2018). Raportul tehnic „Natura 2000 și Pădurile” (Technical report—2015 – 088), Comisia Europeană, Bruxelles.
173. \*\*\*(2015). Raportul sintetic privind starea de conservare a speciilor și habitatelor de interes comunitar din România.
174. \*\*\*(2010). The European Environment State And Outlook - Understanding Climate Change, Agenția Europeană de Mediu (EEA), Copenhaga.
175. \*\*\*(2021). Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 (2021/C 373/01)

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



176. \*\*\*(2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.
177. \*\*\*(2018). Developing Indicators of Climate Risk, Committee on Climate Change and China Expert Panel on Climate Change.
178. Raport UNEP - "Adaptation Gap Report 2020", Chapter 6 - Nature-based solutions for adaptation.
179. Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă (A/RES/70/1), Organizația Națiunilor Unite.
180. \*\*\*(2016). Ghidul de utilizare a indicelui de vulnerabilitate la schimbări climatice a speciilor (Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index).
181. \*\*\*(2019). Ghidul "Biodiversity Impact Calculator" - Guidance For Use, Environment Bank.
182. \*\*\*(2013). Guidelines on Climate Change and Natura 2000 - Dealing with the impact of climate Change; On the management of the Natura 2000 network of areas of high biodiversity value. Comisia Europeană, Bruxelles.
183. \*\*\*(2013). Ghid cu privire la integrarea schimbărilor climatice și a biodiversității în Evaluarea Impactului asupra Mediului. Comisia Europeană, Bruxelles.
184. \*\*\*(2021). Guidance for EURO-CORDEX climate projections data use, Version 1.1 - 2021.02.
185. \*\*\* Planurile de management și formularele standard ale ariilor naturale protejate analizate.
186. Administrația Națională de Meteorologie, Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice. Accesat (2014) <https://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/SSCGhidASC.pdf>
187. Bojariu R, Chitu Z., Dascălu SI, Gothard M, Velea L, Burcea R, Dumitrescu A, Burcea S, Apostol L., Amihaesei V., Marin L, Crăciunescu VS, Irimescu A, Mătreața M, Niță A., Bîrsan MV, (2021): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare, editie revăzută și adăugită, Editura Printech, București, 222 p, ISBN: 978-606-23-1275-6
188. Bojariu R, Chitu Z., Dascălu SI, Gothard M, Velea L, Burcea R, Dumitrescu A, Burcea S, Apostol L., Amihaesei V., Marin L, Crăciunescu VS, Irimescu A, Mătreața M, Niță A., Bîrsan MV (2021): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare, editie revăzută și adăugită, Editura Printech, București, 222 p, ISBN: 978-606-23-1275-6.
189. Chitu Z., Bojariu R., Velea L., van Schaeybroeck B. (2021) Climate Change Impacts on circulatory system diseases in Bucharest Municipality and its rural surroundings, (trimis spre publicare).
190. "Climate Change Post", Biodiversity in Romania, 19 August 2021. [Online]. Available: <https://www.climatechange-post.com/romania/biodiversity/>
191. Institutul Național de Statistică (2021): Efectivele de animale existente la 1 decembrie 2020 [https://insse.ro/cms/sites/default/files/com\\_presa/com\\_pdf/ef.animale\\_r2020.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/com_presa/com_pdf/ef.animale_r2020.pdf)
192. López-Bueno, J. A., Navas-Martín, M. Á., Díaz, J., Mirón, I. J., Luna, M. Y., Sánchez-Martínez, G., & Linares, C. (2021). The effect of cold waves on mortality in urban and rural areas of Madrid. Environmental Sciences Europe, 33(1), 1-14.
193. Unitatea Consolidată pentru implementarea Programelor IFAD, (2021), Bunele practici de adaptare a sectorului zootehnic la schimbările climatice, Ghid practic pentru producătorii agricoli [http://dSPACE.uasm.md/bitstream/handle/123456789/6594/Bunele-practici-de-adaptare-a-sectorului-zootehnic-la-schimbarile-climatice\\_total\\_UASM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dSPACE.uasm.md/bitstream/handle/123456789/6594/Bunele-practici-de-adaptare-a-sectorului-zootehnic-la-schimbarile-climatice_total_UASM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
194. Vicedo-Cabrera, A.M., Scovronick, N., Sera, F. et al., (2021): The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. Nat. Clim. Chang. 11, 492–500 <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>
195. MADR, (2021). <https://www.madr.ro/comunicare/6955-fermierii-din-romania-lideri-la-productia-de-cereale-si-oleaginoase-in-anul-2021.html>

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



196. EEA Report (2020), Urban adaptation in Europe: how cities and towns respond to climate change, No 12
197. Grynning, S., Gradeci, K., Gaarder, J. E., Time, B., Lohne, J., & Kvande, T. (2020). Climate adaptation in maintenance operation and management of buildings. *Buildings*, 10(6), 107.
198. Nayane Cristina Candida dos Santos Prestes et all., "Fire Effects on Understory Forest Regeneration in Southern Amazonia," 28 Februarie 2020. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2020.00010/full>
199. Planul Național de Management al Riscurilor de Dezastre, (2020), Comitetul Național pentru Situații de Urgență
200. Strategia națională de renovare pe termen lung pentru sprijinirea renovării parcului național de clădiri rezidențiale și nerezidențiale, atât publice, cât și private, și transformarea sa treptată într-un parc imobiliar cu un nivel ridicat de eficiență energetică și decarbonat până în 2050 (2020) <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/236612>
201. Zoran, M. A., Savastru, R. S., Savastru, D. M., & Tautan, M. N. (2020). Assessing the relationship between surface levels of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> particulate matter impact on COVID-19 in Milan, Italy. *Science of the total environment*, 738, 139825.
202. EEA, (2019), Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe, EEA Report No 04/2019, European Environment Agency ( <https://www.eea.europa.eu/publications/cc-adaptation-agriculture> )
203. Mulchandani, R., et al., (2019), Effect of insurance-related factors on the association between flooding and mental health outcomes, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(7), p. 1174 (DOI: 10.3390/ijerph16071174).
204. Raport privind starea pădurilor (2019), disponibil la <http://www.mmediu.ro/categorie/starea-padurilor/209>
205. Rasilla, D., Allende, F., Martilli, A., & Fernández, F. (2019). Heat waves and human well-being in Madrid (Spain). *Atmosphere*, 10(5), 288.
206. Smid, M., Russo, S., Costa, A. C., Granell, C., & Pebesma, E. (2019). Ranking European capitals by exposure to heat waves and cold waves. *Urban Climate*, 27, 388-402.
207. Antonescu Daniela, (2018): Biodiversity of the natural mountains heritage – present challenges and sustainable perspectives, Institutul Național de Cercetări Economice "Costin C. Kirițescu" Academia Română, București,.
208. Comisia Europeană, A. Christodoulou, H. Demirel, (2018), Impacts of Climate Change: A focus on airports, seaports and inland waterways.
209. Maxwell, K., Grambsch, A., Kosmal, A., Larson, L., & Sonti, N. (2018). Built environment, urban systems, and cities. In: Reidmiller, DR; Avery, CW; Easterling, DR; Kunkel, KE; Lewis, KLM; Maycock, TK; Stewart, BC, eds. 2018. Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II. Washington, DC: US Global Change Research Program. pp. 438–478., 2, 438-478.
210. Reckien, D., Salvia, M., Heidrich, O., Church, J. M., Pietrapertosa, F., de Gregorio-Hurtado, S., & Dawson, R. (2018). How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28. *Journal of cleaner production*, 191, 207-219.
211. Semenza JC, Suk JE. Vector-borne diseases and climate change: a European perspective. *FEMS Microbiol Lett.* (2018 Feb 1);365(2):fnx244. doi: 10.1093/femsle/fnx244. PMID: 29149298; PMCID: PMC5812531.
212. Velea L. and Bojariu, R. (2018): Summer thermal discomfort conditions in Romania under climate change scenarios, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, August 2018, Vol. 13,

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



- No. 2, p. 595 - 603; DOI:10.26471/cjees/2018/013/050
213. Zhong, S., et al., (2018), 'The long-term physical and psychological health impacts of flooding: a systematic mapping', *Science of the Total Environment* 626, pp. 165-194 (DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.041).
214. Dincă L., Niță M.D., Hofgaard A., Alados C.I., Broll G., Borz S.A., Wertz B., Monteiro A.T., (2017): Forest dynamics in the montane-alpine boundary: a comparative study using satellite imagery and climate data. *Climate Research* 73, 97-110.
215. Estrada F., Botzen W.J.W., Tol R.S.J. (2017) A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts, *Nat. Clim. Chang.*, 7 (6), 403-406.
216. Gasparrini A., Y. Guo, F. Sera, A.M. Vicedo-Cabrera, V. Huber, S. Tong, et al., (2017): Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *Lancet Planet Health*, 1, pp. e360-e367. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0)
217. Hunt, J. C., Aktas, Y. D., Mahalov, A., Moustouli, M., Salamanca, F., & Georgescu, M. (2017, March). Climate change and growing megacities: hazards and vulnerability. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability* (Vol. 171, No. 6, pp. 314-326). Thomas Telford Ltd.
218. Pregolato, M., Ford, A., Glenis, V., Wilkinson, S., & Dawson, R. (2017). Impact of climate change on disruption to urban transport networks from pluvial flooding. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(4), 04017015.
219. Strategy for mobilising investments in the renovation of residential and commercial buildings existing at national level, both public and private, (2017), Ministry of Regional Development, Public Administration and European Funds <https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/ltrsenromania.pdf>
220. Tempest, E. L., et al., (2017), Secondary stressors are associated with probable psychological morbidity after flooding: a cross-sectional analysis, *European Journal of Public Health* 27(6), pp. 1042-1047 (DOI: 10.1093/eurpub/ckx182).
221. Añel, J. A., Fernández-González, M., Labandeira, X., López-Otero, X., & De la Torre, L. (2017). Impact of cold waves and heat waves on the energy production sector. *Atmosphere*, 8(11), 209.
222. "Combaterea eutrofizării în Marea Baltică: sunt necesare acțiuni suplimentare care să fie mai eficiente", (2016) [Online]. Available: [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16\\_03/SR\\_BALTIC\\_RO.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_03/SR_BALTIC_RO.pdf)
223. Busuioc A, Birsan M-V, Carbutaru D, Baciuc M, Orzan A (2016): Changes in the large-scale thermodynamic instability and connection with rain shower frequency over Romania: verification of the Clausius–Clapeyron scaling. *Int. J. Climatol.* 36: 2015–2034. DOI: 10.1002/joc.4477.
224. Oleniacz, R., Bogacki, M., Szulecka, A., Rzeszutek, M., & Mazur, M. (2016). Assessing the impact of wind speed and mixing-layer height on air quality in Krakow (Poland) in the years 2014–2015. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*, 63, 315-342.
225. Semenza JC, Tran A, Espinosa L et al., (2016): Climate change projections of West Nile Virus infections in Europe: implications for blood safety practices. *Environ Health*;15(Suppl 1):28.
226. Transport Canada, *Climate Risks & Adaptation Practices For the Canadian Transportation Sector* (2016), TP No.: 15353E, Cat. No.: T42-12/2017E-PDF, ISBN: 978-0-660-07680-5
227. Varvari Ștefana, Cristea Marius, S.C AVENSA CONSULTING SRL, (2016): Ghid de bune practici cu privire la adaptarea la schimbări climatice pentru sectorul vulnerabil Ecosisteme, S.C AVENSA CONSULTING SRL , Sibiu.
228. Kebede D (2016): Impact of climate change on livestock productive and reproductive performance. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 28, Article #227. Retrieved



October 12, 2021

229. "BirdLife International", Sea level rise poses a major threat to coastal ecosystems and the biota they support, (2015). [Online]. Available: <http://datazone.birdlife.org/sea-level-rise-poses-a-major-threat-to-coastal-ecosystems-and-the-biota-they-support>
230. Bojariu R, Bîrsan MV, Cică R, Velea L, Burcea S, Dumitrescu A, Dascălu SI, Gothard M, Dobrinescu A, Cărbunaru F, Marin L, (2015): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare Editura Printech, București, 200 p, ISBN: 978606-23-0363-1, DOI: 10.13140/RG.2.1.1341.0729.
231. Bojariu R, Bîrsan MV, Cică R, Velea L, Burcea S, Dumitrescu A, Dascălu SI, Gothard M, Dobrinescu A, Cărbunaru F, Marin L, (2015): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare Editura Printech, București, 200 p, ISBN: 978606-23-0363-1, DOI: 10.13140/RG.2.1.1341.0729.
232. Sofoulis, Z., (2015), The trouble with tanks: unsettling dominant Australian urban water management paradigms, Local Environment 20(5), pp. 529-547 (DOI: 10.1080/13549839.2014.903912).
233. Thornton, P.K., Boone, R.B., Ramirez-Villegas J., (2015), Climate change impacts on livestock. CGIAR Resrarch program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS), Working Paper No. 120.
234. Zander, K. K., Botzen, W. J., Oppermann, E., Kjellstrom, T., & Garnett, S. T. (2015). Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. Nature climate change, 5(7), 647-651.
235. Bîrsan MV, Dumitrescu A (2014a) Snow variability in Romania in connection to large-scale atmospheric circulation. International Journal of Climatology 34: 134-144. doi: 10.1002/joc.3671.
236. Bîrsan MV, Zaharia L, Chendes V, Branescu E (2014) Seasonal trends in Romanian streamflow. Hydrol Process 28(15): 4496-4505. doi: 10.1002/hyp.9961
237. Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., ... & Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. Journal of environmental management, 146, 107-115.
238. Gasparini A and Leone M. (2014). Attributable risk from distributed lag models. BMC Med Res Methodol. Apr 23; 14:55. PMID: 24758509; PMCID: PMC4021419. doi: 10.1186/1471-2288-14-55
239. IPCC (2014) Summary for policymakers. In: Climate Change (2014): Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M.
240. Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, (2014), Monitorizarea efectelor schimbărilor climatice și a riscurilor în România: Evaluarea situației și a necesităților,
241. USGCRP (2014). Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment. Melillo, Jerry M., Terese (T.C.) Richmond, and Gary W. Yohe (eds.). United States Global Change Research Program. 841 pp.
242. Wilbanks, T. J., & Fernandez, S. (2014). Climate change and infrastructure, urban systems, and vulnerabilities: Technical report for the US Department of Energy in support of the national climate assessment. Island Press.
243. Proiectul Sectorial 2020-ADER 5.1.1 (2014), Ghid de bune practici agricole pentru atenuarea efectului schimbărilor climatice asupra agriculturii, București. [https://www.icpa.ro/documente/ADER%20511\\_ghid.pdf](https://www.icpa.ro/documente/ADER%20511_ghid.pdf)
244. Gardiner B., Schuck A., Schelhaas M.-J., Orazlo C., Blennow K., Nicoll B. (eds.). (2013): Living

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



- with storm damage to forests. What science can tell us? European Forest Institute, 129p., ISBN 978-952-5980-08-0.
245. Heidrich, O., Dawson, R. J., Reckien, D., & Walsh, C. L. (2013). Assessment of the climate preparedness of 30 urban areas in the UK. *Climatic Change*, 120(4), 771-784. Intergovernmental Panel on Climate Change
  246. Birsan MV, Zaharia L, Chendes V, Branescu E (2012): Recent trends in streamflow in Romania (1976–2005). *Rom Rep Phys* 64(1): 275-280.
  247. Comisia Europeană, F. Nemry, H. Demirel, (2012): Impacts of Climate Change: A focus on road and rail transport infrastructures
  248. Depietri, Y., Renaud, F. G., & Kallis, G. (2012). Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability science*, 7(1), 95-107.
  249. Stanciu Erika, Ioniță Alina, (2012): Manual pentru Managementul participativ al ariilor protejate, Green Steps, Brașov.
  250. Wilbanks, T., Fernandez, S., Backus, G., Garcia, P., Jonietz, K., Kirshen, P., & Toole, L. (2012). Climate change and infrastructure, urban systems. and vulnerabilities: Technical report for the US Department of Energy in support of the national climate assessment.
  251. S.C. Chapman, S. Chakraborty, M.F. Dreccer, S.M. Howden, (2012), Plant adaptation to climate change: opportunities and priorities in breeding *Crop Pasture Sci.*, 63, pp. 251-268
  252. Elsa Lamy, Sofia van Harten, Elvira Sales-Baptista, Maria Manuela Mendes Guerra and André Martinho de Almeida (2012), Factors Influencing Livestock Productivity.
  253. Comisia Europeană, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, (2011), Accesat 2021. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:en:PDF>, pg.14
  254. S.S. Yadav, R.J. Redden, J.L. Hatfield, H. Lotze-Campen, A.E. Hall (Eds.), (2011), *Crop Adaptation to Climate Change*, Wiley-Blackwell, Chichester, UK, pp. 27-43
  255. Novický, O., et al., (2009), Examples of possible water management measures for elimination of climate change impacts on water resources, *IAHS-AISH Publications* 330, pp. 247-253.
  256. P.K. Thornton, J. Van de Steeg, A. Notenbaert, M. Herrero, (2009), The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know, *Agric. Syst.*, 101, pp. 113-127
  257. NRC (2008). The Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation. Transportation Research Board Special Report 290. National Research Council (NRC).
  258. Oprea I., (2008): *Tehnologia exploatării lemnului*. Editura Universității Transilvania din Brașov, 273 p.
  259. Scott D., et al. (2008), *Climate change and tourism – Responding to global challenges*, United Nations World Tourism Organization, Madrid.
  260. Șofletea N., Curtu L., (2008): *Dendrologie*. Editura „Pentru Viață”.
  261. World Tourism Organization and United Nations Environment Programme (2008), *Climate Change and Tourism Responding to Global Challenges*, <https://www.e-unwto.org/doi/epdf/10.18111/9789284412341>
  262. Amitrano, L., Hargreaves, R., Page, I., Hennessy, K., Lee, T., Snow, M., ... & Kjellstrom, T. (2007). An assessment of the need to adapt buildings for the unavoidable consequences of climate change. Report for Victorian Department of Sustainability and the Environment.
  263. Bartlett, L. (2007), ‘Australia Fears Jet Flight Guilt Could Hit Tourism’, *Agence France-Presse*, 18 April 2007, (Online), available: [http://www.spacemart.com/reports/Australia\\_Fears\\_Jet\\_Flight\\_Guilt\\_Could\\_Hit\\_Tourism\\_999.h](http://www.spacemart.com/reports/Australia_Fears_Jet_Flight_Guilt_Could_Hit_Tourism_999.h)

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



- [tml](#) (17-12-2007)
264. Bojariu R, Dinu M, (2007): Snow variability and change in Romania, in: Strasser U, Vogel M (eds) Proceedings of the Alpine Snow Workshop, Munich, 5-6.10.2006.
265. Boyd, A. (2007), 'Carbon Tax Threatens to Ground Asia Tourism', Asian Times Online, (Online), available: [http://www.atimes.com/atimes/Asian\\_Economy/ID19Dk01.html](http://www.atimes.com/atimes/Asian_Economy/ID19Dk01.html) (17-12-2007).
266. German Advisory Council on Global Change (2007), World in Transition: Climate Change as a Security Risk, German Advisory Council on Global Change, Berlin, (Online), available: [http://www.wbgu.de/wbgu\\_jg2007\\_engl.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2007_engl.pdf) (17-12-2007).
267. IPCC (2007), Impacts, Adaptation and Vulnerability – Summary for Policymakers.
268. Satterthwaite D., Huq S., Pelling M., Reid H., Lankao Romero P. (2007), Adapting to Climate Change in Urban Areas. The possibilities and constraints in low- and middle-income nations, Human Settlements Group and the Climate Change Group at the International Institute for Environment and Development (IIED), Human Settlements Discussion Paper Series, Theme: Climate Change and Cities, 1, [https://www.slurc.org/uploads/1/0/9/7/109761391/adapting\\_to\\_climate\\_change\\_in\\_urban\\_areas.pdf](https://www.slurc.org/uploads/1/0/9/7/109761391/adapting_to_climate_change_in_urban_areas.pdf)
269. Wilbanks T., Lankao Romero P., Bao M., Berkhout F., Cairncross S., Ceron J.-P., Kapshe M., Muir-Wood R., Zapata-Marti R. (2007), "Chapter 7: Industry, Settlement and Society", in Martin P., Canziani O., Palutikof J., van der Linden P., Hanson C. (Eds.) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge and New York, pages 357-390.
270. Wilbanks et al., (2007); Satterthwaite et al., 2007; Depietri et al., 2012; Zander et al., 2015; Oleniacz et al., 2016; Estrada et al., 2017; Pregolato et al., 2017; Smid et al., 2019; Rasilla et al., 2020; López-Bueno et al., 2021.
271. European Environment Agency (2006): European forest ecosystems – State and trends. EEA Report 5/2016, 123p.
272. Stern, N. (2006), The Stern Review. 51
273. Volkmar Wolters, Frédéric Archaux, "Impact of summer drought on forest biodiversity: what," (2006) [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00884011/document>
274. Cazacioc L, Cazacioc A (2005), Impact of the macro-scale atmospheric circulation on snow cover duration in Romania. Croatian Meteorological Journal 40: 495-498.
275. Green, R. E. (2003), Global Climate Change and Biodiversity, University of East Anglia, Norwich, (Online), available: [http://www.jncc.gov.uk/pdf/MJHGlobalclimatechange\\_14.08.03.pdf](http://www.jncc.gov.uk/pdf/MJHGlobalclimatechange_14.08.03.pdf) (13-12-2007).
276. Mader TL (2003) Environmental stress in confined beef cattle. Journal of Animal Science 81 (2): 110-119.
277. IPCC (2002), IPCC Technical Paper V: Climate Change and Biodiversity, IPCC, Geneva.
278. Mediul și Rețeaua Electrică, (2002), Atlas Geografic realizat de Academia Română și Ministerul Industriei și Resurselor, Editura Academiei Române
279. UNEP (2002), How Tourism Can Contribute to Environmental Conservation, (Online), available: <http://www.uneptie.org/pc/tourism/sust-tourism%5Cenv-conservation.htm> (13-12-2007).
280. Bâlțeanu Gheorghe, (2001): Fitotehnie, vol. 1, Editura Ceres, București.
281. Barnett, J. (2001), Security and Climate Change, Tyndall Centre Working Paper No. 7, (Online), available: [http://www.tyndall.ac.uk/publications/working\\_papers/wp7.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp7.pdf) (17-12-2007). 52
282. C. Benchaar, C. Pomar, J. Chiquette (2001), Evaluation of dietary strategies to reduce methane

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



- production in ruminants: a modeling approach Can. J. Anim. Sci., 81, pp. 563-574
283. Monitorul Oficial, Partea I nr.315 din 07/07/2000. ANEXA NORME METODOLOGICE de aplicare a prevederilor Ordonanței de urgență a Guvernului nr 99/2000 privind măsurile ce pot fi aplicate în perioadele cu temperaturi extreme pentru protecția persoanelor încadrate în munca, București.
284. Mateescu Elena, Povară Rodica, Opreșescu Rodica (1999): Studiul parametrilor agrometeorologici de stres și impactul acestora asupra grâului de toamnă în perioada înspicire-înflorire-umplerea bobului, Lucrări Științifice USAMV București, Seria A, XLII, Nr.1, 1999, ISSN 1221-5339, București, 133-149 pag.
285. Viner D., Agnew M. (1999), Climate Change and Its Impacts on Tourism, WWF-UK Climatic Research Unit University of East Anglia, Norwich, UK [http://assets.wwf.org.uk/downloads/tourism\\_and\\_cc\\_full.pdf](http://assets.wwf.org.uk/downloads/tourism_and_cc_full.pdf)
286. R. Rotter, S.C. van de Geijn, (1999): Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock Climatic Change, 43, pp. 651-681
287. S.J. Wand, G.F. Midgley, M.H. Jones, P.S., (1999), Curtis Responses of wild C4 and C3 grass (Poaceae) species to elevated atmospheric CO2 concentrations: a meta-analytic test of current theories and perceptions Glob. Change Biol., 5, pp. 141-723
288. Berbecel O., Mihoc C., Eftimescu M., (1981): Vremea și recolta, Editura Ceres, București.
289. NRC (National Research Council) (1981): Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Environmental Stress. National Academy Press, Washington DC.
290. Berbecel O., Stancu M., Cioviță N., Jianu V., Apetroaei Șt., Socor E., Rogodjan I., Eftimescu M., (1970): Agrometeorologie, Editura Ceres, București.
291. Berchtesgaden National Park Report. 52: 64-68.
292. Administrația Națională de Meteorologie, Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, Anexă: <https://www.meteoromania.ro/anm/images/clima/SSCGhidASC.pdf>
293. Guvernul României, Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României, 2018 - 2030, pg. 61
294. Harta riscului la doborâturile de vânt pentru pădurile României. Disponibil la [http://www.icasbv.ro/?page\\_id=572](http://www.icasbv.ro/?page_id=572)
295. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
296. Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, "Monitorizarea efectelor schimbărilor climatice și a riscurilor în România: Evaluarea situației și a necesităților," 2007-2013. [Online]. Available: [https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice\\_RO.pdf](https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice_RO.pdf)
297. Strategia națională a României privind schimbările climatice 2013 – 2020, Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice
298. J.L. Hatfield, J.H. Prueger, Agroecology: implications for plant response to climate change
299. \*\*\*Arhiva de Anuare și Buletine Agrometeorologice, Laboratorul de Agrometeorologie, Administrația Națională de Meteorologie București.
300. <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>
301. <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>
302. [http://dezvoltaredurabila.gov.ro/web/wp-content/uploads/2020/10/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Romaniei-2030\\_002.pdf](http://dezvoltaredurabila.gov.ro/web/wp-content/uploads/2020/10/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Romaniei-2030_002.pdf)
303. <http://proinfrastructura.ro/harta-calitatii-drumurilor.html#map=7/46/25> , Accesat 2021

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!





304. <http://www.ahgr.ro/media/117069/managementulriscului.pdf>
305. <http://www.cfr.ro/index.php/ct-menu-item-81> , Accesat 2021
306. [http://www.madr.ro/docs/dezvoltare-rurala/programare-2014-2020/fise-masuri/Masura\\_17\\_Gestionarea\\_mediului\\_martie2015.pdf](http://www.madr.ro/docs/dezvoltare-rurala/programare-2014-2020/fise-masuri/Masura_17_Gestionarea_mediului_martie2015.pdf)
307. [https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-transportation\\_.html](https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-transportation_.html) , Accesat 2021
308. <https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/ltrsenromania.pdf>
309. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_consumption\\_in\\_households](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households)
310. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020SC0391&from=EN>
311. [https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/2021\\_IPCC-IPBES\\_scientific\\_outcome\\_20210612.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2021-06/2021_IPCC-IPBES_scientific_outcome_20210612.pdf)
312. <https://unece.org/where-navigate-network-inland-waterways-europe-and-its-parameters> , Accesat 2021
313. <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/puterea-instalata-in-capacitatiile-de-productie-energie-electrica>
314. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-06/eurocontrol-issip-2019-romania-level1.pdf> , Accesat 2021
315. [https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice\\_RO.pdf](https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20A.2.2.%20Monitorizare%20efecte%20si%20riscuri%20climatice_RO.pdf)
316. [https://www.igsu.ro/Resources/COJ/ProgrameStrategii/pdf24\\_merged.pdf](https://www.igsu.ro/Resources/COJ/ProgrameStrategii/pdf24_merged.pdf)
317. INS, 2021. TEMPO Online (insse.ro)
318. WMO-No.134, Guide to Agricultural Meteorological Practices (Ed. 2010).
319. <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/puterea-instalata-in-capacitatiile-de-productie-energie-electrica>
320. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-flow-drought-1/assessment>
321. PE 104/1993 - Normativ pentru construcția LEA cu tensiune mai mare de 1000 V
322. <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/rapoarte-indicatori-performanta> Aprobata prin Ordinul ANRE nr. 46/2021
323. <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/rapoarte/puterea-instalata-in-capacitatiile-de-productie-energie-electrica>
324. [https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/ro\\_final\\_necp\\_main\\_ro.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/ro_final_necp_main_ro.pdf)
325. <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/182746>
326. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
327. <https://www.ipcc.ch/srcl/>
328. <https://www.ipcc.ch/srocc/>
329. Bojariu R, Chitu Z., Dascălu SI, Gothard M, Velea L, Burcea R, Dumitrescu A, Burcea S, Apostol L., Amihaesei V., Marin L, Crăciunescu VS, Irimescu A, Mătreața M, Niță A., Bîrsan MV (2021): Schimbările climatice – de la bazele fizice la impact și adaptare, editie revăzută și adăugită, Editura Printech, București, 222 p, ISBN: 978-606-23-1275-6
330. EU REGULATION 2021/1119 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law') (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>).

*Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin  
Programul Operațional Capacitate Administrativă 2014-2020!*



331. Lupi V., Marsiglio, S., (2021), Population growth and climate change: A dynamic integrated climate-economy-demography model, *Ecological Economics*, Volume 184, 107011.
332. Pedersen, K. M., Busch Isaksen, T. M., Baker, M. G., Seixas, N., & Errett, N. A. (2021). Climate Change Impacts and Workforce Development Needs in Federal Region X: A Qualitative Study of Occupational Health and Safety Professionals' Perceptions. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1513.
333. Casanueva, A., Kotlarski, S., Fischer, A. M., Flouris, A. D., Kjellstrom, T., Lemke, B., ... & Liniger, M. A. (2020). Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce. *Regional Environmental Change*, 20(2), 1-14
334. Damian N., (2019), Fishing and its impact on the local communities of the Danube Delta Biosphere Reserve, *Revue Roumain de Geographie*, Vol. 63, Nr. 2., pp. 203-215.
335. Levy, B. S, Roelofs, C., (2019), Impacts of Climate Change on Workers' Health and Safety, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190632366.013.39>, <https://oxfordre.com/publichealth/view/10.1093/acrefore/9780190632366.001.0001/acrefore-9780190632366-e-39?print> .
336. Moda, H. M., & Minhas, A. (2019), Impacts of climate change on outdoor workers and their safety: some research priorities. *International journal of environmental research and public health*, 16(18), 3458.
337. Spector, J. T., Masuda, Y. J., Wolff, N. H., Calkins, M., & Seixas, N, (2019), Heat exposure and occupational injuries: review of the literature and implications. *Current environmental health reports*, 6(4), 286-296.
338. \*\*\* Conturi economice de medii, Institutul Național de Statistică, (2019), [https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi\\_economice\\_de\\_mediu\\_5.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/conturi_economice_de_mediu_5.pdf)
339. Deschenes, O. (2018), Environmental regulations and labor markets. *IZA World of Labor*, 22 doi: 10.15185/izawol.22.v2.
340. Strategia națională pentru dezvoltarea durabilă a României 2030. – București, (2018), ISBN 978-606-748-261-4
341. World Urbanization Prospects (2018), Population Division of the Department of Economic and Social Affairs, United Nations, <https://population.un.org/wup/Download/>
342. Neidell, M., (2017), Air pollution and worker productivity. *IZA World of Labor*, 363. doi: 10.15185/izawol.363.
343. Bălțeanu, D., Mitrică, B., Mocanu, I., Sima, M., Popescu, C. (2016), Caracterizarea geografică a regiunilor de dezvoltare. Bălțeanu, D., Dumitrașcu, M., Geacu, S., Mitrică, B., Sima, M. (eds.) *Romania. Natură și Societate*, pp. 621-652, București: Editura Academiei Române.
344. Crimmins, A., J. Balbus, J.L. Gamble, C.B. Beard, J.E. Bell, D. Dodgen, R.J. Eisen, N. Fann, M.D. Hawkins, S.C. Herring, L. Jantarasami, D.M. Mills, S. Saha, M.C. Sarofim, J. Trtanj, and L. Ziska, (2016), The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment., Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 312 pp. <http://dx.doi.org/10.7930/J0R49NQX>

345. Kiefer, M., Rodríguez-Guzmán, J., Watson, J., van Wendel de Joode, B., Mergler, D., & da Silva, A. S. (2016), Worker health and safety and climate change in the Americas: issues and research needs. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 40, 192-197.
346. Kjellstrom Tord, Briggs David, Freyberg Chris, Lemke Bruno, Otto Matthias, Hyatt Olivia, (2016), Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts, *Annual Review of Public Health* 2016 37:1, 97-112
347. Popescu, C., Săgeată, R. (2016), Regiunile de dezvoltare și politica de dezvoltare regională, în D. Bălțeanu, M. Dumitrașcu, S. Geacu, B. Mitrică, M. Sima (eds), *Romania. Natură și Societate*, 604-608), Editura Academiei Române, București.
348. Raport C1.1\_Sinteza sectoriala\_scenariu de referinta\_RO, (2015)
349. [https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20C1.1\\_Sinteza%20sectoriala\\_scenariu%20de%20referinta\\_RO.pdf](https://www.fonduri-ue.ro/images/files/studii-analize/48145/Raport%20C1.1_Sinteza%20sectoriala_scenariu%20de%20referinta_RO.pdf)
350. Solecki, W., Seto, K. C., Balk, D., Bigio, A., Boone, C. G., Creutzig, F., Fragkias M., Lwasa S., Marcotullio P., Romero-Lankao P., Zwickel, T. (2015), A conceptual framework for an urban areas typology to integrate climate change mitigation and adaptation. *Urban Climate*, 14, 116-137.
351. Aral, M.M. (2014), Climate Change and Human Population Dynamics. *Water Qual Expo Health* 6, 53–62. <https://doi.org/10.1007/s12403-013-0091-5>
352. Capela Lourenço T, Rovisco A, Groot A, Nilsson C, Füssel H-M, Van Bree L, Street RB (Eds.) (2014), *Adapting to an Uncertain Climate. Lessons From Practice*, Springer, 182 pp. ISBN 978-3-319-04876-5
353. Lundgren, K., Kuklane, K., & Venugopal, V. (2014), Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): a case study from workplaces in Chennai, India. *Global health action*, 7(1), 25283.
354. Rumsey, M., Fletcher, S. M., Thiessen, J., Gero, A., Kuruppu, N., Daly, J., & Willetts, J. (2014), A qualitative examination of the health workforce needs during climate change disaster response in Pacific Island Countries. *Human Resources for Health*, 12(1), 1-11.
355. Selvey, L., Rutherford, S., Dodds, J., Dwyer, S., & Robinson, S. (2014), The impact of climate-related extreme events on public health workforce and infrastructure—how can we be better prepared?. *Australian & New Zealand Journal of Public Health*, 38(3), 208-210.
356. Smith KR, Woodward A, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, et al. (2014), Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. ed. / CB Field; V Barros; DJ Dokken. 1. ed. Cambridge UK: Cambridge University Press, 2014. p. 709-754. 21, pp. 709–54
357. Dunne JP, Stoufer RJ, John JG., (2013), Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming, *Nat. Clim. Change*, 3: doi: 10.1038/NCLIMATE1827.
358. Radu, B., (2013), Reziliența fostelor comunități miniere, *Presa Universitară Clujeană*, [https://www.academia.edu/16270998/Rezilien%C8%9Ba\\_fostelor\\_comunit%C4%83%C8%9Bi\\_miniere](https://www.academia.edu/16270998/Rezilien%C8%9Ba_fostelor_comunit%C4%83%C8%9Bi_miniere).

359. Raport privind Prioritățile de Dezvoltare ale României, Strategia Națională pentru Dezvoltare Regională, (2013)  
[https://info regio.ro/images/Documente\\_de\\_programare/Strategia\\_Nationala\\_Dezvoltare\\_Regionala\\_-\\_iulie\\_2013.pdf](https://info regio.ro/images/Documente_de_programare/Strategia_Nationala_Dezvoltare_Regionala_-_iulie_2013.pdf)
360. Aral MM, Guan J, Chang B., (2012), A dynamic system model to predict global sea-level rise and temperature change. J Hydrol Eng 17(2):237–242
361. EEA (European Environment Agency), (2012), Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, EEA report 12/2012
362. F. Nemry, H. Demirel, (2012), Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures, European Union, JRC, ISBN 978-92-79-27037-6.
363. Surugiu C., Surugiu MR., (2012), The Assessment of Climate Change Impact on the Romanian Seaside Tourism, Economic Research-Ekonomiska Istraživanja, 25:4, 959-972.
364. Zivin G. J., Neidell, M., (2012), The Impact of Pollution on Worker Productivity, American Economic Review, 102 (7): 3652-73.DOI: 10.1257/aer.102.7.3652.
365. \*\*\* European Commission (EC). (2012), Exploiting the employment potential of green growth, Commission Staff Working Document (Strasbourg).
366. Maloney SK, Forbes CF., (2011), What effect will a few degrees of climate change have on human heat balance? Implications for human activity, Int. J. Biometeorol, 55:147–60.
367. Samson J., Berteaux D., McGill B. J., Humphries M. M., (2011), Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations, Global Ecology and Biogeography, Volume20, Issue4, Pages 532-544.
368. Sim, M. R., (2011), Disaster response workers: are we doing enough to protect them?, Occupational and Environmental Medicine, 68(5):309–10.
369. UN-Habitat (2011), United Nation Global Report on Human Settlements, Cities and Climate Change, pp 250, ISBN Series Number: 978-92-1-131929-3, ISBN: 978-92-1-132296-5.
370. \*\*\* International Institute for Labour Studies, (2011), Defining “Green”: Issues and Considerations, EC-IILS JOINT DISCUSSION PAPER SERIES No. 10.
371. \*\*\*United Nations Population Fund (2011), Population Dynamics and Climate Change, <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/unfpa30.pdf>.
372. Mavrogianni, A.; Davies, M.; Batty, M.; Belcher, S.; Bohnenstengel, S.; Carruthers, D.; Chalabi, Z.; Croxford, B.; Demanuele, C.; Evans, S.; et al. (2011), The comfort, energy and health implications of London’s urban heat island. Build. Serv. Eng. Res. Technol., 32, 35–52.
373. \*\*\* The European Environment—State and Outlook, (2010), European Environment Agency, Copenhagen, <http://www.eea.europa.eu/themes/economy/>
374. Bell, S.E., (2009), There Ain’t No Bound in Town Like There Use to Be: The Destruction of Social Capital in the West Virginia Coalfields, Sociological Forum, vol. 24, nr. 3, pp. 631-657.
375. Hoepf Young M., Mogelgaard, K., Hardee, K., (2009), Projecting Population, Projecting Climate Change Population in IPCC Scenarios, PAI WORKING PAPER WP09-02.
376. Murtaugh P.A., Schlax, M.G., (2009), Reproduction and the carbon legacies of individuals, Global Environmental Change, 19 (2009) 14–20



377. Olsen L. (2009). The employment effects of climate change and climate change responses: A role for international labour standards?. International Labour Office. - Geneva: ILO, 2009 32 p. (GURN discussion paper; no.12)
378. Surugiu, C., Surugiu, M. (2009), Climate change and global economic status. Present and perspectives, The Young Economists Journal, vol. 1, issue 13S, pages 121-133.
379. \*\*\* Eurostat (2009), The Environmental Goods And Services Sector. A Data Collection Handbook, Methodologies and working papers, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-RA-09-012/EN/KS-RA-09-012-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-09-012/EN/KS-RA-09-012-EN.PDF).
380. Bolwell, D. & Weinz, W., (2008a.) Reducing poverty through tourism. Geneva: International Labour Office.
381. Bolwell, D. & Weinz, W., (2008b.) Guide for social dialogue in the tourism industry. Geneva: International Labour Office.
382. Climate change, innovation and jobs SAMUEL FANKHAUSER<sup>1</sup>, (2008) 2\*, FRIEDEL SEHLEIER<sup>2</sup>, NICHOLAS STERN, CLIMATE POLICY 8, 421–429
383. Matthies, F., G. Bickler, N.C. Marin, and S. Hales (eds.), (2008), Heat-Health Action Plans: Guidance. World Health Organization, Copenhagen
384. Mocanu, I., (2008), Șomajului din România. Dinamica și diferențieri geografice, Ed. . Universitară, București.
385. Șofletea N., Curtu L., (2008): Dendrologie. Editura „Pentru Viață”, Brașov, 418p.
386. Olsen, L., (2007), Talking weather: trade unions and climate change. World of Work (60), p.12-15.
387. Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Tignor KBM, Miller HL (eds), (2007), Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, 996 p.
388. Satterthwaite D., Huq S., Pelling M., Reid H., Lankao Romero P., (2007), Adapting to Climate Change in Urban Areas. The possibilities and constraints in low- and middle-income nations, Human Settlements Group and the Climate Change Group at the International Institute for Environment and Development (IIED), Human Settlements Discussion Paper Series, Theme: Climate Change and Cities – 1, [https://www.slurc.org/uploads/1/0/9/7/109761391/adapting\\_to\\_climate\\_change\\_in\\_urban\\_areas.pdf](https://www.slurc.org/uploads/1/0/9/7/109761391/adapting_to_climate_change_in_urban_areas.pdf)
389. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), (2006), Climate change in the European alps: adapting winter tourism and natural hazards management. OECD warns climate change is threatening Europe's skiing trade. Paris: OECD.
390. Stern, Nicholas. (2006), The Stern Review of the Economics of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
391. Amerio, P. (2003), Evoluția conceptului de comunitate în cultura occidentală, în Zani, B., Palmonari, A., (coord.), Manual de psihologia comunității, Ed. Polirom, 2003, Iași.
392. OMT (Organizația Mondială a Turismului), (2003), Climate change and tourism. The 1st international conference on climate change and tourism. Djerba, Tunisia 9-11 April. UNWTO: Madrid.

393. Watson. J.T., (2003), *Sociology, Work and Industry*, ed. 4, London, Routledge.
394. Pârvulescu. I., Stegar, I., Pârvulescu, S., (2002), *Sociologie industrială*, Ed. Focus, Petroșani.
395. Aghion, P., (2001), *Schumpeterian Growth Theory and the Dynamics of Income Inequality*, Walras–Bowley Lecture to the 1999 North-American Meeting of the Econometric Society, Madison, WI.
396. Kjellstrom T. (2000), *Climate change, heat exposure and labour productivity*, *Epidemiology*, 11:S144.
397. Hansen, T.N., Ianoș I., Pascariu G., Platon V., Sandu D., (1996)., *Regional Disparities in Romania 1990–1994*. Bucharest: Grupul de consultanță Ramboll.
398. \*\*\*Agenția națională pentru Ocuparea Forței de Muncă (2011 – 2014), *Green jobs - crearea unui sistem de analiză și monitorizare a locurilor de muncă verzi în România*, contract POSDRU/111/4.1/S/91801., <http://proiect.locuridemuncaverzi.ro/upload/pdf/Studiu%20A%2017%20final%20RV.pdf>.
399. Institutul Național de Statistică, TEMPO-online. Baza de date statistice, <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insse-table>.
400. [https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/statistica\\_activitatilor\\_din\\_silvicultura\\_in\\_anul\\_2020.pdf](https://insse.ro/cms/sites/default/files/field/publicatii/statistica_activitatilor_din_silvicultura_in_anul_2020.pdf)
401. <http://www.consiliulconcurrentei.ro/wp-content/uploads/2020/01/raport.pdf>
402. [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/information/publications/reports/2018/assessment-of-unit-costs-standard-prices-of-rail-projects-capital-expenditure](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/reports/2018/assessment-of-unit-costs-standard-prices-of-rail-projects-capital-expenditure)
403. <https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20200109STO69929/pierdere-a-biodiversitatii-problema-si-cauzele>