

Adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice

Manual pentru personalul silvic



Chișinău, 2024

CZU (630*1+551.583) (478)(075.8)

Autori: Laura Bouriaud, doctor, profesor universitar; Olivier Bouriaud, doctor, cercetător științific; Mihai Enescu, doctor, șef de lucrări; Cosmin Coșofreț, doctor, asistent universitar; Ciprian Palaghianu, doctor, conferențiar universitar; Alexei Savin, doctor, șef de lucrări; Vitalie Gulca, doctor.

Coordonator: Gheorghe Novac, Consultant Reziliență Climatică, UCIP IFAD, doctor în științe silvice

Responsabil tehnic – lider de echipă: Laura Bouriaud, profesor universitar, din partea Office National de Forêts (ONF) International

Recenzori:

Ala Donica, cercetător, doctor în științe, Institutul de Ecologie și Geografie al USM, R. Moldova
Bogdan Popa, profesor universitar, doctor în științe silvice, Universitatea “Transilvania” Brașov, România

Design și procesare computerizată: Laura Bouriaud, Ciprian Palaghianu

Tipar executat de: Tipografia „Arva Color” SRL

Manualul a fost elaborat cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD), în cadrul contractului „Capacity building courses for climate change adaptation of the forestry sector in the Republic of Moldova”/“Organizarea instruirilor pentru consolidarea capacităților de adaptare la schimbările climatice a sectorului forestier din Republica Moldova”, Contract 68/23PRR/11.09.2023 implementat de ONF International, în cadrul Proiectului de Reziliență Rurală (IFAD VII), implementat de Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD).

Publicația este distribuită gratis.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Bouriaud și alții.

Adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice: Manual pentru personalul silvic/ Laura Bouriaud, Olivier Bouriaud, Mihai Enescu, Cosmin Coșofreț, Ciprian Palaghianu, Alexei Savin, Vitalie Gulca; coordonator: Gheorghe Novac; responsabil tehnic: Laura Bouriaud; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD). – Chișinău: S. n., 2024 (Tipogr. "Arva Color"). – 320 p.: 92 fig., 38 tab., Bibliog. Cap.1:12 tit.; Cap. 2: 43 tit.: Cap. 3: 43 tit.; Cap. 4: 33 tit.: Cap. 5: 87 tit.

– Apare cu suportul financiar al Fondului Internațional pentru Dezvoltare Agricolă (IFAD). – 350 ex.

ISBN 978-9975-127-90-5 © UCIP IFAD, 2024



Cuprins

Capitolul 1. Schimbările climatice pe teritoriul Republicii Moldova și tendințele acestora	8
1.1. Climatul actual: descrierea generală și variabilitatea sa	9
1.1.1. Geografia țării	9
1.1.2. Repartiția precipitațiilor	11
1.1.3. Tendințe climatice din ultimele decenii	11
1.1.4. Nivelul de ariditate și frecvența secetelor	15
1.1.5. Consecințele tendințelor climatice pentru resursele de apă în sol	18
1.2. Climatul viitor	20
1.2.1. Tendințe generale de aridizare prin prisma datelor climatice	20
1.2.2. Tendințe climatice stabilite în baza modelelor de emisii și a modelelor climatice	21
Bibliografie	29
Capitolul 2. Impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier din Republica Moldova	31
2.1. Descrierea pădurilor din Republica Moldova	32
2.2. Favorabilitatea condițiilor de climă și de sol în dezvoltarea speciilor forestiere	39
2.3. Vulnerabilitatea sectorului forestier din R. Moldova la schimbările climatice și impactul asupra pădurilor	50
2.3.1. Principalele riscuri și pierderi ce vor apărea datorită schimbărilor climatice	50
2.3.2. Impactul schimbărilor climatice asupra ecosistemele forestiere ale Republicii Moldova	51
2.3.3. Impactul schimbărilor climatice asupra compoziției viitoare a pădurilor din Republica Moldova	54
2.3.4. Evoluția stării pădurii în contextul unor scenarii climatice contrastante particularizată pentru un ocol silvic din Sudul Republicii Moldova	64
2.4. Pădurea și seceta	74
2.4.1. Introducere	74
2.4.2. Manifestarea secetei pe teritoriul Republicii Moldova	74
2.4.3. Efectele secetei asupra pădurilor din Republica Moldova	75
2.4.4. Măsuri silvice de atenuare a efectelor secetei pe teritoriul Republicii Moldova	76
2.5. Fauna sălbatică și schimbările climatice	78
2.5.1. Clima, factor regulator al efectivelor de animale sălbatice	78
2.5.2. Protecția speciilor vulnerabile și sensibile la schimbările climatice	79
2.5.3. Menținerea echilibrului pădure-vânat	81

Bibliografie	83
Capitol 3. Experiența europeană și regională în ceea ce privește adaptarea ecosistemelor forestiere la schimbările climatice	87
3.1 Ce măsuri prevăd Ghidurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	89
3.2. Recomandări din literatura științifică referitoare la măsurile de adaptare la schimbările climatice	94
3.2.1 Măsurile de adaptare cu caracter general	94
3.2.2 Măsuri de adaptare în funcție de regiunea biogeografică	96
3.2.3 Ce înseamnă schimbările climatice pentru silvicultură?	99
3.2.4 Măsuri practice de tehnică silvică recomandate pentru adaptare	100
3.2.5 Provocări și riscuri legate de implementarea măsurilor recomandate	106
3.3 Opiniile gestionarilor de păduri despre posibilitatea de adaptare	109
3.3.1 Opinia gestionarilor de păduri și rolul autorităților	109
3.3.2 Ce cred administratorii de păduri din Europa despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	110
3.3.3 Ce cred administratorii de păduri din România despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	113
3.4 Experiența de adaptare la schimbările climatice a arboretelor vulnerabile și a celor cu probleme de uscare	119
3.4.1 Evoluția stării de sănătate a arborilor trebuie monitorizată atent	119
3.4.2 Prioritatea principală rămâne menținerea stării de masiv forestier	119
3.4.3. Instrumente de identificare a vulnerabilităților și de diagnosticare	120
3.4.4. Câteva recomandări privind arboretele de stejar pufos (<i>Quercus pubescens</i>) vulnerabile sau afectate de uscare	122
3.5 Silvicultura salcâmului în condiții staționale extreme	125
3.5.1 Introducere	125
3.5.2 Creșterea și producția arborilor și arboretelor de salcâm	127
3.5.3 Gospodărirea salcâmului/salcâmetelor	128
3.5.4 Silvotehnica salcâmetelor	129
3.6 Studii de caz	143
3.6.1 Împăduririle realizate cu salcâm în România, cu privire specială asupra celor din județele Dolj și Olt	143
3.6.2 Utilizarea pinului negru pentru împădurirea zonelor semi-aride din Turcia	150
Bibliografie	156
Capitol 4. Politici și strategii privind adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice	160
4.1. Cadrul legal și de reglementare	161
4.1.1 Norma de drept și cadrul de reglementare	161



4.1.2. Legislația internațională și Europeană la care R. Moldova este parte semnatară	164
4.1.3 Principale prevederi legale referitoare la păduri	165
4.2 Politici cu privire la adaptarea sectorului forestier al Republicii Moldova la schimbările climatice	170
4.2.1 Strategiile de adaptare a gestionării pădurilor la schimbările climatice au ca prioritate creșterea rezistenței și rezilienței pădurilor	170
4.2.2 Politici internaționale de adaptare a pădurilor și sectorului forestier la schimbările climatice	171
4.3. Abordarea problemei schimbărilor climatice și a adaptării în Republica Moldova	177
4.3.1 Principalele politici și strategii naționale în domeniul climei în R. Moldova	177
4.3.2 Politica guvernamentală în domeniul pădurilor	179
Bibliografie	182
Capitol 5. Măsurile practice de adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice	185
5.1 Tehnici de regenerare adaptate noilor condiții climatice	187
5.1.1 Regenerarea reușită condiționează rezistența viitoare a arboretului la schimbările climatice	187
5.1.2 Adaptări ale tehnicilor de regenerare la noul context climatic	195
5.1.3. Creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere adaptat condițiilor locale	198
5.1.4. Îmbunătățirea tehnicilor de instalare a vegetației	199
5.2 Măsurile referitoare la diversificarea speciilor și alegerea speciilor mai adaptate	204
5.2.1 Selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate	204
5.2.2. Specii de interes pentru pădurile din Republica Moldova prin rezistența la stresul schimbărilor climatice	207
5.3 Măsurile de împădurire în terenuri degradate	215
5.4 Ameliorații silvice, perdele forestiere de protecție și reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate	218
5.4.1 Introducere	218
5.4.2 Principalele procese de degradare a terenurilor	219
5.4.3 Ameliorarea silvică a terenurilor degradate și principiile ameliorării	229
5.4.4 Reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate	234
5.5. Tehnici de gospodărire adaptate necesității conservării stocurilor de carbon subteran și suprateran	239
Bibliografie	247
ANEXE	254
ANEXA 1. Răspunsuri la întrebările de verificare	256
ANEXA 2. Compoziții, scheme și tehnologii de împădurire a terenurilor degradate pe categorii de terenuri degradate și grupe staționale	262

Terenuri erodate (terenuri cu eroziune în suprafață) – E	262
Râpe și taluzuri naturale - R.....	266
Depozite naturale – D	267
Terenuri fugitive (afectate de procese de deplasare) – F	269
Terenuri sărăturate – H	270
Terenuri alcalizate - A	272
Terenuri cu exces de apă.....	273
Terenuri afectate de degradare antropică.....	277
Terenuri deranjate sau desfundate și taluzuri de rambleu - X	279
ANEXA 3. Compatibilitatea climatică pentru principalele specii forestiere	282



Capitolul 1. Schimbările climatice pe teritoriul Republicii Moldova și tendințele acestora

Cuprins

Capitolul 1. Schimbările climatice pe teritoriul Republicii Moldova și tendințele acestora	8
1.1. Climatul actual: descrierea generală și variabilitatea sa	9
1.1.1. Geografia țării	9
1.1.2. Repartiția precipitațiilor	11
1.1.3. Tendințe climatice din ultimele decenii	11
1.1.4. Nivelul de ariditate și frecvența secetelor	15
1.1.5. Consecințele tendințelor climatice pentru resursele de apă în sol	18
1.2. Climatul viitor	20
1.2.1. Tendințe generale de aridizare prin prisma datelor climatice	20
1.2.2. Tendințe climatice stabilite în baza modelelor de emisii și a modelelor climatice	21
1.2.2.1 Modelele de emisii și modelele climatice	21
1.2.2.2. Unde găsim informații referitoare la scenariile de schimbări climatice?	22
1.2.2.3. Tendințe ale temperaturilor medii anuale în baza scenariului RCP 4.5	24
1.2.2.4. Tendințe ale aridității, în baza mediei a 21 de modele climatice globale	25
1.2.2.5. Predicțiile climatice de temperatură și precipitații pentru Republica Moldova calculate pentru următorii 80 de ani în baza a două scenarii de emisii	26
Bibliografie	29

Acest capitol pune la dispoziția cititorilor informații legate de modelele de emisii, de modelele climatice și de tendințele climatice prognozate.

Scopul capitolului este de a informa publicul cu privire la impactul schimbărilor climatice asupra Republicii Moldova și de conștientizare a publicului cu privire la această problemă majoră a mediului, ținând cont că identificarea tendințelor climatice viitoare este crucială pentru elaborarea strategiilor de adaptare și reducere a riscurilor asociate cu schimbările climatice.

Parcurgerea acestui capitol va ajuta la înțelegerea fenomenului schimbărilor climatice, la informarea cu privire la predicții climatice și modul în care sunt calculate acestea, precum și la înțelegerea variațiilor spațiale ale climatului. Capitolul oferă detalii despre frecvența secetelor și despre predicțiile cu privire la aridizarea climatului pentru a atrage atenția asupra riscurilor ce vor afecta activitatea sectorului forestier în viitor.

1.1. Climatul actual: descrierea generală și variabilitatea sa

Autori: Olivier Bouriaud și Cosmin Coșofreț

1.1.1. Geografia țării

Republica Moldova este o țară situată în partea de sud-est a Europei, având ca vecini România și Ucraina, cu o extindere de circa 350 km de la nord la sud, și 120 km de la vest la est. Cea mai mare parte a teritoriului este un platou de deal, cu o altitudine medie de 100-200 m, tăiat de multe pâraie și râuri, la care se adaugă spre sud câmpiile de stepă semiaride (National Drought Plan of the Republic of Moldova 2019).

Republica Moldova se află într-o zonă climatică temperat-continentală, cu influențe în partea sudică a țării de prezența Mării Negre, dar și datorate aerului provenind din zona Mediteraneană. Trăsăturile circulației generale a atmosferei în partea central-sud-estică a Europei și “deschiderea teritoriului” spre Marea Neagră, sunt principalele caracteristici care induc modificări locale sesizabile în dinamica atmosferei, cu influențe asupra regimului termic și al precipitațiilor atmosferice (Nedealcov 2012). Sezoanele se diferențiază prin temperaturi, iarna acestea fiind scăzute iar vara având temperaturi care adeseori depășesc 30°C. Regimul precipitațiilor atmosferice este predominant de situații anticlonice (Ghid Climatic 2023). Datele medii multianuale, pe perioada 1991-2021, arată o temperatură anuală medie de 10,1°C grade, cu -2,1°C iarna și 22,0°C vara. În medie, amplitudinea este de 24°C, tipică pentru un climat continental. Repartizarea geografică a temperaturilor arată prezența unui gradient moderat din nordul către sudul țării, cu temperaturi mai ridicate sub latitudinea de 47°. Astfel, temperatura medie anuală în sudul țării atinge circa 10,5-11°C, în timp ce în partea de nord, la altitudini comparabile, valorile acestui parametru sunt mai joase cu 1,5-2°C (Figura 1). Menționăm faptul că, la nivel național, sunt perioade când nu se respectă principiul zonalității, înregistrându-se situații inverse, când în partea de nord se observă un trend pozitiv, iar în parte de sud a țării – o scădere a temperaturilor anuale (Nedealcov 2020).

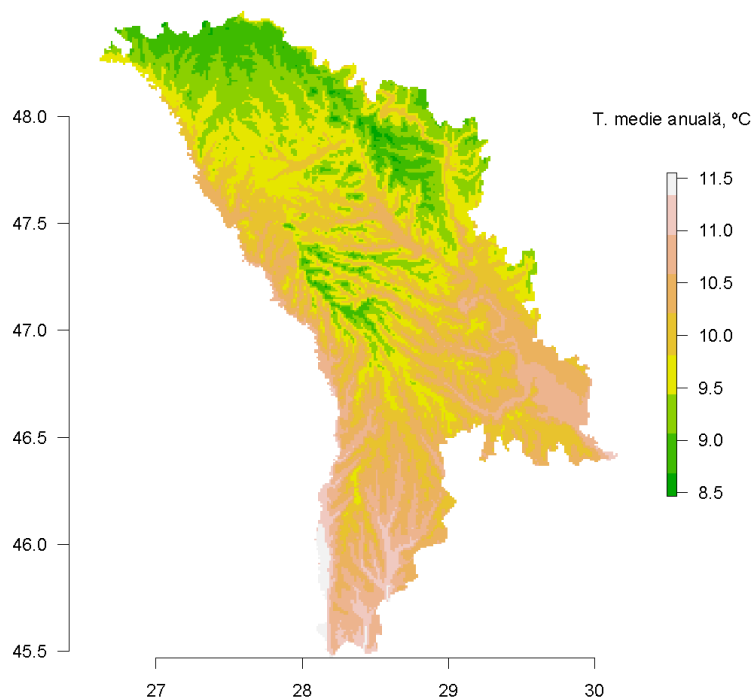


Figura 1. Variabilitatea spațială a temperaturii medii anuale în Republica Moldova.

Sursa: prelucrări proprii, date CHELSA versiunea 2.1.

Geografia țării modifică temperaturile globale, prin altitudine și expoziție. Aceste modificări sunt destul de importante, ajungând până la 2°C, deși gradientul altitudinal este destul de mic: de la 2 m (Nistru) la 430 m (Dealul Bălănești) cu o altitudine medie variind, în funcție de sursa datelor, între 139 și 147 m (Figura 2).

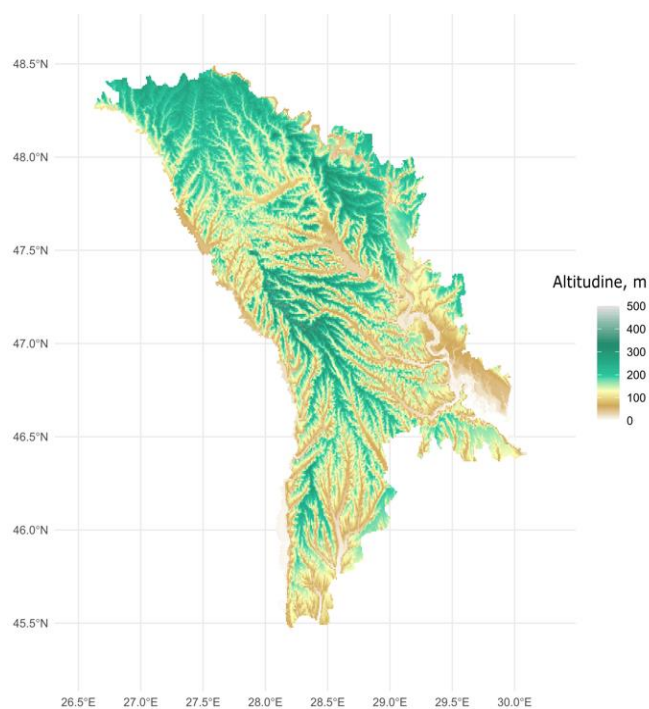


Figura 2. Harta altitudinii reliefului Republicii Moldova.

Sursa: prelucrări proprii, date din pachet geodata pentru R (<https://CRAN.R-project.org/package=geodata>).

1.1.2. Repartiția precipitațiilor

Precipitațiile au un nivel destul de scăzut, variind între 379 la 639 mm pe an, în ultimii 30 de ani. În perioada 1991-2020, cantitatea totală medie de precipitații a fost de 498 mm. Precipitațiile sunt sub formă de ploi și au loc preponderent primăvara, vara și toamna. Precipitațiile din iarnă (sunt limitate, fiind în medie (pe perioada 1991-2020) de 95 mm. Serviciul Hidrometeorologic de Stat (SHS - <https://www.meteo.md>) precizează faptul că fenomenele meteorologice specifice pentru sezonul de iarnă sunt:

- ceață (în medie 18-25 zile pe an);
- viscol (în medie 4-9 zile pe an);
- depuneri de polei și chiciură (în medie 10-18 zile pe an);
- ghețuș pe drumuri (în medie 30-50 zile pe an).

Repartizarea geografică a precipitațiilor arată faptul că zona nordică și cea centrală, a Republicii Moldova, primesc mai multe precipitații decât zonele din Est și din Sud. Variabilitatea spațială este destul de mică, în jur de 100 mm, dar în contextul unei cantități totale mici, aceste diferențe locale pot însemna mult pentru arbori îndeosebi pentru perioada de vară. Dimpotrivă, caracterul extrem de variabil în manifestarea anilor cu excese pluviometrice, dar și cu deficit pluviometric, din ultimele decenii, indică o alternare frecventă a anomaliilor pozitive cu cele negative (A. Donica, com. pers.).

Topul anilor cu exces și deficit pluviometric înregistrați în perioada 1891-2010 este prezentat în Tabelul 1, din care se constată că diferențele dintre extreme sunt foarte mari, foarte puține din speciile forestiere principale putând să vegeteze în asemenea condiții.

Tabelul 1. Topul anilor cu exces și deficit pluviometric înregistrați în perioada 1891-2010 (Nedealcov et al. 2013)

Ani secetoși	Anii	1903	1896	1938	1945	1951	1924	1990	1902	1953	1898
	mm	271,8	301	320	329	345	357	361	368	373	374
Ani ploioși	Anii	1912	1914	1933	1966	2010	1948	1922	1955	1980	1996
	mm	915	903	777	774	735	734	729	721	712	711

1.1.3. Tendințe climatice din ultimele decenii

Începutul anilor '90 ai secolului XX este considerat un „punct de referință” pentru fenomenul de încălzire globală (Figura 3). Acest fenomen a fost constatat și în baza observațiilor efectuate la stația meteorologică Chișinău (*cea mai lungă serie de observare a datelor climatice*) (HG 1009/2014). Analiza valorilor medii ale indicelui temperatura medie anuală și sezonieră a aerului arată că s-au constatat modificări substanțiale în regimul de temperatură pentru cele două perioade distincte (Tabelul 2).

Cu un înalt grad de certitudine a fost stabilit faptul că fenomenul schimbărilor climatice a luat amploare și a avansat cu un ritm accelerat, în special în ultimele trei decenii, manifestându-se practic pe întreaga perioadă a anului, mai puțin toamna. În afară de aceasta, s-a constatat și o intensificare accentuată a variabilității temperaturii medii anuale și sezoniere pentru perioada 1981-2010. Această variabilitate se manifestă prin creșterea frecvenței fluctuațiilor bruște de temperatură în special în perioada de iarnă și primăvara târzie, iar vara – prin apariția valurilor de căldură.

Tendențele recente ale temperaturilor aerului arată o creștere foarte rapidă în ultimele decenii (Figura 4). Astfel, temperatura medie a ultimilor ani (2017-2022) este de 11,65°C, cu 1,93°C mai mult decât temperatura medie din perioada de referință climatică 1961-1990, iar temperatura medie din perioada 1991-2020 este cu 1,06°C mai mare decât cea din perioada 1961-1990 (adică cu 10% mai mare).

Tabelul 2. Topul celor mai reci și al celor mai calzi ani înregistrați în perioada 1887-2010 (Nedealcov et al. 2013)

Cei mai reci ani	Anii	1933	1929	1934	1985	1912	1940	1987	1888	1976	1980
	T, °C	7,2	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3
Cei mai calzi ani	Anii	2007	2009	1990	1994	2008	2000	1999	1966	1989	2002
	T, °C	12,1	11,4	11,3	11,3	11,3	11,2	11,0	10,9	10,9	10,8

Tendența de creștere a temperaturilor medii anuale este susținută și de topul celor mai reci și al celor mai calzi ani înregistrați în perioada 1887-2010 din tabelul 2. Este deci de așteptat o deplasare a optimului ecologic pentru fiecare dintre speciile de mai sus.

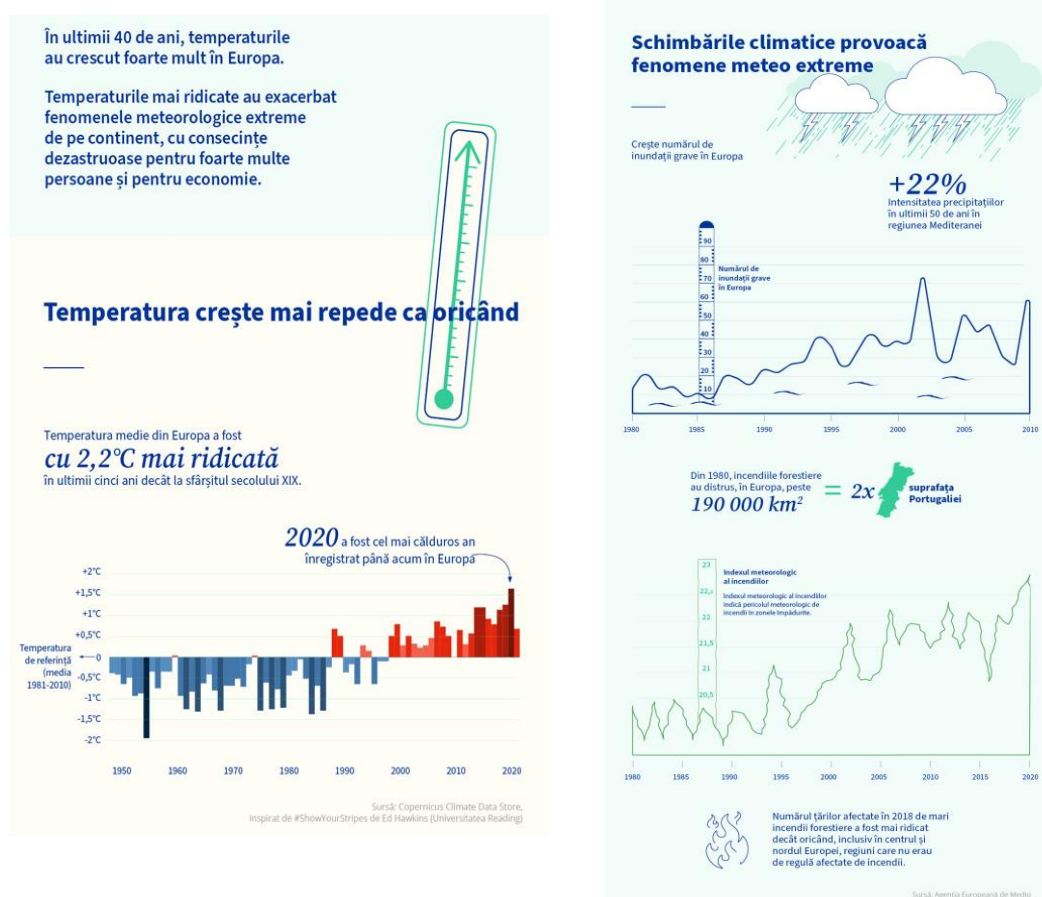


Figura 3. Infografic, Uniunea Europeană, 2022. Consiliul Uniunii Europene, Secretariatul General. Disponibil la:
<https://www.consilium.europa.eu/ro/infographics/climate-costs/>

Tabelul 3. Evoluția valorilor medii a temperaturii anuale și sezoniere (°C) pentru perioadele 1887-1980 și 1981-2010, precum și a precipitațiilor medii anuale și sezoniere (mm), pentru perioadele 1891-1980 și 1981-2010 la stația meteorologică Chișinău (sursa: HG 1009/2014)

Anotimpul	Temperatura medie a aerului (°C)		Precipitațiile medii (mm)	
	Perioada 1887-1980	Perioada 1981-2010	Perioada 1887-1980	Perioada 1981-2010
Iarnă	-2,2	-1,1	100,6	105,6
Primăvară	9,4	10,2	121,5	123,7
Vară	20,5	21,3	185,9	186,1
Toamnă	10,1	10,3	113,1	132,2
Anual	9,5	10,2	521,1	547,6

Potrivit Serviciului Hidrometeorologic de Stat, cele mai calde ierni au fost în anii 2019-2020, când temperatura medie a aerului a fost în intervalul +1,5-3,5°C, astfel depășind media cu 4,5-5,5°C. În schimb, cea mai joasă temperatură a aerului, de pe parcursul întregii perioade de observații instrumentale, în sezonul de iarnă, a fost în 20 ianuarie 1963 cu -35,5°C, iar cea mai ridicată, în data pe 26 februarie 1990, de +23,3°C, la Tiraspol (<https://www.meteo.md/index.php/clima/caracterizari-climatic/sezonul-curent/>). Astfel, Serviciul Hidrometeorologic de Stat concluzionează că „instabilitatea regimului termic în sezonul de iarnă este una din cele mai specifice trăsături ale climei Republicii Moldova”.

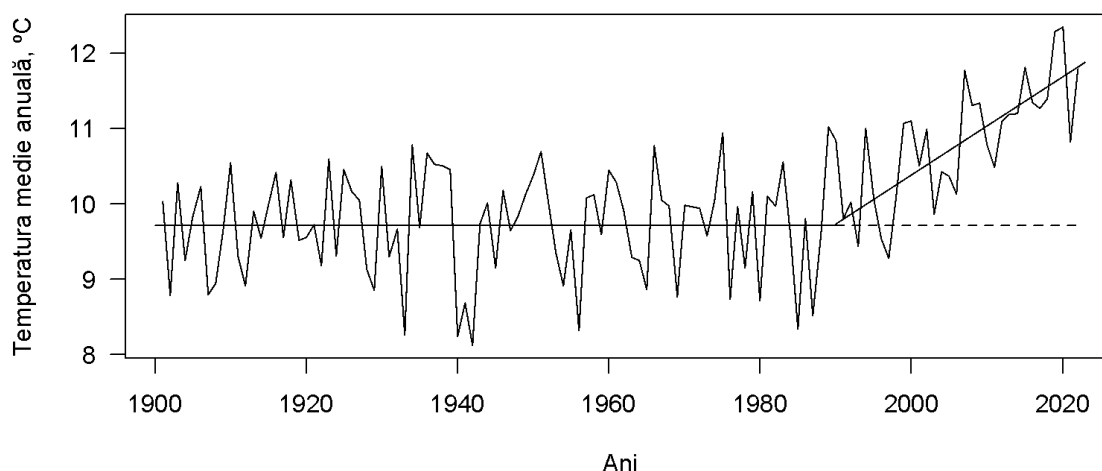


Figura 4. Mersul multianual al temperaturii medii anuale pentru teritoriul Republicii Moldova (1900-2020). Tendințele temperaturilor medii anuale din 1900 până în prezent arată o creștere foarte mare în ultimele 20 de ani.

Sursa: prelucrări proprii în baza datelor din CHELSA (versiunea 2.1).

Valorile temperaturii aerului în timpul sezonului de vegetație (aprilie-septembrie) a avut o creștere după anii 1990, printr-o diferență de +1,14°C, în medie, în perioada 1991-2020 comparativ cu perioada 1961-1990 (Figura 4). Tendința din anii 80 până în prezent este aproape liniară cu o pantă de 0,056°C/an, ceea ce reprezintă o jumătate de grad la 10 ani, 1 grad la 20 de ani.

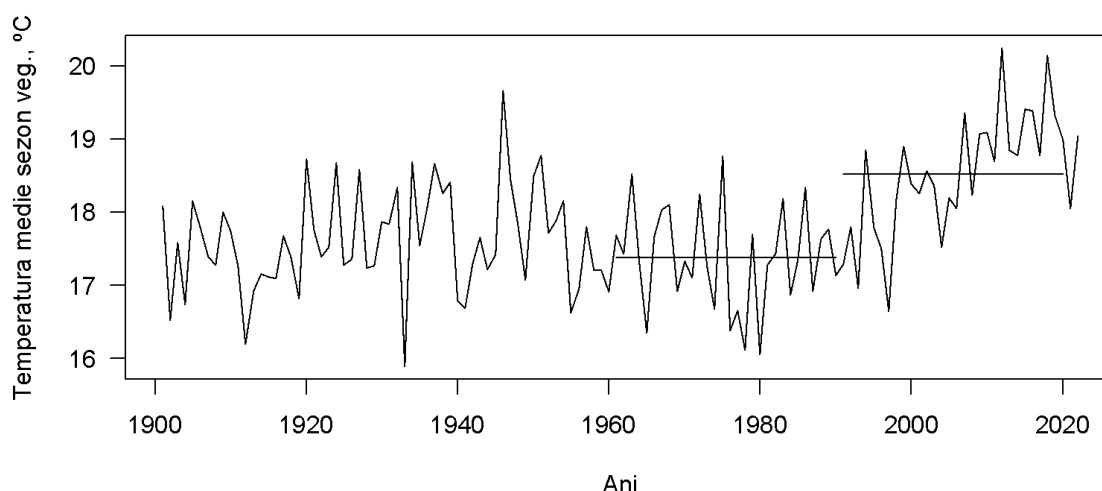


Figura 5. Tendințele temperaturilor medii ale aerului în timpul sezonului de vegetație (aprilie-septembrie) în ultimii 30 de ani.

Sursa: prelucrări proprii în baza datelor din CHELSA (versiunea 2.1).

Distribuția în timp a precipitațiilor, respectiv fenomenele torențiale cu perioade lungi de precipitații scăzute între ele sunt parte a aridizării. În acest context, se observă o tendință descrescătoare a cantității de precipitații în ultimii 30 de ani (Figura 6), cu o scădere de 20 mm în perioada 1991-2020 comparativ cu 1961-1990 (-3,8%).

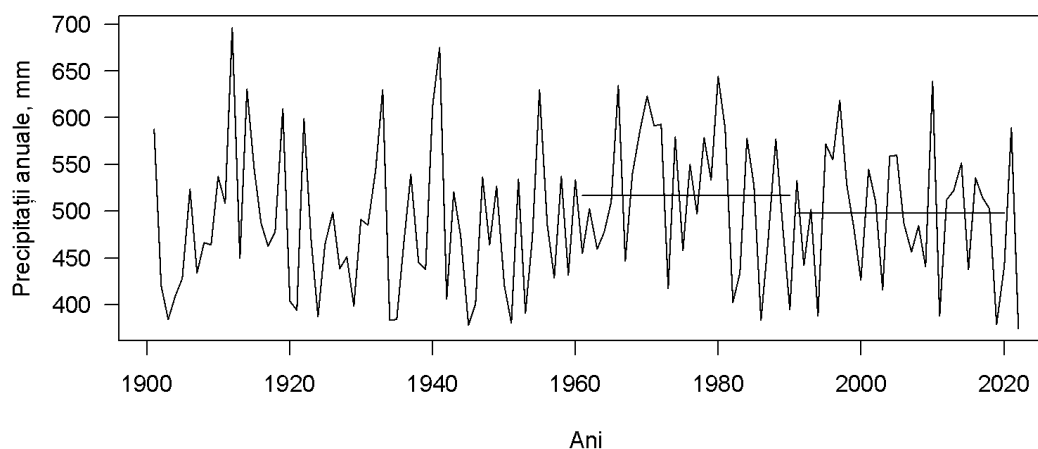


Figura 6. Tendințele precipitațiilor anuale arată o scădere de 20 mm în ultimii 30 de ani.

Sursa: prelucrări proprii în baza datelor CHELSA (versiunea 2.1).

La cele 16 stații meteorologice ce au făcut obiectul studiului realizat de Bejenaru și Stamatova (2022), în medie pe țară, în perioada 1991-2020, cantitatea de precipitații a scăzut cu 24 mm sau 2,52% față de anii 1961-1990 (Figura 6). Deosebit de mult s-a redus cantitatea medie anuală de precipitații la Bălți (-40 mm sau -8,17% față de anii 1961-1990) și cel mai mult a crescut la Leova (26 mm sau 4,7% față de anii 1961-1990). Ambele extreme pot fi explicate prin caracterul foarte discret în distribuirea precipitațiilor, influențate de geneza lor, care se manifestă inclusiv și în valorile medii multianuale.

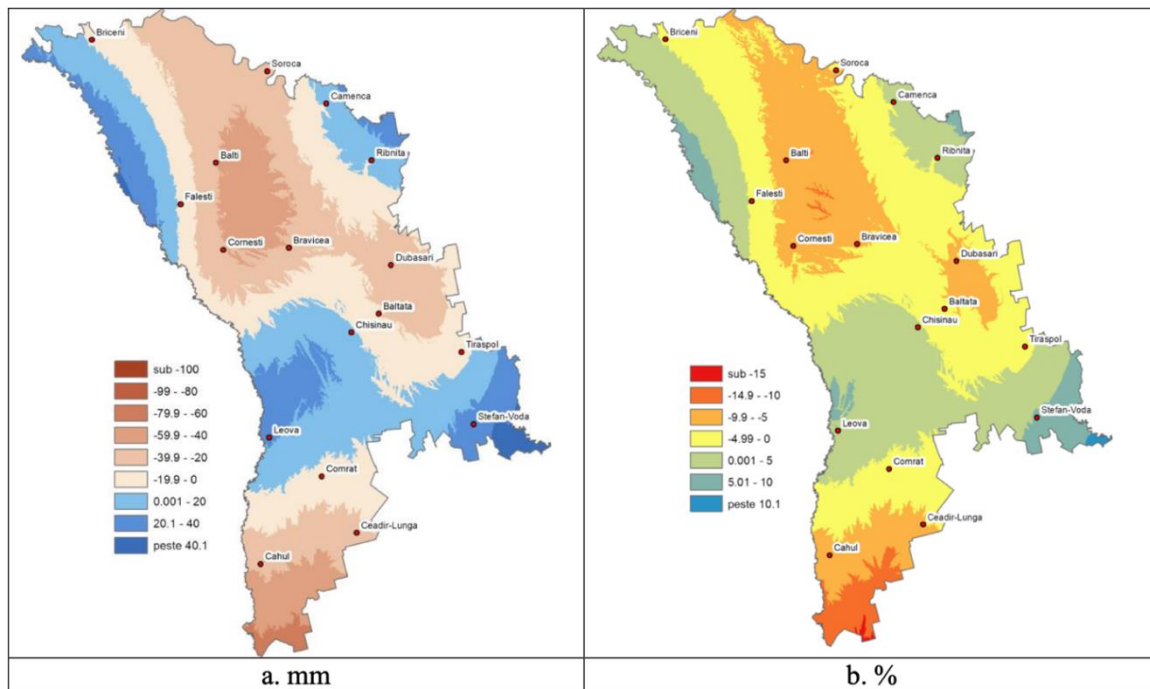


Figura 7. Diferența dintre valorile precipitațiilor medii anuale aferente perioadelor 1991-2020 față de 1961-1991: în mm (a) și ca procent (b).

Sursa: http://meteo.md/images/uploads/gis/Evaluarea_precipitatiilor_2022.pdf

Totodată, doar patru stații meteorologice atestă o creștere foarte mică (cu excepția stației meteorologice Leova) a cantității medii anuale de precipitații 2-6 mm sau până la 1% față de anii 1961-1990 (Bejenaru și Stamatova 2022). Intensitatea, extensiunea și poziția centrilor barici față de teritoriul Republicii Moldova determină formele, variantele și tipurile de circulație atmosferică, cu rezultate în geneza vremii, respectiv și în geneza precipitațiilor (Figura 7).

1.1.4. Nivelul de ariditate și frecvența secetelor

După cum s-a arătat și în capitolele precedente, clima Republicii Moldova se caracterizează prin variabilitatea condițiilor meteorologice, iernile fiind blânde, cu puțină zăpadă, iar perioada caldă este, preponderent, secetoasă (Ursu et al. 2022; SHS, 2023). Spre exemplu, doar în perioada 1990-2011, au fost înregistrați 10 ani secetoși, respectiv: 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2000, 2001, 2003, 2007 și 2011, în anii 1994, 2000, 2003, 2007 și 2011 fiind înregistrate cele mai puternice secete din perspectiva intensității și a suprafețelor afectate (Boian 2011). În plus, dacă considerăm fenomenele catastrofale înregistrate în ultimul mileniu pe actualul teritoriu al republicii, constatăm că perioadele 1080-1180, 1360-1500 și 1820-1980 au fost mai calde și mai secetoase, un număr total de 462 de secete fiind semnalate (Mihăilescu și Boian 2005).

Spre exemplu, în 1994, seceta catastrofală s-a înregistrat pe parcursul întregii perioade calde, iar în anotimpul de primăvară, aceasta a afectat 87% din teritoriul țării, având un grad de intensitate puternic și foarte puternic. Seceta din 2011 s-a caracterizat printr-un deficit de precipitații, oscilând de la 290 mm la 415 mm, în funcție de regiune, adică 50-75% din norma anuală (Boian 2011).

Ariditatea este o noțiune spațio-temporală care exprimă un dezechilibru hidric în geosistem. Conceptul de zonă aridă este expresia spațială a ieșirilor de apă din sistem ce depășesc constant

intrările. Principalii factori ai aridității sunt precipitațiile, temperatura, continentalitatea, albedoul etc. Din punct de vedere biogeografic, insuficiența de apă în sol produce un deficit de creștere al speciilor vegetale și chiar creează vaste discontinuități în covorul vegetal. Ca urmare a naturii conservatoare a aridității, în comparație cu temperatura și/sau precipitațiile, rezultă definiția matematică a aridității ca fiind coeficientul/raportul dintre precipitații și unele valori ale umidității și temperaturii aerului (Svoboda și Fuchs 2016). Teritoriul Republicii Moldova este asigurat pe deplin cu resurse de căldură și insuficient cu resurse de umiditate. În aspect regional, predomină bilanțul negativ al umezelii, adică cantitatea de precipitații căzute nu poate asigura potențialul de căldură și energetic al teritoriului, care poate să evapore cantități mult mai mari de apă decât primește sub formă de precipitații (Nedealcov 2012).

Analiza datelor climatice naționale (HG 1009/2014) a stabilit că frecvența medie a secetelor în Republica Moldova, într-o perioadă de 10 ani, este de 1-2 perioade de secetă în nord, 2-3 perioade de secetă în partea centrală și 5-6 perioade de secetă în sud. Frecvența secetelor a crescut în ultimele trei decenii. În anii 1990, 1992 și 2003, secetele au continuat pe parcursul întregii perioade de vegetație (aprilie–septembrie). Secetele din 2007 și 2012 au afectat peste 70% din teritoriul țării, acestea fiind cele mai dezastruoase secete din întreaga perioadă de monitorizare a vremii (HG 1009/2014).

Cercetările din domeniu indică faptul că deficitul de precipitații din perioada caldă a anului (aprilie–octombrie), conform datelor multianuale, constituie 163 mm la nordul republicii și 457 mm la sud. Valorile deficitului de saturație este într-o continuă creștere, începând cu anii 80 ai secolului XX, îndeosebi în partea centrală și de sud a țării, ceea ce denotă o intensificare a procesului de aridizare pe teritoriul Republicii Moldova. Important în studiul aridității climatei este și indicatorul zilelor uscate pentru perioada de vegetație activă și pentru perioada lunilor mai–august, critică. „Zilele uscate” sunt considerate acele zile, care au fondul termic ridicat (temperatura aerului $> 25^{\circ}\text{C}$) și umiditatea relativă a aerului scăzută ($< 30\%$), având impact negativ asupra parcurgerii fazelor de ontogeneză (Ghid Climatic al Republicii Moldova 2023).

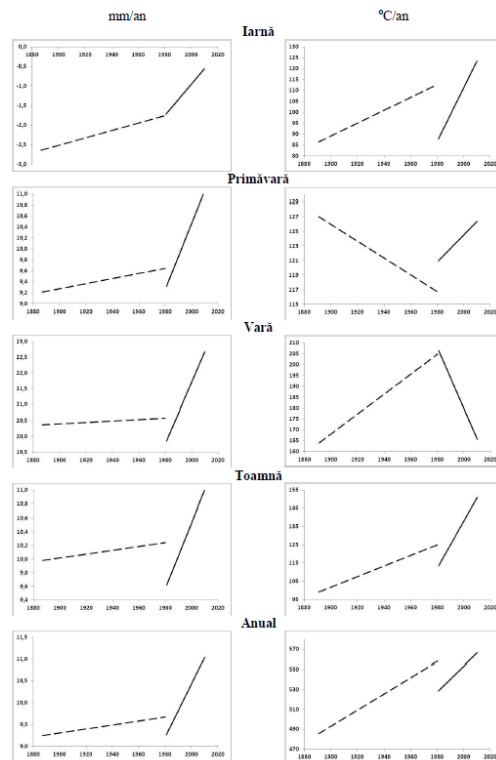


Figura 8. Tendințe liniare de evoluție a precipitațiilor (mm/an – **partea stângă**) și a temperaturii medii a aerului (°C/an – **partea dreaptă**) și pentru două perioade de observație instrumentală cu:

- 1) - - **linie întreruptă** pentru 1887-1980 (temperatură) și 1891-1980 (precipitații)
- 2) – **linie continuă** pentru perioada 1981-2010 (temperatura și precipitații) la stația meteorologică Chișinău.

Sursa: HG 1009/2014.

Pentru a estima nivelul de ariditate la nivel macroscopic (de regiune, de țară) este adeseori folosit Indicele de Martonne (IM). Acest indice permite determinarea gradului de ariditate al unei regiuni pentru perioade caracteristice (un an sau o lună), fiind o expresie a caracterului restrictiv pe care condițiile climatice îl impun anumitor formațiuni vegetale. Pentru calculul indicelui de ariditate corespunzător perioadei dorite, care reprezintă, în mod obligatoriu, o succesiune de luni consecutive, se calculează media aritmetică a valorilor indicelui pentru fiecare lună. Indicele de Martonne este calculat după formula :

$$IM = \frac{P}{T + 10}$$

unde P este suma precipitațiilor anuale, T este temperatura medie anuală.

Indicele de Martonne variază de la valori tipice zonelor semi-aride (indicele variind între 10-25) și moderat arid (indicele variind între 25 și 30). Analiza modelărilor climatice la nivel regional, relevă faptul că pe teritoriul Republicii Moldova, în aspect anual, se stabilesc condiții climatice caracteristice zonelor de stepă și silvostepă. În aspect sezonier (vara), valorile IM indică stabilirea condițiilor semiaride și aride. Factorii fizico-geografici își pun amprenta asupra repartiției valorilor IM în perioada activă de vegetație, îndeosebi în văile râurilor mari, în sudul și sud-estul republicii, dar și în parte de nord a țării (stepa Bălțului) (Nedealcov 2020).

1.1.5. Consecințele tendințelor climatice pentru resursele de apă în sol

Resursele de apă în sol sunt satisfăcătoare în nordul țării și în regiunea centrală (Podișul Moldovei de Nord, Podișul Codrilor) însă insuficiența apei se resimte mai mult în partea sudică a țării. Zonele cele mai aride sunt teritoriile din sudul Republicii Moldova cum ar fi Câmpia de stepă a Cahulului și Ialpușului, iar în sud-est Câmpia de stepă a Nistrului Inferior. Un alt pol secetos cu precipitații spre 400-450 mm anual este și Câmpia Cuboltei (Bălților) din nordul Republicii Moldova.

Zona cea mai umedă de pe teritoriul Republicii Moldova este reprezentată de Platoul Central al zonei Codrilor (raioanele Călărași, Strășeni, Ungheni) cu altitudini apropiate de 350-400 m (Figura 9, Figura 10). În această regiune cantitatea de precipitații se apropie și chiar depășește limita de 600 mm, favorabile dezvoltării și creșterii pădurilor mezofile, dominate de arbori (fag, stejar, gorun, etc.) - edificatori ai ecosistemelor forestiere din Podișul Codrilor (Figura 9, Figura 10). O altă zonă umedă o reprezintă Podișul Nistrului (cu altitudini de peste 300 m) situat în partea nord-estică a Republicii Moldova (raioanele Soroca, Rezina), iar a treia o reprezintă Podișul Moldovei de Nord situat în extremitatea nordică pe teritoriul raioanelor Briceni, Edineț și Ocnița.

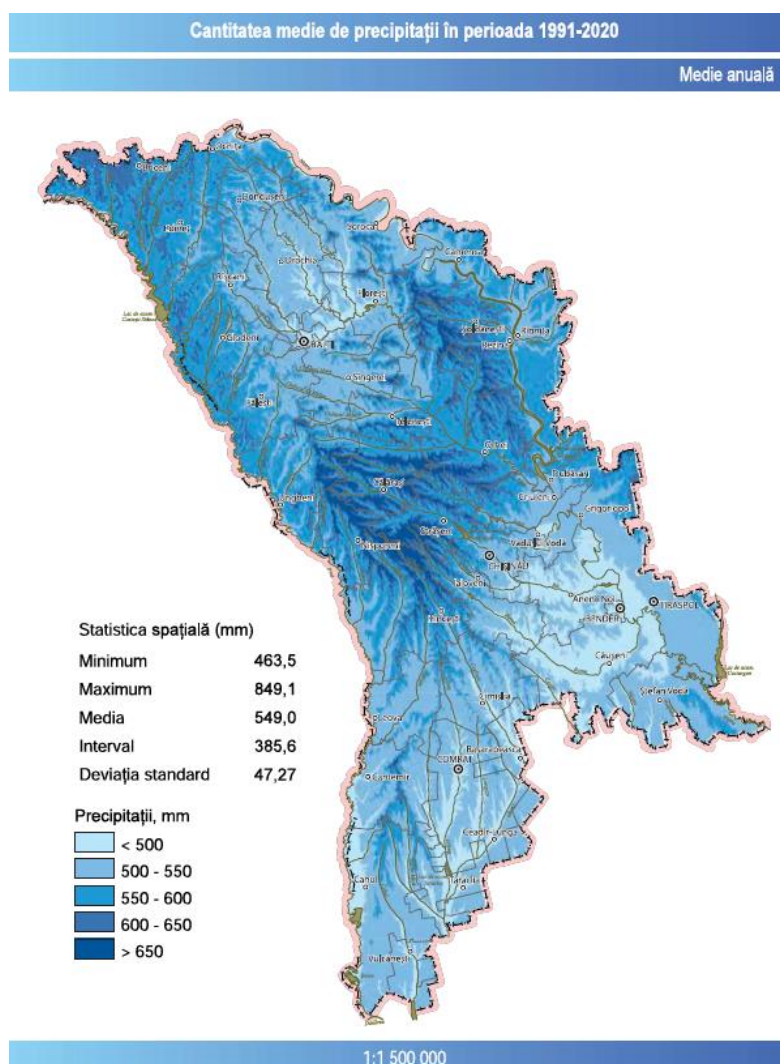


Figura 9. Precipitațiile medii multianuale pentru perioada 1991-2020.

Sursa: Răileanu et al. 2021

Gradul de pretabilitate a teritoriului Republicii Moldova, din punct de vedere a asigurării cu resurse de căldură, arată că pe Colinele Tigheciului, Câmpia Cahulului, Câmpia Ialpușului sunt condiții optime, iar în toate subregiunile Podișurilor și Câmpiilor de Silvostepă ale Moldovei de Nord sunt condiții nepretabile din punct de vedere al asigurării cu resurse de căldură.

Rezultatele privind pretabilitatea resurselor actuale de căldură pentru dezvoltarea agriculturii Republicii Moldova arată că trecerea temperaturilor medii diurne peste 0°C și 10°C va avea loc mai devreme cu 15-16 zile, ceea ce va influența procesul productiv al culturilor agricole dar și a împăduririlor (Figura 10).

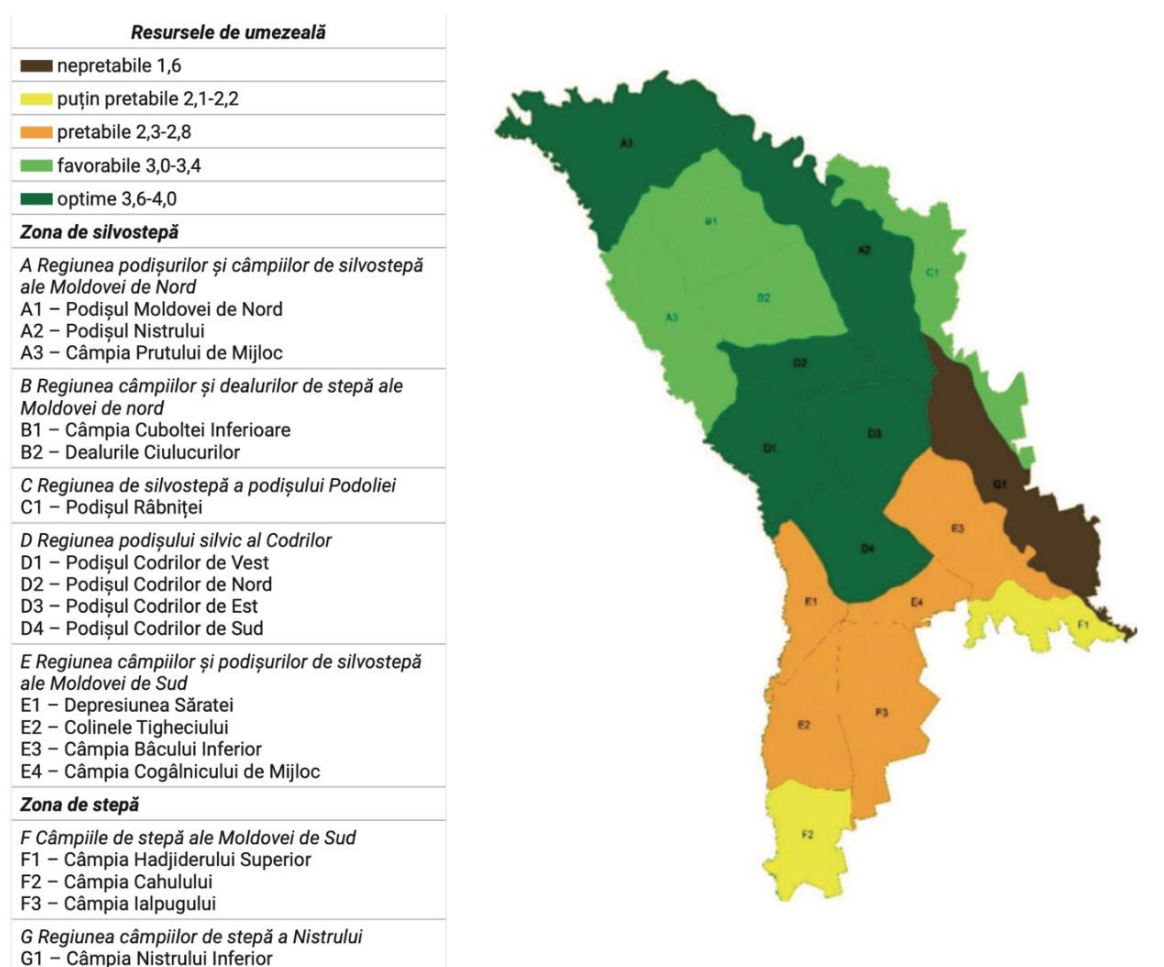


Figura 10. Modelarea cartografică a resurselor de umezeală prezente pe regiuni și subregiuni fizico-geografice.

Sursa: Ghid Climatic al Republicii Moldova, 2023, p. 205.

1.2. Climatul viitor

Autori: Olivier Bouriaud și Cosmin Coșofreț

1.2.1. Tendințe generale de aridizare prin prisma datelor climatice

Distribuția cantității de precipitații pe parcursul unui an, scăderea nivelului precipitațiilor și creșterea temperaturilor au condus, și vor duce și în viitor, la creșterea frecvenței secetei și la amplificarea fenomenului de aridizare deja prezent. Prin observații instrumentale din domeniu, s-au identificat creșteri ale valorilor medii multianuale ale radiației solare globale, diferența dintre valorile medii ale perioadei 1991-2020 cu cele din 1971-2000 crescând cu 3,1% (Ghidul Climatic al Republicii Moldova 2023). Acest studiu subliniază sporirea nivelului de radiații directe în ultimele decenii, atât radiației globale, cât și a radiației directe în perioada caldă a anului.

O modelare spațială a precipitațiilor medii anuale cu asigurare de 95% (acest nivel de asigurare sau probabilitate corespunde convențional anilor secetoși) realizată de Bejenaru și Stamatova (2022) arată o variabilitate spațială a tendințelor de secetă, care este marcată de apariția unor zone cu micșorare a cantităților de precipitații.

În Podișul Nistrului, Câmpiile și dealurile de silvostepă ale Moldovei de Sud, tendințele au fost chiar pozitive, cantitățile crescând până la 40 mm. Din păcate, având în vedere creșterea temperaturilor, creșterea mică a precipitațiilor nu va evita o sporire a frecvenței și intensității perioadelor de secetă. Bejenaru și Stamatova (2022) au arătat faptul că regimul sezonier al precipitațiilor s-a modificat în direcția creșterii cantităților în toamnă și scăderea precipitațiilor în vară (Figura 11), adică în perioada în care arborii au cea mai mare nevoie.

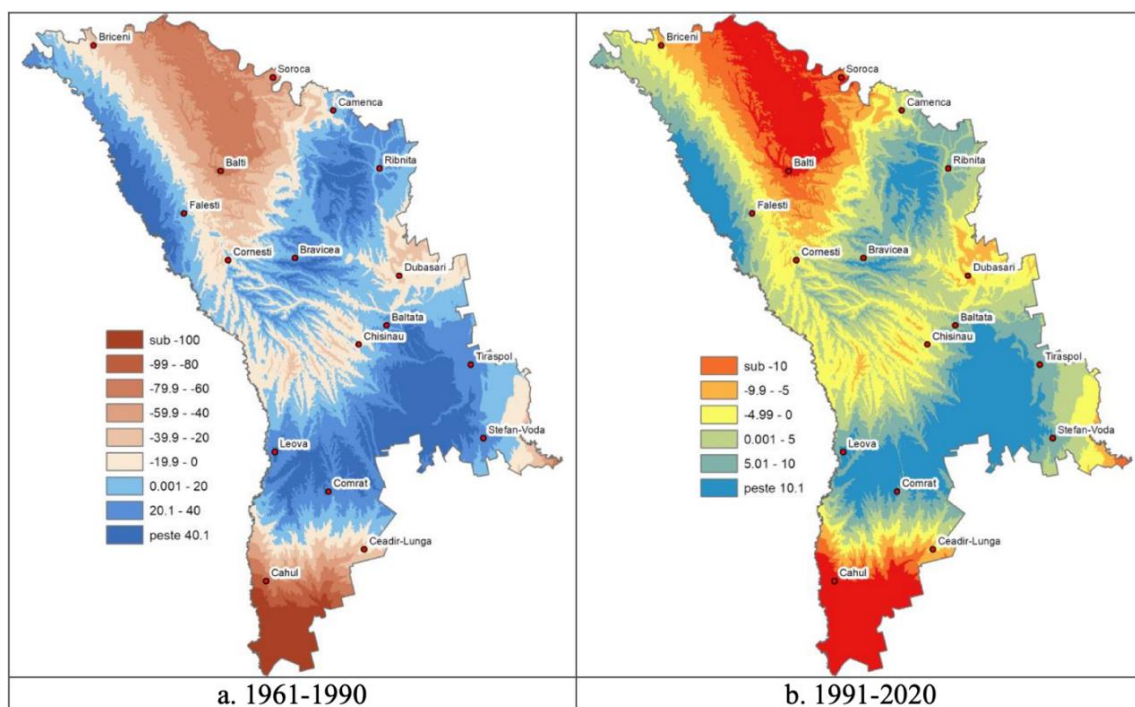


Figura 11. Diferența precipitațiilor medii anuale din 1991-2020 față de 1961-1991: în mm (a) și ca procent (b).

Sursa: Bejenaru și Stamatova 2022, p.10,

http://meteo.md/images/uploads/gis/Evaluarea_precipitatiilor_2022.pdf

Creșterea temperaturilor medii vine o dată cu creșterea temperaturilor extreme. Maximele absolute înregistrate au fost de 42,4°C, în 2012 (Ghid Climatic al Republicii Moldova 2023, p.197). În perioada 1961-1990, fenomenul de „uscăciune și arșiță” s-a manifestat cu o intensitate redusă (3-7 zile), în cea mai mare parte a țării, doar local, în sudul țării, fenomenul de „arșiță” prezentând o intensitate mai ridicată (10 zile). Prin urmare, în general, culturile agricole nu au fost afectate de stresul termic generat de temperaturile de peste 25°C și umiditatea relativă a aerului sub 30%.

În perioada 1981-2010, suprafața afectată de arșiță se extinde, apărând câte un „pol” în centrul, în vestul și sud-vestul țării (Ghid Climatic al Republicii Moldova 2023, p. 198). Extremele ar putea depăși temperaturile pe care speciile forestiere le pot suporta din punct de vedere fiziologic. De altfel este de așteptat ca fenomenele extreme să aibă o frecvență și mai mare în viitor.

1.2.2. Tendințe climatice stabilite în baza modelelor de emisii și a modelelor climatice

1.2.2.1 Modelele de emisii și modelele climatice

Condițiile climatice viitoare depind în primul rând de nivelul de concentrație a gazelor cu efect de seră din atmosferă. Nivelul acestor concentrații depinde de amploarea emisiilor, adică de activitățile umane. Din acest motiv, modelările climatice globale sunt bazate pe unele scenarii care reprezintă nivelurile probabile de emisii. Scenariile sunt construite în baza câtorva principii simple privind dezvoltarea economică viitoare la nivel mondial, capacitatea tehnologică și dorința (manifestată prin politici publice active) de a limita emisiile. Principiile scenariilor descriu, de exemplu, cantitatea de energie utilizată și schimbările posibile în utilizarea terenurilor.

Deoarece scenariile estimează schimbările posibile ale concentrației de gaze cu efect de seră, ele sunt denumite „RCP: Representative Concentration Pathway” (Calea reprezentativă a concentrației). Scenariile RCP (**modele de emisii**) sunt stabilite pentru perioada 2006-2250. Există patru scenarii RCP, care reprezintă fie tendințe optimiste, fie pesimiste ale concentrațiilor de gaze cu efect de seră, principalele lor caracteristici fiind descrise în tabelul de mai jos, preluat din Moss et al. (2008, 2010). Numele scenariilor de emisii nu se referă la creșterea temperaturilor, ci la nivelul de forțare radiativă¹.

Tabelul 4. Caracteristicile principale ale scenariilor RCP (Sursa: Moss et al. 2008)

Scenariul RCP	Forțarea radiativă în 2100	Concentrația (CO ₂ -eq), ppm	Tendență
RCP2.6	3 W m ⁻²	490	Scădere și declin
RCP4.5	4,5 W m ⁻²	650	Stabilizare
RCP8.5	8,5 W m ⁻²	1370	Creșterea continuă

¹ Forțarea radiativă estimează impactul activităților umane asupra schimbării climatului planetei. Termenul „radiativ” este utilizat deoarece se referă la modificarea echilibrului dintre radiațiile solare primite și emisiile de radiații infraroșii din atmosfera. Termenul de forțare indică faptul că echilibrul radiativ al Pământului este destabilizat. Fiind definită ca „rata de transfer de energie pe unitatea de suprafață a globului, măsurată în straturile superioare ale atmosferei”, forțarea radiativă este exprimată în wați pe metru pătrat. O forțare radiativă este pozitivă atunci când provoacă o creștere a energiei sistemului Pământ/atmosferă și, prin urmare, încălzirea sistemului. În caz contrar, se spune că forțarea radiativă este negativă atunci când energia scade, ceea ce determină răcirea sistemului (Chandler, 2010. Explained: Radiative forcing, <https://news.mit.edu/2010/explained-radforce-0309>).

Scenariul RCP2.6 este scenariul cel mai optimist, care reprezintă o scădere a concentrațiilor de gaze cu efect de seră după 2050, și se bazează pe o ipoteză puternică potrivit căreia emisiile la nivel mondial ar fi limitate drastic și rapid. Scenariul RCP4.5 este un scenariu considerat intermediar, care prezintă o stagnare a nivelului de concentrație după 2050, nivelul de CO₂ ajungând la 650 ppm în 2100. Acest nivel de concentrație s-ar traduce printr-o creștere a temperaturilor în jur de 1.0–2.6°C la nivel mondial. Scenariul RCP8.5 este considerat pesimist, deoarece prevede o creștere continuă a concentrațiilor gazelor cu efect de seră. Totuși, chiar și scenariul RCP4.5 s-ar traduce prin schimbări majore, creșterea temperaturilor de la 2 până la 3°C având consecințe catastrofale, inclusiv prin creșterea nivelului mării (Moss et al. 2008).

Tendențele climatice viitoare sunt prognozate cu ajutorul unor **modele climatice** complexe, care iau în considerare un număr mare de parametri, printre care se numără, în primul rând, modificările concentrației de gaze cu efect de seră din atmosferă (adică predicțiile modelelor de emisie RCP). Modelele climatice sunt, prin urmare, alimentate de RCP și vor crea un set de simulări pentru fiecare dintre RCP.

Modelele climatice pot fi globale sau regionale. Printre cele mai folosite modele de climatice de circulație generală (globale) în care se introduc scenariile de emisie a gazelor cu efect de seră (RPC) amintim:

HadCM2 - The UK Hadley Centre for Climate Prediction and Research;

ECHAM4 - The German Climate Research Centre, Deutsches Klimarechenzentrum;

CGCM1 - The Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis;

GFDL-R15 - The US Geophysical Fluid Dynamics Laboratory;

CSIRO-Mk2 - The Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization;

Aceste modele de circulație generală funcționează la scara planetei și au o rezoluție spațială redusă: de ordinul a 100-300 km. Cele mai multe utilizări ale modelelor climatice sunt la nivel regional sau la scări spațiale chiar mai mici. Prin urmare, modelele climatice globale transferă simulările către așa-numitele modele regionale, care iau în considerare alți parametri suplimentari pentru a rafina pe o bază regională previziunile făcute la scară largă.

Modelele regionale, de exemplu, utilizează informații despre orografie, care modifică mișcarea maselor de aer. Alte modele, chiar mai precise, preiau zona pentru a furniza estimări la o scară spațială mai fină, chiar de ordinul unui kilometru. Topografia, acoperirea solului și hidrologia sunt straturile de informații pe care aceste modele le iau în considerare, și aceasta deoarece temperatura depinde în mare măsură de formele de relief: de exemplu, în zona centrală a țării variabilitatea microclimatică a temperaturii minime a aerului în timpul iernii este cuprinsă între 7 și 12°C, iar a temperaturii minime a aerului în timpul înghețurilor de primăvară între 5 și 9°C (www.clima.md).

1.2.2.2. Unde găsim informații referitoare la scenariile de schimbări climatice?

Având în vedere situația Republicii Moldova într-o zonă extrem de vulnerabilă la schimbările climatice, este de dorit ca politicile publice pentru dezvoltarea sectoarelor economiei naționale, mai ales în privința producției primare (agricultură, silvicultură, piscicultură) să ia în considerare proiecțiile climatice pe care le avem la dispoziție.

Există numeroase articole și studii referitoare la predicțiile climatice pentru teritoriul Republicii Moldova. Utilitatea lor este dată de 1) actualitate: acuratețea însușirii ultimelor date referitoare la scenarii climatice globale, 2) rezoluție spațială: finețea cu care modelul climatic global este declinat în predicții regionale (de ex. la scara țării sau a unui studiu de caz), 3) utilitatea indicatorilor considerați pentru un anumit sector (agricol, viticol, forestier, prevenția incendiilor și a dezastrelor naturale, etc.).

În cele mai multe cazuri, se folosesc medii ale predicțiilor oferite de mai multe modele climatice, deoarece există o foarte mare variabilitate a rezultatelor date de modelele climatice, chiar dacă se folosește același scenariu de emisii RCP.

Un exemplu de aplicație disponibilă este cea oferită pentru moment de portalul de internet clima.md (© 2024 "Oficiul Schimbarea Climei") care arată Observații și prospecțiuni cu privire la Schimbarea climei în Republica Moldova (Figura 12). Acestea sunt proiecții bazate pe media datelor oferite de 21 de modele climatice globale (printre care ECHAM4, HadCM2 și CSIRO-Mk2).

EN

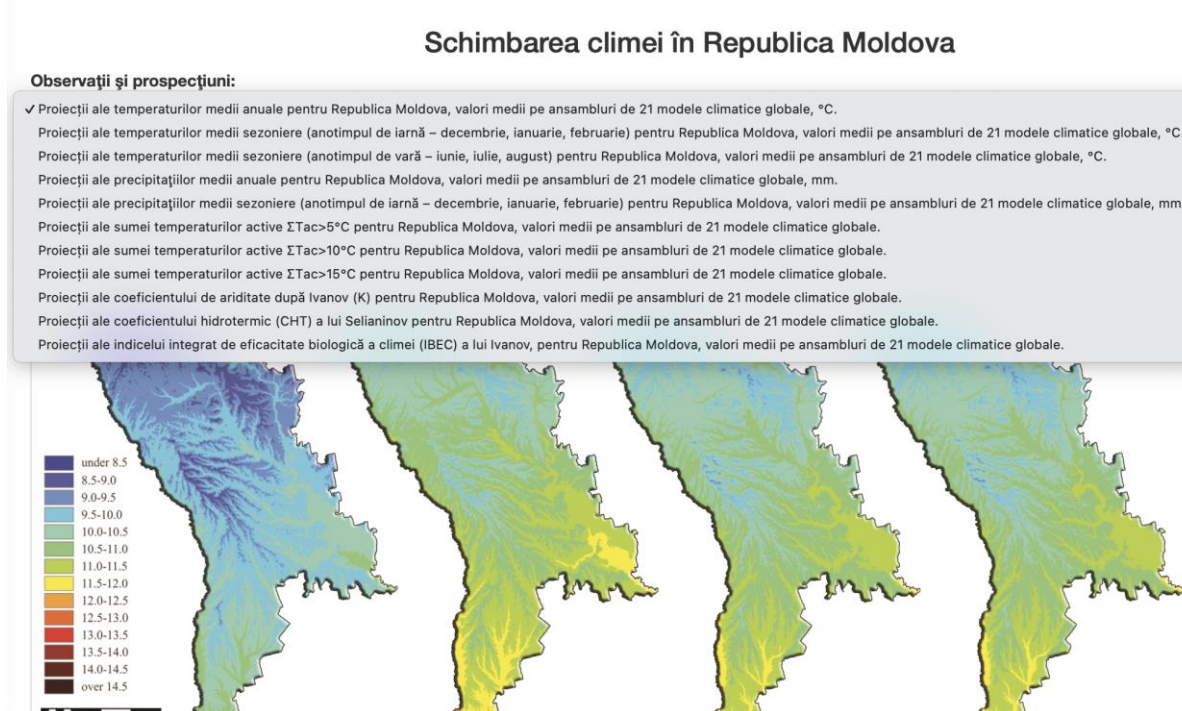


Figura 12. Observații și prospecțiuni cu privire la Schimbarea climei în Republica Moldova, în funcție de mai mulți indici climatici.

Sursa: <http://www.clima.md/public/files/ProiectiiClima/ro/ClimateMaps.html>

În tabelul 5 se poate observa atât variația predicțiilor celor trei modele utilizate pe portalul clima.md, cât și faptul că modelele, în general, sunt în acord în ceea ce privește creșterea sumei temperaturilor mai mari de 10 grade C pentru fiecare dintre stațiile meteorologice considerate.

Tabelul 5. Probabilitatea schimbării sumei temperaturilor pozitive în comparație cu perioada de referință (1961-1990), în procente*.

Suma temperaturii >10° C	2010-2039			2040-2069		
	CSIRO	HadCM 2	ECHAM	CSIRO	HadCM 2	ECHAM
	% față de perioada de referință (1961-1990)					
Briceni	17	16	14	28	28	28
Chișinău	18	19	17	27	31	29
Cahul	18	18	19	28	31	31

*Sursa: <http://www.clima.md/pageview.php?l=ro&idc=114&>

1.2.2.3. Tendințe ale temperaturilor medii anuale în baza scenariului RCP4.5

O exemplificare a rezultatului aplicării unui model de evoluție a temperaturii medii anuale pe baza scenariului RCP 4.5 ar fi evoluția posibilă a temperaturii medii anuale față de perioada de referință (1986-2005) (Figura 13, preluată din Răileanu et al. 2021).

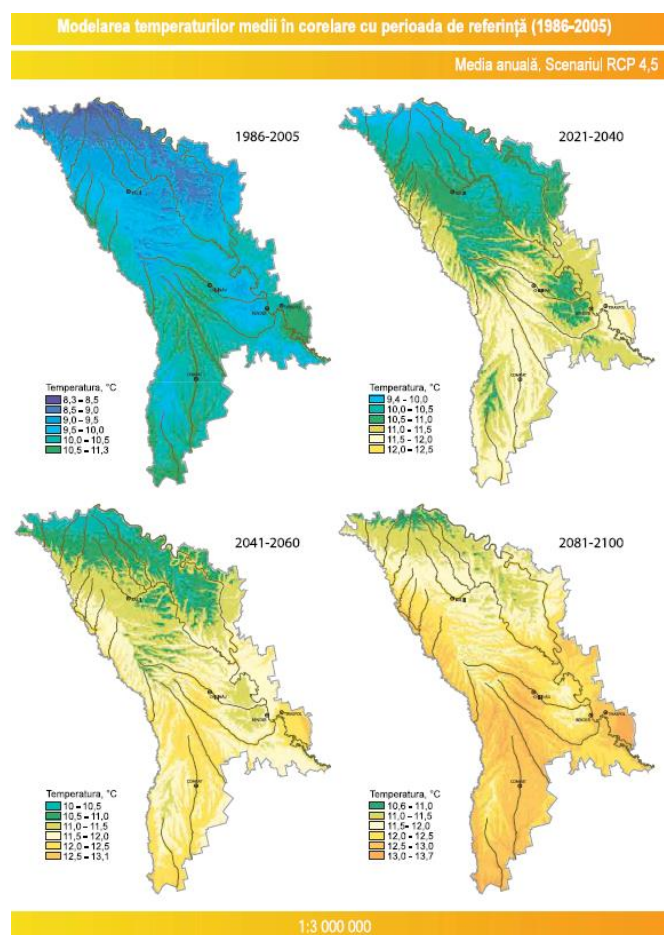


Figura 13. Model de evoluție a temperaturii medii anuale pentru sec XXI. Sursa: Răileanu et al. 2021

Se observă cu ușurință creșterea temperaturilor medii anuale, utilizând scenariul moderat de emisii (RCP4.5).

1.2.2.4. Tendințe ale aridității, în baza mediei a 21 de modele climatice globale

O proiecție realizată pe portalul clima.md în baza coeficientului de ariditate după Ivanov² (K) arată că cea mai mare parte a teritoriului Republicii Moldova este amplasată în condiții de climă uscat-subumidă ($0.50 \geq K \leq 0.65$) și că partea de sud-est a țării se caracterizează prin climă semiaridă ($K \geq 0.48$). Doar zonele de nord și cele situate la o altitudine mai mare de 350-400 metri de asupra nivelului mării au o climă subumedă și umedă ($K \geq 0.65$).

Astfel, coeficientul de ariditate după Ivanov (K) arată următoarele condiții:

- $K \leq 0.05$ – condiții hiper-aride;
- $K = (0.05-0.20)$ – condiții aride;
- $K = (0.21-0.50)$ – condiții semiaride;
- $K = (0.51 - 0.65)$ – condiții uscat-subumide;
- $K \geq 0.65$ – condiții sub-umide și umide.

Se observă că față de perioada de referință 1986-2005, pentru orizontul de timp cuprins până în anul 2035, teritoriul Republicii Moldova va avea o suprafață mai mare afectată de condiții de climă uscat-subumidă, care progresează dinspre sud spre nord, și care apare pentru prima dată pe suprafețe importante în estul și în vestul țării (Figura 14).

Schimbarea climei în Republica Moldova

Observații și prospecțiuni:

Proiecții ale coeficientului de ariditate după Ivanov (K) pentru Republica Moldova, valori medii pe ansambluri de 21 modele climatice globale.

Perioada de timp:

- 2016-2035
- 2046-2065
- 2081-2100

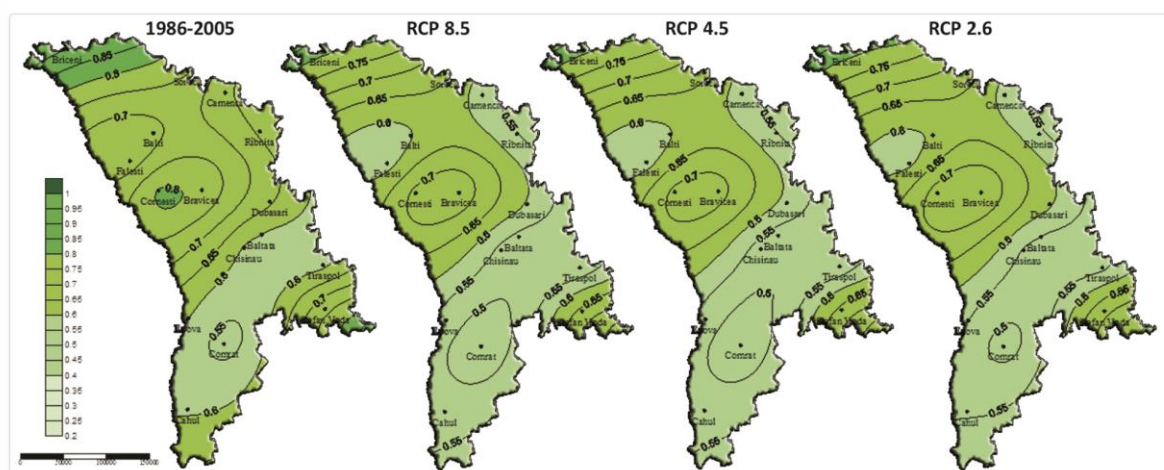


Figura 14. Proiecții climatice cu privire la suprafața afectată de ariditate până în 2035 pe baza indicelui Ivanov (K).

Sursa: <http://www.clima.md/public/files/ProiectiiClima/ro/ClimateMaps.html>

² Coeficientul de ariditate după Ivanov utilizează temperatura medie a aerului și media lunară a umidității relative a aerului pentru calculul evaporabilității.

1.2.2.5. *Predicțiile climatice de temperatură și precipitații pentru Republica Moldova calculate pentru următorii 80 de ani în baza a două scenarii de emisii*

Modelele climatice oferă estimări diferite chiar și în cadrul aceluiași scenariu de emisii RCP pentru că modelele climatice pot fi bazate pe procese și simulări diferite. Divergențele care apar sunt normale deci, și arată un anumit grad de incertitudine în predicții, drept care de obicei, se prezintă medii ale valorilor obținute prin utilizarea unui număr mai mare de modele climatice.

Predicțiile modelelor pot fi clasate în trei categorii: optimiste, medii sau pesimiste. Valorile medii pe scenariu pentru fiecare din aceste trei clase sunt prezentate în tabelul 2, pentru scenariile RCP4.5 și 8.5. Scenariul RCP2.6 nu a fost luat în considerare, deoarece valorile limită ale concentrațiilor prevăzute de acest model au fost deja depășite în cursul anului 2023.

Tabelul 6. Diferența de temperatură medie anuală și de precipitații medii anuale între anul 2070 comparativ cu media actuală în funcție de nivelul de pesimism a diferitelor modele de predicție

Scenariul	Temperaturi (°C)			Precipitații (mm)		
	Optimist	Mediu	Pesimist	Optimist	Mediu	Pesimist
RCP4.5	2,19	2,29	3,23	45	0	13
RCP8.5	3,23	3,60	5,44	98	-12	6

Predicțiile arată o încălzire în deceniile viitoare care variază de la 2,2 la 3,2°C pentru scenariul RCP4.5 și de la 3,2 la 5,4°C pentru scenariul RCP8.5. Nivelul precipitațiilor rămâne relativ stabil, cu variații de la -12 la +98 mm. După cum este ilustrat în figura 9, variabilitatea inter-anuală crește după 2020, dar media nivelului precipitațiilor nu crește o dată cu temperaturile. Ca urmare, deficitul hidric va fi mai mare decât este acum.

Orice schimbare a distribuției precipitațiilor ar putea avea efecte foarte severe asupra vegetației. În prezent, precipitațiile din luna iunie sunt dintre cele mai abundente ale anului. O reducere a precipitațiilor ar aduce la o expunere mai mare la secetă. În 2100, aridizarea climatului se va resimți pe toată perioada sezonului de vegetație, din aprilie până în octombrie (van Vuuren et al. 2011).

Potrivit studiului Ministerului Mediului din 2009 (Ministry of Environment and Natural Resources, 2009), creșterea ratelor de evapotranspirație cauzate de creșterea temperaturilor va rezulta într-o sporire a deficitului umidității solului de 12.7–33.3% comparativ cu perioada de referință 1961–1990. Predicțiile climatice realizate prin prelucrări proprii în baza celor două scenarii de mai sus arată că procesul de aridizare se va accentua în mod rapid în deceniile următoare, ceea ce confirmă rezultatele studiilor existente și impune includerea acestor riscuri de aridizare în planificarea lucrărilor silvice.

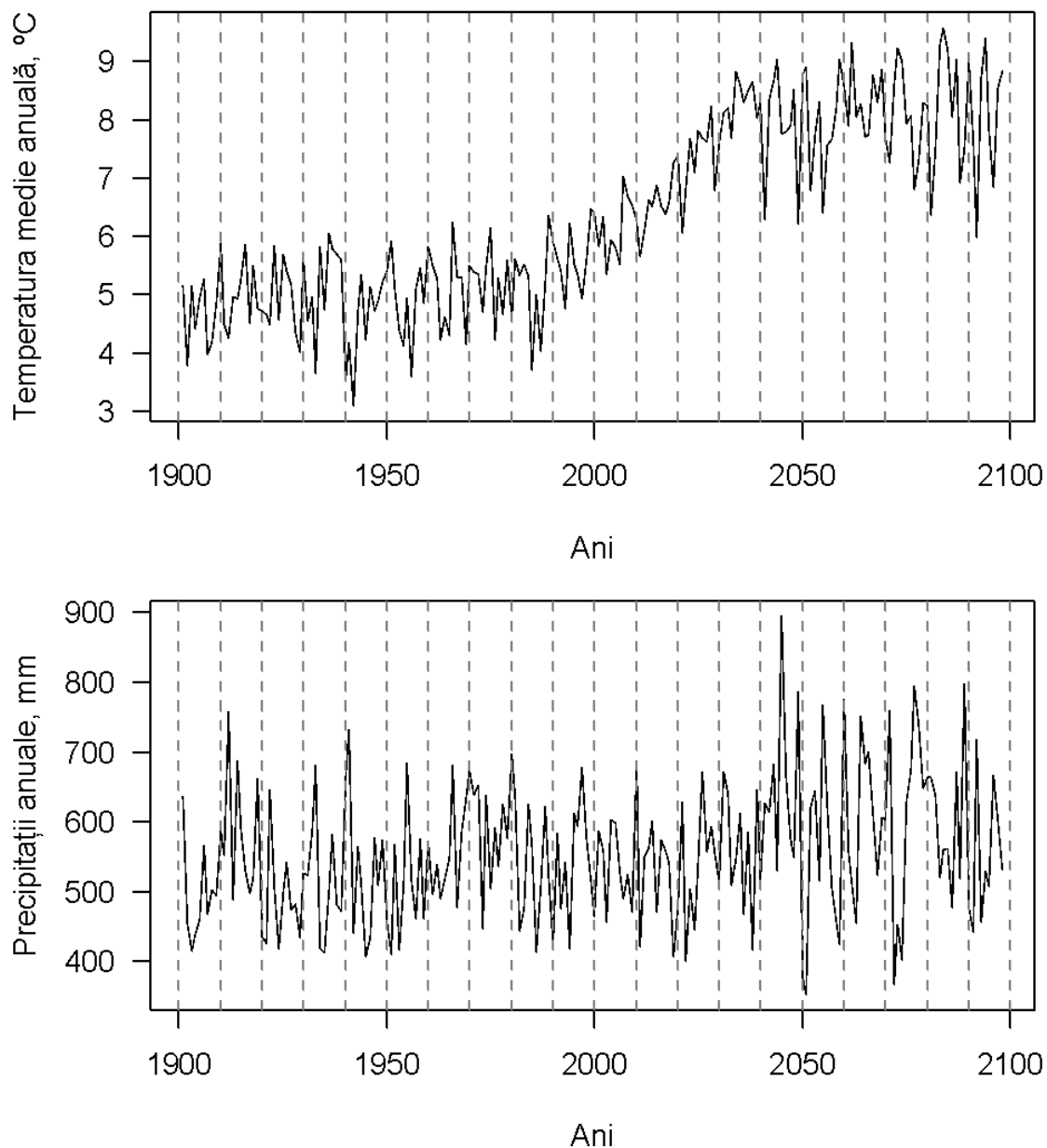


Figura 15. Tendințele temperaturilor și a precipitațiilor în următorii 80 de ani, estimate în baza scenariul (moderat) de emisii RCP4.5 mediu și în baza a 19 modele climatice globale utilizate de portalul Climesence©
 Sursa: prelucrări proprii în baza datelor CHELSA (versiunea 2.1).



De reținut!

Rezumat

Climatul din Republica Moldova este temperat-continental marcat prin temperaturi estivale potențial mari, care depășesc 30°C. Nivelul modest al precipitațiilor și temperaturile ridicate se concretizează într-o ariditate ridicată. Ultimele două decenii au fost marcate printr-o creștere a temperaturilor medii, fiind vorba de +1,14°C în privința temperaturilor sezonului de vegetației în ultimele 30 de ani. Astfel nivelul de ariditate este și el în creștere.

Chiar dacă diferențele de altitudine sunt modeste, ele sunt suficiente pentru a oferi condiții mai favorabile vegetației situate în zonele mai ridicate. Tendințele prevăzute sugerează o agravare a nivelului de ariditate. Deficitul hidric se va spori din cauza creșterii temperaturilor, care este estimată a fi de ordinul a +2 până la +5,6°C în 2070, în funcție de scenariul considerat.

Nivelul precipitațiilor se va menține, potrivit mai multor modele, dar nu va mai putea compensa creșterea temperaturilor. Predicțiile climatice arată că procesul de aridizare se va accentua în mod rapid în deceniile următoare.

Mesajul cheie

Pe viitor, creșterea temperaturilor și menținerea cantității de precipitații nu va putea împiedica sporirea frecvenței și intensității perioadelor de secetă și accentuarea procesului de aridizare.



Dicționar de termeni

- Schimbări climatice: Conform celui de-al cincilea raport de evaluare (AR5) al Grupului interguvernamental privind schimbările climatice – IPCC, schimbările climatice reprezintă un fenomen recunoscut la nivel internațional. Convenția Cadru a Națiunilor Unite cu privire la Schimbarea Climei oferă următoarea definiție a Schimbărilor Climatice: „o schimbare a climei atribuită în mod direct sau indirect activităților umane, care se soldează cu modificarea compoziției atmosferei globale și care apare ca ceva suplimentar la variabilitatea naturală a climei observate pe perioade comparabile de timp”.
- Indicele de Martonne (IM) - reprezintă raportul dintre suma precipitațiilor anuale și temperatura medie anuală la care se adaugă 10 (coeficient care se adaugă pentru a nu se obține valori negative).
- Zone aride - zonele în care indicele de Martonne variază între 10 și 25 de unități.

- Scenarii de emisie (modele de emisie) RCP - Calea reprezentativă a concentrației (Representative Concentration Pathway - RCP) – descrie schimbările posibile ale concentrației de gaze cu efect de seră.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care este cel mai optimist scenariu RCP? Și care este cel mai pesimist? Cum se deosebesc cele două scenarii?
2. Care este valoarea minimă a indicelui de Martonne pentru zona aridă? Dar pentru o zonă semiaridă?
3. Ce parametri se includ în modelele climatice globale pentru a furniza estimări cât mai precise?



Aplicație

- ⇒ Cum putem calcula nivelul de ariditate la nivel regional?
- ⇒ Cum interpretăm datele climatice puse la dispoziție online de site-ul clima.md referitoare la „Schimbarea climei în Republica Moldova”? (<http://www.clima.md/public/files/ProiectiiClima/ro/ClimateMaps.html>)

Bibliografie

Bejenaru G, Stamatova T. 2022. Evaluarea resurselor climatice ale precipitațiilor atmosferice pe teritoriul Republicii Moldova prin prisma schimbărilor climatice. Serviciul Hidrometeorologic de Stat, http://meteo.md/images/uploads/gis/Evaluarea_precipitatiilor_2022.pdf, Accesat online 2.02.2024.

Donica A., Grigoraș N. 2018. Indici cantitativi ai vulnerabilității ecosistemelor forestiere față de schimbările climatice. Conferința: “Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”, ediția a 2-a, Chișinău, 2018, pp.239-243.

Ghid Climatic al Republicii Moldova, 2023. http://meteo.md/images/uploads/news/2023/05/ghid_clime_2023.pdf

Moss, R. H., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T., Edmonds, J. A., ... și Zurek, M. 2008. *Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies* (No. PNNL-SA-63186). Pacific Northwest National Lab.(PNNL), Richland, WA (United States).

Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., ... și Wilbanks, T. J., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747-756.

Ministry of Environment and Natural Resources, 2009. Second National Communication of the Republic of Moldova Under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 316 pp.

Nedealcov, M. 2012. Resursele agroclimatice în contextul schimbărilor de climă. Institutul de Ecologie și Geografie, Academia de Științe a Moldovei. Chișinău, 306p.

Nedealcov, M. 2020. Schimbările climatice regionale. Ministerul Educației, culturii și Cercetării, Institutul de Ecologie și Geografie, Chișinău, 366 p.

UNCCD Drought Initiative, 2019. National Drought Plan of the Republic of Moldova. https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/Drought%20Plan%20ENG%202020%20June%20%2C%202019.pdf

van Vuuren DP, Edmonds J, Kainuma M et al. 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Clim Change* 109:5–31. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>

Oficiul Schimbarea Climei. <http://www.clima.md/index.php?l=ro>

Svoboda, M. and Fuchs, B., 2016. Handbook of Drought Indicators and Indices. *Drought and Water Crises: Integrating Science, Management, and Policy*, pp.155-208.

Capitolul 2. Impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier din Republica Moldova

Cuprins

Capitolul 2. Impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier din Republica Moldova	31
2.1 Descrierea pădurilor din Republica Moldova	32
2.2 Favorabilitatea condițiilor de climă și de sol în dezvoltarea speciilor forestiere	39
2.3 Vulnerabilitatea sectorului forestier din R. Moldova la schimbările climatice și impactul asupra pădurilor	50
2.3.1 Principalele riscuri și pierderi ce vor apărea datorită schimbărilor climatice	50
2.3.2 Impactul schimbărilor climatice asupra ecosistemele forestiere ale Republicii Moldova	51
2.3.3. Impactul schimbărilor climatice asupra compoziției viitoare a pădurilor din Republica Moldova	54
2.3.3.1. Modelul de compatibilitate bioclimatică IKS pentru estimarea compoziției viitoare	54
2.3.3.2. Proiecțiile modelului de compatibilitate climatică pentru speciile principale din Republica Moldova pentru anul 2070	56
2.3.3.3. Consecințele asupra regenerării pădurii	61
2.3.4 Evoluția stării pădurii în contextul unor scenarii climatice contrastante particularizată pentru un ocol silvic din Sudul Republicii Moldova	64
2.4. Pădurea și seceta	74
2.4.1. Introducere	74
2.4.2. Manifestarea secetei pe teritoriul Republicii Moldova	74
2.4.3. Efectele secetei asupra pădurilor din Republica Moldova	75
2.4.4. Măsuri silvice de atenuare a efectelor secetei pe teritoriul Republicii Moldova	76
2.5. Fauna sălbatică și schimbările climatice	78
2.5.1. Clima, factor regulator al efectivelor de animale sălbatice	78
2.5.2. Protecția speciilor vulnerabile și sensibile la schimbările climatice	79
2.5.3. Menținerea echilibrului pădure-vânat	81
Bibliografie	83

În capitolul anterior ați făcut cunoștință cu o scurtă caracterizare a climatului de pe teritoriul Republicii Moldova și ați putut vedea evoluția sa din ultimii ani, comparativ cu ultimele decenii. Ați avut informații suplimentare după parcurgerea unor secțiuni dedicate proiecțiilor climatice viitoare, care ne avertizează asupra creșterii riscului de aridizare.

În acest capitol, vom particulariza impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier. Pentru aceasta, mai întâi vom caracteriza favorabilitatea condițiilor de climă actuale pentru dezvoltarea vegetației forestiere, apoi vom vedea cum va evolua această favorabilitate în viitor prin prisma câtorva scenarii climatice. Vom încerca să vedem ce înseamnă aceste proiecții din punctul de vedere al resursei forestiere și a serviciilor de mediu pe care aceasta le asigură. Se va utiliza și un studiu de caz pentru a discuta în mod concret modul în care va evolua pădurea dintr-o regiune a Republicii Moldova vulnerabilă la schimbările climatice.

2.1 Descrierea pădurilor din Republica Moldova

Autori: Alexei Savin și Mihai Enescu

Pădurile și alte terenuri cu vegetație forestieră acopereau în anul 2022 doar 451,7 mii ha, sau puțin peste 13% din teritoriul Republicii Moldova. Din acestea, pădurile reprezentau 370 de mii de hectare (Biroul Național de Statistică 2024). Aceste ecosisteme au un rol extrem de important în protecția bazinelor hidrografice, aducând o serie de beneficii economice și de mediu directe și indirecte pentru comunitățile rurale: lemnul de foc, produsele nelemnoase, stabilizarea ravenelor etc. Pădurile Republicii Moldova sunt amplasate preponderent în zona centrală (60%), cu acoperire mai mică în zona de nord (26%) și sud a țării (14%) (Tabelul 7).

Tabelul 7. Distribuția pădurilor în Republica Moldova (sursa: HG 1009/2014)

Zona geografică	Suprafața totală a zonei (mii ha)	Suprafața acoperită cu păduri (mii ha)	Gradul de împădurire (%)
Nord	1149,4	92,9	8,1
Centru	1448,8	209,4	14,5
Sud	786,9	60,4	7,7
Total	3385,1	362,7	10,7

În Republica Moldova, sunt prezente următoarele tipuri principale de păduri: salcâmete, stejărete, gorunete, păduri de amestec, mai puțin făgete și zăvoaie din luncile râurilor. Compoziția pădurilor Moldovei este predominantă de specii de foioase (97,8%), inclusiv cvercinee (39,6%), frâsinete (4,6%), cărpinete (2,6%), salcâmete (36,1%), plopișuri (1,6%), etc., rășinoasele fiind prezentate doar în proporție de 2,2%. Cvercineele sunt cele mai valoroase arborete ale fondului forestier. Din suprafața totală a acestora - circa 27% provin din sămânță și 73% din lăstari. Această repartiție influențează și productivitatea cvercineelor, din care circa 43% sunt de productivitate superioară și 57% de productivitate inferioară (<https://www.moldsilva.gov.md/>). Ecosistemele forestiere sunt populate de circa 860 specii de plante, care constituie 43% din diversitatea biologică florală spontană totală.

Teritoriul Republicii Moldova este cuprins între izotermele de 9 și 11,5 °C temperatură medie multianuală și, respectiv, izohietele de 450 și 650 mm precipitații medii multianuale. Diferențele de ordin climatic pe teritoriul Republicii Moldova derivă din două mari cauze:

- latitudinea, care are influență mai mare asupra temperaturii medii multianuale, în sensul că partea de nord a Republicii este afectată mai mult de incursiunile maselor de aer reci, polare, din direcția nord-est, iar partea central-sudică a țării este influențată mai mult de mase de aer maritime, de proveniență pontică și mediteraneeană, cu efect asupra temperaturilor medii lunare din sezonul rece;
- altitudinea (cuprinsă între 0 și 430 m) delimitează, alături de poziția latitudinală, diferențe semnificative de ordin pluviometric.

Regiunile geografice care predomină în Republica Moldova sunt podișurile, câmpiile și dealurile (Nedealcov 2019). Ca urmare a combinației dintre regimul temperaturii și a precipitațiilor și a altitudinii și latitudinii, zonele biogeografice reprezentative sunt cele de silvostepă și de stepă, completate de pădure.

Diversitatea ecosistemelor de pe teritoriul Republicii Moldova este condiționată de confluența factorilor abiotici, biotici și antropici, fiind o sumă a sistemelor ecologice naturale și seminaturale; și a sistemelor ecologice create de om (antropice). Prezența zonelor biogeografice distincte: a) central-europeană - reprezentată de ecosisteme forestiere cu importante comunități vegetale spontane și animale sălbatice; b) eurasiatică - cu areale de silvostepă și de stepă; și c) mediteraneeană - cu fragmente de silvostepă xerofită, favorizează dezvoltarea ecosistemelor naturale și a unui patrimoniu natural bogat în regiune. După proveniență și modul de gestionare, ecosistemele se grupează în: naturale (forestiere, de stepă, de luncă, acvatice și palustre), agrare și urbane (Figura 16).

Ca efect al distribuției valorilor temperaturii medii multianuale și a precipitațiilor medii anuale descrise în Capitolul 1, se poate spune că zonele cele mai favorabile pentru pădure sunt centrul Republicii Moldova, reprezentată de zona deluroasă a Podișului Codrilor, dar și de Podișul Nistrului în partea de Nord-Est și Podișul Moldovei de Nord în nordul extrem al Republicii Moldova, teritorii care au și un procent mai ridicat de împădurire (peste 15-20%) (Figura 17, Figura 18). O altă zonă favorabilă este lunca Prutului, care încă mai păstrează ultimele asociații naturale de tipul zăvoaielor de plopi și sălcii din zona inundabilă.



Figura 16. Regiuni fizico-geografice ale Republicii Moldova.
Sursa: Atlas 2021

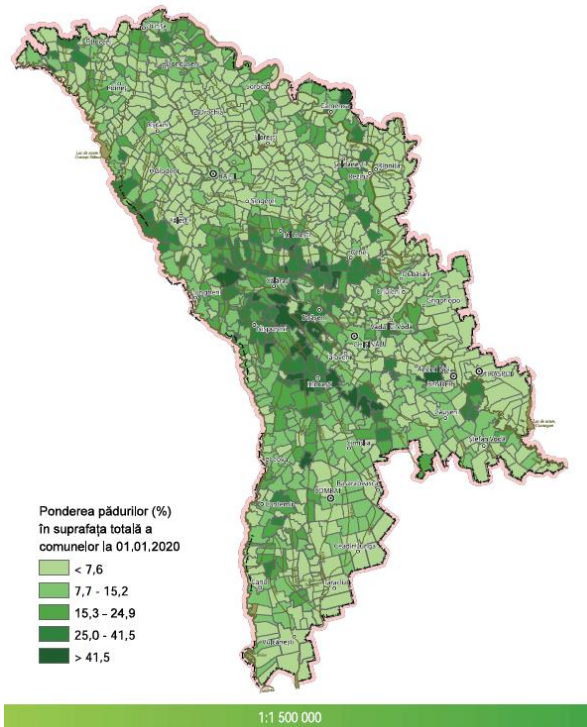


Figura 17. Repartiția procentuală a pădurilor din suprafața comunelor Republicii Moldova.
Sursa: Atlas 2021

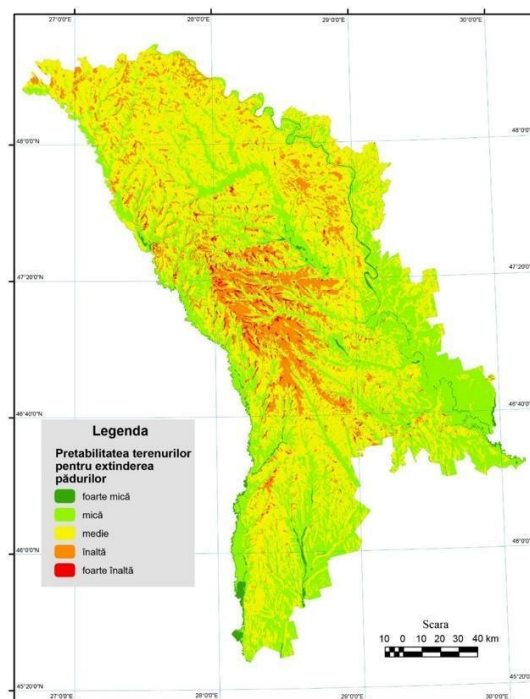


Figura 18. Pretabilitatea terenurilor pentru extinderea vegetației forestiere în Republica Moldova.
Sursa: Neadelcov et al. 2019.

Tot în acest context, se poate spune că distribuția principalelor trupuri de pădure de pe teritoriul Republicii Moldova reflectă și un coeficient corespunzător al stabilității ecologice³ a terenurilor, acesta fiind maxim în zona Podișul Codrilor, cu o valoare de peste 0,66 (Răileanu et al. 2021) (Figura 19).

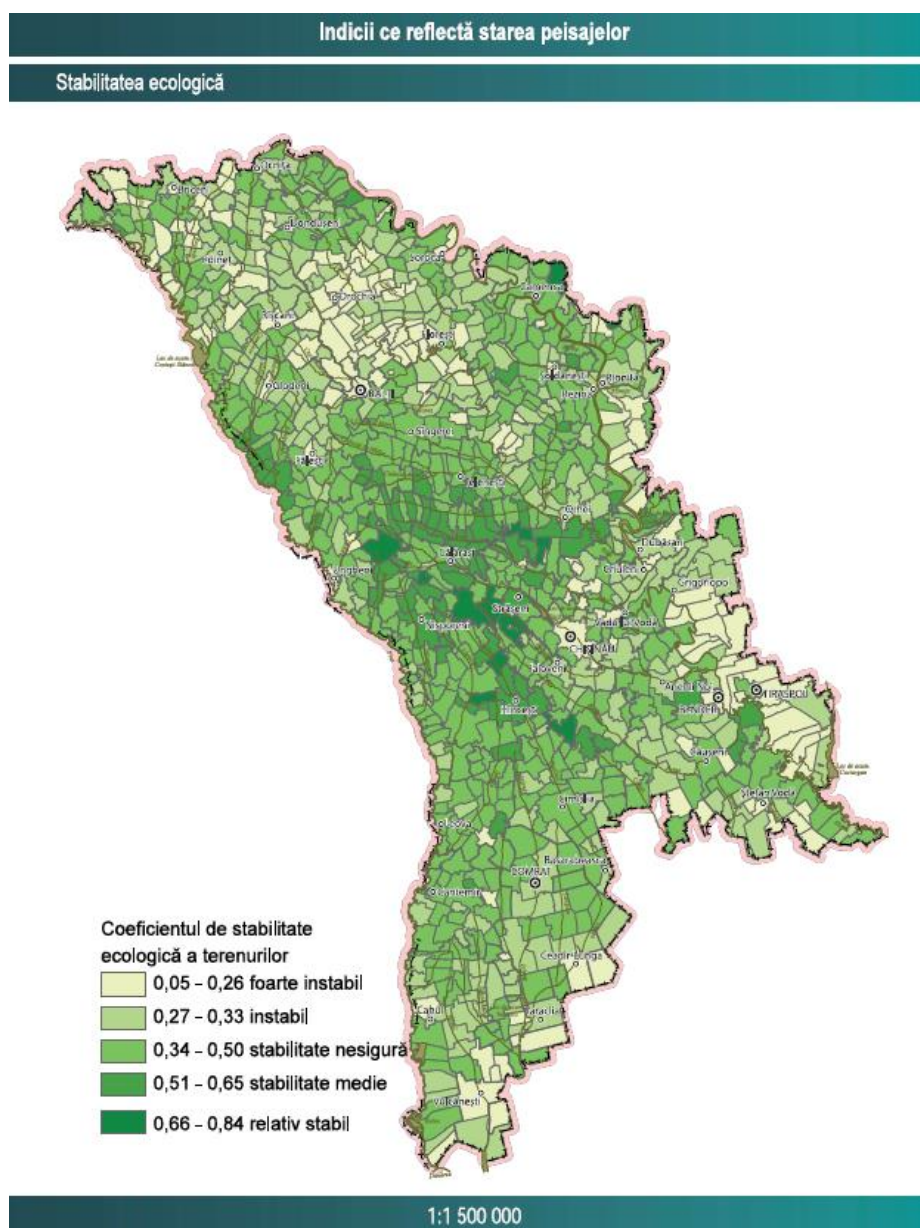


Figura 19. Stabilitatea ecologică a terenurilor din Republica Moldova, pe comune.
Sursa: Răileanu et al. 2021

Indicii eco-climatici reprezintă formule de calcul pentru favorabilitatea climatică, luând în considerare valorile efective ale factorilor climatici principali. Interpretarea rezultatelor se

³ Prin stabilitate ecologică se înțelege de fapt capacitatea unui sistem peisagistic să persiste chiar și sub influența unui perturbator și să-și reproducă caracteristicile în condiții de perturbare din exterior (în special perturbare generată de intervenții antropice) (Boboc et al. 2022). Coeficientului de stabilitate ecologică (Cse) reprezintă raportul dintre elementele stabile și cele instabile ale peisajului geografic. Cse se apreciază conform relației: $Cse = \frac{\text{zone naturale și aproape naturale (păduri + ape + fânețe + pășuni + zone umede + livezi + vii)}}{\text{zone culturale (suprafețe construite + arabil + grădini) în ha.}}$

realizează fie prin încadrarea lor în tabelele de valori precalculate, fie prin comparații spațiale, respectiv altitudinale. În scopul identificării unei expresii matematice general valabile pentru valențele ecologice ale unui sit, au luat naștere o serie întreagă de formule și tabele de interpretare, unele bazându-se pe factorii climatici, altele pe cei biogeografici. Din perspectiva analizelor biogeografice, indicii ecometrici sunt instrumente foarte utile în aprecierea favorabilității unui areal pentru un anumit tip de ecosistem (unde indicii ecometrici sunt expresiile numerice ale acestei favorabilități).

Etaje fitoclimatice și stațiuni forestiere din Republica Moldova

Preocupările pentru stabilirea unei tipologii forestiere pentru Republica Moldova s-au concretizat în studii geobotanice și ecologice a pădurilor efectuate de o serie de cercetători în domeniu precum Traian Săvulescu (1927, 1938), Alexandru Borza (1931, 1937), T.S. Gheideman (1964), Gheorghe Postolache (1978, 1995) și alții, după cum menționează Tudoran (2001). În lucrarea “Amenajarea pădurilor Republicii Moldova” (Tudoran 2001), autorul a elaborat un sistem tipologic ecosistemic pentru pădurile dintre Prut și Nistru, pornind de la sistemul românesc al tipurilor de pădure, în concordanță cu sistemul taxonomic al stațiilor forestiere (Scutaru 2010). În cadrul acestui sistem, încadrarea pe un anumit tip este dată de sol, etajul bioclimatic, și tipul de pădure.

Cele mai răspândite tipuri de sol din zona forestieră a Republicii Moldova sunt:

- Luvosolul tipic (sol brun luvic), regăsit la altitudini cuprinse între circa 280 și 400 m, exclusiv în zona Podișului Codrilor (Ursu et al. 2022);
- Faeoziomul greic (sol cenușiu), identificat între circa 220 și 300 m altitudine, predominant în zona de silvostepă a Câmpiei de Nord ;
- Cernoziomul argic (cernoziom argiloiluvial), localizat în toate arealele forestiere la altitudini cuprinse între circa 220 și 260 m (de la 140 m la 260 m în zona Podișului Codrilor) ;
- Cernoziomul tipic (cernoziom xerofit de pădure), regăsit în principal în zona de silvostepă a Câmpiei de Sud (Ursu et al. 2022).

Pe teritoriul Republicii Moldova pot fi identificate trei etaje bioclimatice (Chetreaan 2020):

- **Etajul bioclimatic FD₂** (deluros de cvercete de gorun și șleauri de deal), cantonat predominant în partea centrală a Republicii Moldova, respectiv în Podișul Codrilor, dar și în celelalte zone de podiș menționate, la altitudini de peste 200 m altitudine;
- **Etajul bioclimatic FD₁** (deluros de cvercete de stejar și șleauri de dealuri joase), răspândit la altitudini de sub 200 m pe întreg teritoriul Republicii Moldova;
- **Etajul silvostepii (Ss)** situat cu predilecție în zona de sud și sud-est a Republicii Moldova, în zonele de câmpie, dar și în Câmpia de nord a Bălților.

Favorabilitatea climatului actual determină repartiția celor trei etaje fitoclimatice, însă, pe viitor, scenariile de creștere a temperaturii medii anuale pentru următorii 50-100 ani sunt în favoarea extinderii etajului silvostepii și cvasi-dispariția etajului gorunului (FD₂) punând în pericol existența populației de fag de pe teritoriul Republicii Moldova.

Dintre tipurile mai răspândite de stațiuni forestiere de făgete din etajul FD₂ mai menționăm pe versanți divers înclinați, culmi largi, platouri, văi largi fără apă, pe substrat de obicei sedimentare necalcaroase (Chetreaan 2020):

- 6.2.5.3. Deluros de cvercete cu făgete limită inferioară, cu amestec de șleauri cu fag pe versanți umbriți cu preluvosoluri, edafic mare cu *Asperula-Asarum* (Răspândire: I.S. Nisporeni, Ungheni, R.N. Codrii, Călărași, Pl. Fagului);
- 6.2.5.2. Deluros de cvercete cu făgete de limită inferioară, amestecuri de șleau cu fag, pe versanți umbriți, faeoziomuri, luvosoluri și pe soluri rendzinice (rendzine), edafic mijlociu cu *Asperula-Asarum* (Răspândire: I.S. Nisporeni, Ungheni, Călărași, Pl. Fagului).

Iar dintre stațiunile de gorunete și goruneto-șleauri situate pe expoziții umbrite:

- 6.1.5.5. Deluros de cvercete cu gorunete, goruneto-șleauri, pe platouri, versanți însoriți și semiînsoriți, faeoziomuri greice, preluvosoluri-luvosoluri, edafic mijlociu, cu *Asperula-Asarum-Stellaria* (Răspândire: I.S. Cahul, Chișinău, Edineț, Glodeni, Hîncești, Orhei, Nisporeni, Ungheni, Călărași, I.S.C. Rezeni, R.N. Codrii, Pl. Fagului, Șoldănești, Strășeni, Soroca);
- 6.1.5.6. Deluros de cvercete cu gorunete, goruneto-șleauri pe platouri, versanți însoriți și semiînsoriți, faeoziomuri, *Asperula-Asarum-Stellaria* (Răspândire: I.S. Cahul, Chișinău, Edineț, Glodeni, Hîncești, Orhei, Nisporeni, Ungheni, Călărași, R.N. Codrii, Pl. Fagului, Strășeni, Soroca).

Pe stațiuni de versanți, culmi cu roci calcaroase, apar :

- 6.1.1.2. Deluros de cvercete, stâncărie, pe rendzine și soluri faeoziomuri calcarice. (Răspândire: I.S. Edineț, Soroca);
- 6.1.2.3. Deluros de cvercete cu gorunete, pe versanți cu expoziții diferite, pe argile, marne și roci calcaroase, cu soluri superficiale de tip litosoluri/rendzine litice, hidric periodic deficitare, edafic mic (Răspândire: I.S. Hîncești, Nisporeni, Șoldănești, Telenești, Ungheni).

Stațiunile forestiere din etajul FD₁ (de stejărete) sunt reprezentate de:

- 7.4.3.0. Deluros de cvercete cu stejar pe văi și treimea inferioară de versanți, faeoziomuri greice, cernoziomuri argice, edafic mare, *Rubus caesius-Aegopodium*. (Răspândire: I.S. Călărași, Chișinău, Edineț, Glodeni, Ungheni);
- 7.4.2.0. Deluros de cvercete cu stejar pedunculat, pe platouri și versanți slab moderat înclinați cu cernoziom, preluvosol, edafic mijlociu, Bm cu *Brachipodium Geum Pulmonaria* (Răspândire: I.S. Bălți, Călărași, Chișinău, Edineț, Glodeni, Nisporeni, Orhei, Șoldănești, Soroca, Strășeni, Soroca, Telenești, Tighina, Ungheni), aflate pe substrat necalcaroase;
- 7.2.1.0. Deluros de cvercete cu stejărete pe versanți și platouri cu soluri litice-rendzinice (Răspândire: Chișinău, Edineț, Orhei, Șoldănești, Soroca, Ungheni) pe substrat calcaroase;

- 7.5.2.0. Deluros de cvercete cu stejărete, șleao-plopiș, zăvoaie de plop alb, talveguri, cernoziomuri cambice, faeoziomuri și aluviosoluri, cu *Rubus caesius* (Răspândire: I.S. Edineț, Orhei, Șoldănești, Soroca), ca și stațiuni intrazonale de luncă.

Stațiuni forestiere de Silvestepă (Ss) de stejar pedunculat și brumăriu :

- 9.2.5.0. Silvestepă de stejărete xerofile de stejar brumăriu cu cernoziomuri tipice (Răspândire: I.S. Cahul, Comrat);
- 9.3.2.0. Silvestepă de stejărete xerofile de stejar brumăriu și amestecuri de stejar brumăriu cu stejar pedunculat, cu cernoziomuri (Răspândire: I.S. Cahul).

Stațiuni de gorunete din silvestepă (subspecia dalechampi) se întâlnesc pe versanți superiori însoriți și platouri cu cernoziomuri tipice, cambice:

- 9.3.5.0. Silvestepă deluroasă de gorunet, cernoziom argice pe loess sau materiale loessoide Răspândire: I.S. Cimișlia).

Stațiuni de stejărete xerofite:

- 9.3.1.0. Silvestepă externă de stejărete xerofile de stejar pufos și brumăriu, cu cernoziomuri tipice, carbonatice (Răspândire: I.S. Cahul, Comrat);
- 9.3.3.0. Silvestepă deluroasă de cvercete de pufos, pe culmi și treimi mijlocie – superioară de versanți însoriți cu cernoziomuri argice (Răspândire: I.S. Cahul, Chișinău, Comrat, Glodeni).

Stațiuni de luncă Ss(l):

- 9.6.4.1. Silvestepă, luncă de șleau, sol zonal freatic umed, neinundabil, pe soluri aluviale (aluviosoluri) cernoziomuri freatic umede *Rubus-Galium* (Răspândire: I.S. Chișinău, Glodeni, Nisporeni, Tighina, Ungheni, P. Domnească);
- 9.6.1.2. Silvestepă de luncă de zăvoi de plopi, șleao-plopiș, aluviosol moderat humifer, temporar slab umezit freatic, rar și scurt inundabil, *Rubus-Galium* (Răspândire: I.S. Glodeni, Tighina, Ungheni, P. Domnească).

2.2 Favorabilitatea condițiilor de climă și de sol în dezvoltarea speciilor forestiere

Autori: Mihai Enescu și Alexei Savin

Pentru speciile forestiere, compatibilitatea ecologică depinde în principal de regimul de temperatură (Tabelul 8) și cel de precipitații (Tabelul 9).

În condițiile actuale, în Republica Moldova, temperatura medie anuală a aerului variază de la 8.0 °C, în nord (Briceni), până la 10.0 °C (Cahul, Comrat), în sud (Cazac et al. 2005), majoritatea speciilor forestiere principale din pădurile din Republica Moldova dezvoltându-se, deci, în optimul ecologic.

Tabelul 8. Variația potențialului biologic în funcție de temperatura medie anuală (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Temperatura medie anuală (°C)										
	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11
<i>Pinus sylvestris</i>			l	l	o	o	o	o	o	o	s
<i>Pinus nigra</i>					l	s	s	o	o	o	o
<i>Fagus sylvatica</i>			l	s	s	o	o	o	o	s	
<i>Quercus petraea</i>					l	s	s	o	o	o	s
<i>Quercus robur</i>						l	s	o	o	o	s
<i>Quercus pubescens</i>								l	s	s	s
<i>Carpinus betulus</i>					l	s	s	o	o	o	s
<i>Alnus glutinosa</i>					l	l	s	o	o	o	o
<i>Ulmus minor</i>							s	o	o	o	s
<i>Robinia pseudoacacia</i>						l	l	s	o	o	o
<i>Acer pseudoplatanus</i>			l	s	o	o	o	s	s	l	
<i>Acer platanoides</i>						l	s	o	o	o	s
<i>Populus alba</i>						l	s	o	o	o	o
<i>Salix alba</i>							l	s	o	o	o
<i>Tilia tomentosa</i>								s	s-o	o	o-s
<i>Fraxinus excelsior</i>					l	s	s	o	o	o	s

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Având în vedere studiile recente, scenariul RCP 4.5 arată că temperatura medie în Republica Moldova va crește cu 2-3°C până în anul 2050 (Sîrbu și Cujbă 2022), și este de așteptat ca prezența altor specii (ex.: salcâmul, pinul negru ori plopul alb) să crească în procesul de împădurire.

Cel de-al doilea factor care desemnează optimul ecologic este regimul precipitațiilor. În repartitia spațială a precipitațiilor atmosferice căzute pe teritoriul Republicii Moldova, pentru anul 2016, se observă o diminuare a valorilor anuale de la 620 mm în nord-vest până la 470 mm în sud-est (Oleiniciuc 2017). Prin urmare, potențialul biologic arătat în tabelul următor va varia în deceniile următoare.

Tabelul 9. Variația potențialului biologic în funcție de cantumul precipitațiilor anuale (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Precipitații anuale (mm)										
	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
<i>Pinus sylvestris</i>		s	o	o	o	o	o	s	s	l	l
<i>Pinus nigra</i>	l	s	o	o	s	s	s	l			
<i>Fagus sylvatica</i>		l	s	o	o	o	o	o	o	s	l
<i>Quercus petraea</i>		s	o	o	o	s	l	l			
<i>Quercus robur</i>		s	o	o	o	s	l				
<i>Quercus pubescens</i>	l	s	s	l							
<i>Carpinus betulus</i>	l	s	o	o	s	l	l				
<i>Alnus glutinosa</i>	o	o	o	o	s	s	l				

<i>Ulmus minor</i>	o	o	s	l						
<i>Robinia pseudoacacia</i>	o	o	s	l	l					
<i>Acer pseudoplatanus</i>		l	l	s	o	o	o	o	s	s
<i>Acer platanoides</i>	l	s	o	o	o	o	s	l	l	
<i>Populus alba</i>	o	o	o	o	o-s	s				
<i>Salix alba</i>	o	o	o	s	s					
<i>Tilia tomentosa</i>	l	s-o	s							
<i>Fraxinus excelsior</i>	l	s	o	o	o	s	s	l	l	
Legendă:	l = limită, s = suboptim, o = optim									

Tabelul 10. Variația potențialului biologic în funcție de lungimea perioadei bioactive (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Lungimea perioadei bioactive (luni)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Pinus sylvestris</i>		l	l	s	o	o	s		
<i>Pinus nigra</i>			l	l	s	o	o	o	
<i>Fagus sylvatica</i>			l	s	o	o	o	s	l
<i>Quercus petraea</i>				l	s	o	o	o	
<i>Quercus robur</i>					l	s	o	o	
<i>Quercus pubescens</i>						s	s	s	
<i>Carpinus betulus</i>				l	s	o	o	o	
<i>Alnus glutinosa</i>					l	o	o	o	
<i>Ulmus minor</i>					l	s	o	o	
<i>Robinia pseudoacacia</i>					l	s	o	o	
<i>Acer pseudoplatanus</i>			l	s	o	o	s	s	
<i>Acer platanoides</i>					l	s	o	o	
<i>Populus alba</i>					s	o	o	o	
<i>Salix alba</i>					s	s	o	o	
<i>Tilia tomentosa</i>						s	o	o	
<i>Fraxinus excelsior</i>				l	s	s	o	o	
Legendă:	l = limită, s = suboptim, o = optim.								

Perioada bioactivă scurtă este indicată pentru pinul silvestru, fag și paltinul de munte, însă având în vedere regimul temperaturilor de pe teritoriul Republicii Moldova, lungimea perioadei bioactive nu va fi un factor limitativ important chiar și în cazul schimbărilor climatice.

Dintre speciile genului *Pinus*, în împădurirea terenurilor degradate din Republica Moldova se pretează, atât pinul silvestru cât și pinul negru, alegerea dintre cele două specii fiind determinată de criteriul altitudinal și, respectiv, cel climatic. Astfel, în zona dealurilor mijlocii și înalte (peste 200 m), pe versanți umbriți se va utiliza predominant *Pinus sylvestris*, iar pe expoziții însorite (uscate) și la altitudini sub 200 m, soluția va fi *Pinus nigra*.

De menționat că în tabelele prezentate aici pentru specia vizată, gorunul, este luată în considerare subspecia *petraea* (*Quercus petraea* ssp. *petraea*) care are caracter mezofil și pe care o regăsim în mod natural în etajul bioclimatic FD₂ (al gorunetelor și al șleaurilor de deal

cu gorun), deci care se află în optim doar în dealurile cele mai înalte ale Republicii Moldova (Podișul Deluros al Codrilor).

Dat fiind faptul că pe teritoriul Republicii Moldova fagul se află la limita estică a arealului său, dar și la limita suboptimului altitudinal, specia se află într-o poziție vulnerabilă în fața schimbărilor climatice în perspectiva creșterii temperaturii medii multianuale în viitorul apropiat. Totuși, factorul altitudinal nu reprezintă un factor limitativ pentru vegetația forestieră din Republica Moldova.

Tabelul 11. Variația potențialului biologic în funcție de altitudine (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Altitudinea (m)																	
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
<i>Pinus sylvestris</i>	l	l	s	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	s	l	l	l	l
<i>Pinus nigra</i>	s	s	o	o	o	o	o	s	l	l	l							
<i>Fagus sylvatica</i>	s	s	s	s	s	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	l	l	
<i>Quercus petraea</i>			s	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	s	l	l		
<i>Quercus robur</i>	s	o	o	o	o	s	s	l	l									
<i>Quercus pubescens</i>	l	s	s	s	s	l	l											
<i>Carpinus betulus</i>	l	l	o	o	o	o	o	s	s	l	l							
<i>Alnus glutinosa</i>	o	o	o	o	o	o	s	s	l	l	l							
<i>Ulmus minor</i>	l	o	o	o	o	s												
<i>Robinia pseudoacacia</i>	o	o	o	s	l	l	l											
<i>Acer pseudoplatanus</i>				l	s	s	s	o	o	o	o	o	s	s	s	l		
<i>Acer platanoides</i>	l	s	o	o	o	o	o	o	s	s	l	l	l					
<i>Populus alba</i>	o	o	o	o	o	s	s	l										
<i>Salix alba</i>	o	o	o	o	s	l	l											
<i>Tilia tomentosa</i>	s	o	o	o	o	s	l											
<i>Fraxinus excelsior</i>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	s	l					
Legendă:	l = limită, s = suboptim, o = optim.																	

Potențialul biologic al unei specii depinde destul de mult de expoziția versanților, după cum se poate vedea în tabelul următor. Mai ales în ipoteza aridizării climatului, toleranța slabă la înșorirea prelungită va determina variații locale importante în prezența speciilor forestiere.

Ținând cont de faptul că majoritatea solurilor din Republica Moldova aparțin clasei Cernisoluri (de tip Cernoziom, Faeoziom și Rendzină) care prezintă orizont Am, saturat cu baze, cu pH slab alcalin-neutru-slab acid (pH între 7,5 și 6,0) (Ursu et al. 2022) marea majoritate a speciilor forestiere se situează în domeniul optim.

Tabelul 12. Variația potențialului biologic în funcție de expoziție (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Expoziție - climă de versanți					
	însoriți	semiînsoriți	semiumbriți	umbriți	depresiuni	găuri de ger
<i>Pinus sylvestris</i>	o	o	s	s	o	o
<i>Pinus nigra</i>	o	o	s	l		
<i>Fagus sylvatica</i>	s	o	o	o	l	
<i>Quercus petraea</i>	o	o	s	s	l	l
<i>Quercus robur</i>	o	o	s	s	o	l
<i>Quercus pubescens</i>	o	o	l			
<i>Carpinus betulus</i>	l	s	o	o	s	o
<i>Alnus glutinosa</i>					o	
<i>Ulmus minor</i>	o	o	s	l	o	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	o	s	l			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	s	s	o	o	s	s
<i>Acer platanoides</i>	s	o	o	o	o	l
<i>Populus alba</i>					o	
<i>Salix alba</i>					o	
<i>Tilia tomentosa</i>	o	o	s	l	l	
<i>Fraxinus excelsior</i>	l	s	o	o	o	l

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Tabelul 13. Variația potențialului biologic în funcție de aciditatea solului (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Aciditatea solului (pH în apă)																	
	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8
<i>Pinus sylvestris</i>		l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	s	
<i>Pinus nigra</i>		o	o	o	s	s	s	s	l	l	l	l						
<i>Fagus sylvatic.</i>		s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	l	l	l	l
<i>Q. petraea</i>		s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	l	l	l	
<i>Quercus robur</i>		s	o	o	o	s	s	s	s	s	l	l	l	l	l	l		
<i>Q. pubescens</i>	l	s	s	s	s	l	l											
<i>C. betulus</i>		o	o	o	o	o	s	s	s	l	l	l						
<i>Alnus glutinos.</i>		s	o	o	o	s	s	l	l	l	l							
<i>Ulmus minor</i>	s	o	o	o	s	s	s											
<i>Robinia pseud.</i>	o	o	o	o	s	s	l	l										
<i>A. ps.platanus</i>	s	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	s	s	l	l	l	l	l
<i>A. platanoides</i>	s	o	o	o	o	o	o	o	s	s	s	l	l	l	l	l	l	l
<i>Populus alba</i>	o	o	o	o	s	s	s	l	l									
<i>Salix alba</i>	o	o	o	o	s	s	l	l	l									
<i>Tilia tomentosa</i>	s	o	o	o	s	l												
<i>F. excelsior</i>	l	o	o	o	s	s	l											

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Există limitări la o serie de tipuri de soluri din clasa Luvisoluri (Luvosol tipic, albic, stagnic) regăsite în partea cea mai înaltă altitudinal a Republicii Moldova, la altitudini de peste 250-300 m, cu orizonturi Ao și E debazificate, cu pH moderat la puternic acid (pH 5,5-4,5) la care mare parte din speciile naturale fundamentale se situează în zona suboptimului (Tabelul 13).

Tabelul 14. Variația potențialului biologic în funcție de tipul de humus (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Tipul de humus									turbă
	mull			moder			humus brut			
	calic	eutrofic	oligotrofic	activ	oligotrofic	hidromorf	activ	xeric	hidromorf	
<i>Pinus sylvestris</i>	l	s	o	o	o	s	o	s	s	l
<i>Pinus nigra</i>	o	o	s	o	l		s	s		
<i>Fagus sylvatica</i>	o	o	o	o	s		s			
<i>Quercus petraea</i>	s	o	o	o	s		s			
<i>Quercus robur</i>	s	o	l	o	l	l	l		l	
<i>Carpinus betulus</i>	s	o	l	s	l		l			
<i>Alnus glutinosa</i>						o			o	s
<i>Ulmus minor</i>	o	o	l	s	l	l				
<i>R. pseudoacacia</i>	o	o								
<i>A. pseudoplatanus</i>	o	o	s	l	l	l	l	l	l	
<i>Acer platanoides</i>	o	o	s	o	s	l	l	l	l	
<i>Populus alba</i>	o	o	l			s			l	l
<i>Salix alba</i>	o	o	l	l		s			s	l
<i>Tilia tomentosa</i>	o	o	l	s	l					
<i>Fraxinus excelsior</i>	o	o	l	s	s					

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Caracteristicile humifere (tipul și subtipul de humus) ale solurilor Republicii Moldova satisfac, în general, exigențele ecologice ale principalelor specii forestiere. Stejarul (*Quercus robur*), o specie mai pretențioasă față de gorun în privința troficității minerale, se dezvoltă optim pe solurile eubazice, cu humus de calitate de tip mull sau moder mai bine transformat (activ), lucru regăsit pe suprafețe mari atât în zona forestieră, cât și în afara ei pe soluri de tip Cernoziom și Faeoziom (greic, argic, cambic) (Tabelul 14).

Profundimea solurilor poate fi un factor limitativ în dezvoltarea optimă a multor specii. Totuși, există și specii folosite la împădurirea terenurilor degradate prin eroziune de adâncime și/sau de suprafață, mai puțin afectate de profundimea solurilor. Printre aceste specii se enumeră și pinii (Tabelul 15). Astfel, pe terenurile degradate, caracterizate prin soluri scurte de tip rendzine litice (cu profil de sub 50 cm grosime), destul de comune pe teritoriul Republicii Moldova, soluția optimă este pinul negru, o specie rezistentă la secetă edafică ce derivă din profundimea mică și grosimea solului până la rocile compacte și masive.

În rest, solurile predominante din clasa Cernisoluri, cum sunt cernoziomurile, nu prezintă limitări de acest tip, decât subtipul argic, din zonele mai umede, care are limitări de ordin fiziologic pentru specii pretențioase cum este gorunul (Savin 2022).

Tabelul 15. Variația potențialului biologic în funcție de profunzimea solului (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Profunzimea solului (cm)														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
<i>Pinus sylvestris</i>	l	l	s	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Pinus nigra</i>	l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
<i>Fagus sylvatica</i>		l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o		
<i>Quercus petraea</i>			l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	
<i>Quercus robur</i>			l	l	s	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Carp. betulus</i>			l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Alnus glutinosa</i>		l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Ulmus minor</i>			l	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o		
<i>R. pseudoacacia</i>					l	l	s	s	s	o	o	o	o	o	
<i>A. ps.platanus</i>		l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Acer platanoides</i>			l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o
<i>Populus alba</i>				s	s	s	s	o	o	o	o	o	o	o	
<i>Salix alba</i>			l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
<i>Tilia tomentosa</i>						s	o	o	o	o	o	o	o	o	
<i>Fraxinus excelsior</i>		l	l	s	s	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Salcâmul, ca specie frecvent utilizată în împădurirea terenurilor degradate, deși este o specie mai puțin pretențioasă față de alte proprietăți fizice și chimice ale solului, reclamă soluri profunde, fiind în optim pe soluri de peste 1 m grosime până la roca parentală (frecvent loessoidă).

Compactarea solului este o problemă a terenurilor atât din fondul forestier (afectate în special de circulația și pășunatul animalelor domestice/copitate), cât și în afara acestuia (terenuri cu folosință agricolă sau practică - pajiști).

Dintre speciile mai des folosite la împădurirea unor terenuri din afara fondului forestier al Republicii Moldova este stejarul (*Quercus robur*), care spre deosebire de gorun și stejar pufos este mai puțin pretențios față de compactitatea solurilor, suportând mult mai bine decât celelalte specii soluri bătătorite, destructurate, mai argiloase și cu o porozitate totală la limita suboptimului (Pt sub 40 %).

În general, marea majoritate a speciilor forestiere folosite în împădurirea terenurilor preferă solurile cu o textură mijlocie spre grosieră decât cele cu textură fină. Excepție fac doar unele specii care suportă ceva mai bine textura fină (luto-argiloasă și argiloasă), cum ar fi aninul negru și frasinul, specii regăsite în compoziția de împădurire a terenurilor degradate afectate de exces de apă din Republica Moldova (Tabelul 16). Dintre speciile care reclamă o textură mai grosieră de tip nisipoasă până la luto-nisipoasă (optim edafic) se remarcă speciile genului *Pinus* și salcâmul (Tabelul 17).

Tabelul 16. Variația potențialului biologic în funcție de compactitatea solului (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Compactitatea solului				
	foarte afânate	afânate	moderat compacte	compacte	foarte compacte
<i>Pinus sylvestris</i>	o	o	s	s	s
<i>Pinus nigra</i>	o	o	o	l	l
<i>Fagus sylvatica</i>	o	o	o	l	
<i>Quercus petraea</i>	s	o	o	s	l
<i>Quercus robur</i>	s	o	o	o	l
<i>Quercus pubescens</i>	l	s	s	s	l
<i>Carpinus betulus</i>	s	o	o	l	
<i>Alnus glutinosa</i>	s	s	o	o	o
<i>Ulmus minor</i>	s	o	s	l	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	o	o	l	l	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	o	o	s	l	
<i>Acer platanoides</i>	s	o	o	s-l	l
<i>Populus alba</i>	s	o	o	s	
<i>Salix alba</i>	s	o	o	s	l
<i>Tilia tomentosa</i>	s	o	s	l	
<i>Fraxinus excelsior</i>	s	o	o	s	l

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Tabelul 17. Variația potențialului biologic în funcție de textura solului (prelucrare după Stănescu et al. 1997)

Specia	Textura solului						
	nisipos	nisipo-lutos	luto-nisipos	lutos	luto-argilos	argilo-lutos	argilos
<i>Pinus sylvestris</i>	o	o	o	s	s	s	l
<i>Pinus nigra</i>	o	o	o	s	s	l	l
<i>Fagus sylvatica</i>		s	o	o	s	l	
<i>Quercus petraea</i>	l	o	o	o	s	l	
<i>Quercus robur</i>		l	o	o	s	s	l
<i>Quercus pubescens</i>	l	l	s	s	s	s	l
<i>Carpinus betulus</i>		s	o	o	s	l	
<i>Alnus glutinosa</i>		l	l	s	o	o	o
<i>Ulmus minor</i>		l	o	o	l	l	
<i>Rob. pseudoacacia</i>	o	o	s	l	l		
<i>Acer pseudoplatanus</i>		l	o	o	s	s	
<i>Acer platanoides</i>		s	o	o	o-s	s-l	l
<i>Populus alba</i>	l	o	o	o	s	l	l
<i>Salix alba</i>	l	s	o	o	o	s	l
<i>Tilia tomentosa</i>		s	s	o	s-l		
<i>Fraxinus excelsior</i>		l	s	o	o	s	l

Legendă: l = limită, s = suboptim, o = optim.

Concluzii

Distribuția speciilor pe teritoriul Republicii Moldova și exigențele ecologice ale acestora față de principalii factori de mediu, denumiți sintetic factori staționali, depind de situarea geografică a terenului în raport cu latitudinea, altitudinea și expoziția, factori care induc modificări de ordin climatic (temperatură și precipitații).

Un alt factor important în distribuția principalelor specii forestiere este factorul edafic. Prezența largă a rocilor calcaroase în Republica Moldova nasc soluri de tip rendzine, de multe ori cu profunzime redusă și cu rocă la suprafață, fapt ce duce la o rezervă de apă scăzută, cu implicații asupra compoziției arboretelor și a productivității speciilor. Pe astfel de soluri în etajele bioclimatic FD1 și Ss vor fi promovate speciile de stejari xerofiti, precum sunt stejarul brumăriu și stejarul pufos. Pe soluri profunde, de tip cernoziom, formate pe depozite loessoide se va promova stejarul, iar pe soluri din clasa Luvisoluri, la altitudini mai mari, cu regim climatic periodic percolativ, se va promova în compoziția șleaurilor specia gorun.

Pe teritoriul Republicii Moldova fagul se va promova și conserva numai în arborete situate la altitudini de peste 300 m, pe versanți umbriți și funduri de văi din etajul bioclimatic FD2.

De reținut !

Zona cea mai favorabilă extinderii suprafeței împădurite a Republicii Moldova este Podișul Central al Codrilor alături de Podișul Nistrului și de Podișul Moldovei de Nord.

În aceste zone coeficientul de stabilitate ecologică a terenurilor este peste media națională și are valori mai mari de 0,5. Peste aceste teritorii favorabile pădurilor de șleau se suprapun, în prezent, și teritorii cu un procent mai ridicat de împădurire (peste 25-30%).

Speciile forestiere ce trebuie promovate în compoziția arboretelor (șleaurilor de deal și de câmpie) sunt din categoria speciilor natural fundamentale ale pădurilor Republicii Moldova:

- gorunul, în etajul bioclimatic FD2,
 - stejarul, în etajul FD1,
 - stejarul brumăriu și cel pufos, alături de stejarul pedunculat, în etajul silvostepii Ss.
- Să nu uităm că anumite specii alohtone pot fi utile în împădurirea unor stațiuni forestiere de productivitate inferioară, așa cum sunt speciile genului *Pinus*, pinul negru și cel silvestru, care sunt mai bine adaptate la un climat mai uscat și soluri scurte cu troficitate redusă.

Noțiuni fundamentale

- Temperatura medie multianuală reprezintă media temperaturilor medii anuale pe o perioadă de minim 20 de ani (pentru o bună acoperire statistică). Temperatura medie anuală este o medie a temperaturilor medii lunare înregistrate în decursul unui an.
- Stațiunea forestieră reprezintă acea suprafață de teren, caracterizată prin omogenitatea factorilor de mediu de ordin climatic (temperatură, precipitații, umiditate atmosferică), litologic (roca generatoare de sol), geomorfologic (relief) și edafic (condiții de sol);
- Fișa ecologică a unei specii descrie preferințele acesteia de natură climatică, orografică, edafică, categorisite în cele trei domenii:
 - optim (o): fără limitări de ordin fiziologic și productiv
 - suboptim (s) : cu condiții care afectează productivitatea și perpetuarea speciei

Pentru sectoarele mai sudice ale țării, cu grad de împădurire mai scăzut, dar totuși cu trupuri largi de pădure în unele sectoare (exemplu: pe Dealurile Tigheciului, Câmpia Botnei), vor fi necesare specii adaptate condițiilor de mediu din regiune, pentru ca aceste regiuni să atingă valori mai mari ale indicelui de stabilitate ecologică

- limită (l): situată la limita existenței taxonului



De reținut!

Rezumat

Teritoriul Republicii Moldova prezintă o serie de variabilități de ordin geomorfologic, climatic și edafic. Astfel, din perspectiva reliefului, dar și a climatului, suprafața țării se împarte în trei etaje altitudinale: dealurile înalte caracteristice Podișului Central al Codrilor, corespunzător etajului fitoclimatic al gorunetelor și șleaurilor de deal pe bază de gorun (FD2); dealurile joase, regăsite pe întreg teritoriul Republicii Moldova, și cărora le corespunde etajul fitoclimatic al șleaurilor și zăvoaielor pe bază de stejar pedunculat (FD1); silvostepa deluroasă și de câmpie, situată predominant în partea de sud a țării (Ss), în care speciile principale din compoziția arboretelor, pe lângă stejarul pedunculat, sunt reprezentate și de alți taxoni (xerofiți), precum este stejarul pufos (*Quercus pubescens*) și stejarul brumăriu (*Quercus pedunculiflora*). Sporadic, mai apare și gorunul de silvostepă (*Quercus petraea ssp. dalechampii*).

Alegerea speciilor atât pentru împădurirea/reîmpădurirea terenurilor aflate în fond forestier, dar mai ales a celor destinate împăduririi terenurilor degradate trebuie să țină cont de condițiile staționale în care ne situăm. Astfel, pentru alegerea speciilor promovate în regenerarea naturală sau împădurire trebuie să ținem cont de fiecare factor stațional în parte, de la expoziția versanților, care poate crea stațiuni forestiere extrazonale (spre exemplu: stațiuni de silvostepă cu stejari xerofiți pe expoziții uscate și soluri scheletice, de tip rendzinice litice, cum se întâlnesc în Defileul Nistrului sau a Râului Răut), la nivelul pânzei freatice, care poate naște stațiuni forestiere intrazonale de zăvoaie de plop alb și sălcii în lunca Prutului.

Mesajul cheie

Identificarea cât mai precisă a factorilor de mediu (climă, relief, rocă și sol) înseamnă în domeniul silviculturii identificarea corectă a etajului bioclimatic în care ne situăm și a tipului de stațiune. Acestea reprezintă cheia unor soluții corecte de împădurire, de conducere a arboretului și de gospodărire a viitoarei păduri.



Dicționar de termeni

- Aciditatea solului (pH) - reprezintă concentrația soluției solului în ioni de hidrogen și se exprimă în grame ioni de H⁺ la un litru de soluție;
- Fișa ecologică a unei specii - reprezintă favorabilitatea factorilor de natură climatică (temperatură medie anuală, precipitații anuale), orografică (altitudine, expoziție și, respectiv, perioadă bioactivă), edafică (aciditatea, tipul de humus, profunzimea și compactitatea solului), pentru o anumită specie, categorisită în cele trei domenii: optim, suboptim și limită;
- Stațiunea forestieră - este un teritoriu limitat natural, practic omogen sau cu aceeași microvariabilitate în cuprinsul lui, caracterizat printr-o anumită situație geografică (așezare în zonalitatea bioclimatică și în spațiul geografic local) anumite condiții de relief, substrat litologic, sol, apa stagnantă (din precipitații sau de inundație) și uneori și apă subterană (apă freatică);
- Tipul de sol - reprezintă o grupă de soluri asemănătoare, separate în cadrul unei clase de soluri, caracterizate printr-un orizont diagnostic specific, o anumită succesiune de orizonturi, fie anumite caractere specifice ale orizontului de diagnoză;
- Textura solului - reprezintă raportul procentual dintre cele trei fracțiuni granulometrice ce compun mare parte din componenta minerală a solului: nisipul, praful (lutul) și argila.

○



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care sunt speciile forestiere care se pretează pentru înființarea de culturi forestiere în terenuri cu soluri cu textură nisipoasă?
2. Ce reprezintă cele trei domenii (optim, suboptim, limita) din fișa ecologică a speciei ?
3. Care specie suportă bine solurile compacte ?
4. Care dintre cele două specii ale genului *Quercus*, stejarul și gorunul, este mai pretențioasă față de calitatea humusului (tipul de humus) ?
5. Care sunt cele mai răspândite tipuri de sol de pe teritoriul Republicii Moldova ?



Aplicație

Care sunt criteriile de stabilire a tipului de stațiune ?

2.3 Vulnerabilitatea sectorului forestier din R. Moldova la schimbările climatice și impactul asupra pădurilor

Autori: Cosmin Coșofreț, Olivier Bouriaud, Laura Bouriaud

2.3.1 Principalele riscuri și pierderi ce vor apărea datorită schimbărilor climatice

Conform Strategiei Naționale de Dezvoltare – Moldova 2030 (L315/2022), schimbările climatice reprezintă una din cele trei probleme majore în calea dezvoltării țării, alături de cele demografice și economice. În mod special, schimbările climatice vor avea un impact major în mediul rural, unde sărăcia este de 7,5 ori mai intensă decât în orașele mari. Seceta este fenomenul cu cel mai mare impact asupra dezvoltării, cu o medie anuală a pierderilor economice de $\approx 2\%$ din PIB. Astfel, Republica Moldova este foarte vulnerabilă în fața aridizării climatei având în vedere faptul că în perioada următoare se prognozează creșteri ale temperaturilor medii anuale și scăderi a cantității rezervelor de apă.

Vulnerabilitatea pădurilor în Republica Moldova față de schimbările climatice este confirmată și de starea fitosanitară precară a ecosistemelor forestiere. Astfel, drept rezultat al secetelor survenite, în ultima perioadă (anii 2007, 2011, 2012, 2015, 2019 și 2020) s-a constatat degradarea ecosistemelor forestiere și reducerea rezistenței biologice a arborilor față de acțiunea factorilor negativi, ceea ce a condiționat vulnerabilitatea arborilor, precum și intensificarea proceselor de uscure pe suprafețe mari, odată cu crearea condițiilor favorabile pentru răspândirea în masă a dăunătorilor fitofagi și xilofagi. Conform datelor Agenției „Moldsilva”, suprafața medie a focarului de dăunători fitofagi, în perioada 2010-2020, a fost de 69 mii ha, dintre care circa 30 mii ha sau 43,5% au necesitat măsuri de combatere. Printre dăunătorii defoliatori, cea mai mare pondere și efecte distructive sunt înregistrate din partea cotarului verde (*Operophtera brumata*), a cotarului brun (*Erannis defoliaria*), precum și a moliei verzi a stejarului (*Tortrix viridana*). Deși toate aceste specii sunt insecte polifage prezente în ecosistemele forestiere și agricole, în ultimele decenii, focarele acestora au avut o evoluție ciclică, fiind influențate pe larg de condițiile climatice în perioadele critice de dezvoltare (larve), cât și de capacitățile insuficiente de monitoring și de intervenție ale structurilor silvice centrale și teritoriale (HG 624/2023).

Moldova se confruntă cu provocări mari din cauza degradării terenurilor, în special în sudul Republicii Moldova, unde datorită schimbărilor climatice există un risc mare de intensificare a degradării terenurilor, inclusiv prin tendința de deșertificare.

În sudul țării, din cauza solurilor carbonatate de profunzimi reduse, puțin favorabile creșterii sistemului radicular al salcâmului, pădurile au risc mare de degradare încă și mai accentuat în viitor. Deși este necesară refacerea arboretelor degradate (salcâmete în curs de uscure) cu specii indigene care sunt adaptate la condițiile locale, în contextul schimbărilor climatice arealul speciilor se poate modifica rapid, iar utilizarea speciilor indigene nu garantează reușita refacerii. Utilizarea unor modele la nivel de peisaj pentru a vedea evoluția speciilor propuse pentru reconstrucție pe o perioadă mai mare de timp poate reprezenta un ajutor pentru administratorii de pădure și proprietarii de terenuri.

Fenomenele meteo-climatice extreme, vor deveni tot mai frecvente și mai intense, afectând negativ ecosistemele terestre. Aproximativ 90% din calamități sunt legate de secetă, vânt și precipitații. Republica Moldova este expusă frecvent fenomenelor meteo extreme (grindina, înghețurile târzii de primăvară, valurile de frig, valurile de căldură, secetele, chiciura,

intensificarea ploilor torențiale). În tabelul de mai jos se poate observa că în anii 2016 și 2019 s-au înregistrat cele mai multe calamități naturale, iar dintre toți anii analizați, 2019 este anul în care seceta a avut cea mai mare prezență. Datele statistice din ultimul deceniu arată, că numărul total de calamități naturale, inclusiv cele hidro-meteorologice, au o tendință de creștere a frecvenței și intensității (Tabelul 18).

Tabelul 18. Evoluția calamităților naturale înregistrate și suma pagubelor materiale provocate de acestea pe teritoriul Republicii Moldova (Sîrbu și Cujba 2022)

Evoluția calamităților naturale	2015	2016	2017	2018	2019
Ploi torențiale	4	29	2	19	25
Ploi torențiale cu grindină	15	40	12	28	31
Ploi torențiale cu grindină și vânt puternic	9	16	16	6	12
Grindină mare	14	10	7	5	14
Ploi torențiale cu vânt puternic	1	8	14	4	8
inundații	-	-	-	1	3
Secetă	1	-	-	-	4
Alte calamități	17	10	41	8	17
Total	61	113	92	71	114
Suma pagubelor materiale provocate de calamitățile naturale (milioane MDL)					
Ploi torențiale	0,4	71,1	1,8	22	90
Ploi torențiale cu grindină	54,1	66,4	25,0	166,5	361,5
Ploi torențiale cu grindină și vânt puternic	58,7	163,1	67,6	26,2	270,3
Grindină mare	22,9	5,5	12,8	70,8	31,4
Ploi torențiale cu vânt puternic	0,4	0,6	17,2	10,4	112,8
inundații	-	-	-	1,0	4,0
Secetă	-	-	-	-	71,6
Suma pagubelor materiale	136,5	306,7	124,4	296,9	941,6

La nivel European, s-a estimat că valoarea pierderilor economice totale pe ultimii 40 de ani datorită schimbărilor climatice se cifrează la 487 de miliarde de euro (Infografic UE 2022).

Peste 2 miliarde de euro reprezintă pagubele produse anual de incendiile de vegetație și peste 5 miliarde euro este costul mediu anual al inundațiilor în Europa.

Repartizarea acestor costuri determinate de schimbările climatice este însă inegală printre țările europene, în funcție de vulnerabilitatea climatică a fiecărei țări (Infografic UE 2022). Estimăm că pentru Republica Moldova costurile sunt relativ aceleași cu cele calculate pentru România, respectiv în jur de 750 euro pe cap de locuitor.

2.3.2 Impactul schimbărilor climatice asupra ecosistemele forestiere ale Republicii Moldova

În strategia de dezvoltare durabilă a sectorului forestier din Republica Moldova (2014), funcția principală a resurselor forestiere este de a menține echilibrul ecologic, însă suprafața zonelor împădurite se dovedește a fi insuficientă pentru a garanta o protecție eficientă.

În strategie este menționat faptul că împădurirea redusă constituie o cauză majoră a nivelului ridicat de eroziune a solului, alunecărilor de teren și a degradării resurselor acvatice; acest fapt, intensificând efectele secetelor. Au fost identificate și cauzele principale ale degradării

pădurilor: (i) creșterea tăierilor ilicite din cauza prețurilor ridicate la lemn și combustibil; (ii) lipsa controlului eficient din partea administrațiilor locale; (iii) nivelul redus de cunoștințe și de cultură ecologică; și (iv) pășunatul excesiv și lipsa unei gestionări forestiere adecvate.

Totuși, tendința de despădurire de lungă durată, de circa 100 ani, a fost inversată în ultimii 50 de ani. Politica forestieră curentă din Republica Moldova îndeamnă spre extinderea suprafeței forestiere prin împădurire. În această evoluție, trebuie ținut cont de faptul că cele mai mici schimbări ale temperaturii și precipitațiilor ar putea afecta creșterea pădurilor în viitor, în special în zonele de limită ale ecosistemelor forestiere (silvostepă).

Strategia de adaptare la schimbările climatice (HG1009/2014) a identificat trei categorii de impact cu potențiale consecințe socioeconomice pentru sectorul forestier (Tabelul 19).

Tabel 19. Impactul socioeconomic ale schimbării climei asupra sectorului forestier (sursa: HG 1009/2014)

Categoria impactului	Impactul asupra sectorului forestier	Impactul socioeconomic
Temperaturi ridicate, valuri de căldură	Prelungirea sezonului de vegetație Manifestarea unor consecințe negative pentru speciile sensibile la schimbările temperaturii Creșterea vulnerabilității la incendii forestiere	Reducerea volumului de lemn Trecerea la alte surse de energie Costuri adiționale pentru populație
Schimbarea regimului de precipitații	Schimbarea stării fitosanitare Schimbarea compoziției speciilor Schimbarea tipurilor de dăunători, creșterea numărului lor și majorarea incidenței bolilor	Modificarea capacității habitatului forestier de menținere a diversității biologice (genetice), de protecție a mediului și asigurare a funcțiilor socioeconomice specifice
Fenomene extreme: secete, incendii, vânturi puternice și inundații	Creștere și productivitate redusă Creșterea numărului de incendii forestiere Creșterea ratei de mortalitate a semințelor	Pierderi economice în sectorul forestier Pericol de incendii

În perioada 2010-2039 se așteaptă că starea fitosanitară a pădurilor să se schimbe semnificativ în zona de nord a țării, unde suprafața arboretelor în curs de uscare se va extinde cu circa 15-25%. În 2040-2069, modificarea stării fitosanitare va determina și uscarea arboretelor către sud și sud-est. În perioada 2070-2099 se vor produce schimbări semnificative, în partea de nord, pădurile existente se vor usca pe scară largă (Donica și Jechiu 2019).

Seceta îndelungată din timpul verii reprezintă principalul factor limitativ al creșterii și productivității forestiere. Creșterea temperaturilor și modificarea regimului de precipitații sunt factorii principali care expun pădurile la atacuri de insecte dăunătoare și boli fungice. Cererea de apă în perioada sezonului de vegetație este mai mare decât cantitatea de precipitații, în contextul creșterii temperaturilor, lipsa apei va afecta creșterea arborilor într-o măsură mai

mare decât în prezent. Efectul schimbărilor climatice asupra speciilor poate fi pozitiv sau negativ, în funcție de regiunea/zona în care se află, însă vor predomina efectele negative, atât ca suprafață, cât și ca număr de specii afectate.

Una dintre cele mai vulnerabile zone din Republica Moldova este sudul țării, care are un nivel scăzut de împădurire (7,7%) și, parțial, centrul unde se află cea mai mare suprafață acoperită de păduri (209,4 mii ha). Pentru sectorul forestier al Republicii Moldova, au fost identificate următoarele riscuri:

- schimbarea ratei de regenerare;
- schimbarea sensibilității speciilor la deficitul de apă;
- schimbarea densității arboretelor;
- schimbarea condițiilor fitosanitare;
- schimbarea compoziției speciilor;
- creșterea mortalității arborilor și a manifestării fenomenului de uscare a arboretelor.

Detalii cu privire la mărimea riscurilor/ avantajelor		Nord	Centru	Sud
Riscuri	Schimbarea compoziției speciilor forestiere*	SCĂZUT	MEDIU	RIDICAT
	Creșterea posibilă a mortalității arborilor	SCĂZUT	MEDIU	RIDICAT
	Modificarea concurenței speciilor	MEDIU	MEDIU	RIDICAT
	Consecințe negative pentru speciile sensibile la schimbarea temperaturii	SCĂZUT	MEDIU	RIDICAT
	Schimbarea ratei de regenerare	MEDIU	RIDICAT	RIDICAT
	Schimbarea sensibilității speciilor forestiere la deficitul de apă	MEDIU	RIDICAT	RIDICAT
	Schimbarea densității individuale a arborilor	MEDIU	RIDICAT	RIDICAT
	Creșterea distrugerilor abiotice cauzate de incendii, furtuni de vânt ?, inundații și secetă	SCĂZUT	MEDIU	MEDIU
Schimbarea condițiilor fitosanitare	MEDIU	RIDICAT	RIDICAT	
Avantaje	Schimbarea producerii de biomasă**	RIDICAT	MEDIU	SCĂZUT

Figura 20. Riscurile și avantajele principale pentru sectorul forestier induse de către schimbările climatice. Sursa: HG 1009/2014

Totuși, ar exista și un avantaj temporar asociat cu impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier, respectiv creșterea producției de biomasă la unele specii forestiere. Dacă în anii 2030, teiul de deal ar putea acumula cu peste 30% mai multă biomasă, aceasta creștere va fi precedată de reducerea continuă a biomasei totale din cauza degradării speciei; de asemenea, gorunul ar putea acumula cu 20-40% mai multă biomasă datorită noilor condiții de climă care îi sunt favorabile, însă, pe termen lung, producția totală se va reduce, ca urmare a declinului acestei speciei pe unele dintre suprafețele pe care gorunul este prezent acum.

Riscul reprezentat de modificarea compoziției speciilor este dat de reducerea zonelor forestiere mezofile (arboret de fag, gorun și stejar) în favoarea pădurilor termofile de gorun cu arbori de scumpie și pășuni xerofile. Avantajul dat de modificarea productivității poate fi contracarat de speciile de amestecat, cum ar fi carpenul și frasinul. Acestea ar putea fi cele mai vulnerabile specii la schimbările climatice, începând cu anii '60 în cazul carpenului, respectiv anii '70 în cazul frasinului. Până la finalul secolului, ambele specii pot înregistra o reducere de 20-40% din creșterea biomasei.

2.3.3. Impactul schimbărilor climatice asupra compoziției viitoare a pădurilor din Republica Moldova

2.3.3.1. Modelul de compatibilitate bioclimatică IKS pentru estimarea compoziției viitoare

Modelele de distribuție ale speciilor sunt modele care asociază prezența unei anumite specii cu anumite valori ale parametrilor climatici, spre exemplu temperatura și precipitațiile. Prezența sau absența unei specii poate fi corelată simultan cu mai mulți parametri climatici, pentru a defini probabilitatea ca o specie să fie observată în anumite condiții climatice. Aceste modele de compatibilitate (sau potrivire) climatică sunt folosite mai departe pentru a transpune condiții climatice (actuale sau viitoare) în zone geografice. Zonele de potrivire sunt zonele în care climatul este conform condițiilor necesare pentru prezența speciei analizate.

Modelul IKS (model dezvoltat de echipe franceze, numele și acronimul lui sugerând o combinație dintre vegetație, climat și sol) este un model de potrivire climatic dezvoltat pentru a furniza sugestii cu privire la speciile potrivite climatului viitor, și a celor care nu vor mai fi potrivite. Acest model este bazat pe un număr restrâns de parametri climatici, fapt care favorizează robustețea predicțiilor: temperatura medie anuală, suma temperaturilor în zilele cu temperatura mai mare de 5°C (cumulative degree days), și deficitul hidric al solului. Folosește așadar un model de fișă ecologică a speciei, așa cum s-a discutat într-un capitol precedent, pentru 37 de criterii, grupate astfel:

- factori climatici limitativi;
- factori edafici limitativi;
- indici referitori la diversitatea genetică;
- valori referitoare la creșterea și producția de lemn;
- informații privind alte servicii ecosistemice;
- lucrări de silvotehnică recomandate;
- vulnerabilitatea la riscurile biotice;
- vulnerabilitatea la riscurile abiotice.

Pentru fiecare specie în parte⁴ (Tabelul 20), modelul IKS prezice zonele geografice în care aceste specii sunt fie compatibile (potrivite), fie incompatibile (nepotrivite). Scenariile climatice prezentate în capitolul 1 (scenarii RCP de emisii - Representativ Common Pathway) sunt utilizate pentru a determina compatibilitatea viitoare a speciilor. Predicțiile acoperă întreaga Europă și sunt făcute pe baza unor date reale privind prezența sau absența speciilor, care sunt utilizate pentru a calibra modelul. Prin urmare, modelul funcționează doar pentru

⁴ Pentru o vizualizare a genurilor și speciilor de plante întâlnite în pădure recomandăm lucrarea disponibilă online cu titlul **Flora Ilustrată a României** scrisă de prof. univ. dr. Vasile Ciocârlan și publicată la Editura Ceres în anul 2000, care prezintă în totalitate genurile de plante întâlnite în flora României, speciile de plante care cresc spontan, hibridii rezultați din încrucișări spontane cât și speciile de plante frecvent cultivate în România.

https://ro.wikipedia.org/wiki/Clasificarea_Regnului_Plantae_dup%C3%A1_Flora_Ilustrat%C3%A1_a_Rom%C3%A2niei,_V._Cioc%C3%A2rlan,_2000; precum și lucrarea **Flora României, Determinator ilustrat al plantelor vasculare** de Al. Beldie, https://ro.wikipedia.org/wiki/Clasificarea_Regnului_Plantae_dup%C3%A1_Al._Beldie_1977. Imagini cu specii forestiere mai sunt prezentate pe Silvanews: <https://silvanews.ro/dendrologie/dendrologie/>, iar o caracterizare completă a speciilor, inclusiv autoecologia lor, apare pe Joint Research Europe, însă din păcate fără a acoperi R. Moldova: <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/european-atlas/>; <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/european-atlas/atlas-download-page/>.

speciile care sunt destul de răspândite în momentul de față (pentru care avem suficient de multe date). De exemplu, stejarul brumăriu (*Quercus pedunculiflora*) nu este suficient de bine acoperit de observații de teren la nivel european astfel încât modelul să poată fi utilizat și în cazul acestei specii, fapt valabil și pentru mălin (*Prunus padus*), deși ambele specii sunt prezente în Republica Moldova și prezintă interes în silvicultura țării.

Rezultatele simulărilor modelului IKS nu ar trebui să fie interpretate ca un ghid pentru alegerea speciilor la scară locală, deoarece scara spațială macroscopică la care funcționează modelul nu îi permite să fie foarte precis în ceea ce privește predicția compatibilităților locale.

Tabel 20. Specii luate în considerare pentru proiecții de compatibilitate climatică

Specia – denumire științifică	Denumire populară	Suprafața ocupată în total pe formațiuni (%) ⁵
<i>Acer campestre</i>	Jugastru	-
<i>Acer monspessulanum</i>	Jugastru de Banat	-
<i>Acer negundo</i>	Arțar american	-
<i>Betula pendula</i>	Mesteacăn	-
<i>Betula pubescens</i>	Mesteacăn pufos	-
<i>Carpinus betulus</i>	Carpen	2,6% cărpinete
<i>Cedrus atlantica</i>	Cedru	-
<i>Fagus sylvatica</i>	Fag	sub 1% (cc. 400 ha)
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frasin de câmp	4,6% frăsinete
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frasin comun	
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Cărpiniță	
<i>Pinus nigra</i>	Pin negru	2,2% diverse rășinoase
<i>Pinus sylvestris</i>	Pin silvestru	
<i>Populus tremula</i>	Plop tremurător	1,6% plopișuri
<i>Prunus avium</i>	Cireș pășăresc	-
<i>Quercus cerris</i>	Cer	39,6% quercinee
<i>Quercus frainetto</i>	Gârniță	
<i>Quercus petraea</i>	Gorun	
<i>Quercus pubescens</i>	Stejar pufos	
<i>Quercus robur</i>	Stejar (stejar pedunculat)	
<i>Quercus rubra</i>	Stejar roșu	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Salcâm	36,1% salcâmete
<i>Tilia cordata</i>	Tei pucios	-
<i>Tilia platyphyllos</i>	Tei cu frunza mare	-

⁵ Moldsilva, Resursa forestieră, online:

<https://www.moldsilva.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=180&t=/Fondul-forestier-national/Resursele-forestiere&>; Nedelcov et al. 2021, https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/227-234p.pdf

Cu toate acestea, modelul oferă informații prețioase despre tendințe viitoare și arată diferențele probabile în ceea ce privește comportamentul speciilor, la o scară de 1km x 1km. Desigur că fiecare factor interesat din sectorul silvic trebuie să interpreteze rezultatele cu prudență și să decidă asupra speciilor de plantat nu numai pe baza rezultatelor modelului, ci și pe baza propriei experiențe.

2.3.3.2. Proiecțiile modelului de compatibilitate climatică pentru speciile principale din Republica Moldova pentru anul 2070

Modelul IKS prezice distribuția spațială a speciilor pentru fiecare dintre cele trei tipuri de predicții climatice și pentru fiecare tip de scenariu RCP: optimist, mediu și pesimist. Variațiile dintre tipurile de previziuni climatice ilustrează nivelul de incertitudine care există în jurul acestor previziuni. Previziunile pentru toate scenariile și variantele acestora pot fi vizualizate pe portalul ClimEssences (© 2024 "**ClimEssences**": <https://climessences.fr/en/node/547> – Figura 21) prin crearea unui cont de utilizator. Pe baza acestor previziuni, este posibil să se estimeze variația suprafeței zonei de compatibilitate a anumitor specii, între condițiile climatice actuale și cele viitoare. Această variație se bazează pe diferența de suprafață între cele două momente de timp, actual și 2070.

Distribuția spațială a zonelor de potrivire este redată pe hărți în figurile din acest capitol și în Anexa 3 la acest manual, cu o rezoluție de 1km x 1km, adică rezoluția modelului IKS. Pe hărțile următoare și pe cele prezentate în Anexa 3 sunt figurate în culori diferite:

- 1) zonele în care specia analizată este compatibilă și rămâne compatibilă în viitor,
- 2) zonele în care specia a fost compatibilă dar nu va mai fi, și
- 3) zonele în care specia nu era compatibilă, dar va fi în viitor.

Totodată, trebuie reținut că suprafața zonei de compatibilitate poate să rămână aproape neschimbată față de situația curentă, dar să fie poziționată geografic într-un mod foarte diferit în 2070 față de poziția curentă, spre exemplu să se deplaseze din sudul țării în nordul țării (are loc o translatăre geografică latitudinală a poziționării speciei) sau dinspre altitudini joase către altitudini mai înalte (translatăre altitudinală).

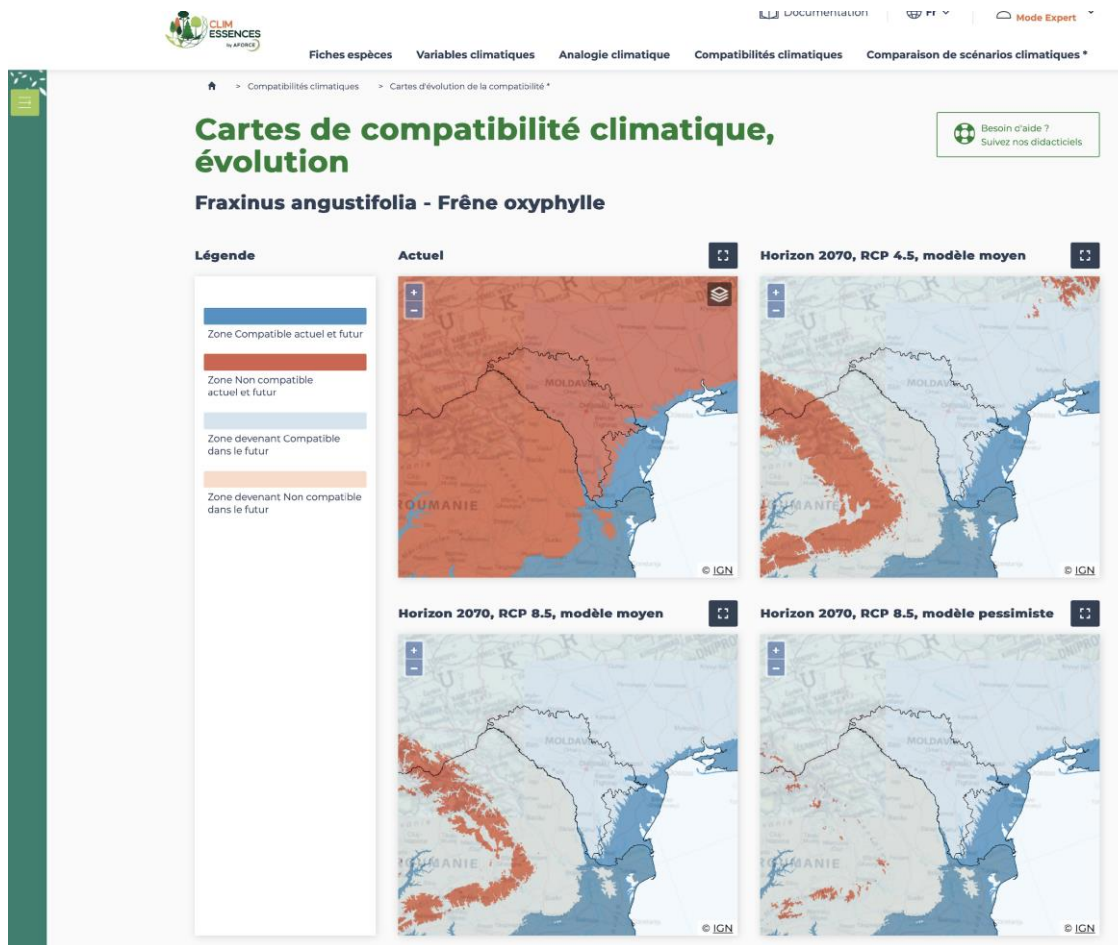


Figura 21. Interfața de utilizare a portalului ClimEssences (© 2024 "ClimEssences")

Pentru specia (*Fraxinus angustifolia*), și pentru anul 2070, pentru scenariile RCP4.5 mediu, RCP8.5 mediu și RCP8.5 pesimist sunt redată cu culori diferite zonele în care specia este compatibilă și acum, și în viitor (albastru închis), zonele în care specia nu este compatibilă nici acum, nici în viitor (portocaliu închis), zonele în care specia va deveni compatibilă în viitor (albastru deschis) și cele cu care specia nu va mai fi compatibilă în viitor (portocaliu deschis).

2.3.3.2.1 Variația suprafeței zonelor de compatibilitate în scenariul mediu RCP4.5 și RCP8.5

Variația suprafeței zonelor de compatibilitate este prezentată în tabelul 2.15 pentru principalele specii în cadrul scenariului mediu RCP4.5. Cu toate acestea, se observă schimbări foarte pronunțate în distribuția arealului multor specii importante pentru Republica Moldova.

Tabelul următor arată o scădere foarte importantă a zonelor de compatibilitate (potrivire) climatică pentru *Carpinus betulus* (carpen), *Fraxinus excelsior* (frasin comun), *Pinus nigra* (pin negru), *Quercus petraea* (stejar), *Quercus robur* (gorun), *Tilia cordata* (tei pucios). Suprafața zonelor de potrivire a acestor specii se va reduce cu peste 30% până în 2070. Alte specii pierd o suprafață de compatibilitate însemnată, dar până în 30%: *Acer campestre* (paltin de câmp), *Fagus sylvatica* (fag), *Pinus sylvestris* (pin silvestru).

Sunt câteva specii care au o creștere importantă a zonelor de potrivire: *Acer monspessulanum* (creștere de 95% a suprafeței compatibile), *Cedrus atlantica* (creștere de 97% a suprafeței compatibile), *Fraxinus angustifolia* (creștere de 87% a suprafeței compatibile), *Quercus pubescens* (creștere de 31% a suprafeței compatibile), *Quercus rubra* (creștere de 21% a suprafeței compatibile). Astfel, speciile tipice zonelor mediteraneene vor găsi, în viitor, condiții favorabile de creștere.

Salcâmul este una din speciile pentru care arealul de potrivire se deplasează în viitor, și pentru care zonele care devin potrivite compensează parțial zonele care vor ieși din potrivirea climatică (Figura 12). Salcâmul păstrează o foarte bună suprafață a zonei de compatibilitate (83% din suprafața țării), mai mult decât stejarul (46%) și mai puțin decât mojdreanul (87%). În tabelul 6, se vede cum 93,7% din teritoriul țării este în prezent compatibil cu condițiile de creștere ale salcâmului. În 2070, doar 83,3 din această suprafață mai este compatibilă, deci regresia suprafeței de compatibilitate a speciei este de 15,4% (diferența dintre 93,7 și 83,3). Cu toate acestea, specia se extinde spre alte zone care îi devin compatibile datorită modificării climatului (câștigă 5% în alte zone), astfel încât per total, suprafața în bilanț net ce va fi favorabilă salcâmului în anul 2070 va fi doar cu 10,4% mai redusă decât suprafața pe care acest arbore crește în condiții de potrivire în prezent.

În schimb, situația fagului este destul de problematică, reducerea zonei sale de compatibilitate fiind deja de 25% pentru scenariul RCP 4.5 Aceste rezultate sugerează o schimbare majoră pentru arboretele de fag. Pinul negru va fi mai afectat decât pinul silvestru, care menține o suprafață de compatibilitate mai mare decât cea a cvercineelor.

Scenariul RCP8.5 mediu prezice o creștere mai mare a temperaturilor în viitor, care va accentua fenomenele de secetă, printr-o frecvență mai mare a secetelor și o durată mai mare a lor. Modificările în distribuția zonelor de compatibilitate a speciilor sunt mai puternice decât în scenariul RCP4.5 și sugerează o reducere drastică a zonelor de compatibilitate în Republica Moldova pentru mai multe specii, precum tei, gorun, stejari, pini și frasin (Tabelul 21). De asemenea, zona de compatibilitate a salcâmului se va reduce în acest scenariu cu peste o treime (față de reducere cu 10% în scenariul anterior). În acest scenariu, dintre toate cele 24 de specii testate, doar frasinul de câmp, cedrul și jugastrul de Banat (un jugastru termofil) par să câștige importante zone de compatibilitate, în timp ce stejarul pufos arată și el o oarecare progresie (plus 6%).

În scenariul climatic RCP4.5 mediu, cel mai puțin afectate, conform regresiei, au fost *Q. petraea*, *C. atlantica*, *F. angustifolia* și *A. monspessulanum*.

În scenariul climatic RCP8.5 mediu, cel mai puțin afectate, conform regresiei, au fost *C. atlantica* și *F. angustifolia* iar cele mai afectate specii fiind *P. nigra*, *Q. robur* și *T. platyphyllos*.

Tabel 21. Evoluția suprafeței zonelor de compatibilitate climatică (exprimate în procent din suprafața țării) pentru speciile principale, după modelul IKS cu scenariul climatic mediu RCP4.5 și RCP 8.5 (sursa: prelucrări proprii, pe baza datelor ©2024 "ClimEssences")

Regresia arată cu cât s-a redus suprafața zonei de compatibilitate climatică pentru o anumită specie.

Bilanțul net ține cont de atât de regresia suprafeței pe care specia este compatibilă, cât și de eventuale suprafețe adiționale care devin zone compatibile cu o anumită specie prin modificarea climatului.

Specia	Suprafața actuală (%)	RCP 4.5 – Suprafața în 2070 (%)	RCP 4.5 Regresia (%)	RCP 4.5 Bilanț net (%)	RCP 8.5 – Suprafața în 2070 (%)	RCP 8.5 Regresia (%)	RCP 8.5 Bilanț net (%)
<i>Acer campestre</i>	96,3	72,0	24,3	-24,3	43,1	53,2	-53,2
<i>Acer monspessulanum</i>	4,1	99,2	0,2	95,1	94,2	1,9	90,3
<i>Acer negundo</i>	97,6	97,0	2,4	-0,6	85,6	13,8	-12,0
<i>Betula pendula</i>	16,4	1,9	14,5	-14,5	0	16,4	-16,4
<i>Betula pubescens</i>	9,6	0,5	9,1	-9,1	0	9,6	-9,6
<i>Carpinus betulus</i>	60,2	24,3	35,8	-35,8	4,2	56,0	-56,0
<i>Cedrus atlantica</i>	0	97,0	0	97,0	67,7	0	86,5
<i>Fagus sylvatica</i>	32,8	7,3	25,5	-25,5	0,3	32,5	-32,5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	10,3	99,4	0	89,1	99,4	0	89,1
<i>Fraxinus excelsior</i>	68,3	31,5	36,8	-36,8	6,9	61,5	-61,5
<i>Ostrya carpinifolia</i>	97,1	75,2	21,9	-21,9	47,1	50,1	-50,1
<i>Pinus nigra</i>	84,1	48,8	35,4	-35,2	18,2	66,1	-65,9
<i>Pinus sylvestris</i>	94,7	66,1	28,6	-28,6	36,0	58,7	-58,7
<i>Populus tremula</i>	38,9	9,8	29,1	-29,1	0,8	38,1	-38,1
<i>Prunus avium</i>	80,1	44,0	36,1	-36,1	44,0	36,1	-36,1
<i>Quercus cerris</i>	96,4	93,4	6,0	-3,1	73,2	26,2	-23,2
<i>Quercus frainetto</i>	99,2	91,8	7,6	-7,5	69,9	29,5	-29,4
<i>Quercus petraea</i>	58,7	22,7	0	-36,0	3,8	54,9	-54,9
<i>Quercus pubescens</i>	55,0	86,7	12,5	31,7	61,1	36,1	6,1
<i>Quercus robur</i>	82,0	46,1	36,0	-36,0	15,7	66,3	-66,3
<i>Quercus rubra</i>	9,9	32,0	7,7	22,1	2,8	9,9	-7,1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	93,7	83,3	15,4	-10,4	56,8	41,8	-36,8
<i>Tilia cordata</i>	66,7	29,9	36,8	-36,8	6,0	60,7	-60,7
<i>Tilia platyphyllos</i>	86,4	51,6	34,7	-34,7	20,8	65,6	-65,6

2.3.3.2.2 Variația suprafeței zonelor de compatibilitate, comparativ pe scenarii optimiste, medii și pesimiste

Conturul și suprafața zonelor de compatibilitate depind în primul rând de scenariul climatic utilizat. Scenariul RCP4.5 optimist reprezintă varianta cea mai optimistă a evoluțiilor, dintre toate scenariile credibile. Scenariul RCP4.5 mediu este unul intermediar. Scenariul RCP8.5 pesimist este scenariul cel mai pesimist dintre toate, cu o creștere a temperaturilor depășind 5°C.

Tabelul 22. Comparația suprafețelor zonelor de compatibilitate a speciilor principale pentru trei scenarii contrastante, în % din suprafața țării (sursa: prelucrări proprii, pe baza datelor ©2024 "ClimEssences")

Specia	Suprafața actuală (%)	Suprafața în 2070 (%)		
		RCP4.5 optimist	RCP4.5 mediu	RCP8.5 pesimist
<i>Acer campestre</i>	96,3	94,5	72,0	21,0
<i>Acer monspessulanum</i>	4,1	99,4	99,2	84,6
<i>Acer negundo</i>	97,6	99,4	97,0	68,1
<i>Betula pendula</i>	16,4	18,2	1,9	0
<i>Betula pubescens</i>	9,6	11,3	0,5	0
<i>Carpinus betulus</i>	60,2	57,7	24,3	0,6
<i>Cedrus atlantica</i>	0	99,4	97,0	70,7
<i>Fagus sylvatica</i>	32,8	32,9	7,3	0
<i>Fraxinus angustifolia</i>	10,3	99,4	99,4	99,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	68,3	65,3	31,5	1,4
<i>Ostrya carpinifolia</i>	97,1	95,7	75,2	24,5
<i>Pinus nigra</i>	84,1	79,4	48,8	4,9
<i>Pinus sylvestris</i>	94,7	91,7	66,1	15,2
<i>Populus tremula</i>	38,9	38,3	9,8	0
<i>Prunus avium</i>	80,1	75,9	44,0	3,6
<i>Quercus cerris</i>	96,4	99,3	93,4	53,5
<i>Quercus petraea</i>	58,7	56,2	22,7	0,4
<i>Quercus frainetto</i>	99,2	99,1	91,8	49,8
<i>Quercus pubescens</i>	55,0	98,4	86,7	40,1
<i>Quercus robur</i>	82,0	77,3	46,1	4
<i>Quercus rubra</i>	9,9	52,5	32,0	0,2
<i>Robinia pseudoacacia</i>	93,7	97,7	83,3	35,2
<i>Tilia cordata</i>	66,7	63,6	29,9	1,1
<i>Tilia platyphyllos</i>	86,4	81,7	51,6	5,9

Importanța scenariilor este vizibilă: luăm exemplul jugastrului (*Acer campestre*). Această specie ar putea avea o zonă de compatibilitate climatică aproape neschimbată în scenariul RCP4.5 optimist, dar aceasta ar putea să se reducă la 72% din suprafața prezentă (-25% - pierde un sfert din suprafață) în scenariul RCP4.5 mediu, sau la 21% (-82% - pierde mai mult de trei sferturi din suprafața ocupată în prezent) în scenariul pesimist. Un contrast mare între scenarii se observă de asemeni la pini (pinul negru și pinul silvestru). *Fraxinus angustifolia* (frasinul de câmp) are o indiferență remarcabilă, cea ce arată că este încă departe de limita lui de distribuție climatică, chiar cu scenarii de încălzire atât de diferite. Prin urmare această specie poate fi una pe care se poate conta în viitoarele compoziții de împădurire.

2.3.3.3. Consecințele asupra regenerării pădurii

Extinderea suprafețelor forestiere cu specii de arbori care vor rezista și se vor dezvolta în noile condiții de mediu trebuie să fie bazate pe studii și documentări cu privire la schimbările climatice. Aceste studii sunt deosebit de necesare ținând cont de Programul național de extindere și reabilitare a pădurilor pentru perioada 2023-2032 și de Planul de acțiuni pentru implementarea acestuia, pe perioada 2023-2027, care vizează întemeierea culturilor forestiere adaptate schimbărilor climatice, adaptarea sectorului de producere a materialului forestier semincer și săditor la evoluția schimbărilor climatice, obținerea unor păduri de amestec, cu respectarea balanței dintre compoziția, structura specifică și condițiile edafice și climatice, care să realizeze indici favorabili de producție (Donica et al. 2023).

Rezultatele prezentate de portalul ClimEssences arată că pentru mai multe specii zona de compatibilitate este redusă semnificativ, chiar și pentru un scenariu climatic relativ optimist. Printre aceste specii se remarcă mesteacănul, teiul, carpenul, dar și gorunul. Reducerea drastică a zonei de compatibilitate a acestor specii sugerează că nu este recomandat să le propunem ca specii în viitoarele împăduriri în zonele de reducere a compatibilității. De asemenea, este posibil să fie foarte dificil să se regenereze speciile aflate la limita zonei lor de răspândire. Mai multe specii par să aibă o compatibilitate climatică largă, ceea ce le permite să fie propuse pentru regenerare atunci când tipul de sol o permite. Printre acestea se numără salcâmul, cerul, frasinul de câmp. Pentru aceste specii, modelul IKS sugerează că principala constrângere în stabilirea acestor specii este tipul de sol mai degrabă decât clima.

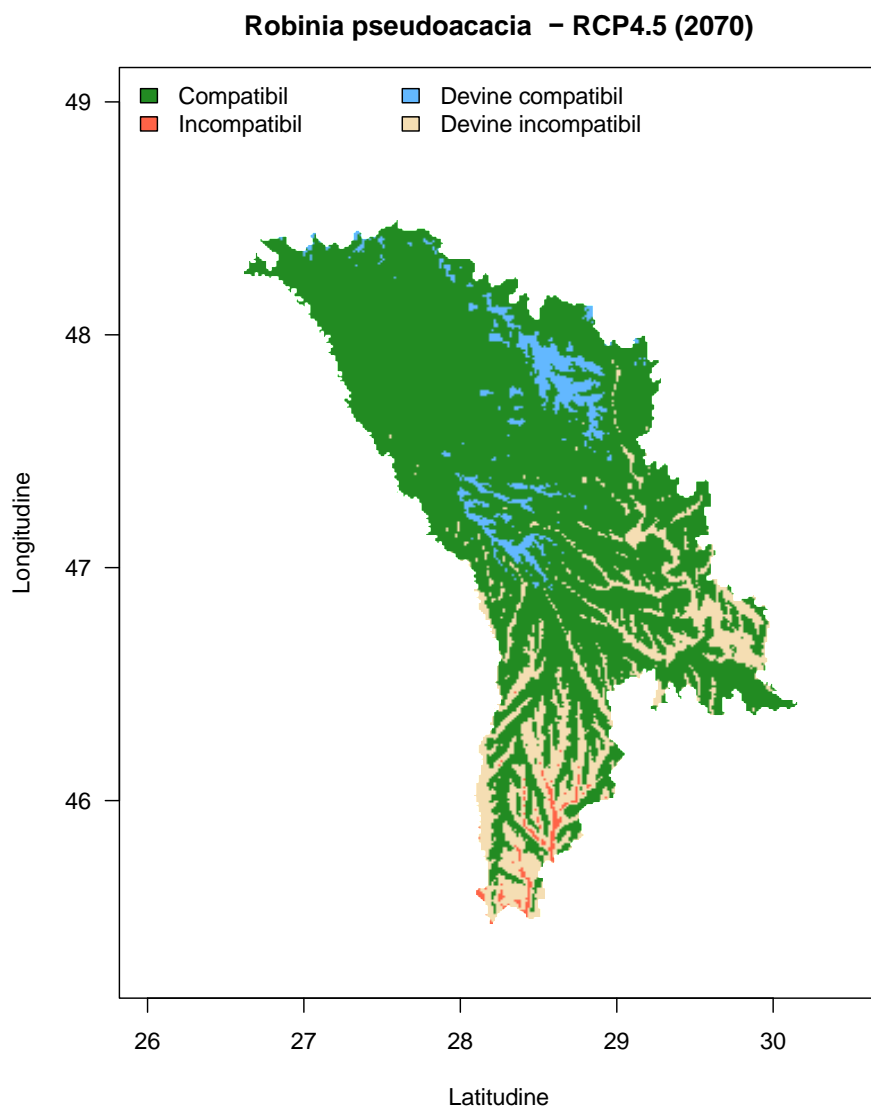


Figura 22. Exemplu de evoluție zonelor de potrivire (compatibilitate climatică) pentru salcâm: compararea între zona actuală și zona viitoare după scenariul climatic mediu RCP4.5. Sursa: prelucrări proprii, pe baza datelor ©2024 "ClimEssences"

În plus, modelul sugerează un grup de specii care nu sunt prezente în Republica Moldova, sau care sunt prezente, dar nu pe suprafețe mari, și care prezintă o compatibilitate climatică foarte bună pe o mare parte a teritoriului, cum ar fi arțarii termofili, cedrul sau gârnița.

În continuare sunt prezentate câteva proiecții geografice ale zonelor de potrivire (compatibilitate climatică) pentru diferite specii forestiere prezente în Republica Moldova, făcându-se o comparare între zona actuală și zona viitoare după scenariul climatic mediu RCP4.5, rezultate din prelucrări proprii, pe baza datelor ©2024 "ClimEssences". Pentru fiecare specie proiectele de împădurire trebuie să acorde o atenție deosebită acelor zone cu potențial de a deveni incompatibile în viitor.

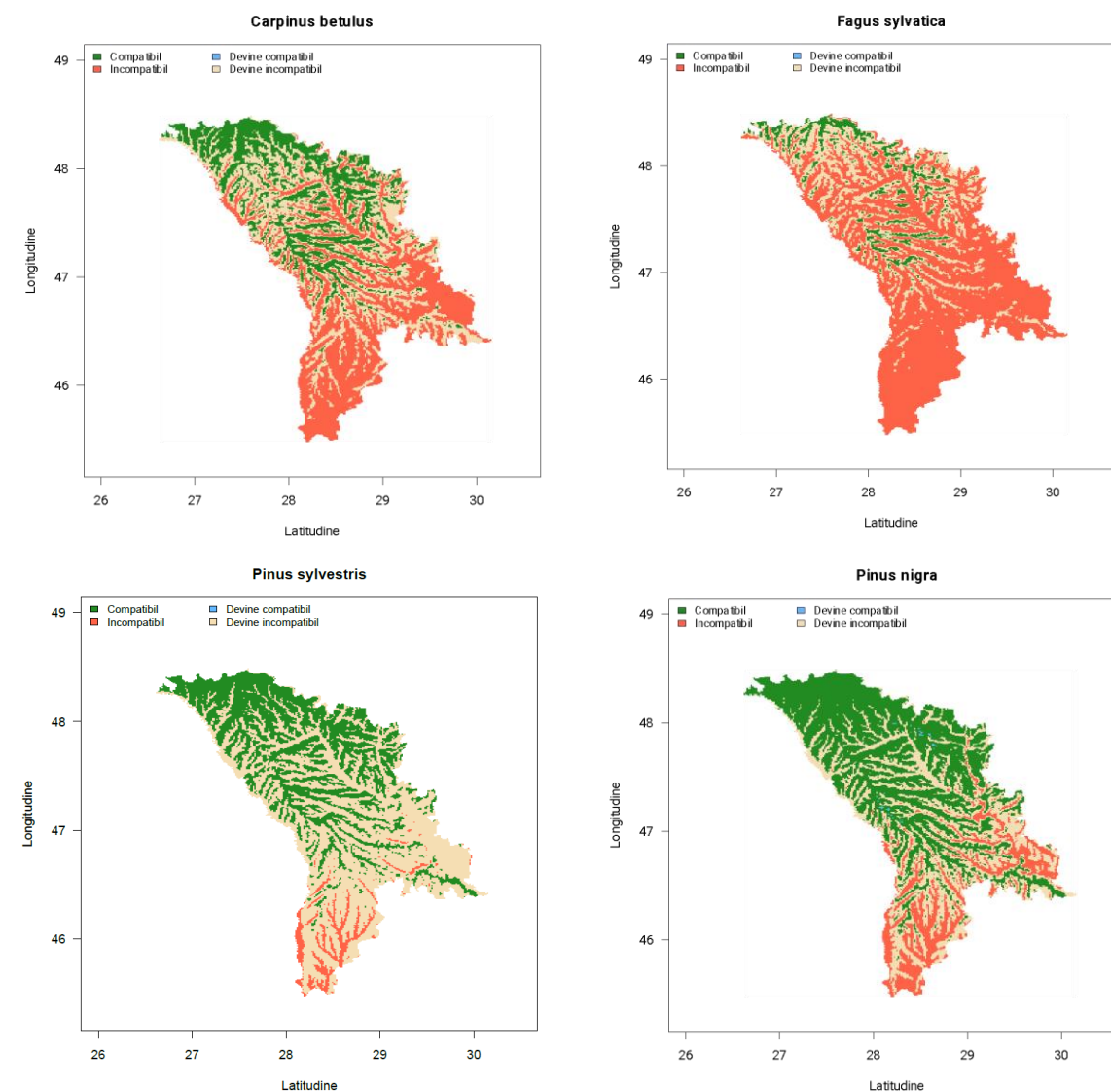


Figura 23. Evoluția distribuției zonelor de compatibilitate (actual versus anul 2070) estimată de modelul IKS pentru carpen, fag, pin negru și pin silvestru, în baza scenariului RCP4.5 mediu (prelucrări proprii). Culoarea roșie marchează zonele incompatibile pentru specie în prezent, iar cea verde zonele compatibile în prezent. Culoarea crem deschis arată zonele care devin nepotrivite pentru specie în viitor, și unde utilizarea sa în împădurire ar trebui să fie făcută cu prudență, în funcție de particularitățile microstaționale. Culoarea albastră arată zonele potențiale în care specia ar putea să migreze în viitor.

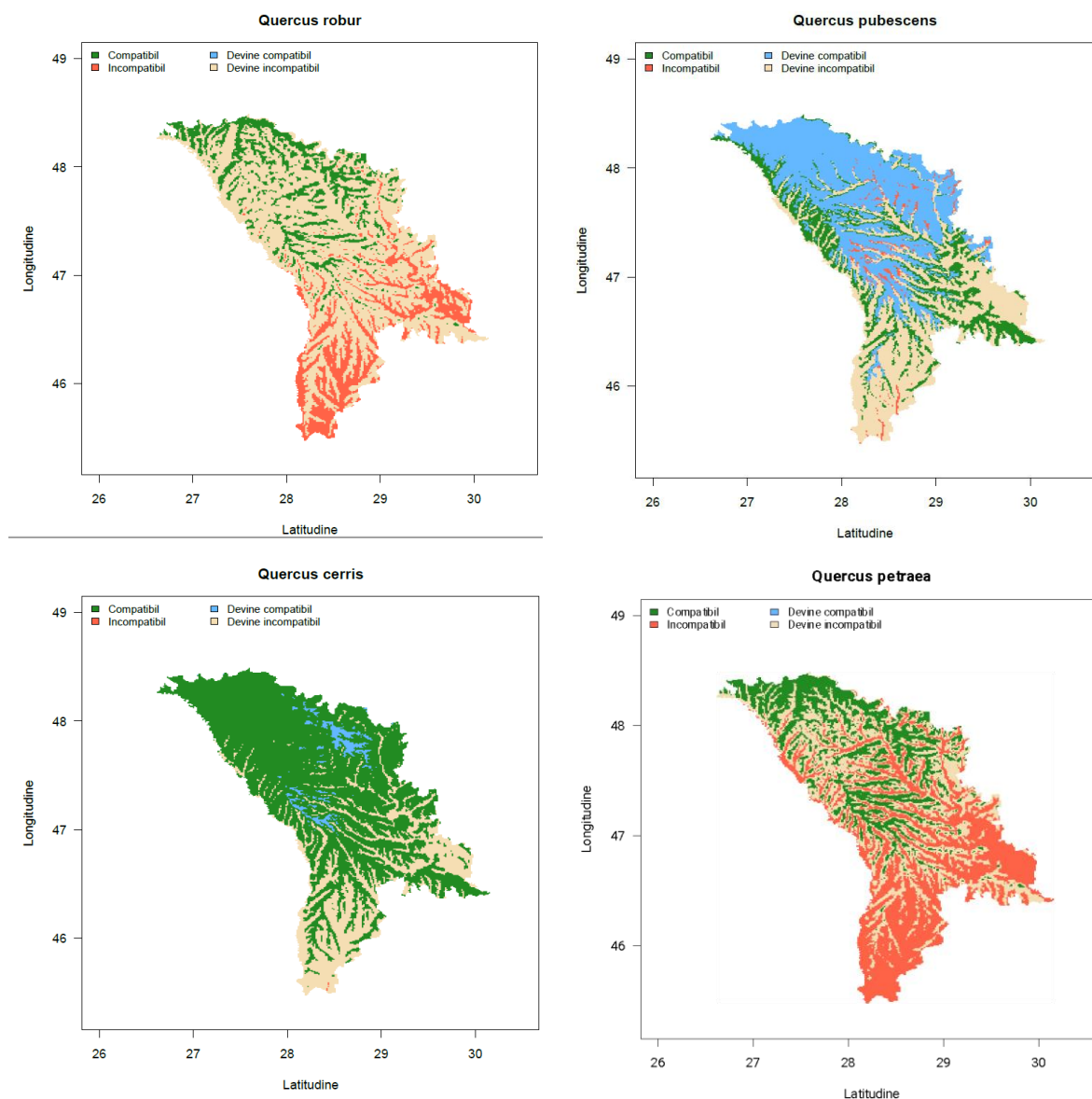


Figura 24. Evoluția distribuției zonelor de compatibilitate (actual versus anul 2070) estimată de modelul IKS pentru patru specii diferite de stejari, în baza scenariul RCP4.5 mediu (prelucrări proprii). Culoarea roșie marchează zonele incompatibile pentru specie în prezent, iar cea verde zonele compatibile în prezent. Culoarea crem deschis arată zonele care devin nepotrivite pentru specie în viitor, și unde utilizarea sa în împădurire ar trebui să fie făcută cu prudență, în funcție de particularitățile microstaționale. Culoarea albastră arată zonele potențiale în care specia ar putea să migreze în viitor.

2.3.4 Evoluția stării pădurii în contextul unor scenarii climatice contrastante particularizată pentru un ocol silvic din Sudul Republicii Moldova

Ocolul Silvic (OS) Baimaclia este localizat în sudul Republicii Moldova, la limita raioanelor Cantemir și Cahul (Figura 25), pe o suprafață de aproximativ 4000 ha unde panta maximă este de 21° iar altitudinea variază între 24 și 295 de metri.

În ocolul silvic Baimaclia, 71% din arborete au o clasă de producție inferioară, 27% clasă de producție medie și doar 2% din arborete se află în clasa de producție superioară. În ceea ce privește distribuția arboretelor pe SUP-uri, peste 92% din arborete sunt incluse în SUP M (păduri supuse regimului de conservare deosebită), 7.5% sunt incluse în SUP E (rezervații pentru ocrotirea integrală a naturii) și 0.5% sunt incluse în SUP K, scopul fiind producția de semințe controlate genetic și conservarea genofondului forestier).

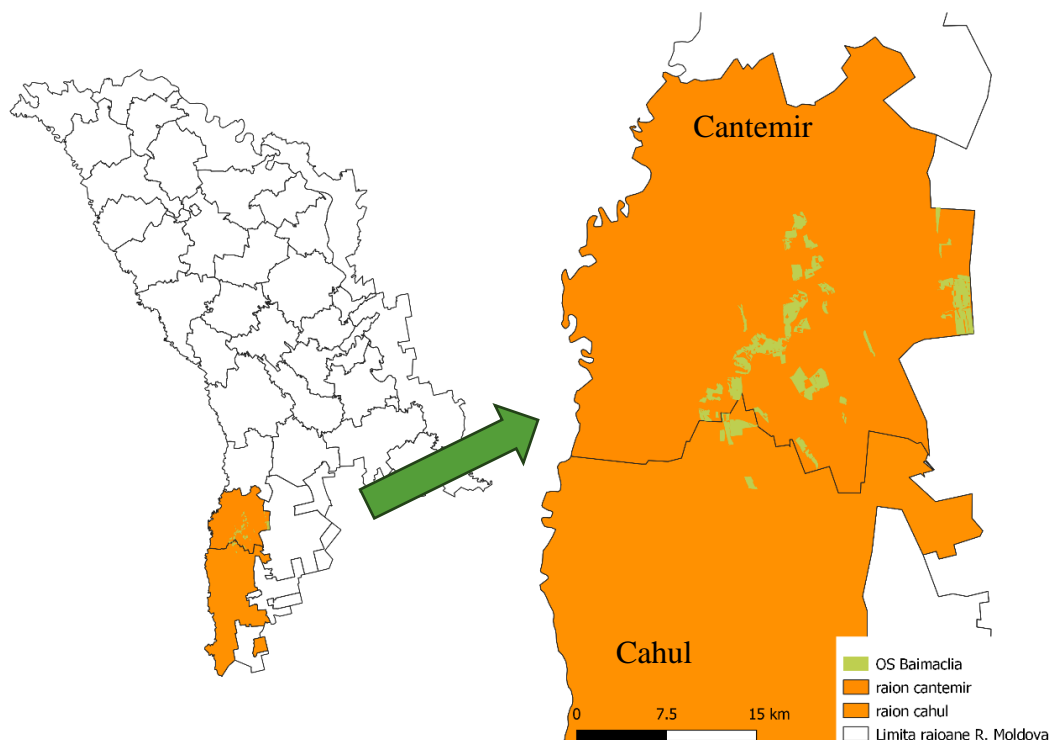


Figura 25. Localizarea Ocolul Silvic Baimaclia
(sursa : prelucrări proprii)

Speciile dominante în cadrul OS Baimaclia sunt *Robinia pseudoacacia* (65%), *Quercus robur* (12%), *Quercus pedunculiflora* (6%), *Fraxinus excelsior* (5%), *Quercus pubescens* (4%). Diferența de 8% este distribuită între celelalte specii incluse în simulare.

În simulare au fost utilizate 18 specii (16 specii din lista de specii a modelului LandClim) iar speciile *Robinia pseudacacia* și *Quercus pedunculiflora* au fost parametrizate cu valori din literatură și în urma consultării opiniilor experților. Cele 18 specii existente în cadrul OS Baimaclia care au fost incluse sunt: *Abies alba*, *Picea abies*, *Pinus silvestris*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Populus nigra*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus pubescens*, *Salix alba*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*.

Pentru studiul de caz au fost simulate cele două scenarii climatice (RCP2.6 și RCP8.5) pentru un singur tip de gestiune (lipsa acesteia) pentru o perioadă de 100 ani. Scenariile climatice au fost descărcate din proiecțiile UKCP18 din baza de date Climate DT pentru o serie de timp între 2000 și 2098 (Lowe et al. 2019). În scenariul climatic blând (RCP2.6), în 100 de ani, temperatura medie a crescut cu 1,9°C, iar suma medie a precipitațiilor a scăzut cu 110 mm, dacă analizăm perioada 2090–2100 în comparație cu 2000–2010. Pentru aceeași comparație,

în scenariul climatic extrem (RCP8.5), temperatura medie a crescut cu 7,8°C, iar suma medie a precipitațiilor a scăzut cu 300 mm (Figura 26).

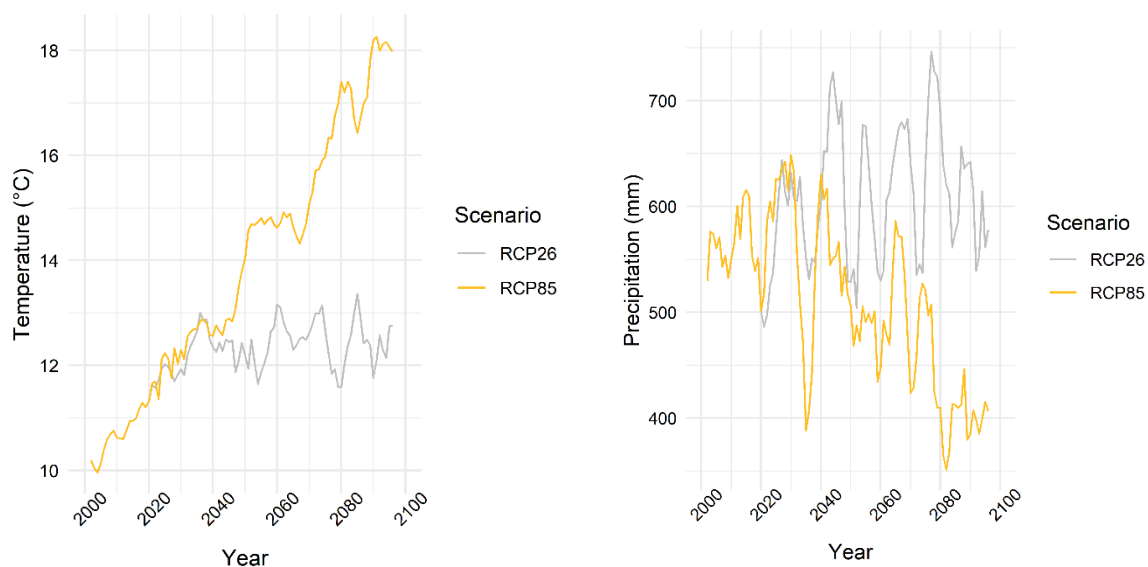


Figura 26. Evoluția temperaturilor și precipitațiilor în scenariul climatic blând (RCP2.6) și extrem (RCP8.5). Sursa : prelucrări proprii

Modelele care simulează dinamica pădurii la nivel de peisaj sunt sensibile la parametrii (sau datele) de intrare (Bouriaud et al. 2014; Temperli, Bugmann și Elkin 2013) și acest sens, informațiile despre compoziția arboretelor, volum, vârstă și clasă de producție pentru fiecare unitate amenajistică au fost extrase din amenajament.

Modelul a fost aplicat fără modificări ale parametrilor interni care definesc procesele de bază și trăsăturile arborilor cum ar fi toleranța la umbră, limite de temperatură, creșterea maximă anuală a biomasei și parametrii modelelor de creștere (Schumacher and Bugmann 2006). Modelul LandClim produce o varietate de rezultate pentru fiecare cohortă în fiecare celulă, precum lista speciilor, desimea arborilor și biomasa acestora, diametrul de bază, înălțimea și vârsta. Aceste variabile au fost utilizate pentru a calcula biomasa existentă și biomasa recoltată (Snell et al. 2018).

Evoluția stocului de biomasă și a compoziției speciilor ne relevă faptul că biomasă stocată de arboretele din OS Baimaclia are o evoluție diferită în simulările fără gestiune silvică în cele două scenarii climatice. În scenariul climatic blând (RCP2.6) se observa variații mari a stocului de biomasă în 100 de ani, însă, în medie stocul de biomasă a fost de 175000 de tone. În schimb, în scenariul climatic extrem, stocul de biomasă scade drastic în 70 de ani ajungând la o valoare de aproximativ 40000 de tone. Până în anul 2100, în contextul climatic dat, se poate observa o ușoară creștere a stocul de biomasă atingând 50000 de tone (Figura 27).

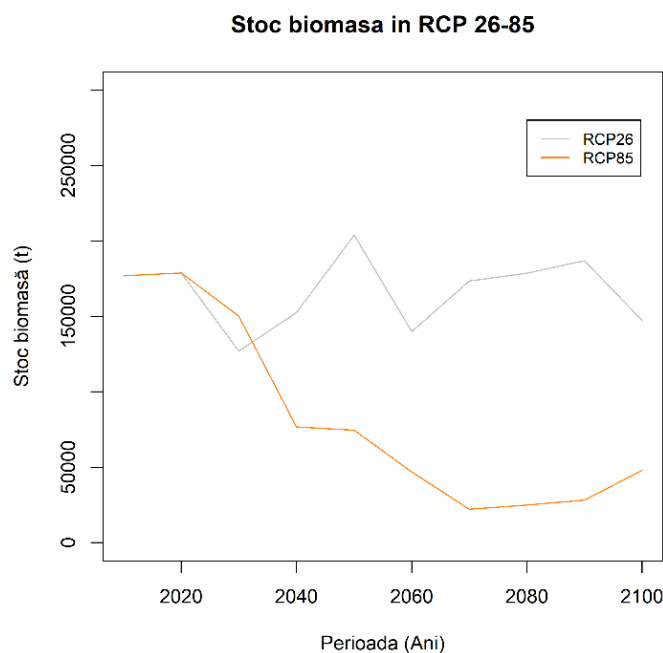


Figura 27. Evoluția stocului de biomasă în cele două scenarii climatice analizate, fără a ține cont de o eventuală schimbare în gospodărirea pădurii
Sursa : prelucrări proprii

Variația stocului de biomasă în lipsa gospodării pădurii în scenariul climatic blând (RCP2.6), în 2030 este dată de declinul *Q. pedunculiflora*. Însă, în urma declinului acestei specii se instalează *B. pendula* ca specie pionieră și rapid crescătoare. Instalarea mesteacănului în condiții staționale neprielnice se poate observa și în acumularea de biomasă, când, după 30 de ani apare o scădere bruscă a volumului mesteacănului. Biomasă stocată de salcâm scade treptat în cei 100 de ani de simulare. În aceeași perioadă se observă o creștere constantă a stejarului pufos și a pinului silvestru începând cu anul 2050 (Figura 28).

În schimb, în scenariul climatic extrem la nivelul OS Baimaclia, în primii 20 de ani ai simulării se observă menținerea unei biomase constante în cazul salcâmului (75000 de tone) și o ușoară creștere a volumului stejarului pufos. Între anii 2030 și 2040 se observă un declin puternic în cazul speciilor cu o participare mai redusă în compoziție cum ar fi gorunul, stejarul, carpenul și paltinul de câmp. Totodată, stocul de salcâm începe să scadă. Din 2040-2070, dispar stejarul pufos și salcâmul, acestea fiind înlocuite de pinul silvestru, care după instalare, crește în ultimii 10 ani ai simulării ajungând la 50000 de tone (Figura 29).

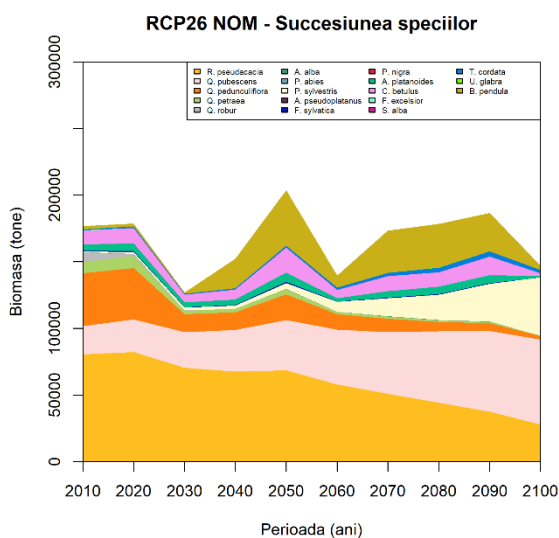


Figura 28. Evoluția compoziției speciilor pe întreaga suprafața a OS Baimaclia în scenariul climatic RCP2.6 (sursa : prelucrări proprii)

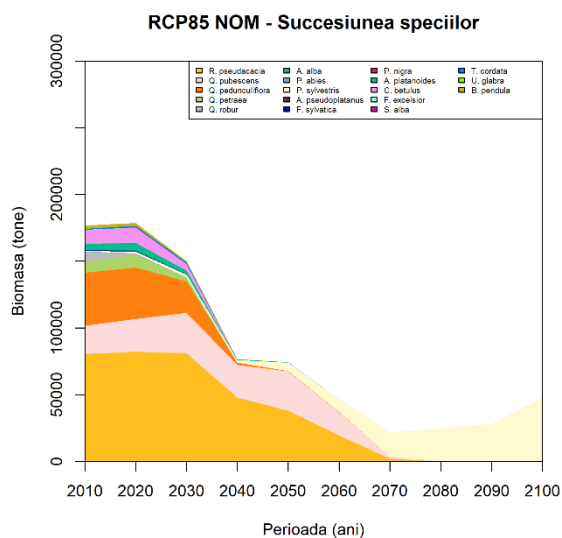


Figura 29. Evoluția compoziției speciilor pe întreaga suprafața a OS Baimaclia în scenariul climatic RCP8.5 (sursa : prelucrări proprii)



De reținut!

Rezumat

Moldova se confruntă cu provocări mari din cauza degradării terenurilor și a schimbărilor climatice, în special în sudul Republicii Moldova.

Fenomenele meteo-climatice extreme vor deveni tot mai frecvente și mai intense, afectând negativ ecosistemele terestre. Totodată se vor intensifica și procesele de deșertificare și degradare a terenurilor. Aproximativ 90% din calamități sunt legate de secetă, vânt și precipitații. În Republica Moldova, valoarea pierderilor economice datorate schimbărilor climatice este în jur de 750 de euro pe cap de locuitor.

Zona forestieră și alte terenuri cu vegetație forestieră acoperă doar 450,9 mii ha, sau circa 13,3% din teritoriul Republicii Moldova. În acest context, în Republica Moldova au fost dezvoltate multiple strategii de dezvoltare și de adaptare la schimbările climatice pentru mai multe sectoare de activitate, inclusiv pentru sectorul forestier. Unele strategii au prevăzut și măsuri de adaptare la schimbările climatice cum ar fi: crearea de arborete de amestec pentru a fi mai rezistente la efectele schimbărilor climatice, creșterea suprafeței împădurite, conservarea

resurselor genetice, selectarea proveniențelor și genotipurilor. Pentru ca creșterea suprafeței împădurite să evite riscul de a planta speciile nepotrivite, este necesar să ținem cont de rezultate ale modelelor care prezic distribuția viitoare a speciilor forestiere în funcție de scenariile climatice.

Modelul IKS prezice distribuția spațială a speciilor pentru fiecare dintre cele trei tipuri de predicții climatice și pentru fiecare scenariu RCP: optimist, mediu și pesimist. Variațiile dintre tipurile de previziuni climatice ilustrează nivelul de incertitudine care există în jurul acestor previziuni. Pe baza acestor previziuni, este posibil să se estimeze zona de compatibilitate a unor anumite specii, calculată ținând cont de condițiile climatice actuale și de cele viitoare. În completarea rezultatelor furnizate de modelul IKS se pot utiliza modele la nivel de peisaj (gap model) precum LandClim. Datele de intrare în acest model sunt fișiere de tip raster (pixel) ce includ informații despre altitudine, expoziție, pantă, tip de sol și cantitatea de apă din sol dar și fișiere care conțin informații despre vârsta, specii, biomasa unui arboret, lista de specii de arbori cu parametrii specifici. Rezultatele oferite de aceste modele ne arată care este stocul de biomasă și evoluția compoziției speciilor la rezoluții temporale și spațiale mari.

Predicțiile privind compatibilitatea climatică a speciilor forestiere din Republica Moldova arată mai multe schimbări majore care vor afecta specii foarte importante precum fagul, pinul negru, carpenul. Multe specii vor avea o scădere foarte însemnată a zonelor de potrivire climatică în viitor, ceea ce s-ar putea traduce printr-o debilitare și mortalitate crescută a arboretelor care vor fi localizate în afara zonelor de potrivire. De asemenea este foarte probabil ca regenerarea să devină dificilă pentru multe specii neadaptate la temperaturi mai mari și la un nivel mai mare de ariditate. Mai multe specii care nu sunt prezente acum în anumite zone ar putea totuși găsi condiții favorabile, dacă solul este potrivit, și ar trebui ținut cont de acest lucru în proiectele tehnice de împădurire.

Mesajul cheie

Fenomenele meteo-climatice extreme vor deveni tot mai frecvente și mai intense, afectând negativ pădurile din Republica Moldova. Adaptarea la schimbările climatice se face prin diferite măsuri care au fost identificate în multiple strategii de adaptare a Republicii Moldova, însă toate acestea încă nu au fost modelate pentru a vedea efectul acestora asupra compoziției arboretelor. Modele precum IKS (compatibilitate specii) și LandClim (evoluția biomasei și compoziției speciilor) sunt unelte care să ajute administratorii de pădure în luarea celor mai potrivite măsuri de adaptare, ele furnizând informații despre speciile care vor supraviețui într-o anumită locație la condițiile viitoare de climă.



Dicționar de termeni

- Gestionare durabilă - folosirea rațională, regenerarea, paza și protecția pădurilor, menținerea, conservarea și ameliorarea diversității biologice forestiere, asigurarea cu resurse forestiere a necesităților actuale și de viitor ale societății în baza multifuncționalității acestora.

- Modele de distribuție a speciilor - modele care asociază prezența unei anumite specii cu anumite valori a parametrilor climatici, spre exemplu temperatura și precipitațiile.
- Zona de potrivire/de compatibilitate climatică - este dată de parametri climatici.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care sunt cele mai frecvente fenomene meteo extreme?
2. Care sunt factorii principali care expun pădurile la atacuri insecte dăunătoare?
3. Ce este modelul IKS?
4. Ce este modelul LandClim?



Aplicație

Identificarea unei zone de incompatibilitate (model IKS) a unei specii și propunerea de înlocuire cu alte specii pentru RCP4.5

=> Pe baza studiului de caz prezentat (Donica et al. 2023, Podișul Nistrului) și a fișelor ecologice ale speciilor identificați care sunt speciile forestiere care vor ajunge în suboptimumul ecologic în următoarele trei decenii.

=> Utilizați datele prezente pe portalul ClimEssences pentru a stabili care specii sunt recomandate în regiunea dumneavoastră.

Aplicație - Exercițiu pe studiu de caz: Evaluarea impactului aridizării asupra ecosistemelor forestiere în podișul de silvostepă al Nistrului⁶

Teritoriul analizat în studiul făcut de Donica et al. (2023) se situează în Regiunea Podișurilor și Câmpiilor de silvostepă a Moldovei de Nord, subregiunea Podișul de silvostepă al Nistrului, care ocupă interfluviul Răut-Nistru (altitudinea maximă 350 m) (Figura 30) și ocupă 10,49% din suprafața Republicii Moldova. Podișul prezintă un relief moderat fragmentat de un sistem de văi și ravene înguste, uneori în formă de chei (densitatea fragmentării este cuprinsă între 1,9 și 2,1 km/km²) cu o pondere mare a versanților cu panta mai mare de 6° (11,8% din suprafața totală). Precipitațiile medii anuale depășesc 600 mm. Suma temperaturilor active din perioada de vegetație este de 2900° în nord și de 3150° în sudul subregiunii fizico-geografice. Temperatura medie a lunii ianuarie variază de la -4,5 °C în nord până la -3,5 °C în sud, iar cea

⁶ Donica et al. 2023. - Evaluarea impactului aridizării asupra ecosistemelor forestiere: studiu de caz în podișul de silvostepă al Nistrului, Revista pădurilor 138(2)

a lunii iulie, de la 19,5 °C în nord până la 20 °C în sud. Pe soluri cenușii molice, cenușii și cernoziomuri levigate sunt răspândite dumbrăvi de gorun și carpen în sud, și de gorun și cireș în nord. Pădurile ocupă 11,0% iar terenurile agricole 79,8% din suprafața totală a subregiunii.

În cele ce urmează, redăm un extras din acest studiu, în scopul exemplificării modului în care predicțiile climatice pot ajuta la alegerea compoziției viitoare de specii forestiere.

„Repartiția valorilor altitudinale din cadrul zonei de studiu are un impact direct asupra distribuției resurselor pedo-climatice și biotice din regiune. Din calculul indicelui de ariditate De Martonne (IM) pentru perioada 1980-2020, rezultă valori variate pentru zona de studiu, datorită formelor de relief, înclinării, expoziției. Astfel, în cadrul Podișului de silvostepă al Nistrului, valorile IM anuale variază în limitele 23-37 unități, având valori mai joase la extremitatea nord-vestică și nord-estică a podișului (Figura 31). La altitudini joase ale podișului IM are valori mici, iar la altitudini mari, valorile indicelui cresc. Din analiza climatului caracteristic în conexiune cu tipul de vegetație, se poate afirma faptul că, în general, teritoriul podișului dispune de condiții climatice semi-umede, favorabile dezvoltării atât vegetației de stepă, cât și a comunităților de silvostepă. Din analiza valorilor IM obținute în zonele de vulnerabilitate ale pădurilor față de aridizare Donica et al. 2023 precizează faptul că vegetația forestieră din acest areal se încadrează preponderent în următoarele zone:

- Zona cu vulnerabilitate foarte ridicată (valorile IM sub 25 unități), caracterizată de un climat semi-arid, unde deficitul de durată în umiditate poate induce degradarea și/sau distrugerea pădurilor, identificată în sectoarele periferice din partea de nord a podișului;
- Zona cu vulnerabilitate ridicată (valorile IM cuprinse între 25-30 unități), caracterizată de prezența unui climat moderat arid, unde este posibilă înregistrarea modificărilor de durată ale umidității, identificată în sectoarele din partea nordică a podișului și în regiunile periferice;
- Zona cu vulnerabilitate medie (valorile IM cuprinse între 30-35 unități), caracterizată de prezența unui climat puțin umed, cu modificări ale umidității doar în anumiți ani, identificată în sectoarele din partea centrală și de sud a podișului. Valorile IM peste 35 unități indică un climat favorabil dezvoltării pădurilor în regiune, deoarece nu sunt înregistrate modificări ale regimului higrometric.

Variația temporală a IM pentru stația meteorologică Soroca în perioada de vară (iunie, iulie și august sunt luni cu cantități de precipitații reduse și temperaturi ridicate în regiune), evidențiază descreșteri semnificative ale valorilor acestui indice, care indică instalarea condițiilor climatice specifice zonei de stepă în regiune, îndeosebi în anii secetoși (Figura 32). În același timp, se remarcă faptul că în ultimul deceniu, descresc intens valorile IM în regiune, vara instalându-se condiții climatice favorabile dezvoltării vegetației de stepă cu graminee. În Republica Moldova, lunile mai-august sunt cunoscute prin intensificarea procesului de aridizare a climei. Calculul indicelui perioadelor uscate (Izu), pentru teritoriul Podișului de silvostepă al Nistrului, indică un trend temporar de creștere a valorilor, începând cu anii '80 (în mare parte, determinată de creșterea fondului termic). Conform analizei datelor se observă că în anii secetoși, îndeosebi din ultimele decade (2007-2009, 2011, 2015, 2019) sunt înregistrate valori mari ale Izu, care indică prezența tot mai crescută a perioadelor secetoase caracterizate de lipsa precipitațiilor atmosferice în regiune (Figura 33). Valorile obținute ale Izu pentru perioada analizată arată foarte puțini ani umezi, încadrați în așa numită „perioadă normală” (valori ale Izu între 0,1-1,0 unități), dar și creșterea frecvenței anilor cu prezența a „perioadelor uscate moderate” (Izu între 1,1-2,0). De asemenea, ultimul deceniu a fost încadrat în categoria „perioade uscate semnificative” (Izu între 2,1-3,0).

Studiile climatice recente (Răileanu et al. 2021) indică tendințe evidente de aridizare în regiunea analizată. În general, parametrii climatici din cadrul Podișului de silvostepă al Nistrului, pentru perioada de referință luată în studiu (1986-2005), prezentau următoarele valori: media anuală a temperaturii aerului de 9,5 - 10,0 °C și cantitatea medie anuală de precipitații de 600-650mm. Pentru perioada de vară, valorile temperaturii medii anuale cresc până la 20,0 - 21,0 °C, iar cantitatea medie anuală de precipitații pentru sezonul cald variază între 350-400 mm. Conform cercetărilor din domeniu, cele trei scenarii climatice (RCP 2.6, RCP 4.5 și RCP 8.5) prognozează schimbări evidente în temperatura medie anuală și cantitatea medie anuală de precipitații pentru anotimpul de vară, pentru toate perioadele viitoare (2021-2040; 2041-2060 și 2081-2100). Astfel, în toate cele trei scenarii climatice, se prognozează creșteri ale temperaturii medii a aerului în perioada de vară față de perioada de referință (Figura 34). Totuși, o schimbare mai evidentă a temperaturii medii anuale se înregistrează pentru perioada 2081-2100, în scenariul climatic RCP 8.5, conform căruia în extremitatea sudică a podișului se prognozează prezența temperaturilor aerului de 26.0 - 26.5 °C vara. În comparație, temperaturile medii anuale prognozate sunt de 23 - 24 °C în scenariul climatic RCP 4.5 și de 22 - 23 °C în scenariul RCP 2.6. Schimbări evidente se vor înregistra și

în distribuția teritorială a cantității de precipitații pentru sezonul cald (Figura 35), în comparație cu perioada de referință (1986-2005).

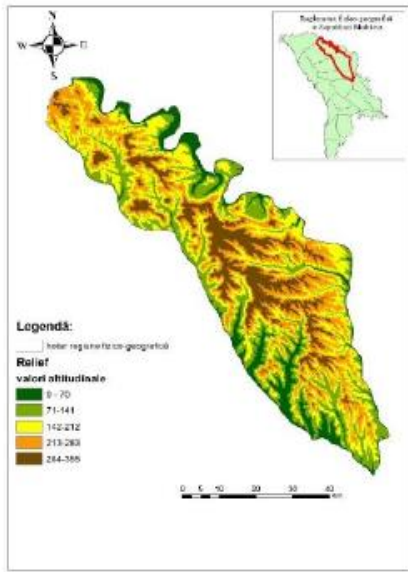


Figura 30. Repartiția altitudinii absolute în zona de studiu (sursa: Donica et al. 2023)

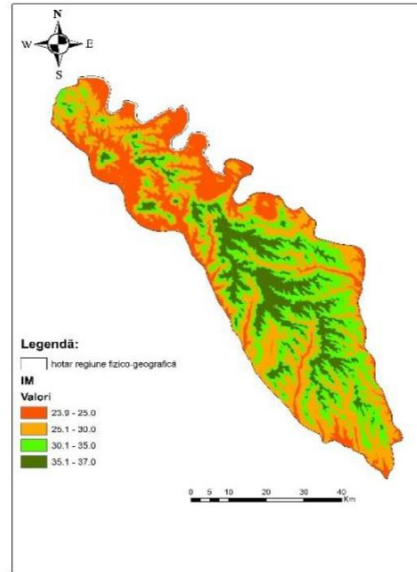


Figura 31. Repartiția spațială a valorilor medii ale IM în zona de studiu, în perioada 1980-2020. (sursa: Donica et al. 2023)

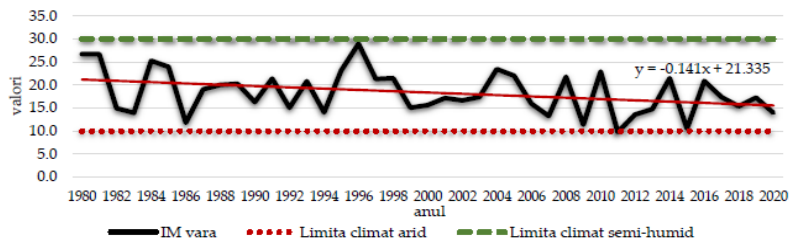


Figura 32. Repartiția spațială a valorilor IM (sezonier-vara), conform datelor stației meteorologice Soroca (1980-2020). (sursa: Donica et al. 2023)

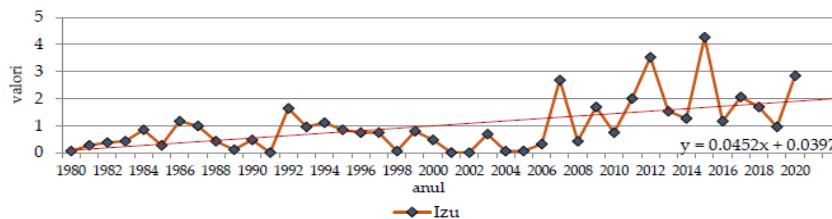


Figura 33. Distribuția temporală a valorilor indicelui perioadelor uscate (Izu), conform datelor stației meteorologice Soroca (1980-2020). (sursa: Donica et al. 2023)

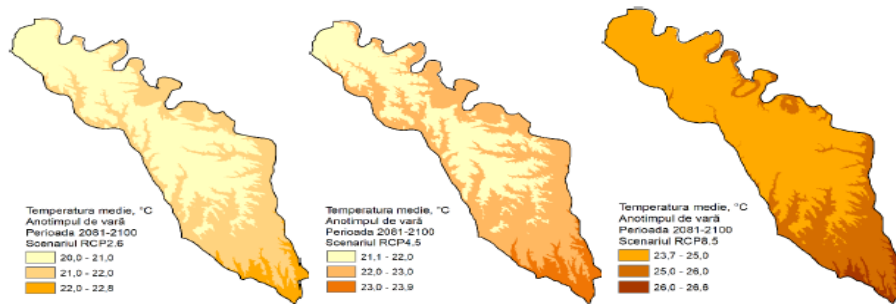


Figura 34. Prognoza temperaturilor medii pentru zona de studiu în anotimpul de vară (2081-2100) (sursa: Donica et al. 2023).

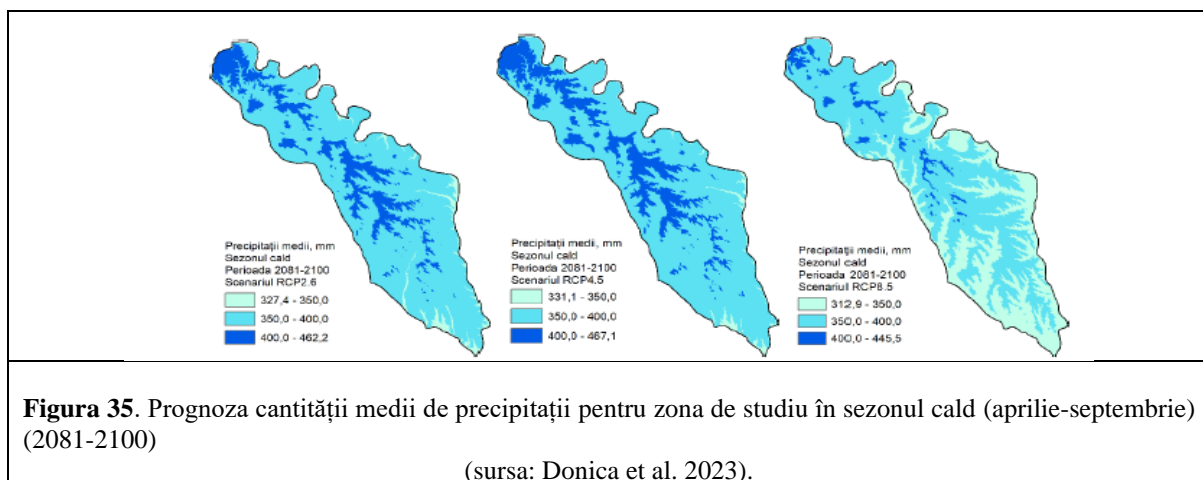


Figura 35. Prognoza cantității medii de precipitații pentru zona de studiu în sezonul cald (aprilie-septembrie) (2081-2100) (sursa: Donica et al. 2023).

Astfel, pe teritoriul Podișului de silvostepă al Nistrului, repartiția spațială a valorilor maxime ale cantității de precipitații (circa 400-450 mm) este inegală conform celor trei scenarii climatice. Chiar dacă sunt înregistrate tendințe slabe de creștere a cantității de precipitații (cu circa 10%), față de perioada de referință, din cauza creșterii temperaturii medii a aerului, în regiune se va resimți impactul schimbărilor climatice. Aceste schimbări trebuie analizate în corelație cu parametrii climatici optimi dezvoltării speciilor de arbori mezofite, care predomină în compoziția arboretelor din zona de studiu.

Aridizarea va avea impact asupra ecosistemelor forestiere, îndeosebi în perioada critică de vegetație a arboretelor (iunie-august), cu producerea unor schimbări la nivelul sensibilității speciilor forestiere față de deficitul de apă, modificări în structura compozițională a ecosistemelor respective și migrației speciilor (Linder et al. 2008). Studiile la nivel european, inclusiv Republica Moldova, pentru speciile *Quercus robur* și *Quercus petraea* indică faptul că optimul ecologic pentru aceste specii se încadrează în temperaturi medii anuale între 5-15 °C și precipitații atmosferice anuale de peste 400 mm, iar datorită adaptărilor la mediul înconjurător, aceste specii pot fi întâlnite și în afara acestor valori optime - zona sub-optimului (Eaton et al. 2016). Totuși, ecosistemele forestiere din zona de studiu vor resimți impactul schimbărilor climatice în combinație cu alți factori abiotici și biotici, cum ar fi scăderea nivelului apei freactice, absența inundațiilor, poluarea aerului și apei, neadaptarea practicilor silvice la modificările de mediu.”

2.4. Pădurea și seceta

Autor: Mihai Enescu

2.4.1. Introducere

Seceta reprezintă un fenomen meteorologic complex caracterizat, în general, prin absența precipitațiilor și prin creșterea evapotranspirației potențiale. Seceta este declanșată de acțiunea coroborată a mai multor factori, dintre care amintim: precipitațiile atmosferice, rezervele de apă din sol accesibile plantelor, temperatura și umezeala aerului, viteza vântului, și evapotraspirația (Boian 2011). Seceta este strâns legată de fenomenul de deșertificare, care este un fenomen pe termen lung, în timp ce seceta este un eveniment cu manifestare periodică, pe termen scurt sau mediu.

În literatura de specialitate (Niculae și Arba, 2016), sunt descrise următoarele tipuri de secete: (i) seceta meteorologică, (ii) seceta agro-silvică, (iii) seceta hidrologică și (iv) seceta socio-economică.

- Seceta meteorologică se instalează după 10 zile consecutive fără precipitații atmosferice.
- Seceta agro-silvică este definită, în principal, de următorii parametri: rezerva de apă din sol, evapotraspirația reală, deficitul de apă din sol, scăderea nivelului apei freatică.
- Seceta hidrologică se asociază cu perioadele în care precipitațiile sunt prea slabe sau de scurtă durată, astfel încât nu au efect asupra alimentării directe cu apă a rețelei hidrografice.
- Seceta socio-economică se asociază cu lipsa unor bunuri și servicii și are la origini seceta meteorologică și hidrologică.

Coroborând informațiile de mai sus, seceta poate fi definită și ca o stare a solului și atmosferei, determinată de un quantum al precipitațiilor situat sub valori normale, care prin durata, intensitatea și distribuția spațio-temporală afectează activitatea socio-economică a unei anumite regiuni.

De asemenea, în funcție de quantumul precipitațiilor și de temperaturile medii înregistrate în perioada de vegetație, Boian (2011) clasifică secetele în: (i) foarte puternice, când cad precipitații mai puțin de 50% din normă, iar temperatura medie a aerului depășește media climatică cu 3-4°C; (ii) puternice, când cantitatea de precipitații constituie 60-70% din normă, iar temperatura medie a aerului depășește norma cu 2°C și (iii) moderate, când cad 70-80% din norma de precipitații, iar anomalia pozitivă a temperaturii este de 1,0-1,5°C.

2.4.2. Manifestarea secetei pe teritoriul Republicii Moldova

Potrivit raportărilor recente (Nedealcov et al. 2019 a; Grigoraș 2021), seceta meteorologică este în plină desfășurare în Republica Moldova, efectele acesteia fiind resimțite prin reducerea precipitațiilor și creșterea temperaturii aerului. Acest fapt a fost detaliat și în capitolul 1.1.3 și 1.1.4, prin evidențierea tendințelor din ultimele decenii, în mod special cu privire la temperaturile sezonului de vegetație (aprilie-septembrie), care, începând cu anul 1980 prezintă o creștere anuală de 0,056°C. Tendința crescătoare a temperaturii aerului este completată de tendința descrescătoare a cantităților de precipitații din ultimele trei decenii, cu o scădere de 20 mm în perioada 1991-2020, comparativ cu anii 1961-1990.

În plus, în ultima perioadă, pe teritoriul Republicii Moldova, a crescut frecvența secetelor puternice și foarte puternice, coroborate cu alte calamități naturale (Izmașchin și Crivoi 2015; Nedealcov et al. 2019 a). Astfel, potrivit Ghidului climatic al Republicii Moldova (SHS, 2023), numărul de secete înregistrate în intervalul de 10 ani oscilează de la 1, în zona de nord, care-i moderat călduroasă și semi-umedă, la 3-4, în zona de sud, în Câmpia Moldovei de Sud, terasele Prutului și Nistrului Inferior. Frecvența ridicată a secetelor din sud a fost semnalată și de către Postolache (2008).

În particular, dacă ne referim la Stația Meteorologică Chișinău (perioada de observații fiind de 126 de ani), temperatura medie anuală a aerului din 2020 a fost cu 3,2°C mai ridicată față de normă, clasându-se pe primul loc în șirul anilor cu temperaturi ridicate (Figura 36; SHS, 2020).

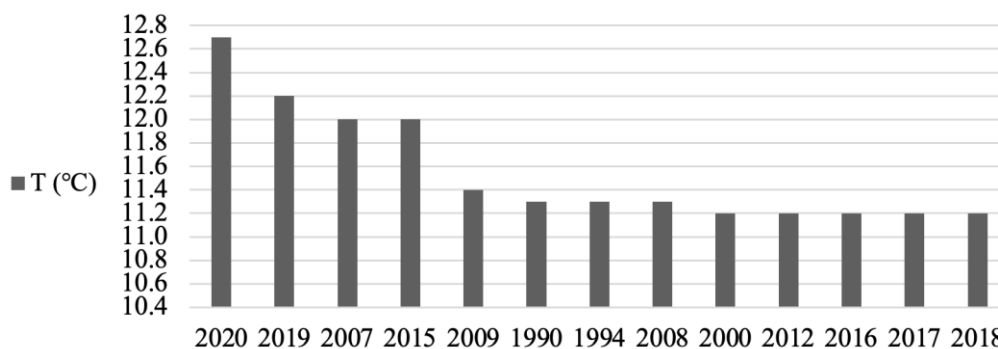


Figura 36. Șirul anilor cu temperaturi medii anuale ridicate, stația meteo Chișinău
Sursă: figură prelucrată (Ministerul Mediului 2024)

Creșterea frecvenței secetelor din ultimii ani a condus la o sporire a eforturilor autorităților din Republica Moldova. Recent, în 10 ianuarie 2024, Guvernul a modificat Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei, care fusese aprobat în 2013. Principalele modificări vizează reglementarea aspectelor referitoare la gestionarea fenomenelor hidrometeorologice care au ca efect producerea secetei, gestionarea stării de secetă și a efectelor generate de aceasta (Ministerul Mediului 2024).

2.4.3. Efectele secetei asupra pădurilor din Republica Moldova

În ultimul deceniu, efectul secetei asupra dezvoltării pădurilor Republicii Moldova a devenit unul evident. Seceta din 2007 a prejudiciat considerabil și pădurile naționale pe o suprafață de circa 19 mii ha sau 5,5% din suprafața fondului forestier, în special din sudul și centrul țării. Au fost afectate circa 20 de specii forestiere atât autohtone, cât și alogene, printre care: stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.), gorunul [*Quercus petraea* (Matt) Liebl.], stejarul pufos (*Quercus pubescens* Willd.), frasinul (*Fraxinus excelsior* L.), paltinul de câmp (*Acer platanoides* L.), paltinul de munte (*Acer pseudoplatanus* L.) salcâmul (*Robinia pseudoacacia* L.), mesteacănul (*Betula pendula* Roth.), pinul (*Pinus sylvestris* L.), pinul negru de Crimeea (*Pinus pallasiana* [Lamb] Holmboe). Cele mai afectate au fost salcâmetele, constituind 71,3% (13 mii ha) din suprafața totală a pădurilor vătămate. Seceta din 2007 are urmări de lungă durată, consecințele ei fiind vizibile pe parcursul mai multor ani. În 2009, conform datelor de cercetare silvo-patologică aerovizuală, suprafața totală a arboretelor degradate și uscate de diferită intensitate constituia 17,9 mii ha, iar în anul 2010 – 13,1 mii ha (MADRM, 2019).

Deși limitate ca suprafață, cunoscut fiind faptul că existența pădurilor este condiționată de condițiile climatice (Ursu et al. 2022), pădurile din Republica Moldova reprezintă un potențial natural strategic, în mod special, mulțumită diversității lor structurale și funcționale (Grigoraș,

2019). Însă, pe parcursul ultimele două secole, diminuarea suprafețelor ocupate de păduri în detrimentul creșterii suprafețelor cultivate agricol a provocat o serie de fenomene naturale dezastruoase, seceta fiind unul dintre ele (Grigoraș 2019; SHS 2023). Efectele manifestării secetei se resimt la nivelul tuturor componentelor ecosistemelor naturale, inclusiv a celor forestiere.

În general, efectele secetelor asupra pădurilor se concretizează prin declinul și uscarea arborilor. Se consideră, spre exemplu, că actualele păduri mezofile de fag (*Fagus sylvatica* L.), gorun (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) și stejar (*Quercus robur* L.) de pe teritoriul Republicii Moldova se află într-un pronunțat și evident declin de dezvoltare determinat de creșterea temperaturii medii a aerului atmosferic și creșterea nesemnificativă a cantumului precipitațiilor (Lazu et al. 2008).

În particular, în anul 2007, în Rezervația Științifică “Codrii”, din cauza temperaturilor ridicate și a precipitațiilor scăzute, activitatea țesutului cambial la gorun și frasin (*Fraxinus excelsior* L.) a fost diminuată. Concret, în cazul gorunului, grosimea inelului anual a fost de 0,8-1,2 mm, în 2007, fiind evident mai mică decât în anii precedenți, respectiv: 1,6-2,2 mm, în 2006, și 1,9-2,2 mm, media anilor 1998-2007. Date similare au fost înregistrate și în cazul frasinului, respectiv: 0,9-1,7 mm, în 2007, comparativ cu 1,5-2,6 mm, în 2006, și 1,9-2,5 mm, media anilor 1998-2007 (Lazu et al. 2008).

Secetele conduc, de asemenea, la diminuarea activității vitale a pădurilor, care va genera condițiile favorabile pentru instalarea focarelor de dăunători și boli, dintre care unii dintre cei mai prezenți pe teritoriul țării sunt: omida păroasă a stejarului, molia verde a stejarului, cotarul brun și cotarul verde (Nicolaescu și Voloșciuc 2010).

Totodată, este de așteptat ca speciile mezofile de stejari, în mod special din pădurile din zonele centrale și sudice ale țării, să fie vulnerabile în continuare în fața viitoarelor tendințe de aridizare ale climei, mai ales în perioada critică de vegetație a stejăretelor, respectiv în lunile iunie-august (Nedealcov et al. 2019 b).

Nu doar speciile autohtone suferă din cauza secetei. Spre exemplu, seceta din 1994 a afectat și pădurile de salcâm (*Robinia pseudoacacia* L.), peste 12.000 de hectare fiind afectate de fenomenul de uscure, din care majoritatea pe raza întreprinderilor silvice din sudul țării (Postolache et al. 2005).

2.4.4. Măsuri silvice de atenuare a efectelor secetei pe teritoriul Republicii Moldova

O abordare generală și eficientă în scopul atenuării efectelor negative ale secetei și a altor fenomene naturale cu efecte dezastruoase o constituie extinderea suprafețelor ocupate cu păduri (Postolache et al. 2005). Extinderea suprafețelor cu păduri se poate face fie prin înființarea de noi culturi forestiere compacte, de preferat în zonele deficitare și/sau în proximitatea trupurilor de pădure existente, fie prin crearea de noi perdele forestiere de protecție, acele fâșii cu arbori și arbuști, instalate, cu precădere, în cadrul parcelelor agricole.

O atenție deosebită trebuie acordată terenurilor degradate, afectate de diverse procese de degradare, din zonele deficitare în precipitații, acolo unde nici prin tehnici agricole terenurile respective nu mai pot valorificate. În plus, neacționându-se asupra lor în sens ameliorativ, fie prin măsuri agricole, fie prin măsuri silvice, este de așteptat ca procesele de degradare din cuprinsul acestora să avanseze an de an, făcând anevoioasă reconstrucția ecologică a acestora.

Referitor la extinderea suprafețelor de pădure prin înființarea de perdele forestiere de protecție, este bine cunoscut faptul că pe timp de secetă, mulțumită acestora, umiditatea relativă a aerului crește cu 10%, iar capacitatea de evaporare a plantelor se reduce, în medie, cu 15-20%

(Crîșmaru și Crețu 2023). Această reducere a evaporării apei se transpune, de asemenea, și în câștiguri ale producției agricole, dacă vorbim despre perdele forestiere de protecție a câmpurilor agricole, de până la 20-25% (Izmașchin și Crivoi 2015).

În particular, în cazul terenurilor afectate de eroziune pluvială în zonele secetoase, în vederea împăduririi, se recomandă amenajări pentru reținerea apei pe versant, precum: terase executate în contrapantă, gropi cu pâlnii, arătura pe curba pe nivel, nu pe linia de cea mai mare pantă și lucrări de protecție a solului, precum mulcirea și adăugarea de compost.



De reținut!

Rezumat

Moldova se confruntă cu episoade din ce în ce mai dese de secetă, ultimele afectând suprafețe semnificative de păduri, în mod special în zona de sud a țării. Seceta se poate manifesta în mai multe planuri, în literatura de specialitate fiind descrise secete meteorologice, agro-silvice, hidrologice și socio-economice, cele din urmă fiind o rezultată a precedentelor.

Nu doar speciile autohtone (ex. cvercinee, frasin, carpen etc.) suferă din cauza lipsei precipitațiilor, ci și speciile alohtone, cele mai afectate păduri fiind salcâmetele.

În scopul atenuării efectelor secetelor asupra pădurilor, dar și a terenurilor agricole din Republica Moldova, extinderea suprafețelor ocupate cu păduri reprezintă principalul deziderat.

Mesaj cheie

Secetele din ultimii ani au afectat peste 20 de specii forestiere atât autohtone, cât și alohtone, cele mai mari pagube înregistrându-se în pădurile de cvercinee și în salcâmete.



Dicționar de termeni

- Seceta - un fenomen meteorologic complex caracterizat, în general, prin absența precipitațiilor și prin creșterea evapotranspirației potențiale.
- Specie mezofilă - în raport cu cerințele față de precipitații, speciile mezofile prezintă exigențe mijlocii.
- Specie xerofită – în raport cu cerințele față de precipitații, speciile xerofite sunt puțin exigente, suportând uscăciunea. De exemplu, cerul (*Q. cerris*) este o specie xerofită, ce crește în climate calde cu sezon de vegetație lung, suportând bine seceta și uscăciunea.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care este perioada critică de vegetație la cvercinee, în contextul manifestării secetei?

2. Prin ce se concretizează, în general, efectele secetelor asupra pădurilor?
3. Care sunt principalele măsuri silvice care trebuie întreprinse în Republica Moldova pentru diminuarea efectelor secetelor?



Aplicație

Având în vedere tendințele de aridizare din cuprinsul Republicii Moldova și fișele ecologice ale principalelor specii forestiere detaliate în capitolele precedente, realizați o ierarhie a speciilor care s-ar preta cel mai bine într-un zonă și cu soluri de textură lutoasă, caracterizată prin temperaturi medii multianuale de 11°C și un volum anual al precipitațiilor de 500 mm.

2.5. Fauna sălbatică și schimbările climatice

Autori: Laura Bouriaud și Vitalie Gulca

2.5.1. Clima, factor regulator al efectivelor de animale sălbatic

Condițiile climatice joacă un rol decisiv în compoziția, structura și funcționarea sistemelor naturale. Ecosistemele de limită, cele care au o bogăție mare de specii endemice cu zone de distribuție înguste, cele care conțin populații mici, cu cerințe specifice de habitat și cu capacități limitate de răspândire sunt deosebit de vulnerabile la variațiile condițiilor climatice. Clima este unul dintre principalii regulatori ai funcționării ecosistemelor, deoarece chiar și mici variații de temperatură pot avea un impact asupra distribuției și abundenței multor specii. Mai jos exemplificăm cu dinamica populației de iepure de câmp în Republica Moldova pe perioada 2012-2021.

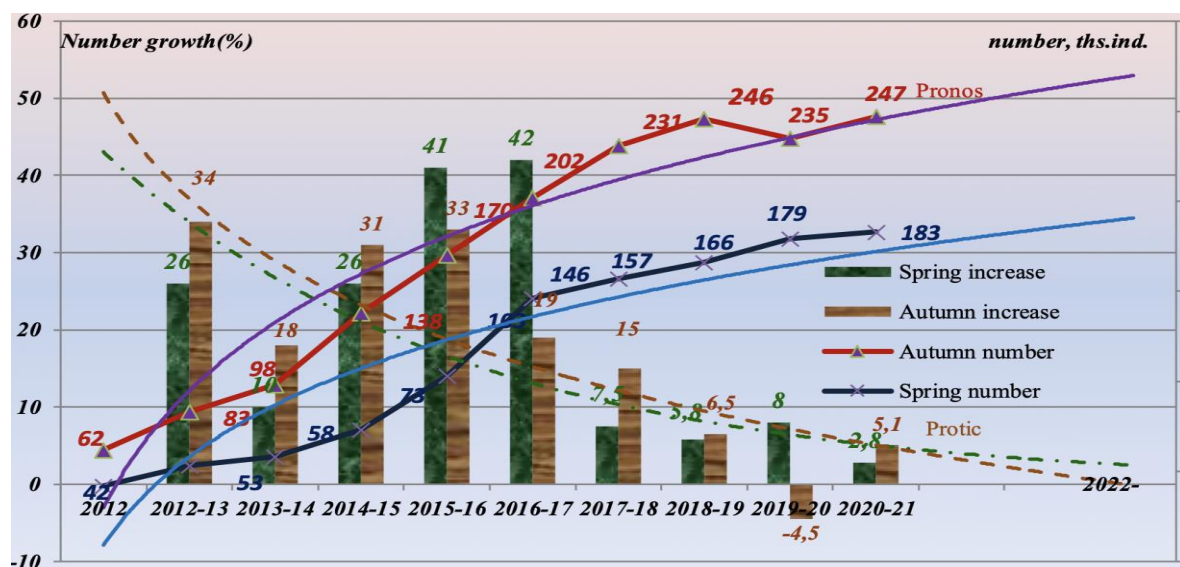


Figura 37. Dinamica creșterii sezoniere de primăvară și de toamnă a numărului de indivizi de iepure de câmp (în mii indivizi în grafic) pe perioada unui ciclu de dezvoltare a populației de 10 ani (2012-2021) și tendințe viitoare. Populația a scăzut drastic în toamna 2020 datorită condițiilor de ariditate severe. Sursa: Savin et al. 2021.

Pentru aceeași specie ca în figura 37 (iepurele de câmp), evaluările de toamnă în 2023 au arătat impactul condițiilor de aridizare din perioada de vară-toamnă asupra procesului de reproducere și supraviețuire în populația îndeosebi pronunțat în zona de nord a republicii, unde avem un spor anual doar de 10,2% și un regres în dinamica anuală de circa 28% (Societatea vânătorilor și pescarilor sportivi, 2023: <https://svpm.md/articole/efective-de-toamna-si-exploatare-cinegetica.html>).

Pe de altă parte, speciile de animale sălbatice, și în special ierbivorele mari, interferează puternic cu ecosistemele forestiere, mai ales la momentul regenerării pădurilor, cu nenumărate studii și dovezi din întreaga Europă (de ex. Zoltán et al. 2024 pentru Ungaria, Schulze et al. 2014 pentru Europa centrală și de sud-est). De aceea putem interpreta relația dintre fauna sălbatică, pădure și schimbările climatice prin prisma a două direcții de acțiune: prevenirea dispariției unor specii amenințate de schimbările climatice, și reglementarea echilibrului pădure-vânat pentru a nu afecta capacitatea de regenerare a pădurii.

2.5.2. Protecția speciilor vulnerabile și sensibile la schimbările climatice

Uniunea Internațională de conservare a naturii (IUCN) estimează că 35% dintre păsări, 52% dintre amfibieni și 71% dintre recifele de corali vor fi afectate în special de schimbările climatice.

Dacă speciile de plante se regăsesc exclusiv pe listele Anexei II (*specii ce pot deveni amenințate cu dispariția*), în privința animalelor, șase specii din fauna Moldovei sunt indicate în Anexa I ca fiind *specii amenințate cu dispariția*, necesitând o atenție deosebită din partea autorităților naționale. Astfel, speciile de faună cele mai vulnerabile, din categoria I (specii pe cale de dispariție), de pe teritoriul Rep. Moldova sunt: *Lutra lutra*, *Pelecanus crispus*, *Haliaeetus albicilla*, *Aquila heliaca*, *Falco peregrinus*, *Vipera ursine* (tabelul 23), iar celelalte specii fac parte din categoria a II-a – adică specii vulnerabile.

Habitatele forestiere (păduri temperate de foioase) adăpostesc numeroase specii de animale rare și amenințate cu dispariția de pe teritoriul Republicii Moldova. Dintre speciile periclitate de mamifere au fost identificate, de exemplu, liliacul-mic-cu-potcoavă (*Rhinolophus hipposideros* Bech.), pisica sălbatică (*Felis silvestris* Schr.) și jderul-de-pădure (*Martes martes* L.).

Tabelul 23. Speciile sălbatice de faună pe cale de dispariție pe teritoriul Republicii

Moldova (CITES): <https://am.gov.md/ro/content/lista-speciilor-salbatice-din-flora-si-fauna-republicii-moldova-supuse-reglementarii-cites>

Mamifere	Pisica sălbatică <i>Felis silvestris</i> , Vidra <i>Lutra lutra</i>
Reptile	Vipera de stepă <i>Vipera ursini</i>
Păsări	Gâsca cu gât roșu <i>Branta ruficollis</i> , Rața cu cap alb <i>Oxyura leucocephala</i> , Barza neagră <i>Ciconia nigra</i> , Lopătar <i>Platalea leucorodia</i> , Hoitar <i>Neophron percnopterus</i> , Codalb <i>Haliaeetus albicilla</i> , Acvila de munte <i>Aquila crisaetos</i> , Acvila de câmp <i>Aquila heliaca</i> , Acvila țipătoare mare <i>Aquila clanga</i> , Țipătoare mică <i>Aquila pomarina</i> , Acvilă mică (pitică) <i>Hieraetus pennatus</i> , Șerpar <i>Circaetus gallicus</i> , Viespar <i>Pernis apivorus</i> , Gaie roșie <i>Milvus milvus</i> , Gaie neagră <i>Milvus migrans</i> , Uligan pescar <i>Pandion haliaetus</i> , Erete vânat <i>Circus cyaneus</i> , Erete sur <i>Circus pygargus</i> , Erete alb <i>Circus macrourus</i> , Șoim călător <i>Falco peregrinus</i> , Șoim dunărean <i>Falco cherrug</i> , Vânturel de seară <i>Falco vespertinus</i> , Vânturel mic <i>Falco naumanni</i> , Cocor <i>Grus grus</i> , Dropia <i>Otis tarda</i> , Pelican creț <i>Pelecanus crispus</i> , Buha mare (Buhă) <i>Bubo bubo</i> , Ciuf de câmp <i>Asio flammeus</i> , Strigă <i>Tyto alba</i>

În tipul de pădure de stejar-pubescent (*Quercus pubescens* Willd.) care cuprinde, de asemenea, poienile și lizierele stepizate cu compoziție floristică xerofită, există specii rare de animale, unele fiind incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova (ed. III): liliacul-lui-Nathusius (*Pipistrellus nathusii* Keysering et Blasius), pisica sălbatică (*Felis silvestris* Schreber), hermelina (*Mustela erminea* L.) (Ungureanu et al. 2017).

Principalele efecte ale schimbărilor climatice asupra faunei sunt (Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique, 2020: <https://www.opcc-ctp.org/fr/sector/faune>):

1. Modificări ale productivității și abundenței speciilor, deoarece comunitățile de animale și plante se află într-o stare delicată de echilibru cu variabilele climatice.
2. Modificări ale ciclului de viață (alterări fenologice) și interacțiuni între specii: Evenimentele importante din viața animalelor, cum ar fi reproducerea, depunerea ouălor, migrația și hibernarea, sunt deplasate în timp din cauza creșterii temperaturilor și apar desincronizări.
3. Schimbări în distribuția geografică, de exemplu, deplasarea lor către latitudini și/sau altitudini mai înalte în căutarea unor zone cu condiții climatice adecvate, modificând astfel distribuția lor geografică inițială.
4. Modificări ale interacțiunilor ecologice și ale funcționării ecosistemelor, de exemplu determina desincronizarea ciclurilor de viață ale populațiilor interconectate ecologic, cum ar fi speciile cu relații pradă-prădător sau parazit-gazdă. Dacă aceste specii răspund diferit la variațiile condițiilor climatice (diferite modificări fenologice), interacțiunile dintre ele s-ar putea desincroniza, modificând funcționarea întregului ecosistem.
5. Risc mai mare de invazie și/sau extindere a speciilor exotice sau invazive.
6. Impact asupra interconexiunii dintre rețelele de arii protejate. Mișcarea animalelor și plantelor către zonele din teritoriu în care condițiile sunt încă potrivite ar putea schimba zonele de distribuție în afara zonelor delimitate în prezent ca protejate, crescând astfel vulnerabilitatea acestora la diferite pericole și factori de stres.

IPCC confirmă în al 5-lea raport al său că schimbările climatice datorate activităților umane agravează presiunile puternice deja exercitate de oameni asupra ecosistemelor și speciilor, conducându-ne astfel direct către a șasea criză de extincție a speciilor. Potrivit unui studiu IPCC, chiar și o mică creștere a temperaturii de 1,5 grade va duce la dispariția a 20 până la 30% din flora și fauna planetei noastre.

În acest context, pentru a înțelege răspunsurile speciilor de faună la efectele schimbărilor climatice și diferitele lor mecanisme de adaptare, este necesar să se intensifice eforturile de promovare a noilor rețele de observare a biodiversității și să se întărească dinamismul acestora, precum și să se încurajeze pe termen mediu și lung întreținerea rețelelor de observare existente. În mod particular trebuie acordată atenție speciilor migratoare (JNCC, 2023).

Intervențiile de ajutorare și conservare speciilor de faună sălbatică merg de la desemnarea de noi arii naturale protejate la managementul unor habitate particulare (iazuri, puncte de apă, izvoare din pădure) până la ajutorarea unor indivizi expuși pericolului de moarte datorită, de exemplu, secării punctelor lor obișnuite de adăpat. În planificarea gestionării forestiere prin amenajament pot fi prevăzute măsuri speciale pentru conservarea zonelor cu apă/umiditate/izvoare (de ex. păstrarea acoperirii cu vegetație forestieră) precum și a altor tipuri de habitate necesare speciilor. O altă măsură potrivită este cea de creare de bazine de acumulare a apelor din precipitații, de exemplu cum s-a procedat în cadrul proiectului „Reducerea riscurilor climatice și dezastrelor”, în raioanele Cantemir, Criuleni, Hîncești, Leova și Ungheni

unde au fost construite 9 bazine de acumulare a apei din precipitații, având o capacitate totală de 119.150 metri cubi.

2.5.3. Menținerea echilibrului pădure-vânat

Deoarece creșterea temperaturilor favorizează creșterea capacității de supraviețuire și de reproducere a speciilor de vânat care pot afecta plantațiile și regenerarea pădurii, este esențial să existe un planul de gestionare a efectivelor de vânat.

În Europa, conform State of Europe (2020), pagubele produse de vânat sunt pe al treilea loc după pagubele produse de evenimente catastrofale (furtuni) și boli și insecte (Figura 38).

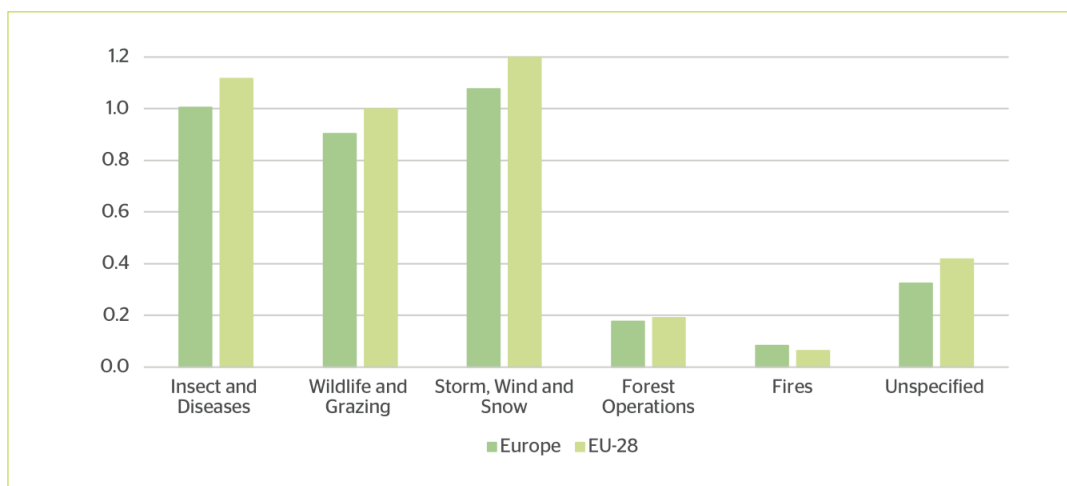


Figura 38. Procentul suprafeței forestiere afectate de diferiți agenți dăunători în Europa și în Uniunea Europeană (E-28), anul 2015.

Sursa: Forest Europe, https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf

În întreaga Europă, dar și în Republica Moldova, efectivele de cervide sunt în creștere continuă. De exemplu, evaluarea 2023 a Societății vânătorilor și pescarilor sportivi din R. Moldova a constatat pe o suprafață de peste 110 mii ha că există un efectiv de peste 5182 căpriori a ecotipului de “câmp”, semnalând o creștere de peste 35% față de efectivul anului precedent și un salt de 226% pe parcursul a 5 ani. Datele Agenției Moldsilva pentru vânatul sedentar de pe fondul cinegetic pe care îl gestionează arată o creștere a efectivelor de cerb comun și de căprior, mergând până la o dublare a efectivelor de cerb cu pete (Tabelul 24).

Tabelul 24. Dinamica principalelor specii de vânat din fondul cinegetic gestionat de Agenția „Moldsilva”. Sursa: <https://www.moldsilva.gov.md/pageview.php?l=ro&idc=182&t=/Fondul-forestier-national/Resursele-cinegetice?l=ro&idc=182&t=/Fondul-forestier-national/Resursele-cinegetice>

Denumirea speciilor	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Dife- renta	%
Cerb comun	217	221	224	170	220	310	319	273	292	296	410	193	89
Cerb cu pete	184	205	249	249	255	298	334	396	434	466	579	395	215
Căprior	4864	4856	4904	5236	6160	6026	6775	7029	6968	7372	8555	3691	76
Mistreț	1695	1731	1936	1672	2097	2213	2623	1751	1586	1697	2074	379	22
Fazan	3015	3244	3411	4304	4148	4134	4921	5435	6378	6061	7789	4774	158
Vulpe	5786	5756	4560	4392	4983	5355	5310	3708	3781	3813	4641	-1145	-20
Lup	70	53	86	92	83	80	93	58	37	69	98	28	40

Datele privind daunele produse de vânat asupra regenerării trebuie interpretate contextual, având în vedere că în anumite păduri din Republica Moldova, invadate de arbuști și tufărișuri (scumpie, sânger, soc), prezența erbivorelor ar putea avea un efect benefic, cel puțin într-o primă fază, pentru a ține sub control răspândirea masivă a acestor specii arbustive. Totuși, chiar și în această ipoteză, este cunoscut faptul că cervidele preferă speciile care sunt mai degrabă rare în habitat, și acesta este de fapt pericolul principal al unei densități prea mare de ungulate în pădurile în care se dorește obținerea regenerării naturale: o presiune prea mare a vânatului va afecta negativ translatarea naturală (migrația) speciilor indusă de condițiile climatice.

Pentru a ilustra importanța menținerii echilibrului pădure-vânat, este de reținut că acesta este obiectivul numărul 1 al Strategiei de adaptare a pădurilor la schimbările climatice ONF (Office National des Forêts) Franța. În „Strategia de adaptare a pădurilor la schimbările climatice” (AFCC, 2023), ONF plasează echilibrul pădure-vânat ca prioritate de vârf. Într-adevăr, diferitele puncte ale strategiei, bazate pe regenerarea naturală și diversificarea speciilor, nu pot fi atinse dacă sunt consumate plantulele, puietii, arborii tineri sau părți din aceștia tineri. Amploarea fenomenului este una îngrijorătoare: în 2019, aproape 40% din pădurile franceze erau într-o situație de dezechilibru pădure-ungulate. Suprapopularea cervidelor reprezintă o amenințare serioasă, iar pagubele cauzate pot fi la fel de devastatoare cu cele ale unei defrișări. Deoarece arboretele tinere sunt distruse, nu mai poate avea loc regenerarea pădurii, ceea ce este o situație de neconceput pentru silviculor. Gardurile și alte tipuri de protecții nu sunt suficiente. În pădurile naționale, ONF are planuri de vânătoare pentru intensificarea extragerii de exemplare de vânat, dar chiar și acestea nu sunt suficiente pentru a reduce presiunea cervidelor asupra regenerării.



De reținut!

Rezumat

Relația dintre fauna sălbatică, pădure și schimbările climatice poate fi interpretată prin prisma a două direcții de acțiune: prevenirea dispariției unor specii amenințate de schimbările climatice, și reglementarea echilibrului pădure-vânat pentru a nu afecta capacitatea de regenerare a pădurii.

Dinamica principalelor specii de vânat din fondul cinegetic gestionat de Agenția „Moldsilva” atrage atenția asupra creșterii efectivelor de cerb comun și de căprior care sunt în creștere continuă și riscurilor ce vor compromite extinderea terenurilor forestiere și vor afecta conservarea biodiversității, dacă nu se va ține sub control efectivul vânatului și nu se va schimba atitudinea față de gestionarea populațiilor faunei sălbatice.

Mesaj cheie

Menținerea echilibrului pădure-vânat este obiectivul numărul 1 al Strategiei de adaptare a pădurilor la schimbările climatice a administratorului de păduri publice (ONF) din Franța, ceea ce arată importanța acordată reducerii presiunii cervidelor asupra regenerării pădurilor.



Dicționar de termeni

Echilibrul pădure-vânat – situația în care dimensiunea efectivelor de vânat este menținută la un nivel la care acesta nu produce pagube puietilor și nu deteriorează starea pădurii.

Deteriorarea interacțiunilor ecologice - desincronizarea ciclurilor de viață ale populațiilor interconectate ecologic, cum ar fi speciile cu relații pradă-prădător sau parazit-gazdă. Dacă aceste specii răspund diferit la variațiile condițiilor climatice (diferite modificări fenologice), interacțiunile dintre ele pot modifica funcționarea întregului ecosistem.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Pentru vânatul sedentar de pe fondul cinegetic pe care îl gestionează, Moldova indică o creștere sau o scădere a efectivelor de cerb comun și de căprior?
2. Care este evoluția efectivului de cerb cu pete și cum poate aceasta afecta regenerarea pădurilor?
3. Explicați cum sunt afectate animalele sălbatice de fenomenul de aridizare.



Aplicație

- ⇒ Ce măsuri credeți că s-ar putea lua pentru a păstra în pădure insule de umiditate și surse de apă pentru animalele sălbatice?
- ⇒ Vizionați videoclipurile prezente la acest site pentru a înțelege cum se poate restabili echilibrul pădure vânat: <https://www.cnpf.fr/gestion-durable-des-forets/multifonctionnalite/equilibre-foret-gibier> și comparați cu metoda întrebuițată în mod curent în R. Moldova pentru a raporta pagubele produse de vânat puietilor.

Bibliografie

Amenajament OS Baimaclia. ICAS, Chișinău, 2014-2024.

Atlas, 2021. “Schimbările climatice și starea actuală a peisajelor: Atlas. Editori : V. Răileanu, Iu. Bejan, M. Nedeačov et al. Ministerul Educației și Cercetării, Institutul de Ecologie și Geografie, Chișinău. 100p. ISBN 978-9975-62-439-8

Boboc, N., Bejan, I., Bunduc (Popușoi), T., Angheluța, V., Munteanu, V. Analiza repartiției spațiale a coeficientului de stabilitate ecologică în Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova. În: Evaluarea și reglementarea impactului antropic asupra stabilității ecosistemelor urbane și rurale din Regiunea de Dezvoltare Nord a Republicii Moldova, Ed. 1, 7 noiembrie 2022, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Institutul de Ecologie și Geografie, 2022, pp. 74-79. ISBN 978-9975-3586-0-6. DOI: <https://doi.org/10.53380/9789975358606.13>.

Boian I., 2011. Secetele în Republica Moldova devin tot mai frecvente și mai intensive. Mediul Ambient, 6(60): 40-44.

Cazac V., Daradur M., Nedeačov M., 2005. Clima actuală în Republica Moldova și tendințele ei de schimbare (temperatura aerului). Mediul Ambient 4(22): 39-41.

Chetreaan, A., 2020. Îndrumar Stațiuni forestiere din Republica Moldova, UASM, Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului (în lucru).

Crîșmaru V., Crețu I., 2023. Rolul multifuncțional de protecție a perdelor forestiere în regiunile de dezvoltare: nord, centru, sud. Conferința “Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”, Bălți, Moldova, 19-20 mai 2023, pag. 455-458.

Donica A. et al. 2023. Evaluarea impactului aridizării asupra ecosistemelor forestiere: studiu de caz în podișul de silvostepă al Nistrului, Revista pădurilor 138(2)

Ungureanu, L., Titica, G., Baban, E., Nistreaanu, V., Bogdea, L., Bulat, D. and Bulat, D., 2017. Habitatele speciilor rare de plante și de animale din raioanele Soroca și Ștefan Vodă, Republica Moldova, <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/md/book-v13-RO.pdf>

Gheorghiu, G., și Buzulan, V. 2013. Specii de arbori și arbuști rezistenți pentru lucrările de împădurire din sudul Republicii Moldova. Noosfera. Revista științifică de educație, spiritualitate și cultură ecologică, (8), 45-4

Grigoraș N., 2019. Vulnerabilitatea ecosistemelor silvice în contextul schimbărilor climatice. Conferința “Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători”, Ediția VIII, Chișinău, Moldova, 10 iunie 2019, pag. 166-171.

Grigoraș N., 2021. Vulnerabilitatea biodiversității către schimbările climatice (studiu de caz – Rezervația Științifică “Prutul de Jos”). Simpozionul “Zonele umede – valori perene cu rol vital Pentru omenire”, Slobozia Mare, Moldova, 11-12 noiembrie 2021, pag. 109-118.

HG 1009/2014 -Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia. <http://adapt.clima.md/pageview.php?l=ro&idc=305>

HG 624/2023. Cu privire la aprobarea Programului național de adaptare la schimbările climatice până în anul 2030 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acestuia (PNASC2030). https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=140163&lang=ro
https://cancelaria.gov.md/sites/default/files/document/attachments/nu-242-mm-2023_0.pdf;

Hotărârea Guvernului Nr.112 din 27.04.2001 cu privire la aprobarea Strategiei naționale și a Planului de acțiune în domeniul conservării diversității biologice

Infografic, Uniunea Europeană, 2022. Consiliul Uniunii Europene, Secretariatul General. Disponibil la: <https://www.consilium.europa.eu/ro/infographics/climate-costs/>

Izmașchin A., Crivoi A., 2015. Asigurarea durabilității mediului în Republica Moldova. Noosfera. Revista științifică de educație, spiritualitate și cultură ecologică, 15: 19-26.

JNCC, 2023. Joint Nature Conservation Committee. 'Climate change and migratory species: a review of impacts, conservation actions, indicators and ecosystem services'. <https://jncc.gov.uk/our-work/climate-change-and-migratory-species-review/>

L315/2022 – Strategia națională de dezvoltare ”Moldova Europeană 2030”. <https://monitorul.gov.md/ro/monitorul/view/pdf/2579/part/1#page=1>

Lazu Ș., Scorpan V., Teleuță A., Manic Ș., Barcari E., Sturza N., Caisîn V., 2008. Reacția vegetației silvice din Rezervația Științifică ”Codrii” la impactul climacteric al secetei din anul 2007. Mediul Ambient, 3(39): 38-41.

MADRM, 2019. Ministerul Agriculturii, Dezvoltării Regionale și Mediului, Autoritatea Națională Desemnată. Programul de Țară de angajare cu Fondul Verde pentru Climă, Chișinău, 2019. Green Climate Fund. www.clima.md

Ministerul Mediului, 2024. Guvernul a efectuat modificări la Regulamentul cu privire la planificarea gestionării secetei. Articol din 10 ianuarie 2024. Disponibil la: <https://www.mediu.gov.md/ro/content/4638>

Nedealcov M., Donica A., Grigoraș N., 2019a. Explicarea vulnerabilității pădurilor față de aridizarea climei prin indici ecoclimatici (studiu de caz). Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă ”Akademos”, 4(55): 57-63.

Nedealcov M., Donica A., Grigoraș N., 2019b. Evaluări privind impactul secetei asupra speciilor de stejari (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*) în condiții de aridizare a climei. Conferința ”Starea actuală a componentelor de mediu”, Chișinău, Moldova, 12-13.12.2019.

Nedealcov, M., Sîrodoev, Gh., Răileanu, V., Bejan, Iu., Ivanov, V., Mițul, E., Boboc N., Jeleapov A., Gherasi A., Țițu P., Canțir A. 2019. Atlas. Factorii naturali și antropici de risc. Chișinău, p. 86.

Nicolaescu O., Voloșciuc L., 2010. Rolul preparatelor virale în menținerea densității populațiilor de *Lymantria dispar* L. Simpozionul ”Horticultura modernă – realizări și perspective”, Chișinău, Moldova, 25 iunie 2010, pag. 471-476.

Niculăe L., Arba A.M., 2016. Fenomenul de secetă în contextul dezvoltării durabile. Conferința ”Mediul și dezvoltarea durabilă”, Ediția 3, Chișinău, Moldova, 6-8 octombrie 2016, pag. 167-171.

Oleiniciuc I. 2017. Variația și repartitia spațială a cantității medii anuale de precipitații atmosferice în Republica Moldova. Conferința ”Viitorul ne aparține”, Chișinău, Moldova, 5-6 octombrie 2017.

Postolache Gh., 2008. Cu privire la crearea carcasei forestiere. Revista Botanică, 1(1): 139-148.

Postolache Gh., Ciubotaru A., Galupa D., Begu A., 2005. Resursele vegetale: starea actuală, protecția și folosirea rațională. Mediul Ambient, 4(22): 16-20.

Răileanu, V., Bejan, Iu., Nedealcov, M., et al. 2021. Atlas - Schimbările climatice și starea actuală a peisajelor. Chișinău: „Impressum”, 100 p. ISBN 978-9975-62-439-8

Savin, A., Ciocoi, O., Șcerbliuc, M., Grosu, Gh., Nisteanu, V., 2021. Seasonal and multiannual dynamics of sedentary species populations of hunting interest. In Ungureanu et al. 2021 (ed). "Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change", International Conference of Zoologists (10;21 Chișinău), Institute of Zoology, 392 p., <https://doi.org/10.53937/icz10.2021.59>, p. 362-367, disponibil la adresa: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/IZ_conf_2021_final_spre_aprobare_DOI.pdf

Savin, A. 2022. Soluri și stațiuni forestiere pentru învățământ la distanță. <http://www.silvic.usv.ro/cursuri.php>

Schulze, E.D., Bouriaud, O., Wäldchen, J., Eisenhauer, N., Walentowski, H., Seele, C., Heinze, E., Pruschitzki, U., Dănilă, G., Marin, G. and Hessenmöller, D., 2014. Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of community dynamics and silvicultural management in Central and Southeastern Europe. *Annals of Forest Research*, pp.267-288.

Scutaru, M. 2010. Stațiuni forestiere. Curs de prelegeri pentru studenții specialității Silvicultură și Grădini Publice, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, 53 p.

Serviciul Hidrometeorologic de Stat (SHS), 2020. Caracterizarea condițiilor meteorologice și agrometeorologice din anul 2020. Disponibil la: https://www.meteo.md/images/uploads/clima/2020_ro.pdf.

Serviciul Hidrometeorologic de Stat (SHS), 2023. Ghid climatic al Republicii Moldova. Ediție științifico-aplicativă, date pe termen lung. Ediția I, Chișinău.

Sîrbu R., Cujbă V. 2022. Schimbările climatice și dezvoltarea durabilă în Republica Moldova. *Cadastru și Drept*, 55: 326-330.

Stănescu V., Șofletea N., Popescu O. 1997. Flora lemnoasă a României. Editura Ceres, 452p, ISBN 9734003836.

Strategia Sectorului Forestier din Republica Moldova privind Schimbările Climatice. 2015. http://adapt.clima.md/public/files/publication/STRATEGIA_SECTORIALA_FORESTIER.pdf

Tudoran, Gh. M. 2001. Amenajarea pădurilor Republicii Moldova, Editura Pentru Viață, Brașov, 2001, 258 p.

Ursu, A., Overcenco, A., Curcubăt, S., Miron, A. 2022. Solurile pădurilor din Republica Moldova. Institutul de Ecologie și Geografie, Grădina Botanică Națională (Institut) „A. Ciubotaru”, Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice, Chișinău: S.n., 2022 (Impressum). 132 p. ISBN 978-9975-3586-3-7.

Zoltán, L., Szmorad, F. and Standovár, T., 2023. Heavy Ungulate Pressure behind the Disappearance of Regeneration in Hungarian Forests. *Forests*, 15(1), p.54.

Capitol 3. Experiența europeană și regională în ceea ce privește adaptarea ecosistemelor forestiere la schimbările climatice

Cuprins

Capitol 3. Experiența europeană și regională în ceea ce privește adaptarea ecosistemelor forestiere la schimbările climatice	87
3.1 Ce măsuri prevăd Ghidurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	89
3.2. Recomandări din literatura științifică referitoare la măsurile de adaptare la schimbările climatice	94
3.2.1 Măsurile de adaptare cu caracter general	94
3.2.2 Măsuri de adaptare în funcție de regiunea biogeografică	96
3.2.3 Ce înseamnă schimbările climatice pentru silvicultură?	99
3.2.4 Măsuri practice de tehnică silvică recomandate pentru adaptare	100
3.2.5 Provocări și riscuri legate de implementarea măsurilor recomandate	106
3.3 Opiniile gestionarilor de păduri despre posibilitatea de adaptare	109
3.3.1 Opinia gestionarilor de păduri și rolul autorităților	109
3.3.2 Ce cred administratorii de păduri din Europa despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	110
3.3.3 Ce cred administratorii de păduri din România despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice	113
3.4 Experiența de adaptare la schimbările climatice a arboretelor vulnerabile și a celor cu probleme de uscare	119
3.4.1 Evoluția stării de sănătate a arborilor trebuie monitorizată atent	119
3.4.2 Prioritatea principală rămâne menținerea stării de masiv forestier	119
3.4.3. Instrumente de identificare a vulnerabilităților și de diagnosticare	120
3.4.4. Câteva recomandări privind arboretele de stejar pufos (<i>Quercus pubescens</i>) vulnerabile sau afectate de uscare	122
3.5 Silvicultura salcâmului în condiții staționale extreme	125
3.5.1 Introducere	125
3.5.2 Creșterea și producția arborilor și arboretelor de salcâm	127
3.5.3 Gospodărirea salcâmului/salcâmetelor	128
3.5.4 Silvotehnica salcâmetelor	129
3.6 Studii de caz	143

3.6.1 Împăduririle realizate cu salcâm în România, cu privire specială asupra celor din județele Dolj și Olt	143
3.6.2 Utilizarea pinului negru pentru împădurirea zonelor semi-aride din Turcia	150
Bibliografie	156

Acest capitol pune la dispoziția personalului silvic informații legate de măsuri de adaptare la schimbările climatice, de percepții ale proprietarilor și gestionarilor de pădure din Europa despre posibilitatea de adaptare la schimbările climatice și cum putem adapta arboretele vulnerabile.

Scopul este de a informa personalul silvic despre ce prevăd Ghidurile existente despre adaptarea pădurilor la schimbările climatice, care sunt măsurile de adaptare generale și cum variază acestea în funcție de regiunea biogeografică. În acest capitol sunt prezentate măsuri practice de tehnic silvică recomandate pentru adaptare și provocări legate de implementarea acestora.

Parcurgerea acestui capitol va oferi detalii despre experiența administratorilor de păduri din Europa privind modul de identificare a vulnerabilității arboretelor și adaptarea acestora la schimbările climatice.

În finalul capitolului sunt prezentate detalii privind silvicultura salcâmului în condiții staționale extreme.

3.1 Ce măsuri prevăd Ghidurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice

Autor: Laura Bouriaud

În ciuda interesului enorm pentru subiect, în fapt nu sunt disponibile multe ghiduri de adaptare a pădurilor la schimbările climatice. Absența ghidurilor traduce în realitate o absență a măsurilor efective de adaptare. Acest fapt este subliniat și într-o analiză a conferinței ministeriale din Europa, „Forest Europe”, unde se subliniază că, deși se știe care sunt măsurile de adaptare încă din anii 2010 când au apărut o serie întregă de publicații pe tema adaptării, totuși singurele măsuri cu adevărat implementate sunt cele de refacere a pădurilor după apariția unei calamități (Forest Europe 2020, p. 31).

În această secțiune vom face o trecere succintă prin câteva ghiduri disponibile personalului silvic pentru a arăta varietatea de abordări, dar și posibilitatea de inovare în domeniul adaptării pădurii și silviculturii la schimbările climatice.

Unul dintre primele ghiduri la nivel global este Ghidul FAO „Climate change guidelines for forest managers” (2013). Deoarece propune un ghid la scară globală, și deoarece în ultimii zece ani cunoașterea a avansat în acest domeniu, considerăm că nu este suficient de relevant pentru includerea în acest manual a ghidurilor FAO. Remarcăm totuși că FAO acordă o atenție mare rolului pădurii în Strategia FAO pentru Schimbările Climatice (FAO 2022) (FAO Strategy of Climate change 2022-2031).

La nivel de țară sau de regiune, au mai putut fi identificate următoarele alte ghiduri (Tabelul 25).

Tabelul 25. Exemple de ghiduri de adaptare a gestionării pădurilor la schimbările climatice

Country/ Region	Name	Link
Europa ⁷	Forest-based climate change mitigation and adaptation in Europe	https://efi.int/publications-bank/forest-based-climate-change-mitigation-and-adaptation-europe
Marea Britanie	Adapting forest and woodland management to the changing climate, 2022	https://www.forestresearch.gov.uk/publications/adapting-forest-and-woodland-management-to-the-changing-climate/
Grecia	Guidelines for the adaptation of forest management to climate change in Greece, 2017	https://www.life-adaptfor.gr/wp-content/uploads/2017/08/Guidelines_EN.pdf
Franța, Bourgogne	L'adaptation des forêts aux changements climatiques en Bourgogne-Franche-Comté, 2023	https://www.onf.fr/vivre-la-foret/forets-de-france/+1b6d::adaptation-des-forets-aux-changements-climatiques-en-bourgogne-franche-comte.html
Spania- Franța, Munții Pirinei	Guide pratique de gestion pour l'adaptation des forêts pyrénéennes au changement climatique - ACCLIMAFOR ⁸	https://occitanie.cnpf.fr/document/guide-pratique-de-gestion-pour-l-adaptation-des-forets-pyreneennes-au-changement
Franța, Provence Alpi	Adapter les forêts publiques au changement climatique en Provence-Alpes-Côte d'Azur : gestion des peuplements de production vulnérables et déperissants	https://www.onf.fr/onf/+c5b::adapter-les-forets-publiques-au-changement-climatique-en-provence-alpes-cote-dazur-guide-de-gestion-des-peuplements-de-production-vulnerables-et-deperissants.html

Unul dintre cele mai complete ghiduri adresate gestionarilor de păduri, preluat și recomandat și de portalul Cimate ADAPT⁹ al Comisiei Europene și Agenției Europene de Mediu este Adaptation workbook publicat în Statele Unite ale Americii (SUA). Programul Adaptation workbook (<https://adaptationworkbook.org>) are avantajul de a integra multiplele utilizări posibile ale terenului la nivel de peisaj, pădurea fiind doar una dintre ele și de a fi transpus într-un program consolidat de formare în măsuri de adaptare a pădurii și silviculturii la schimbările climatice, inclusiv cu studii de caz documentate (Tabelul 26).

⁷ Verkerk, P.J., Delacote, P., Hurmekoski, E., Kunttu, J., Matthews, R., Mäkipää, R., Mosley, F., Perugini, L., Reyer, C. P. O., Roe, S., Trømborg, E. 2022. Forest-based climate change mitigation and adaptation in Europe. From Science to Policy 14. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs14>. Adresat decidenților politici, conține detalii mai cu seamă referitoare la măsurile de atenuare a efectelor schimbărilor climatice, nu și măsuri de adaptare.

⁸ Baiges, T., Delpi, R. (eds.) 2023. Guide pratique de gestion pour l'adaptation des forêts pyrénéennes au changement climatique. Fiches synthétiques de résultats, outils et travaux en cours sur le massif pyrénéen. Projet POCTEFA ACCLIMAFOR : <https://occitanie.cnpf.fr/sites/occitanie/files/2023-10/ACCLIMAFOR.pdf>

⁹ European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT is a partnership between the European Commission and the European Environment Agency (EEA): <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/publications/forest-adaptation-resources-climate-change-tools-and-approaches-for-land-managers>.

Tabelul 26. Principalele abordări și măsuri prevăzute de Serviciul Forestier din SUA (USDA)

<p>Forest Adaptation Resources: climate change tools and approaches for land managers ¹⁰ (Swanston, et al. 2016)</p>		<p>Strategia 1: Susținerea funcțiilor ecologice fundamentale Reduceți impactul asupra solurilor și asupra ciclului nutrienților Mențineți sau restabiliți hidrologia terenului Mențineți sau refaceți zonele riverane Reduceți competiția pentru umiditate, nutrienți și lumină</p>
<p>Strategii și abordări forestiere</p>	<p>Pentru ecosistemele forestiere, cu accent pe management și planificare, cu 10 strategii specifice (enumerare în coloana următoare)</p> <p style="text-align: center;">⇒</p>	<p>Strategia 2: Reducerea impactului factorilor de stres biologic Mențineți sau îmbunătățiți capacitatea pădurilor de a rezista dăunătorilor și agenților patogeni Preveniți introducerea speciilor de plante invazive și eliminați speciile invazive existente Gestionati erbivorele mari pentru a obține regenerarea speciilor dorite</p> <p>Strategia 3: Reducerea riscului și impactului pe termen lung al perturbărilor severe Modificați structura sau compoziția pădurii pentru a reduce riscul sau severitatea incendiilor de pădure Stabiliți zone anti-foc pentru a încetini răspândirea incendiilor Modificați structura pădurii pentru a reduce severitatea sau amploarea daunelor cauzate de vânt și zăpadă Reinstalați imediat vegetația forestieră după calamități</p> <p>Strategia 4: Mențineți sau creați refugii Protejați și mențineți habitate unice Protejați și mențineți speciile sau comunitățile sensibile sau periclitate Înființați rezervații ex-situ pentru speciile expuse riscului de dispariție</p>
<p>Strategii și abordări pentru sănătatea pădurilor urbane</p>	<p>Pentru pădurile urbane.</p>	<p>Strategia 5: Menținerea și îmbunătățirea diversității specifice și structurale Promovați o structură diversificată pe clase de vârstă Mențineți și restabiliți diversitatea speciilor din tipul natural fundamental de pădure Mențineți și protejați moștenirea biologică existentă Înființați rezervații pentru a menține diversitatea ecosistemului</p>
<p>Strategii și abordări ale bazinelor hidrografice împădurite</p>	<p>Pentru managementul resurselor de apă; cu accent pe hidrologie, managementul vegetației, planificarea peisajului și infrastructură.</p>	<p>Strategia 6: Creșterea rezilienței ecosistemului forestier la nivel de peisaj Mențineți habitatele existente Extindeți limitele rezervațiilor existente pentru a crește diversitatea</p> <p>Strategia 7: Promovarea conectivității peisajului Reduceți fragmentarea peisajului Mențineți și creați coridoare de habitat prin reîmpădurire sau restaurare</p>
<p>Strategii și abordări de management al carbonului forestier</p>	<p>Conceput pentru a ajuta profesioniștii din resursele naturale să elaboreze acțiuni care pot menține stocurile de carbon existente sau pot îmbunătăți capacitatea de sechestrare, oferind în același timp beneficii pentru alte obiective de management durabil al resurselor.</p>	<p>Strategia 8: Menținerea și sporirea diversității genetice Utilizați semințe, germoplasmă și material genetic dintr-o zonă geografică mai mare Favorizați acele genotipuri existente care sunt mai bine adaptate la condițiile viitoare</p>
<p>Strategii și abordări de conservare și gestionare a zonelor umede neîmpădurite</p>	<p>Pentru conservarea și gestionarea zonelor umede neîmpădurite.</p>	<p>Strategia 9: Facilitarea adaptării prin migrația asistată Favorizați speciile din tipul natural fundamental de pădure care vor fi mai adaptate la condițiile viitoare Stabiliți sau încurajați noi amestecuri de specii native Ghidați compoziția arboretului spre specii mai adaptate începând cu stadiile incipiente ale dezvoltării arboretului Protejați puieții speciilor mai adaptate pentru viitor Înlăturați cu prioritate speciile care vor fi afectate în mod sigur de schimbări</p>
<p>Strategii și abordări de recreere</p>	<p>Pentru gestionarea funcției de recreere și infrastructura care susține această funcție</p>	<p>Privilegiați specii și genotipuri cu toleranțe mari la umiditate și temperatură Introduceți specii și proveniențe noi pentru care se știe că vor fi mai adaptate la condițiile viitoare</p>

¹⁰ Swanston, Christopher W.; Janowiak, Maria K.; Brandt, Leslie A.; Butler, Patricia R.; Handler, Stephen D.; Shannon, P. Danielle; Derby Lewis, Abigail; Hall, Kimberly; Fahey, Robert T.; Scott, Lydia; Kerber, Angela; Miesbauer, Jason W.; Darling, Lindsay; Parker, Linda; St. Pierre, Matt. 2016. Forest Adaptation Resources: climate change tools and approaches for land managers, 2nd ed. Gen. Tech. Rep. NRS-GTR-87-2. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 161 p. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-87-2>, <https://adaptationworkbook.org>

		Mutați prin regenerare artificială indivizi din speciile periclitare în locații capabile să le ofere habitat în viitor
Strategii și abordări agricole	Pentru producătorii agricoli, specialiștii din agricultură și furnizorii de servicii tehnice în agricultură.	Strategia 10: Restaurarea ecosistemelor după perturbări Reinstalați imediat vegetația în zonele afectate de calamități Testați specii noi în zonele de regenerare naturală instalate după calamități Ajustați caracteristicile ecosistemele perturbate semnificativ pentru a îndeplini condițiile viitoare preconizate.
Strategii și abordări de gestionare a faunei sălbatice	Pentru a ajuta gestionarii faunei sălbatice.	
Studii de caz: Climate Adaptation Plan, UPM Blandin: https://forestadaptation.org/Blandin Creating healthier, climate-adapted forests & communities in the Ottawa Valley: https://forestadaptation.org/adapt/demonstration-projects/ontario-woodlot-association-kiwanis-pembroke-0		

Un alt ghid recent este cel din anul 2022 al Serviciului forestier din Marea Britanie (Forestry Commission). Ghidul UK de practici silvice standard numit „Adaptarea gestionării pădurilor și terenurilor acoperite cu vegetație forestieră la un climat în schimbare” (Adapting forest and woodland management to the changing climate) oferă o listă de măsuri de adaptare cu privire la:

- Creșterea diversității speciilor
- Crearea arboretelor mixte
- Alegerea provenienței arborilor
- Favorizarea regenerării naturale
- Efectuarea operațiilor de rărituri
- Obținerea unei structuri diversificate la scară de arboret, pădure și peisaj
- Crearea de noi păduri și extinderea celor existente
- Adaptarea infrastructurii și pregătirea planurilor de urgență.
- Implementarea și monitorizarea măsurilor de adaptare.

În plan european, Strategia ONF (Office National des Forêts) de combatere a schimbărilor climatice în pădurile din domeniul public (La stratégie d’adaptation des forêts publiques au changement climatique – Stratégie AFCC) se remarcă prin abordarea planificată a adaptării, bazată pe mai mulți de 15 ani de experimente. Măsurile de adaptare sunt înscrise în prima direcție de intervenție din Planul strategic al ONF pe 2021-2025 și fac parte și din contractul încheiat cu guvernul francez pentru finanțarea activităților ONF. Strategia are 19 direcții de acțiune care implementează următoarele principii:

- 1) creșterea rezilienței pădurilor și prioritizarea rezilienței comparativ cu performanțele de producție;
- 2) imitarea evoluției naturale a ecosistemelor;
- 3) menținerea biodiversității;
- 4) optimizarea și întărirea celor trei efecte „S” ale pădurilor: **efectul de sechestrare** a carbonului, **efectul de stocare** de masă lemnoasă pe picior (și furnizarea de lemn de lucru) și **efectul de substituie cu lemn**, ca material ecologic, a unor produse care sunt mari consumatoare de energie, poluante sau care contribuie la creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră.



De reținut!

Rezumat

Deși subiectul este de mare interes, în fapt nu sunt disponibile multe ghiduri de adaptare a pădurilor la schimbările climatice. Absența ghidurilor traduce în realitate o absență a măsurilor efective de adaptare. Deși se știe care sunt măsurile de adaptare încă din anii 2010 când au apărut o serie întreagă de publicații pe tema adaptării, totuși singurele măsuri cu adevărat implementate sunt cele de refacere a pădurilor după apariția unor calamități.

Totuși, există câteva ghiduri care ar putea inspira alcătuirea unui ghid specific pentru pădurile Republicii Moldova, precum ghidul UK de practici silvice standard numit „Adaptarea gestionării pădurilor și terenurilor acoperite cu vegetație forestieră la un climat în schimbare” sau Strategia ONF (Office National des Forêts) de combatere a schimbărilor climatice în pădurile din domeniul public, care este inclusă în contractul de finanțare a activităților ONF, adaptarea pădurilor la schimbările climatice fiind astfel o obligație contractuală.

Mesaj cheie

Ghidul de adaptare trebuie să fie specific nu numai pentru o țară, ci pentru un anumit tip de pădure.

Măsurile propuse în Franța în arboretele vulnerabile pun accent pe menținerea pădurii și a stării de masiv, și mai puțin pe producția de lemn.



Dicționar de termeni

Ghiduri de adaptare – culegeri de recomandări de bune practici pentru a facilita adaptarea pădurilor la schimbările climatice.



Verificați-vă cunoștințele!

Care este prima și cea mai importantă măsură de adaptare din Strategia ONF (Office National des Forêts) de combatere a schimbărilor climatice în pădurile din domeniul public?



Aplicație

Studii de caz:

1. Managing a woodland with acute oak decline- Bell Coppice

https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/05/UKFSPG026_CS2_Bell-Coppice.pdf

2. Transformation to continuous cover forestry at Clocaenog

https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/05/UKFSPG026_CS7_Clocaenog-Forest.pdf

3.2. Recomandări din literatura științifică referitoare la măsurile de adaptare la schimbările climatice

Autori: Cosmin Coșofreț și Laura Bouriaud

3.2.1 Măsurile de adaptare cu caracter general

Subiectul adaptării pădurilor la schimbările climatice este unul tratat pe larg în literatura din Europa. De exemplu, am identificat (Bouriaud et al. 2023¹¹) un număr de 1936 articole publicate în ultimii 10 ani care au fost identificate cu următoarele cuvinte cheie: *forest-based adaptation, forest-based mitigation, forest management adaptation to climate change, forest management contribution to mitigation of climate change effects, climate-smart forestry, sau climate-adapted forestry*.

Totuși, dintre acestea, un număr de mai puțin de 90 de articole se preocupă de definirea unor măsuri pentru facilitarea adaptării pădurilor și silviculturii la schimbările climatice (soluții tehnice), care au fost sintetizate astfel (Bouriaud et al. 2023 – pentru referințele exacte ale autorilor citați mai jos):

1. Facilitarea unei schimbări către specii mai adaptate la climă (Bouriaud et al. 2015; Jandl et al. 2019);
2. Modificarea ciclului de producție (și a vârstei exploatabilității), sau a frecvenței intervențiilor cu lucrări silvotehnice, în special rărituri (Bouriaud et al. 2015; Jandl et al. 2019);
3. Înlocuirea pădurilor monospecifice și promovarea pădurilor mixte (Bouriaud et al. 2015; Giuggiola et al. 2013), inclusiv în pădurile pure de rășinoase, prin substituirea unei specii de rășinoase cu o altă specie, asemănătoare din punct de vedere fiziologic și ecologic, doar pentru a diversifica compoziția monoculturii (Muller et al. 2019);
4. Îmbunătățirea rezistenței pădurilor la daunele provocate de furtuni prin sporirea stabilității individuale a arborilor și prin reducerea înălțimii superioare a arboretelor (Bouriaud et al. 2015);
5. Reglarea densității arborilor pentru o eficiență îmbunătățită a utilizării apei de către arborii rămași și o scădere a riscului de incendiu (Bouriaud et al. 2015);
6. Înlocuirea unor specii cu altele, mai adaptate la secetă și la viitoarele regimuri de perturbare a condițiilor climatice (Muller et al. 2019);
7. Utilizarea modelelor ecologice pentru a aborda și estima vulnerabilitatea ecosistemului (Wang et al. 2019);
8. Stabilirea unei rețele de non-intervenție compuse din păduri vechi (păduri primare/păduri cu vârste înaintate) (Fouqueray et al. 2019);
9. Menținerea eterogenității pădurilor, evitarea intensificării utilizării pădurilor și a pierderii habitatului natural (Fouqueray et al. 2019);
10. Promovarea infrastructurilor verzi urbane (Nganje și Larwanou 2019);
11. Restaurarea peisajelor degradate pentru a atenua impactul negativ actual și viitor al climei și ale perturbărilor sau catastrofelor antropice (Nganje și Larwanou 2019);

¹¹ Bouriaud ș.a., 2023. Review of environmental, technical and institutional barriers and opportunities of forest-based mitigation and adaptation strategies as identified in past projects and relevant scientific papers. Deliverable 3.1, proiect Informa, Grant Agreement no. 101060309, https://informa-forests.eu/wp-content/uploads/2022/10/INFORMA_D3.1_Barriers_and_opportunities.pdf

12. Luarea de măsuri pentru a reduce sau controla perturbațiile naturale sau induse de om, cum ar fi dăunătorii, secetele și riscurile de furtună (Petr et al. 2014), în special luarea de măsuri pentru prevenirea și controlul incendiilor de pădure. Beneficiile răriturilor în reducerea vulnerabilității la secetă și la incendiile de pădure au fost demonstrate pe scară largă (Vilà-Cabrera et al. 2018). În managementul incendiilor în zona mediteraneeană, se recomandă în gestionarea terenurilor să fie luate sistematic măsuri de reducere a cantității de materie lemnoasă ușor inflamabilă (combustibil) din suprafețele acoperite cu vegetație forestieră (Fernandes 2013), în măsura în care regimul incendiilor va fi determinat în mare măsură de condițiile meteorologice locale. Managementul ar trebui să se concentreze pe prevenirea severității incendiilor și creșterea rezistenței pădurilor la incendii, precum și pe infrastructurile de stingere a incendiilor (Fernandes 2013).

13. Încurajarea împădurii, reîmpădurii și gestionarea durabilă a pădurilor, în special în regiunile cu risc ridicat de regenerare a speciilor pioniere și a arbuștilor (Resco de Dios et al. 2007), precum și extinderea pădurilor pe terenurile marginale abandonate de agricultură (Rojas-Briales et al. 2023; Belgado-Artés et al. 2022).

Sinteza literaturii efectuată în aceeași lucrare (Bouriaud et al. 2023) arată și care ar fi măsurile politice, administrative sau instituționale necesare pentru a trece peste barierele de adaptare la schimbările climatice:

1. Menținerea unor sisteme de utilizare a terenurilor mai reziliente și durabile (Wang et al. 2015);
2. Integrarea adaptării la schimbările climatice în planificarea normală a dezvoltării durabile (Silwal et al. 2019);
3. Gestionarea conectivității ecologice necesare translației naturale a speciilor (Fouqueray et al. 2019);
4. Introducerea de măsuri de precauție pentru o silvicultură durabilă, de exemplu compozițiilele să ia în calcul modificarea viitoare a climatului (Fouqueray et al. 2019);
5. Îmbunătățirea structurilor actuale de guvernare prin asigurarea continuității proiectelor de cercetare și planificare forestieră (Chow et al. 2019);
6. Adoptarea sau adaptarea căilor de implementare a inițiativelor climatice legate de păduri, inclusiv în proiecte-pilot REDD+ (Nganje și Larwanou 2019);
6. Evaluarea bilanțului de carbon al oricărui sistem de producție de bioenergie, folosind o abordare integrată bazată pe analiza ciclului de viață al produsului (Vanhala et al. 2013);
7. Adoptarea hărților riscurilor climatice pentru a întări legitimitatea măsurilor de adaptare la schimbările climatice (von Detten și Faber 2013);
8. Îmbunătățirea dialogului organizațional cu privire la criteriile de evaluare a diferitelor măsuri, strategii și instrumente de sprijinire a deciziilor privind adaptarea la schimbările climatice (von Detten și Faber 2013);
9. Creșterea stimulentele financiare pentru a promova adoptarea pe scară largă a celor mai bune practici ecologice în agricultură, silvicultură, agrosilvicultură și managementul pășunilor (Dhillon et al. 2013);
10. Luarea în considerare a gestiunii multifuncționale a terenurilor ar ajuta la prevenirea potențialelor conflicte între „dezvoltare” și „conservare” (Nijnik et al. 2013);
11. Evaluarea implementării efective a măsurilor de politică forestieră legate de schimbările climatice pentru a cunoaște efectele acestora asupra biodiversității (Storch și Winkel 2013);
12. Evaluarea ex-ante a riscurilor de incendiu asociate implementării unei strategii de conservare (punere sub strictă protecție) (Sharma et al. 2013);

13. Înțelegerea profundă a fluxului carbonului în dinamica ecosistemului forestier și a prognozei pentru stocare sau pentru emisii de dioxid de carbon pentru a identifica care zone protejate sunt cele mai susceptibile de a asigura atenuarea durabilă a schimbărilor climatice (Sharma et al. 2013).

3.2.2 Măsuri de adaptare în funcție de regiunea biogeografică

Lucrarea Bouriaud et al. (2023) face o sinteză a măsurilor specifice de adaptare și atenuare propuse în fiecare regiune biogeografică a Europei, pe care le prezentăm în continuare¹².

Pădurile din UE probabil vor suferi perturbări de intensitate de frecvență mai mare (Seidl et al. 2017; Senf și Seidl 2018). Scăderea treptată a rezistenței pădurilor la schimbările climatice stârnește îngrijorare cu privire la starea viitoare a pădurilor (Liu et al. 2019; Senf et al. 2018; Forzieri et al. 2022). Datele satelitare arată o variabilitate mai mare a indicilor radiometrici în perioada 2000-2020, care este un semn al rezistenței reduse la variațiile climei, și în special, la secetele recente. Senf et al. (2020) evidențiază creșterea mortalității arborilor la nivel european, în mare măsură din cauza secetei. În studiul său din 2018, același autor (Senf et al. 2018) a arătat pe baza imaginilor satelitare că **mortalitatea la nivelul coronamentului a avut o variabilitate regională, dată de tipul de pădure și tipul de management**. Astfel, în ciuda tendințelor incontestabile la scară largă, intensitatea reală a mortalității variază la nivel local în funcție de mai mulți factori de mediu și de gestionare silvică.

3.2.2.1 Pădurile din regiunea boreală

În mod remarcabil, pădurile boreale nu prezintă tendințe similare în ceea ce privește mortalitatea în comparație cu pădurile temperate. Acest lucru subliniază faptul că mulți factori determinanți ai răspunsului pădurii la factorii perturbatori (chiar cei abiotici la scară largă) sunt în mare măsură influențați de factori locali. Pădurile boreale pot beneficia de o climă mai caldă și de o depunere continuă de azot care îmbunătățește fertilitatea solurilor rezultând o productivitate crescută. Această creștere a productivității (Kellomäki et al. 2018; Kauppi et al. 2022) este, de asemenea, susținută de creșterea preconizată a precipitațiilor (Ruosteenoja et al. 2016). Prin urmare, amenințările din pădurile boreale diferă de cele ale pădurilor temperate prin faptul că ar putea fi legate de frecvența mai mare a daunelor provocate de zăpadă și doborâturi de vânt sau de apariția unor noi dăunători, care ar beneficia de temperaturi mai ridicate (Reyer et al. 2017; Venäläinen et al. 2020).

3.2.2.2 Pădurile din regiunea atlantică

Regiunea Atlantică este una dintre cele mai populate și mai intens gestionate zone din Europa. Multe habitate naturale și seminaturale sunt acum fragmentate într-un peisaj în mare măsură antropizat. După decenii de despădurire, multe dintre pădurile din regiunea atlantică a Europei de Vest sunt plantații, iar aceste păduri susțin sectoare competitive de utilizare a lemnului, având creșteri rapide conform standardelor europene (Mason și Meredieu 2011). În secolul al XIX-lea, molidul de Sitka era una dintre speciile care fuseseră introduse în Europa atlantică (ex. Irlanda, Regatul Unit, Norvegia, Franța și Danemarca). Creșterea diversității structurale și a speciilor din pădurile de molid Sitka este un obiectiv al strategiilor forestiere ale multor țări;

¹² Fiind vorba de o sinteză a literaturii, pentru referințele bibliografice complete ale autorilor citați, facem referire la lista bibliografică detaliată a lucrării Bouriaud ș.a., 2023.

acești pași fiind, de asemenea, recomandați pentru a ajuta la adaptarea pădurilor la schimbările climatice și la managementul riscurilor (Mason și Perks 2011).

În cazul ecosistemelor forestiere, există câteva tendințe evidențiate în literatură :

- din nordul Franței până în Suedia, studiile (Reinecke et al. 2016) legate de schimbările pH-ului arată că diferențierea între speciile acidofile și neutrofile este importantă pentru a identifica modelele generale și mecanismele subiacente. De exemplu, odată cu creșterea în latitudine, speciile neutrofile au avut tendința de a se retrage din locurile acide, ceea ce indică faptul că aceste specii se retrag în locuri mai favorabile atunci când se apropie de limita lor fiziologică. În mod alternativ, aceste specii ar putea beneficia de depunerea sporită a azotului în zone sărace în nutrienți din regiunile sudice. Cele mai multe specii acidofile și-au extins nișa către mai multe zone cu soluri bazice de la latitudini mai mari, indicând reducerea competiției cu speciile neutrofile. Alternativ, speciile acidofile ar putea beneficia de condiții climatice optime în nord, unde s-ar afla în optim (Reinecke et al. 2016).
- tendințele recente de creșteri mai mari la rășinoase în vestul Europei sunt controlate de constrângerile termice și hidrice (Clémentine et al. 2020).
- viitorul pădurilor este incert deoarece schimbarea poate proveni în principal din factori socio-economici, și nu ecologici (Schoene și Bernier 2012). Prin urmare, strategiile de adaptare trebuie să se îndepărteze de soluțiile tehnice și nu trebuie să se bazeze pe mecanisme universale (Mora et al. 2014). Rezistența la secetă și fertilitatea solului sunt constrângeri de mediu importante pentru adaptarea pădurilor la schimbările climatice, dar ni se reamintește în studiul de mai sus că fertilitatea solului este foarte mult influențată de intensitatea managementului pădurilor.

Schimbări extreme sunt așteptate în zonele sudice ale Marii Britanii (Anglia), unde secetele severe din timpul verii vor deveni mai frecvente. Prognozele actuale privind schimbările climatice sugerează că majoritatea speciilor native de foioase din sudul Angliei pot deveni mai puțin potrivite pentru producția de lemn, pe unele soluri (Broadmeadow et al. 2005). Cu toate acestea, diversitatea genetică a populațiilor native locale ar putea genera unele caracteristici de adaptare.

Administratorii de păduri sunt conștienți de unele schimbări, în special în ceea ce privește bolile arborilor, chiar dacă în general nu sunt convingși că trebuie să se adapteze la modificările climatice (Lawrence și Marzano 2014). Deși alegerea speciilor este principalul obiectiv al adaptării, există încă opinii divergente cu privire la speciile cele mai potrivite. Cu toate acestea, pentru a păstra suprafața de pădure și pentru a avea sustenabilitatea în sectorul de prelucrarea a lemnului, ar trebui luată în considerare plantarea de specii alogene (plante sau animale care au fost transportate în afara arealului lor natural ecologic de către oameni, intenționat sau neintenționat, ajungând într-un mediu nou în care pot eventual deveni invazive).

Adaptarea pădurilor atlantice la schimbările climatice prezintă o serie de provocări, dar opt dintre ele sunt aplicabile întregii regiuni atlantice (Massion și Meredieu 2011). Prin urmare, se referă la (Masson et al. 2009a):

1. Crearea de metodologii pentru a ajuta administratorii de păduri să identifice arboretele cele mai vulnerabile la schimbările climatice.
2. Dezvoltarea unei baze de date despre modul în care vor fi afectate speciile de arbori la schimbările climatice, și corelarea cu modul în care populațiile și distribuțiile lor se modifică.

3. O mai bună înțelegere a factorilor regionali care vor deveni limitativi pentru specii.
4. Testarea speciilor/ proveniențelor/soiurilor îmbunătățite genetic care pot fi potrivite pentru climatul atlantic actual și viitor.
5. O mai bună înțelegere a modului în care schimbările climatice vor afecta regimul vântului, incendiilor, dăunătorilor și bolilor.
6. Îmbunătățirea predicțiilor privind regimului vânturilor și adaptarea modelelor existente de risc pentru a prezice care sunt arboretele mai vulnerabile.
7. Adaptarea modelelor de creștere dezvoltate pentru monoculturile echiene la păduri mai diverse și/sau furnizarea de modele de creștere mai flexibile.
8. O mai bună înțelegere a metodelor adecvate de luare a deciziilor, inclusiv a metodelor de abordare a incertitudinii și de integrare a valorilor societale multiple.

3.2.2.3. Pădurile din regiunea continentală și regiunea alpină

Gândacul de scoarță constituie dăunătorul dominant (Grégoire și Evans 2007) cu un impact uriaș asupra pădurilor din Europa Centrală (Hlásny et al. 2019). Creșterea temperaturilor ar putea crește voltinismul insectelor și ar favoriza extinderea acestora. Incendiile de pădure apar ca efect indirect al temperaturilor crescute și al secetelor prelungite. Proiecțiile arată că suprafața de pădure care poate fi afectată de incendii va crește ca urmare a schimbărilor climatice, apărând în regiuni care până acum erau considerate imune la incendii de pădure (Venäläinen et al. 2014). În special, estul și sudul Europei sunt mai expuse la o creștere a frecvenței incendiilor.

Seceta este poate cea mai răspândită amenințare. Pădurile din zona de munte vor suferi probabil mai mult decât pădurile din zona de câmpie din cauza dinamicii diferite a temperaturilor și precipitațiilor. Conform lui Pepin et al. (2022), zona montană se confruntă cu o încălzire sporită în comparație cu zonele joase, în condițiile în care tendințele precipitațiilor rămân aceleași. Prin urmare, tendințele de secetă vor fi prezente în mod cert în regiunea alpină a Europei. Potrivit lui Forzieri et al. (2021), creșterea frecvenței perturbărilor nu este omogenă în toată Europa, ci este localizată mai degrabă în pădurile din sudul și nordul Europei.

3.2.2.4. Pădurile din regiunea mediteraneeană

Datele arată că schimbările climatice au crescut semnificativ riscul de incendiu în pădurile mediteraneene (Raftoyannis et al. 2014). Creșterea evenimentelor extreme și creșterea duratei sezonului de vegetație par să fie principalii factori de risc pentru incendii (Moriondo et al. 2006). Tendințele către un climat mai cald și mai uscat exacerbează stresul mediteraneean (Valladares et al. 2014) în ciuda rezilienței crescute a acestor păduri adaptate climatului mediteraneean arid. Fragmentarea pădurilor apare ca un factor important care ar putea reduce adaptabilitatea pădurilor (Valladares et al. 2014).

Răspunsurile la secetă și căldură arată totuși o reziliență foarte mare, ceea ce indică o aclimatizare la temperaturi și mai mari (Lacopetti et al. 2022). Regiunea mediteraneeană ar putea observa o diferențiere a tendințelor climatice, astfel încât zonele cu precipitații ar putea evolua către condiții mai secetoase, în timp ce zonele secetoase vor fi și mai secetoase (Ruffault et al. 2012). Hărțile cu perturbări prezentate de Senf și Seidl (2018) arată o variabilitate spațială ridicată și subliniază faptul că, dincolo de tendințe, condițiile locale vor modifica în mare măsură aceste tendințe.

3.2.3 Ce înseamnă schimbările climatice pentru silvicultură?

Pădurile sunt puternic afectate de schimbările climatice ce reprezintă o combinație de încălzire, modificare a regimului precipitațiilor, evenimente extreme imprevizibile și un regim al perturbărilor în schimbare (Jandl et al. 2019). Schimbările climatice au efecte asupra ecosistemelor încă din secolul trecut (McCarthy et al. 2001; Parmesan și Yohe, 2003).

Pentru silvicultură, schimbările climatice reprezintă o provocare din cauza impactului direct asupra ecosistemelor forestiere și datorită faptului că efectul gestionării asupra pădurii este unul întârziat (Yousefpour et al. 2017). Efectele schimbărilor climatice asupra pădurilor sunt diverse, acestea variind de la distribuția speciilor de arbori (Hanewinkel et al. 2012b), efecte asupra productivității pădurilor (Reyer et al. 2014), risc crescut de furtuni (Kjellström et al. 2011), incendii (Carvalho et al. 2011), atacuri de insecte (Robinet și Roques, 2010) și secetă extremă (Allen et al. 2010).

Schimbările climatice la scară largă pot avea o influență puternică asupra compoziției pădurilor, și asupra dinamicii și structurii acestora (Hanewinkel et al. 2012a; Hickler et al. 2012; Lindner et al. 2010; Reyner et al. 2014; Thuiller et al. 2008, 2011) deoarece modul în care pădurile răspund la climă este influențat de topografie, distribuția spațială și condițiile staționale, precum și de managementul din trecut al pădurilor care la rândul lui poate și el influența atât condițiile staționale cât și distribuția spațială a speciilor forestiere (Farrell et al. 2000; Temperli et al. 2012a). Schimbările climatice vor afecta înflorirea, fructificația (procese fenologice) (Beaumont et al. 2015; Rawal et al. 2015a, 2015b), însămânțarea și germinația, procesele fiziologice, respirația (Chmura et al. 2011; Lu et al. 2013), schimbarea arealului de răspândire a speciilor, compoziția și distribuția speciilor (Bachelet et al. 2001; Coops și Waring, 2011; Rehfeldt et al. 2006).

Schimbările climatice pot avea efecte pozitive asupra productivității pădurilor în unele zone ale Europei (Eggers et al. 2008; Nabuurs et al. 2002), influențând creșterea pădurilor în zonele în care factorii limitativi sunt temperaturile scăzute și sezoanele scurte de vegetație. (altitudini și latitudini mai mari, zona oceanică de NV a Europei) (Babst et al. 2019; Bergh și Linder, 1999; Jarvis și Linder, 2000). De exemplu, pădurile de molid din Suedia și Finlanda (Kinnunen et al. 2013), probabil vor avea o productivitate crescută (Bergh et al. 2003), dacă nu vor fi afectate de atacurile de insecte (Bolte et al. 2009). Concentrația crescută de CO₂ din atmosferă poate avea un efect fertilizant care mărește productivitatea și creșterea arborilor și toleranța la stresul hidric care ar putea crește toleranța la secetă, dar acest efect diferă, fiind dependent de mulți alți factori (altitudine, locație, dimensiunile arborilor etc.) (Franks et al. 2013; Hickler et al. 2015; Huang et al. 2007; Way 2011).

Competiția interspecifică a arborilor este de așteptat să fie afectată de creșterea temperaturilor (Nabuurs et al. 2007). Ținând cont de faptul că mortalitatea pădurilor, la nivel global, este dată de secetă, inclusiv în Europa Centrală (Allen et al. 2010; Mátyás et al. 2010), putem spune că cea mai importantă amenințare la adresa pădurilor este seceta (Bolte et al. 2009; Lindner et al. 2010).

Seceta și încălzirea climei pot duce, de asemenea, la condiții de creștere suboptimale pentru unele specii de arbori, cum ar fi molidul, afectând mortalitatea, creșterea și compoziția speciilor de arbori (Allen et al. 2010; Barring et al. 2017; Bergh et al. 2003; Briceño et al. 2006; Hanewinkel et al. 2013; Kellomaki et al. 2008; Lindner et al. 2010; Torssonen et al. 2014). În sudul Finlandei, cantitatea redusă de apă din sol, combinată cu o încălzire severă a climei, este de

așteptat să conducă la o scădere a productivității molidului (Briceño et al. 2006; Ge et al. 2010; Jyske et al. 2010; Seppo Kellomäki et al. 2008; Mäkinen et al. 2001; Ruosteenoja et al. 2018; Torssonen et al. 2014). În Spania, pădurile de pin silvestru au fost afectate de secetă în zonele de limita a distribuției speciei (Rigling et al. 2013) și a dus la o pierdere a pădurilor de pin silvestru din zona montană (Peñuelas et al. 2007). În Flandra, la sfârșitul secolului XX, a scăzut productivitatea fagului (*Fagus sylvatica*) (Kint et al. 2012), și a crescut mortalitatea (Allen et al. 2010; Bigler et al. 2006).

Schimbările de mediu reprezintă o îngrijorare, deoarece viteza de adaptare a arborilor nu este suficient de rapidă (Davis și Shaw 2001). Pe parcursul istoriei lor evolutive, speciile de arbori au fost expuse la schimbări de mediu pe termen lung și au demonstrat că au capacitatea de a răspunde și de a se adapta la aceste schimbări (Hamrick 2004). Cu toate acestea, ritmul schimbărilor induse de climă ar necesita o intervenție umană activă pentru adaptare, deoarece speciile regenerate astăzi în păduri vor trebui să facă față unor condiții de mediu în schimbare, pe parcursul vieții lor (Kolström et al. 2011). În special, în cazul acelor păduri extrem de sensibile, păduri mai expuse la evenimente cum ar fi furtunile, incendiile sau pășunatul intens (Boulter 2012) este nevoie de schimbarea gestionării pădurilor pentru a ajuta pădurile să se adapteze la schimbările climatice.

3.2.4 Măsurile practice de tehnică silvică recomandate pentru adaptare

În gestionarea pădurilor pentru un viitor afectat de schimbări climatice, acțiunile de adaptare pot fi grupate în 1) opțiuni generale de gestionare a terenurilor, 2) practici silvice specifice condițiilor staționale și de vegetație și 3) construirea de abilități sociale, politice și de planificare. În acest capitol ne interesează în special opțiunile din a doua categorie de mai sus.

Cu privire la practici silvice specifice condițiilor staționale și de vegetație, într-o sinteză publicată în 2019, Coșofreț și Bouriaud (2019)¹³ analizează 64 de articole publicate în 30 de reviste diferite în perioada 2000-2015 pentru a identifica ce măsuri silvotehnice practice au fost propuse pentru adaptarea pădurilor. Se remarcă faptul că majoritatea studiilor privesc regiunile temperat-continentale, atlantice sau boreale, regiunile mediteraneene fiind destul de puțin reprezentate. Mai jos, redăm în extras sinteza realizată de Coșofreț și Bouriaud (2019), publicată în Buletinul Universității Transilvania, Brașov:

„Interacțiunea dintre tipul de adaptare și impactul schimbărilor climatice asupra pădurilor este în centrul atenției unui număr tot mai mare de studii empirice, precum și simulări avansate (Reyer et al. 2014; Schou et al. 2012; Temperli et al. 2012b; Trasobares et al. 2016). În special, măsurile de management intenționează să favorizeze adaptarea prin menținerea compoziției și structurii pădurii (D'Amato et al. 2011; Dixon et al. 2011; Malmshaimer et al. 2008; Ruddell et al. 2007). Managementul pădurilor înseamnă o întreagă gamă de decizii tehnice: alegerea speciilor, proveniența, modul de regenerare, lucrări de îngrijire și conducere, vârsta exploatabilității sau suprafața exploatată, măsuri de protecție, împădurire etc. (Yousefpour et al. 2012). Unele măsuri nu sunt noi, fiind folosite în silvicultură cu mult înainte ca schimbările climatice să fie un subiect important (Sousa-Silva et al. 2018). Este cunoscut faptul că gestionarea pădurii influențează direct starea ei, dar modifică și relațiile ecosistemice ale pădurii, concretizate în susceptibilitatea la doborâturi provocate de vânt sau la secetă. Gestionarea adaptivă a pădurilor include o mare varietate de măsuri silvice: modificări ale compoziției pădurilor prin transformarea monoculturilor în păduri

¹³ Coșofreț, C. și Bouriaud, L. (2019). Which silvicultural measures are recommended to adapt forests to climate change? A literature review. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II, 12(1), 13-34

mixte, modificări ale structurii pădurilor (conversia de la păduri cu structură echienă la păduri cu structura plurienă), rărituri intense sau reducerea ciclului de producție (Yousefpour et al. 2017). S-a argumentat în literatura că reducerea ciclului de producție scade timpul de expunere al pădurii la riscuri (Schelhaas et al. 2008, 2010), limitează creșterile în înălțime, reducând riscul de producere a doborâturilor de vânt (Schelhaas, 2008) și în general reduce incertitudinea, permițând regenerarea mai timpurie a speciilor mai bine adaptate. Modificarea compoziției speciilor poate evita riscurile asociate anumitor specii cum ar fi, gândacii de scoarță și doborâturile de vânt la molid (Seidl et al. 2009a) sau speciile intolerante la secetă. Intensitatea răriturilor trebuie să fie mai mare decât cea practică în mod normal pentru a stimula creșterea arborilor, pentru a îmbunătăți rezistența la secetă și pentru a avea o reziliență mai mare la viitorii factori de stres ce au legătură cu schimbările climatice (Kerhoulas et al. 2013). O serie de studii au demonstrat că o frecvență mai mare a răriturilor într-un ciclu de producție crește cantitatea stocată de carbon (Harmon et al. 2009; Thornley și Cannell, 2000). De asemenea, stocarea de carbon diferă în funcție de tipul de răritură (de exemplu, răritura de sus, răritura de jos) (D'Amato et al. 2011; Hoover și Stout 2007; Profft et al. 2009). Pentru a face față cu succes vulnerabilității pădurilor la schimbările climatice, Austria a promovat arboretele mixte cu specii adaptate la condițiile de mediu în schimbare, și s-a favorizat complexitatea compoziției și un management mai intensiv (Seidl et al. 2011)”.

Un studiu recent la scara mai multor țări europene (Nikinmaa et al. 2024) a identificat pe baza de interviuri și pe baza sintezei literaturii că există mai mult opțiuni preferat de gestionarii de pădure, care se pot clasifica pe mai multe categorii (tabelul 27).

Tabelul 27. Principale categorii de măsuri propuse de gestionarii de pădure (adaptat după Nikimaa et al. 2024)

Categorii	Măsuri
Conversia către păduri mixte și gestionarea amestecului de specii	Gestionarea amestecului de specii
	Evitarea monoculturilor
	Menținerea variației genetice
Pregătirea solului și a terenului	Deschiderea de căi de acces tehnologic în pădure
	Drenarea solului
	Utilizarea cu precădere a drumurilor forestiere permanente
	Amendamente asupra solurilor
	Reținerea apei în păduri
	Conservarea și restabilirea calității solului
Favorizarea speciilor din tipul natural fundamental de pădure	Reguli stricte cu privire la ceea ce poate fi plantat
	Folosirea în exclusivitate a speciilor native
Crearea unor structuri de pădure heterogene și gestionarea competiției între diferite specii vegetale	Tăieri de selecție
	Tăieri în ochiuri
	Codru neregulat (menținerea continuității pădurii, continuous cover forestry)
	Peisaj heterogen
	Tăieri de favorizare a unor elemente (Retention forestry)
	Tăiere de refacere ecologică
	Creșterea diversității structurale
	Livezi de arbori seminceri
	Arătura, când este necesar
	Cultură de înverzire/acoperire a solului
Trecerea la un regim de rărire și recoltare de pregătire a arboretului și de creștere a rezistenței sale	Diferite regimuri de rărituri
	Elagaj/edmontaj
	Crâng
	Linii verzi
	Liziera pădurii mai diversă

	Perdele forestiere de foioase
Favorizarea celor mai adaptate specii de arbori (atât native, cât și exotice) printr-un management activ	Regenerarea artificială și alegerea genotipului adecvat
	Introducerea de noi specii/migrare asistată
	Selectarea locului de plantare
	Folosirea de specii de arbori adaptate
Gestionarea focarelor de insecte și patogeni	Considerarea riscului de gradații în amenajarea pădurilor
	Creșterea prezenței prădătorilor naturali
	Control biologic
	Insecticide
	Monitorizarea
	Capcane pentru insecte
	Înlăturarea speciilor gazdă din jurul arboretelor
	Tratarea vegetației erbacee
	Păstrarea arboretelor mixte
	Controlul mecanic
	Managementul integrat al dăunătorilor
	Menținerea unui subarboret diversificat
Favorizarea regenerării naturale	Regenerare naturală
	Îmbunătățirea regenerării sub masiv
Creșterea vârstei exploatabilității și a ponderii lemnului mort	Lăsarea de lemn mort în pădure
	Punerea sub protecție a unor păduri
	Cicluri de producție mai lungi
Îndepărtarea biomasei pentru a crește rezistența la foc	Crearea de culoare/benzi de protecție anti-incendiu
	Arderea controlată
	Pășunat
	Stingerea rapidă a incendiilor
	Înființarea de benzi de protecție cu păduri deschise, cu consistență scăzută
Gestionarea vânatului și a daunelor cauzate de mamiferele mici	Îndepărtarea resturilor de exploatare
	Intensificarea gestionării vânatului
	Utilizarea de repelenți chimici
	Paza regenerării, îngrădirea parcelelor
	Tăieri de igienă
Modificarea amenajamentului silvic	Planificarea zonelor de conservare/restricții și a zonelor de recoltare a lemnului
	Introducerea unui factor de risc în planificarea forestieră / amenajament
	Optimizarea raportului între zonele cu tăieri de recoltare și cele cu tăieri de igienă
Menținerea sănătății pădurilor	Cercetări mai multe asupra dăunătorilor și bolilor
	Tăieri de igienă
Intensificarea managementului pădurilor	Reducerea perioadei de rotație (cicluri de producție mai scurte)
	Arborete mai dense
	Practicarea tăierilor rase
	Plantații de clone

Un studiu mai vechi (Bolte et al. 2009) propune o tipologie diferită a măsurilor de adaptare, identificând astfel:

1. **adaptare activă**, folosind metode silvotehnice (de exemplu, curățirile, răiturile, tăierile de regenerare) pentru a schimba structura și compoziția arboretului și pentru a crea o pădure mai bine adaptată la schimbările climatice. Criteriile pentru a alege aplicarea acestui concept de adaptare activă sunt: (i) toleranța scăzută a arboretului sau a pădurilor la stresul schimbărilor climatice, (ii) gradul scăzut de îndeplinire a funcțiilor pădurii, (iii) riscul ridicat de pericole pentru arboretele și pădurile învecinate (de exemplu, incendiu, doborâturi, atacuri ale gândacului de scoarță). Opțiunea trebuie aleasă în special în situațiile în care celelalte două opțiuni (adaptare pasivă/ conservare) presupun riscuri mai mari.

2. **adaptarea pasivă**, care privilegiază procese de adaptare spontană precum succesiunea naturală și migrarea speciilor, cu intervenții minime, dar care nu pot dirija compoziția pădurii sau structura arboretului (a nu se confunda cu lipsa de intervenție determinată de dezinteresul gestionarului sau a proprietarului). Opțiunea este de preferat dacă pădurea are o importanță economică sau ecologică scăzută, dacă nu există alte posibilități de adaptare activă și dacă în ansamblu opțiunea de adaptare pasivă este mai eficientă din punct de vedere economic decât celelalte două opțiuni de adaptare.

3. **conservarea structurii naturale** a pădurii pentru a asigura reziliența acesteia la schimbările climatice. Această opțiune încearcă să mențină constantă structura unei păduri chiar și împotriva unei presiuni crescânde din cauza schimbărilor de mediu. Această opțiune prezintă riscul ca pădurea să sufere perturbări și calamități importante, dar pe de altă parte, este o opțiune care îi poate permite gestionarului de pădure să atingă obiectivele inițiale de management. Opțiunea de conservare este de preferat atunci când următoarele criterii sunt îndeplinite: (i) impact negativ al schimbărilor climatice este relativ scăzut, (ii) rezistența arboretului la stresul climatic este relativ ridicată, (iii) vârsta arboretului este una înaintată, (iv) structura prezentă a pădurii și compoziția de specii prezentă este importantă pentru asigurarea funcțiilor pădurilor (de exemplu, valoare economică ridicată) și (v) există o probabilitate mare ca intervențiile silvotehnice curente și palnificate să mărească stabilitatea și rezistența arboretului (Bolte et al. 2009).

Pe baza clasificării lui Bolte et al. (2009), măsurile de adaptare propuse în literatură se grupează astfel:

1. adaptare activă (ITN - creșterea frecvenței răriturilor, ITI - creșterea intensității răriturilor, RRL - ciclul de producție redus, MTSC - compoziție mixtă de specii de arbori, MAS - introducerea speciilor mai adaptate, UEA - modificarea structurii arboretului);

2. adaptare pasivă (CNV - conversie la vegetație naturală, IRL - creșterea ciclului de producție, LI - intensitate redusă a tăierilor, SNR - tratament cu regenerare sub masiv / promovarea regenerării naturale);

3. conservarea structurii pădurii (NOM - fără management, IAFF - creșterea suprafeței împădurite).

Analiza literaturii arată că au fost propuse și discutate un număr limitat de doar 12 opțiuni de practici și măsuri silvice adaptive. Cele mai frecvente două practici au fost „compoziție mixtă de specii de arbori – MTSC” și „creșterea intensității răriturilor – ITI” fiecare măsură fiind recomandată în 36 de articole, urmate de „ciclul de producție redus – RRL” (30 articole) și „introducerea speciilor mai adaptate – MAS” (29 articole). Măsurile silvice precum „intensitate redusă a tăierilor – LI” și „creșterea suprafeței împădurite – IAFF” au fost recomandate în doar trei articole.

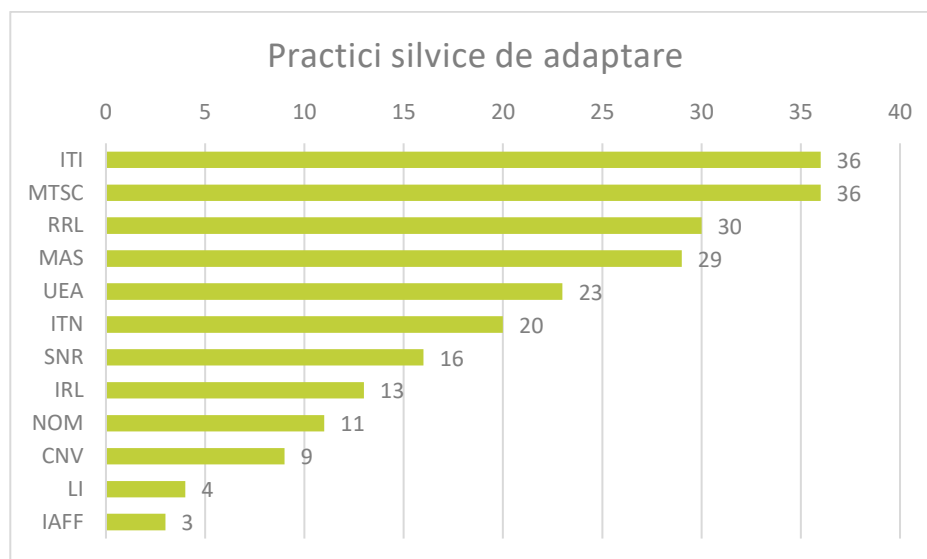


Figura 39. Practici silvice recomandate în articolele analizate (Coșofreț și Bouriaud, 2019) (în număr de mențiuni asupra măsurilor)

Prezentăm pe rând care au fost aceste măsuri silvotehnice și în ce tip de adaptare se includ.

3.2.4.1 Măsuri de adaptare activă

1. Gestionarea compoziției viitoarei păduri spre amestec de specii. Selectarea speciilor în etapa de regenerare a pădurilor are un impact mai mare pe termen lung, dar practicile silvice, care promovează în compoziție speciile de interes, stabilizează arboretul și ținesc anumite structuri au efecte doar pe termen scurt (Kolström et al. 2011). Un potențial de adaptare crescut al speciilor de arbori se consideră a fi mai mare în arborele mixte, care pot fi caracterizate printr-o rezistență și reziliență mai mare (Knoke et al. 2008). Aceste arborete sunt considerate a fi superioare arboretelor pure, atât din punctul de vedere economic, al productivității (Pretzsch și Schütze 2009) cât și din punctul de vedere al funcționării ecosistemului (Knoke et al. 2008).

2. Adaptarea frecvenței și intensității răriturilor la tipul de stres la care este supus arboretul. Măsurile de adaptare activă vizează în special modificarea frecvenței sau intensității răriturilor (Kolström et al. 2011). Răriturile ar trebui să creeze arborete mixte cu specii de arbori mai adaptate la schimbările climatice (Spiecker 2002), să crească productivitatea arboretelor din zona boreală (Briceño et al. 2006; Jordi Garcia-Gonzalo et al. 2007), de la altitudini mari și pentru arboretele din zonele predispușe la secetă (Kohler et al. 2010; Sabaté et al. 2002; Spiecker, 2002). Pădurile mature și cu structură echienă au nevoie de măsuri pentru a crește diversitatea structurală și pentru a reduce volumul pe picior printr-o frecvență și intensitate a răriturilor adaptată condițiilor (Seidl et al. 2011).

3. Reducerea vârstei exploatabilității, pentru a permite ca regenerarea să se producă la o vârstă la care arboretul este mai capabil să se regenereze. Scurtarea ciclului de producție conduce la un volum mare de recoltat și o viteză mai mare de conversie a speciilor (Schelhaas et al. 2015). Însă, scurtarea ciclului de producție cu 10 ani și creșterea intensității răriturilor s-au dovedit a avea doar un efect moderat asupra compoziției speciilor și biomasei totale (Bouriaud et al. 2014), prin urmare efectul de adaptare așteptat poate să nu apară deloc.

4. Trecerea de la structuri echiene la structuri pluriene. Conversia de la arborete cu structură echiene la păduri cu structură pluriene influențează concurența și are consecințe puternice asupra biodiversității pădurilor. Transformarea în păduri pluriene duce de asemeni la o diversitate de specii mai mare. De asemenea, răiturile pot crește treptat diversitatea speciilor prin crearea condițiilor de lumină pentru regenerarea naturală și pentru un amestec de specii de umbră și de lumină (Beaudet et al. 2011).

3.2.4.2 Măsuri de adaptare pasivă

1. Un ciclu de producție mai lung înseamnă de obicei un risc mai mare de doborâturi provocate de vânt și un risc ridicat de pierdere a calității lemnului (Ray et al. 2015). Tratamentele de codru cu tăieri repetate și regenerare sub masiv care sprijină regenerarea naturală a speciilor adaptate local sunt cele mai recomandate pentru a crește eterogeneitatea spațială și biodiversitatea (Spiecker 2002), fără alte intervenții suplimentare.

2. Favorizarea regenerării naturale. Regenerarea naturală oferă o oportunitate directă și imediată de a modela speciile sau compoziția arboretului. Răspunsul adaptativ al regenerării pădurilor constă în creșterea diversității genetice beneficiind de anii succesivi de fructificare sau prin plantare în arborete regenerate natural (Kolström et al. 2011).

3. Efectuarea de lucrări de intensitate scăzută. Tăierile cu intensitate scăzută, asemănătoare tăierilor de conservare, în comparație cu tăierile rase au arătat un câștig în biodiversitate la nivelul arboretului. Arboretele bătrâne cu arbori de dimensiuni mari și o mare diversitate structurală pot duce și la o creștere a cantității de lemn mort. Un beneficiu al tăierilor cu intensitate redusă a fost numărul crescut de arbori cu diametre mai mari, deși pe parcursul ciclului de producție s-au recoltat în general arbori cu diametru mai mic, deci mai puțin valoroși (Ray et al. 2015).

4. Migrația asistată a speciilor adaptate la schimbările climatice reprezintă un instrument important în reducerea vulnerabilității ecosistemelor forestiere (Dumroese et al. 2015; Park et al. 2014; Williams și Dumroese 2013) prin care speciile (adesea alogene) sunt transferate în mod intenționat în regiuni în afara arealului lor natural. Multe activități de conversie a pădurilor din Europa, în ultimele decenii, au aplicat deja această abordare (Mason et al. 2012). În regiunile cu o degradare semnificativă a terenurilor, transferul speciilor non-indigene adecvate s-a dovedit a fi un succes în crearea ecosistemelor forestiere (Stanturf et al. 2018). Migrația asistată include, de asemenea, alegerea proveniențelor adecvate, tolerante la stres și la evenimente meteorologice extreme, cum ar fi căldura și seceta (Bräuning et al. 2017).

3.2.4.3 Conservarea structurii pădurii

1. Protecția strictă sau integrală. Deși opțiunea „fără management” pare să fie benefică biodiversității (Tikkanen et al. 2012) și stocării carbonului (Liski et al. 2001; Schwenk et al. 2012), aceasta nu poate fi un management adaptativ viabil din punct de vedere economic pentru proprietarii privați de păduri (Triviño et al. 2017). În plus, unele studii au arătat că absența intervenției prin gestionare silvică duce doar la o creștere minoră a diversității speciilor la altitudini mici și nu duce la nicio modificare la altitudini medii și mari. Aceasta înseamnă că pădurile de molid tind să-și păstreze compoziția monospecifică chiar dacă, în viitor, daunele asupra pădurii vor crește (Hlásny et al. 2017). Rezultatul lipsei de gestiune a pădurii este un număr mare de arbori bătrâni, a căror creștere poate fi mai puțin afectată de schimbările climatice. În schimb, arborii tineri, rezultați în urma tăierilor de îngrijire și regenerare a pădurilor, au creșteri mai mari și o capacitate mai ridicată de adaptare (Hlásny et al. 2017).

2. Adaptarea la momentul intervenției cu lucrări de împădurire. În ceea ce privește creșterea suprafeței împădurite, există o serie de măsuri recomandate pentru adaptarea la schimbările climatice. De exemplu, plantarea în zone predispuse la secetă poate fi adaptată prin creșterea schemei de plantare în combinație cu un control riguros al buruienilor pentru a reduce competiția pentru apă (Spiecker 2002). Schimbarea sezonului de plantare de la primăvară la toamnă și pregătirea locului de plantare ar putea spori rezistența la secetă a puieților datorită înrădăcinării inițiale îmbunătățite. În plus, instalarea unui arboret cu specii de arbori cu potențial mare de lăstărire poate crește în viitor flexibilitatea în ceea ce privește regenerarea arboretului, deoarece lăstarii sunt mai rezistenți la secetă decât plantulele (Ray et al. 2015).

3.2.5 Provocări și riscuri legate de implementarea măsurilor recomandate

Lucrările de cercetare publicate până în prezent tratează destul de puțin pădurile din zonele aride ale Europei (regiunea mediteraneeană). Datorită ponderii lor mici în vegetația continentului european, stepa și silvostepa nu sunt studiate pe măsura riscului de a fi afectate de aridizare și de perturbări climatice de mare amploare.

Deși există multe cunoștințe despre adaptarea pădurilor și potențialele măsuri de silvicultură, implementarea lor practică rămâne încă în urmă (Kolström et al. 2011).

Se recunoaște faptul că implementarea măsurilor propuse poate fi dificilă și îndelungată în timp. Unele măsuri, cum ar fi adoptarea ciclurilor de producție mai lungi, duc la costuri mai mari cu gestionarea pădurii și creșterea diversității speciilor de arbori, ceea ce va duce la scăderea producției de lemn și a veniturilor viitoare din sectorul forestier (Kolström et al. 2011). Alte măsuri preconizate, precum reducerea vârstei de tăiere sau efectuarea de rărituri cu intensități mai mari, dimpotrivă, vor duce la un cost social, sporind opoziția socială, fie din partea proprietarilor privați de păduri care sunt direct afectați de aceste măsuri, fie din partea mișcărilor ecologiste.

Renunțarea la orice intervenție (protecție strictă sau integrală) ca tip de management nu este o măsură recomandată pentru adaptarea pe scară largă deoarece degradarea pădurilor sub influența perturbărilor (doborâturi, atacuri de insecte, incendii) ar avea un impact economic mai drastic (Kolström et al. 2011). Există puține studii de caz în care măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice să fi fost aplicate și testate pe o perioadă mai lungă de timp prin utilizarea unor modele de dinamică a ecosistemului forestier (Bouriaud et al. 2014; Seidl et al. 2009b; Yousefpour et al. 2015). Pentru o adaptare cu succes a managementului pădurilor la schimbările climatice este nevoie de mai multe soluții locale, pe baza expertizei acumulate în teren, îmbinate cu măsuri de adaptare existente și o înțelegere profundă a cercetărilor fundamentale despre schimbările climatice și modelarea pădurilor.



De reținut!

Rezumat

În gestionarea pădurilor pentru un viitor afectat de schimbări climatice, acțiunile de adaptare pot fi grupate în 1) opțiuni generale de gestionare a terenurilor, 2) practici silvice specifice condițiilor staționale și de vegetație și 3) construirea de abilități sociale, politice și de

planificare. Măsurile de adaptare din cea de-a doua categorie propuse în literatura de specialitate se grupează astfel:

1. adaptare activă: creșterea frecvenței răriturilor, creșterea intensității răriturilor, ciclul de producție mai scurt, asigurarea unei compoziții mixte de specii de arbori, introducerea speciilor sau proveniențelor mai adaptate, modificarea structurii arboretului;
2. adaptare pasivă: conversie la vegetație naturală, creșterea duratei ciclului de producție, intensitate mai redusă a tăierilor, tratament cu regenerare sub masiv și promovarea regenerării naturale); migrația asistată a speciilor adaptate la schimbările climatice;
3. conservarea structurii pădurii: fără management/protecție strictă; creșterea suprafeței împădurite; lucrări de menținere a structurii unei păduri chiar și împotriva unei presiuni crescânde din cauza schimbărilor de mediu.

Mesaj cheie

Renunțarea la orice intervenție (protecție strictă sau integrală) ca tip de management nu este o măsură recomandată pentru adaptarea pe scară largă deoarece degradarea pădurilor sub influența perturbărilor (doborâturi, atacuri de insecte, incendii) ar avea un impact social și economic drastic. O combinație de măsuri de adaptare active, pasive și de conservare reprezintă o strategie care poate face față tuturor riscurilor.



Dicționar de termeni

Tratamentul : sistem de măsuri biotehnice prin care se pregătește și se realizează, în cadrul unui regim dat (codru sau crâng), trecerea arboretelor de la o generație la alta.

Structuri echiene/ arboretele echiene sunt alcătuite din arbori care au practic aceeași vârstă sau diferă cu cel mult 5 ani, provenind din însămânțări naturale sau artificiale, plantații, regenerări din lăstari sau drajoni (Nicolescu, 2015).

Structurile pluriene / arboretele pluriene sunt arborete în care în care se întâlnesc arbori de toate vârstele, începând cu puietii instalați după fiecare fructificație și până la arborii ajunși la vârsta exploatabilității, în arboretele cultivate sau la limita fiziologică în arboretele virgine (Nichiforel. 2018). În astfel de arborete nu se pot distinge etaje diferite de vegetație.



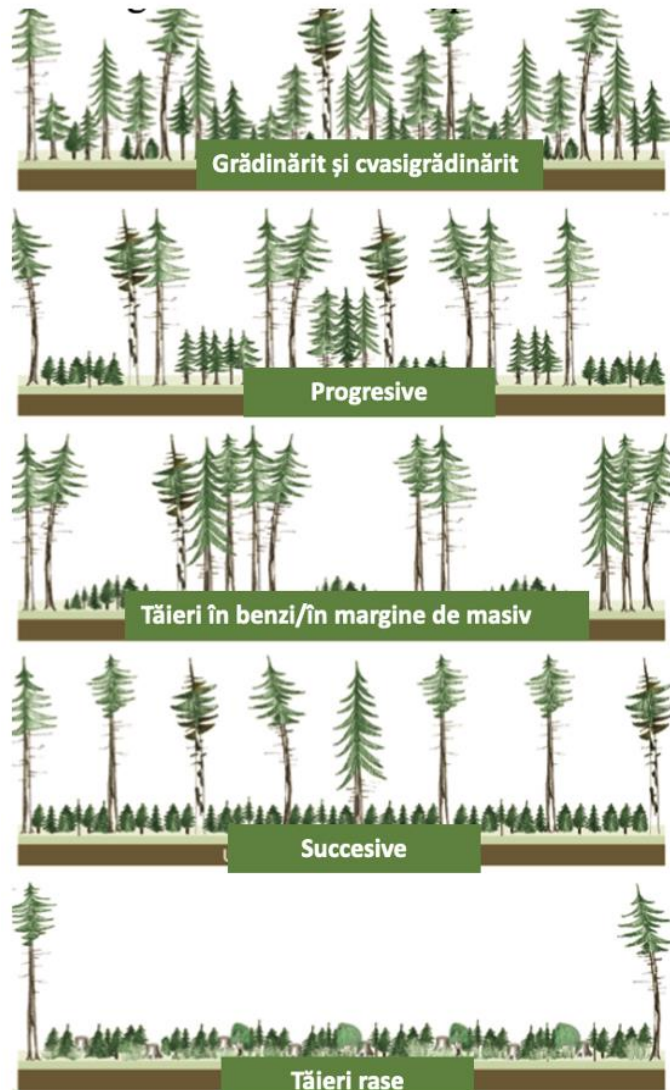
Verificați-vă cunoștințele!

1. Cum se gestionează competiția intraspecifică și interspecifică în contextul schimbărilor climatice?
2. De ce arboretele mixte sunt considerate a fi mai adaptate la schimbările climatice?



Aplicație

Pe baza schemei de mai jos, discutați și argumentați cum poate silvicultura să imite mecanisme caracteristice pădurii naturale.



Sursa figurii: Stăncioiu, 2022

3.3 Opiniile gestionarilor de păduri despre posibilitatea de adaptare

Autori: Laura Bouriaud și Cosmin Coșofreț

3.3.1 Opinia gestionarilor de păduri și rolul autorităților

Pentru a face față schimbărilor climatice, gestionarea pădurilor din Europa trebuie să ia în considerare atât elementele naturale, cât și opțiunile instituționale privitoare la construirea de abilități sociale, politice și de planificare. Proprietarii și administratorii (gestionarii) de păduri sunt cei care iau cea mai mare parte a deciziilor cu privire la planificarea și gestionarea pădurilor, prin urmare rolul lor este extrem de important în furnizarea de servicii ecosistemice forestiere (Torralba et al. 2020).

Astfel, adaptarea este influențată de modelul de proprietate, nivelul la care se decid politicile forestiere și natura produselor și serviciilor forestiere solicitate de societate (Bouriaud et al. 2015). Oportunitățile de adaptare sunt create de participarea factorilor interesați la planificarea gestionării pădurilor (Bussotti et al. 2015). Încurajarea guvernantei locale (luarea deciziilor la nivel local) și implicarea factorilor interesați în politica de adaptare a pădurilor la schimbările climatice conduc la depășirea barierelor comportamentale și a blocajelor instituționale (Sousa-Silva et al. 2018).

Adaptarea depinde de nivelul perceput de amenințare pe care îl reprezintă schimbările climatice. Elemente obiective, cum ar fi libertatea de a decide în privința gestionării pădurilor, și elemente subiective, cum ar fi percepția proprietarilor despre schimbările climatice și consecințele acestora, au un impact major asupra adaptării la schimbările climatice. Cu cât nivelul de informare al gestionarilor de păduri despre manifestările și consecințele schimbărilor climatice este mai bun, cu atât cresc șansele ca măsurile de adaptare să fie implementate (Freer-Smith et al. 2007). Pe de altă parte, trebuie recunoscut faptul că proprietarii și gestionarii de păduri se confruntă, printre altele, cu multe alte riscuri și probleme decât cele percepute în legătură cu schimbările climatice, prin urmare adaptarea nu este o prioritate pentru ei (Coșofreț și Bouriaud 2022).

Atunci când se evaluează oportunitățile și compromisurile adaptării, factorii interesați au opinii și percepții diferite cu privire la protecția naturii, gestionarea durabilă a pădurilor și păstrarea biodiversității (Blondet 2015). Cei mai mulți dintre ei, dacă nu au observat semne semnificative în starea pădurilor pe care să le atribuie schimbărilor climatice, vor susține că schimbările climatice nu sunt o problemă importantă pentru ei și deci nu au de ce să modifice gestionarea pădurilor (Thomas et al. 2022). În schimb, atunci când există o politică de informare și de cointerese, rezultatele se văd. De exemplu, în pădurile din Franța gestionarii și proprietarii de păduri au aplicat deja strategii de adaptare precum recoltarea mai timpurie a arborilor în anumite parcele, rădirea în vederea stimulării fructificației și silvicultura orientată spre crearea unor structuri diverse de tip pădure-mozaic (Andersson et al. 2017). Unele metode eficiente de adaptare, cum ar fi migrația asistată, sunt prea puțin utilizate în principal datorită lipsei de schimb de informații între cercetători și silvicultori (Sansilvestri et al. 2016). Pentru o cooperare mai bună între silvicultori și cercetători, este necesară o comunicare eficientă și o înțelegere a obiectivelor și așteptărilor comune (Stephens et al. 2010; Jönsson și Swartling 2014). Studiile actuale în domeniu ale cercetătorilor îi ajută pe silvicultori să înțeleagă pericolele ce amenință pădurea, dar și care sunt posibilitățile de a atenua efectul negativ al schimbărilor climatice. Silvicultorii se confruntă cu dificultăți în procesul de luare a deciziilor, pentru că sunt puși în situația de a decide în condiții de risc și de incertitudine (Stephens et al. 2010; Jönsson și Swartling 2014).

Pentru aceasta, autoritățile, agențiile și alte instituții pot interveni cu măsuri care să asigure silvicultorilor posibilitatea de atenuare a impactului schimbărilor climatice prin facilitarea schimbului de informații între cercetare și silvicultură, printr-o mai bună planificare forestieră și prin managementul integrat al resursei forestiere. Luarea unor decizii cu privire la gestionarea pădurilor în condiții de declin, uscăre sau urgență sanitară este în general mai dificilă atunci când reglementările existente sunt puțin flexibile, având în vedere că politica forestieră se bazează pe o serie de reguli care sunt obligatorii, impuse ierarhic și aplicate. Prin urmare, expertiza locală cu privire la un anumit set de acțiuni de implementat nu își găsește neapărat posibilitatea de exprimare în planificarea forestieră, de exemplu la momentul întocmirii amenajamentului. Totuși, multe țări au elaborat deja strategii de adaptare și planuri de acțiune pentru pădurile lor (Sousa-Silva et al. 2018). Spre exemplu, în 2011, Franța a inițiat un program național de adaptare la schimbările climatice care acordă un loc important diferențierilor regionale și expertizei locale. Franța a sporit eforturile de cercetare și dezvoltare, a lăsat câmp liber experimentării și luării unor decizii care se abat de la regulile silvice și a asigurat condiții pentru a distribui pe scară largă date ecologice referitoare la exigențele climatice ale speciilor, scenarii climatice de viitor și pentru monitorizarea stării pădurii (Sousa-Silva et al. 2016).

3.3.2 Ce cred administratorii de păduri din Europa despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice

Există o serie întreagă de studii care se concentrează pe politicile forestiere și pe gestionarea pădurilor în contextul schimbărilor climatice, analizând nevoile de adaptare la condițiile climatice în funcție de țară (Franța, Portugalia, Belgia, Slovacia, România, Finlanda, Suedia, Norvegia, Germania etc.) (Sousa-Silva et al. 2016).

Studiile arată că unii proprietari de păduri iau deja măsuri de adaptare (van Gameren și Edwin Zaccai 2015; Sousa-Silva et al. 2018), sau arată că există un consens despre urgența luării de măsuri specifice de atenuare a efectului schimbărilor climatice (Sousa-Silva et al. 2016). Cel mai adesea, proprietarii și gestionarii de păduri sunt conștienți de impactul schimbărilor climatice și de efectele acestora (Pröbstl-Haider și Haider 2013; Mostegl et al. 2019). Măsurile tehnice silvice preferate se referă la alegerea speciilor de plantat, la diversificarea structurii arboretului sau la măsurile luate împotriva riscurilor de secetă (măsuri intervenționiste), iar măsurile pasive adoptate sunt regenerarea naturală și menținerea consistenței arboretelor (van Gameren și Edwin Zaccai 2015). Pe de altă parte, în unele țări (de exemplu Franța, Belgia, Portugalia, Țările de Jos și Estonia) se constată lipsa de cunoștințe tehnice și de informații utile pentru adaptarea gestionării pădurilor lor la schimbările climatice (Sousa-Silva et al. 2018).

Dacă se compară măsurile de adaptare propuse în literatura științifică și măsurile propuse de respondenți în cadrul interviurilor se constată diferențieri importante (Nikinmaa et al. 2024) ilustrate grafic în figura 40. Astfel, măsurile identificate în urma interviurilor au tendința de a fi descrise în linii mari (de exemplu, creșterea ponderii foioaselor, creșterea diversității structurale, evitarea monoculturilor), în timp ce măsurile propuse în studiile științifice au fost adesea foarte specifice (de exemplu, măsuri de creștere a rezistenței arboretelor la incendii, sau favorizarea speciilor celor mai adaptate).

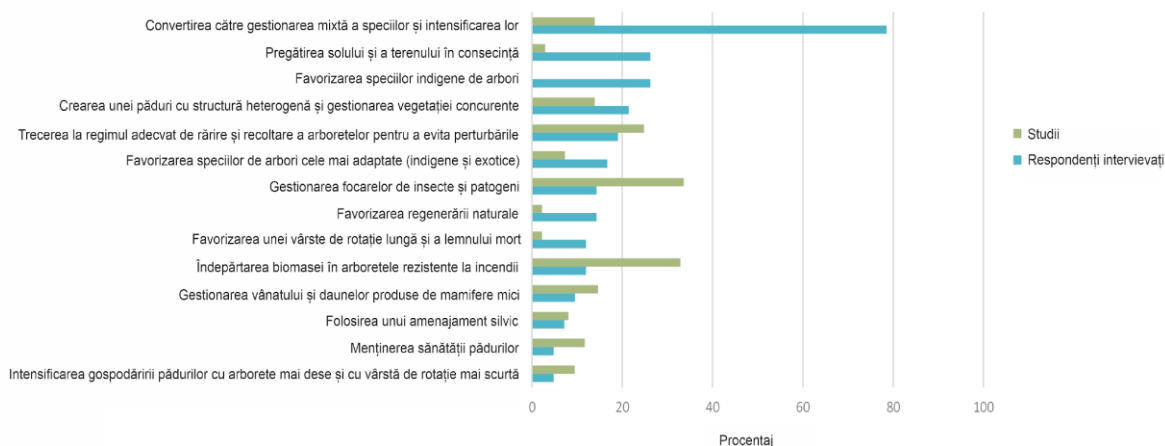


Figura 40. Măsurî menționate în interviurile cu administratorii de păduri comparativ cu mențiunile din literatura de specialitate (Nikinmaa et al. 2024).

Administratorii de păduri percep schimbările climatice ca avînd o influență semnificativă asupra ecosistemelor forestiere, prin modificarea compoziției pădurilor și prin creșterea frecvenței și severității perturbărilor (Soucy et al. 2021), de unde și nevoia de strategii de adaptare pentru a promova managementul durabil al pădurilor în fața impactului schimbărilor climatice (Soucy et al. 2021). Totuși, ei sunt reticenți în a-și schimba practicile de gestionare fără a avea dovezi convingătoare ale consecințelor schimbărilor climatice asupra stării de sănătate sau productivității pădurilor (Innes 1994). În opinia lor, studiile hidrologice la scară regională sunt considerate cele mai utile studii pentru adaptarea silviculturii la schimbările climatice (Blades et al. 2016).

În general, proprietarii/administratorii de păduri cred că ar trebui să-și schimbe practicile de management pentru a face față schimbărilor climatice (Sousa-Silva et al. 2016) (Figura 41). În ciuda acestei convingeri, sunt și proprietari sau administratori de păduri care nu și-au schimbat încă practicile de management al pădurilor ca răspuns la schimbările climatice.

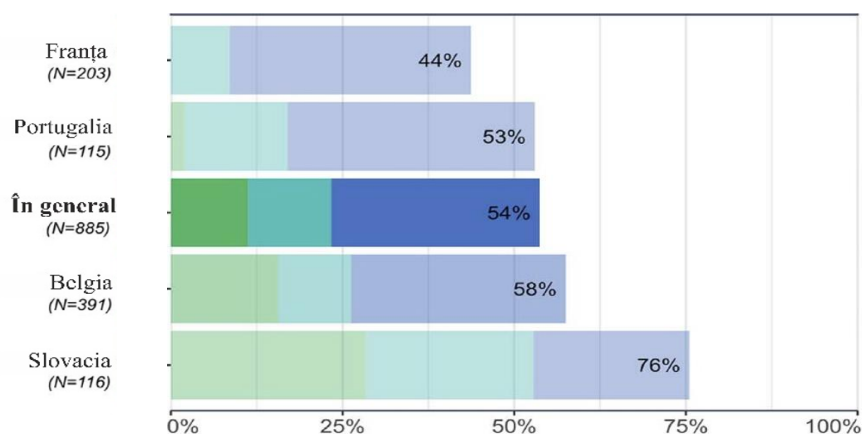


Figura 41. Conștientizarea necesității de a face schimbări în gestionarea pădurilor (Sousa-Silva, 2018)

■ Proprietar ■ Gestionar privat ■ Gestionar public

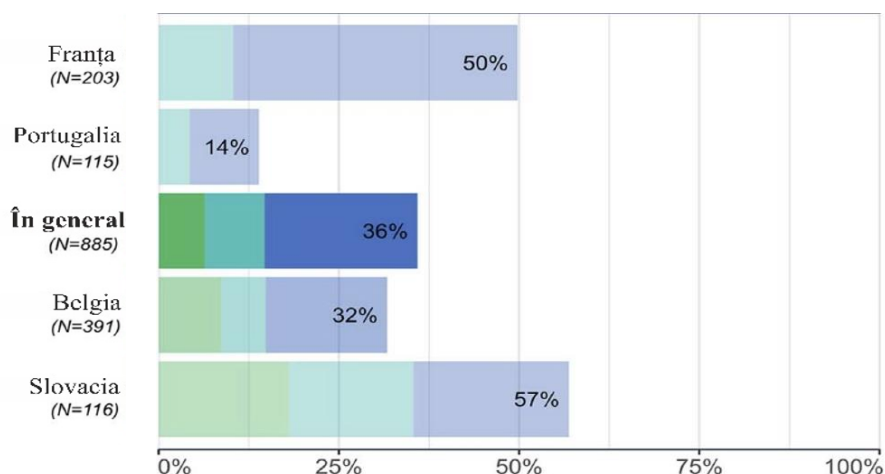


Figura 42. Procentul respondenților care au afirmat că au luat măsuri de adaptare (Sousa-Silva, 2018)

■ Proprietar ■ Gestionar privat ■ Gestionar public

Schimbările climatice sunt un fapt real, iar mulți silvicultori declară că au cunoscut deja în mod direct evenimente legate de schimbările climatice, precum doborâturi de vânt și secetă (33% dintre ei), caniculă (24%), precipitații extreme (18%). În general, silvicultorii sunt ”oarecum îngrijorați” în legătură cu schimbările climatice (Sousa-Silva et al. 2016), dar se așteaptă să observe o agravare a fenomenului schimbărilor climatice în păduri ca urmare a schimbărilor climatice. În privința impactului viitor prognozat, gestionarii de păduri se așteaptă la creșterea incidenței evenimentelor meteorologice extreme și a apariției dăunătorilor, și la diminuarea ritmului de creștere a pădurilor (Figura 44).

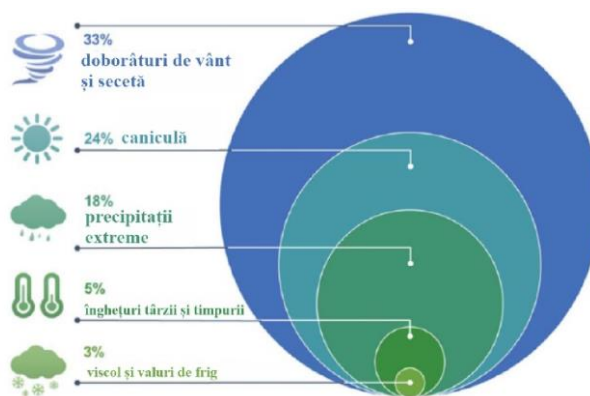


Figura 43. Care sunt manifestările schimbărilor climatice în percepția gestionarilor de pădure și a proprietarilor (Sousa-Silva et al. 2018, N=885)

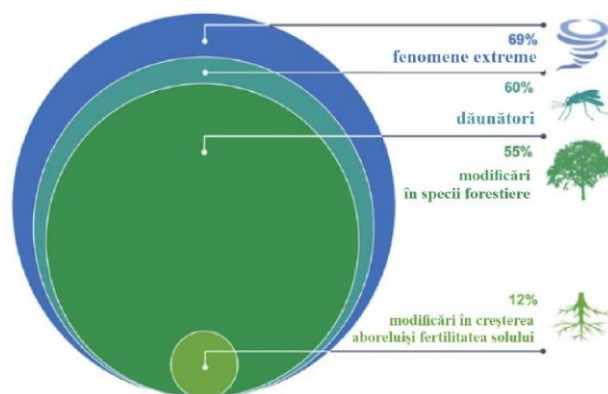


Figura 44. Care va fi impactul viitor al schimbărilor climatice în percepția gestionarilor de pădure și a proprietarilor (Sousa-Silva et al. 2018, N=885)

3.3.3 Ce cred administratorii de păduri din România despre măsurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice

Într-un studiu regional din anul 2022 în România pe această temă (Candrea 2022) am aflat care sunt opiniile personalului silvic despre schimbările climatice. Dintre cei 87 de respondenți ai acestui studiu, majoritatea lucrează în cadrul unor structuri silvice private (84%) din zona de centru și Nord-est a României și ocupă posturi de inginer, pădurar sau șef de district (88%), iar restul de 12% sunt reprezentanți sau proprietari de pădure, tehnicieni silvici, reprezentanți ai firmelor de amenajare, ONG sau administratori de societăți comerciale cu activități în domeniul silvic.

În procent de 63%, cei care au răspuns consideră că schimbările climatice sunt destul de evidente, 24% cred că schimbările climatice sunt o realitate de netăgăduit, iar restul de 13% nu cred în existența schimbărilor climatice, spun că acestea nu pot fi dovedite sau pur și simplu ele există, și nu ne pot afecta în mod direct – ceea ce reprezintă un procent de două ori mai mare decât media europeană. Previțiunile pentru următorii 50 de ani se prefigurează astfel în viziunea celor care au participat la studiu (Candrea 2022):

- 86% cred că vor exista schimbări față de climatul din prezent ;
- 83% cred că va crește temperatura medie, iar 17% nu cred acest lucru sau nu se pronunță ;
- 91% cred că vor exista variații extreme ale temperaturii, 8% consideră că nu, iar doar 1% afirmă că nu se poate spune nimic despre acest fapt;
- 64% consideră că vor scădea cantitățile medii de precipitații, 34% spun că nu se va întâmpla acest lucru ;
- 69% consideră că se va modifica esențial hidrologia (reducerea debitelor, scăderea numărului izvoarelor), 30% spun că nu este probabil acest fapt ;
- 76% cred că va crește tendința evenimentelor catastrofale (inundații, secete, furtuni), restul susțin că nu se poate spune deocamdată.
- mai bine de jumătate cred că se va modifica esențial climatul local prin deșertificare sau aridizare, iar cealaltă jumătate consideră că nu se va modifica climatul local ;
- 66% dintre ei consideră că activitățile lor pot diminua efectele negative ale schimbărilor climatice asupra pădurilor.

Un procent de 57% de respondenți au spus că știu cazuri de fenomene recente pe care le consideră manifestări ale schimbărilor climatice, și au dat ca exemplu următoarele (Candrea 2022):

- lipsa zăpezii în lunile noiembrie și decembrie; ierni mai blânde;
- decalarea anotimpurilor;
- scăderea debitelor unor râuri, inundații, creșterea temperaturii pe timpul verii, seceta;
- secarea izvoarelor;
- fenomene extreme de la caniculă la grindină;
- creșterea perioadei de fructificație la cvercinee datorită secetei prelungite și a fenomenelor climatice nefavorabile, înghețuri târzii prelungite, secetă excesivă pe durata toamnei, ploi abundente în perioada înfloririi;
- uscarea bradului datorită deficitului de umiditate pe perioadă lungă din sol;
- fenomen de declin al cvercineelor;
- apariția imprevizibilă și nejustificată a dăunătorilor; uscări inexplicabile ale arborilor;
- din cauza secetei, incendiile de vegetație au fost mai multe și mai agresive;
- doborâturile de vânt;
- o modificare (extindere) a arealului pe altitudine a unor specii de arbori precum fagul;
- scăderea semnificativă a debitului unor cascade ;
- scăderea nivelului lacurilor de acumulare, despre unele preconizându-se că vor seca în următorii ani ;
- fructificație mult mai rară la speciile de cvercinee, de la 4-6 ani la 10-12 ani, ceea ce duce la imposibilitatea regenerării naturale a acestor arborete;
- fenomen de uscare la speciile de cvercinee;
- apariția de atacuri de dăunători care până acum nu creau pagube, deoarece creșterea temperaturii medii și perioadele lungi de secetă fac ca o parte din dăunători să își modifice biologia și să aibă mai multe generații pe an sau să-și scurteze ciclul biologic de la doi ani la un an (ex. *Agrillus Bigutatus* la cvercinee);
- competiție interspecifică mare a speciilor mai bine adaptate la deficite de umiditate, de exemplu tei versus stejar și fag în zona de câmpie și deal, frasin versus stejar, fag versus brad și molid în zona de deal și munte ;
- avansarea speciilor în arealul altitudinal superior în căutare de umiditate și condiții mai prielnice;
- în amestecurile de rășinoase cu fag, unde majoritare sunt rășinoasele, fagul se instalează mult mai ușor și fără intervenția silvicultorilor, rezultând arborete aproape pure de fag;
- regenerările naturale au scăzut, la fel și calitatea acestora, fiind nevoie de mai multe completări;
- rășinoasele migrează spre zone mai înalte și locul lor este luat de către fag;

- a apărut fenomenul de uscare în unele arborete tinere de molid, care nu este cauzat de prezența gândacilor de scoarță;
- fenomene de uscare din ce în ce mai frecvent în păduri de cvercinee situate între râurile Siret și Prut.

După opinia lor, stoparea tăierilor ilegale, adaptarea gestionării pădurilor la forma de proprietate și creșterea intensității intervențiilor prin lucrări de îngrijire și amenajare ar avea un impact puternic/foarte puternic asupra prevenirii efectelor schimbărilor climatice (Candrea 2022). Impactul cel mai mare în adaptarea gestionării pădurilor la schimbările climatice este considerat a fi cel al intensificării lucrărilor silvice, respectiv intervenții mai repetate și mai puternice în arborete (Candrea 2022). Un impact moderat s-ar obține prin înființarea culturilor energetice, protecția structurii primare a pădurilor și reducerea ciclului de producție. După aceeași respondenți, punerea sub conservare a pădurilor pe scară largă, conversia arboretelor la regimul codrului grădinar și creșterea accesibilității pădurilor au un efect slab sau nul în prevenirea efectelor schimbărilor climatice (Candrea 2022).

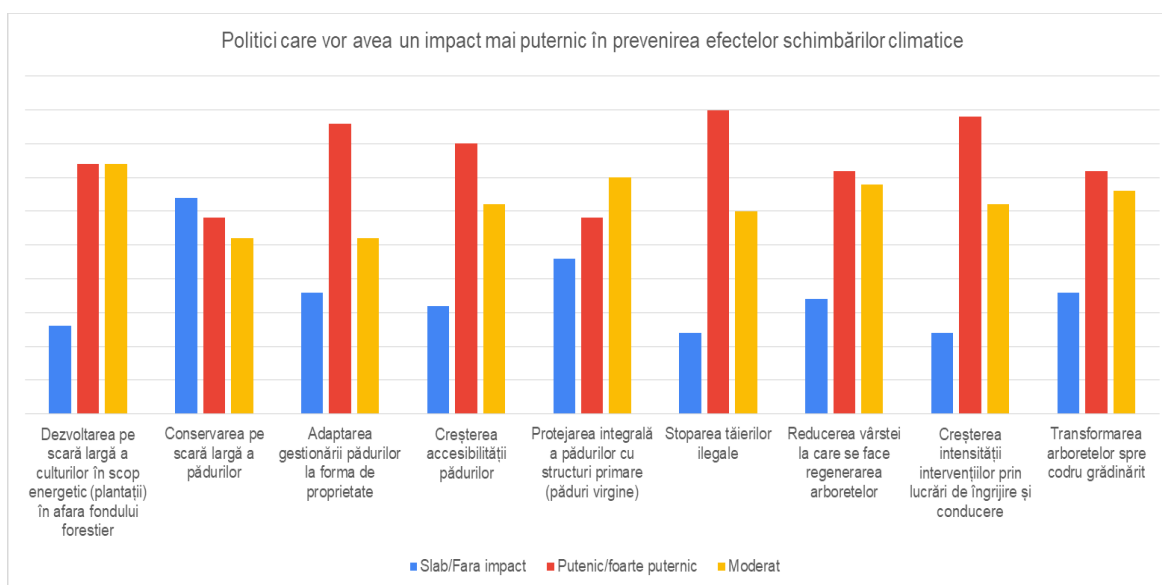


Figura 45. Politici care vor avea un impact mai puternic în prevenirea efectelor schimbărilor climatice (procentual) (Candrea 2022)

Pentru următorii 50 de ani, gestionarii de păduri se așteaptă la schimbări ale climatului actual, cu creșterea temperaturilor, variații extreme ale temperaturilor, scăderea cantității medii de precipitații și apariția unor schimbări în regimul hidrologic. Creșterea incidenței evenimentelor climatice catastrofale este o perspectivă analizată atât la nivel European, cât și la nivel național (Candrea 2022) și reprezintă un efect îngrijorător. Este interesant faptul că mulți silvicultori consideră că influența politică și incoerența legislației silvice pot fi factori destabilizatori pentru pădurile României în deceniile care urmează (Sousa-Silva et al. 2016; Candrea 2022).

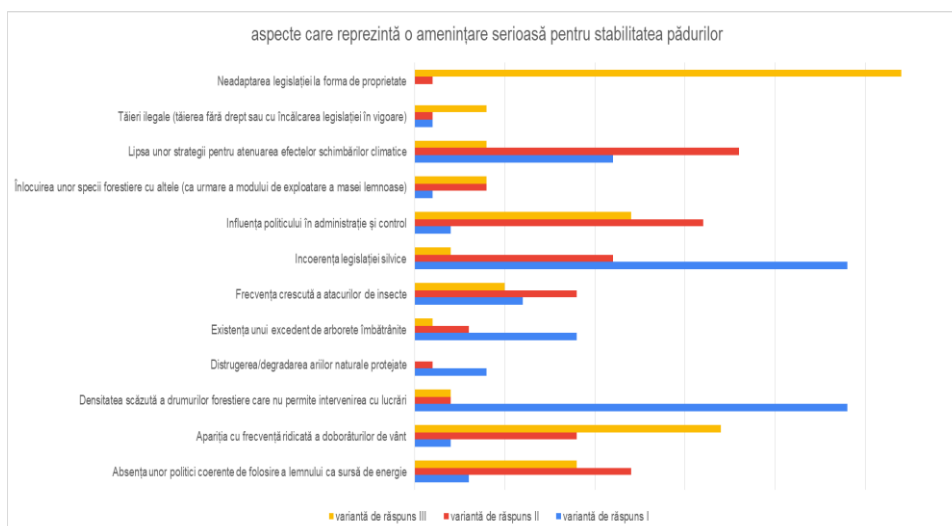


Figura 46. Aspecte care reprezintă o amenințare serioasă pentru stabilitatea pădurilor (Candrea 2022, N=87)

Indiferent de tipul de pădure, pădurile sunt considerate de respondenți ca fiind relativ vulnerabile la efectele schimbărilor climatice. Respondenții au propus și o serie de măsuri considerate adecvate pentru a reduce vulnerabilitatea pădurilor la schimbările climatice (Candrea 2022):

- pentru fâgete, este preferat tratamentul tăierilor progresive cu o perioadă de regenerare între 10 și 20 de ani, cu o intensitate puternică de 16-25% din volum. Speciile propuse pentru reducerea vulnerabilității sunt fagul, stejarul și diversele specii de foioase;
- pentru arborețele de stejar au fost alese tratamentul tăierilor progresive cu o perioadă de regenerare între 10-20 de ani, cu o intensitate moderată de 6-15% din volum. Speciile propuse pentru aceste formațiuni forestiere sunt fagul, stejarii, laricele, bradul Douglas și diverse foioase.
- pentru molid, părerile sunt împărțite și nu s-a ajuns la o concluzie asupra tratamentului propus, însă se preferă fie tratamentul regenerărilor în benzi cu tăieri rase, fie cu regenerare artificială, fie cu regenerare naturală.

Împădurirea în general, regenerarea, împădurirea terenurilor degradate, îndepărtarea arborilor uscați, conservarea habitatelor, protejarea arborilor rămași în timpul procesului de exploatare, creșterea accesibilității fondului forestier, promovarea regenerării naturale, promovarea utilizării tehnologiilor cu impact redus (instalații de transport pe cablu), asigurarea respectării întocmai de către operatorii economici a normelor de protecție a mediului, contribuie la reducerea vulnerabilității pădurilor la efectele schimbărilor climatice.

De asemenea, proprietarii/administratorii consideră unele activități silvice pe care le desfășoară zilnic pot intensifica schimbările climatice, dar dacă anumite activități ar fi realizate și documentate în mod corespunzător, aceștia ar lua în mod voluntar măsuri pentru a preveni sau opri efectele schimbărilor climatice (Candrea 2022). Activitățile care pot amplifica manifestarea efectelor negative ale schimbărilor climatice sunt:

- exploatarea forestieră fără a ține cont de condițiile meteorologice, sau cu utilaje vechi sau neadaptate utilizate în exploatarea forestieră;
- lucrări de protecție a pădurilor în care se folosesc substanțe chimice;

- consumul de lemn de foc în condiții de eficiență energetică scăzută;
- tăierile rase pe suprafețe mari;
- utilizarea de specii nepotrivite;
- exploatarea intensă și nerațională a lemnului acolo unde pădurea nu o permite.

Schimbările climatice au un impact asupra stabilității pădurilor, dar acest efect este amplificat de neadaptarea legislației la forma proprietății, incoerența legislației silvice și lipsa unor strategii pentru atenuarea efectelor schimbărilor climatice. În ceea ce privește politicile pentru adaptarea pădurilor la schimbările climatice, politica forestieră națională ar trebui îmbunătățită, schimbată sau, cel puțin, modificată în ceea ce privește modul în care este aplicată.

Principalele constrângeri identificate de respondenți, enumerate în funcție de importanța lor sunt: lipsa cunoștințelor tehnice, lipsa informațiilor, lipsa convingerii personale, lipsa posibilităților financiare și, mai rar menționată, lipsa autonomiei de decizie în privința măsurilor de adoptat.



De reținut!

Rezumat

Gestionarii de pădure au opinii diferite în privința schimbărilor climatice. Totuși, pentru următorii 50 de ani, gestionarii de păduri se așteaptă la schimbări ale climatului actual, cu creșterea temperaturilor, variații extreme ale temperaturilor, scăderea cantității medii de precipitații și apariția unor schimbări în regimul hidrologic. 86% cred că vor exista schimbări față de climatul din prezent și jumătate dintre ei sunt convinși că se va modifica esențial climatul local prin deșertificare sau aridizare.

Mesaj cheie

Adaptarea gestionării forestiere depinde și de capacitatea gestionarului de pădure de a recunoaște semnele schimbărilor climatice în modul de regenerare al pădurii și în evoluția stării de sănătate a pădurilor. Pentru acest motiv, în Franța, de îndată ce o suprafață importantă de pădure este afectată de calamități se suspendă aplicarea amenajamentului silvic și întregul personal primește o instruire specială pe tema stării de sănătate a pădurilor și efectul schimbărilor climatice pentru a putea face în mod corect monitorizarea arboretelor.



Dicționar de termeni

Măsuri de adaptare concertate: atunci când autoritățile, agențiile și alte instituții decid împreună cu silvicultorii și proprietarii de păduri măsuri de atenuare a impactului schimbărilor climatice prin facilitarea schimbului de informații între autoritate, cercetare și silvicultură, printr-o mai bună planificare forestieră și prin managementul integrat al resursei forestiere.

Planificarea forestieră: procesul de stabilire a unor măsuri pentru gestionarea pădurilor, materializat în amenajamentul silvic, sau în alte planuri naționale sau regionale cu privire la gestionarea pădurilor.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Cunoașteți vreun fenomen pe care să îl numiți ca fiind un efect direct al schimbărilor climatice asupra pădurilor?
2. Cum influențează convingerile personale despre existența schimbărilor climatice modul de acțiune pentru prevenirea sau atenuarea impactului schimbărilor climatice asupra pădurilor?



Aplicație

Identificați în mediul profesional apropiat cât de frecvent fenomenul de aridizare și seceta sunt asociate cu schimbările climatice.

3.4 Experiența de adaptare la schimbările climatice a arboretelor vulnerabile și a celor cu probleme de uscare

Autor: Laura Bouriaud

3.4.1 Evoluția stării de sănătate a arborilor trebuie monitorizată atent

Deficitul prelungit de apă pare a fi principalul factor declanșator al uscării arborilor și arboretelor în regiuni întregi din sudul Franței, dar și în cazul multor altor regiuni din întreaga Europă. Din acest motiv, unul dintre cele mai relevante ghiduri de adaptare cu aplicabilitate pentru Republica Moldova este „Ghidul de adaptare a pădurilor în declin și cu probleme de sănătate din regiunea Provence-Alpes-Cote d’Azur”, supusă constant fenomenelor de secetă extremă. Ghidul este editat de ONF în 2021 și pune bazele unui protocol de acțiune care se bazează pe observație și experimentare.

Având în vedere incertitudinile climatice, este foarte importantă observarea modului în care arboretele evoluează, deoarece evoluția stării de sănătate a unui arbore individual nu este liniară. Evoluția are loc, în general, pe parcursul mai multor ani, cu diferite faze, de la o ușoară afectare, până la apariția paraziților (insecte, ciuperci, bacterii) și apoi moartea arborelui. Un arbore sănătos, care este stresat în urma unei secete, poate evolua fie către o moarte ireversibilă (mortalitate prematură), fie va încerca să adapteze prin diferite mecanisme (pierderea frunzelor, reducerea creșterii, absența fructificației), care pot apoi conduce la o însănătoșire (și apare, deci, fenomenul de reziliență) sau la o nouă stare de stres, eventual la o revenire mai grea, și în final la moarte. Ca atare, uscarea se manifestă, în general, în stadii succesive de degradare la nivelul arboretului, mai degrabă decât printr-o uscare bruscă sau, dimpotrivă, printr-o tendință de revenire rapidă (ONF 2021).

Evaluarea capacităților de rezistență și reziliență ale arborilor individuali și ale arboretelor se bazează pe lecțiile învățate (feedback-ul) din episoadele anterioare de stres la care aceștia au fost supuși.

Din punct de vedere silvic, revenirea unui arbore stresat la o stare sănătoasă poate fi însoțită de o pierdere semnificativă a calității lemnului și a valorii sale comerciale, cu toate acestea arboretele continuă pentru încă o perioadă de timp să joace un rol funcțional la nivelul arboretului (menținerea mediului forestier). Prin urmare, problema care se pune este de a identifica în mod corect care este momentul oportun pentru a interveni, atât pentru a preveni pierderea capitalului lemn, cât și pentru a asigura reînnoirea arboretului, fără diminuarea capacității sale de reziliență naturală.

Un principiu de bază este că trebuie construit pe cât mai multe scenarii viitoare posibile, însă nu trebuie uitat că toate predicțiile se bazează pe existența unor arbori încă sănătoși în arboret. Trebuie mizat deci în primul rând pe aceștia, chiar și în situația aducerii unor specii noi, deoarece schimbările trebuie să se facă în mod treptat. Prin urmare, prioritatea este diversificarea treptată mai degrabă decât transformarea radicală.

3.4.2 Prioritatea principală rămâne menținerea stării de masiv forestier

În practică, aceasta înseamnă că extragerile de arbori în faza de ofilire/declin trebuie făcute prudent, chiar dacă urmăresc obiectivul de a asigura venituri pentru proprietar, necesare pentru a reinvesti în reconstrucția pădurii. Întreruperea stării de masiv este contraproductivă pentru balanța de apă a arboretului și periculoasă având în vedere impactul secetelor ce urmează. Nu trebuie uitat că fenomenul de uscare a arborilor și arboretelor presupune factori favorizanți,

apoi factori declanșatori și, în final, factorii agravanți, prin urmare trebuie mers direct la cauza declanșatoare – care este în general deficitul hidric.

Prevenirea pe cât posibil a deficitului hidric presupune pe de o parte menținerea închisă a arboretului, iar pe de altă parte efectuarea de rărituri. Într-un context pedoclimatic dat, efectuarea răriturilor are ca efect modificarea indicelui suprafeței frunzelor arboretului. Indicele suprafeței frunzelor este foarte important deoarece determină principalele fluxuri de apă (precipitații, transpirații, interceptarea precipitațiilor, evaporarea din sol) ale diferitelor straturi ale unui arboret (arbori, arbuști, strat erbaceu). Prin rărituri, silvicultura face posibilă influențarea distribuției fluxurilor de apă între straturi, căutând să aloce cea mai mare parte a consumului de apă în beneficiul stratului arborescent (stratul dominant) și să-l limiteze pe cel al stratului inferior (Ghid ONF 2021). Este ceea ce au relatat de altfel și silvicultorii din Republica Moldova în privința sângerului (arbust invaziv pe alocuri), care pare să extragă apa de care are nevoie în mod mult mai eficient decât alți arbori. De asemenea, elagajul practicat la unii arbori instalați pe foste terenuri agricole îi face pe aceștia să crească mult mai bine, chiar dacă cresc izolați și nu în masiv compact, deoarece se îmbunătățește echilibrul dintre suprafața frunzelor și sistemul radicular.

Pentru că prioritatea este menținerea stării de masiv forestier, ghidul ONF limitează refacerea întregului arboret (plantarea completă pe suprafețe mari) la cazuri excepționale cu condiții specifice:

- clasa de fertilitate 1 sau 2, care garantează un potențial pentru producția de lemn,
- teren posibil de lucrat mecanizat;
- certitudinea că viitorul speciei principale, pe care dorim să o înlocuim, este compromis;
- imposibilitatea regenerării naturale cu alte specii cu potențial de producție de lemn;
- compatibilitatea cu restricțiile de mediu și cu reglementările la nivel local cu privire la amenajarea teritoriului
- obiective de gestionare acceptate de factorii interesați locali.

Refacerea arboretelor pe suprafețe mari trebuie să acorde prioritate regenerării naturale și obținerii unui amestec de specii.

3.4.3. Instrumente de identificare a vulnerabilităților și de diagnosticare

Ghidul ONF detaliază și instrumentele care stau la dispoziția gestionarilor de pădure, cum ar fi:

1. **Hărțile de avertizare:** fac o cartografiere bazată fie pe climă (hartă de avertizare climatică relativă), fie pe o combinație de climă și topografie locală (hartă de avertizare stațională relativă). La baza lor nu stau modelele, ci datele climatice reale, deoarece se presupune că cele mai puternice constrângeri climatice viitoare se vor aplica aproape sigur acolo unde constrângerile actuale legate de secetă sunt, deja, cele mai ridicate. Scopul lor este de a desemna zonele de vulnerabilitate la diferite scări utile gestionarului de pădure.

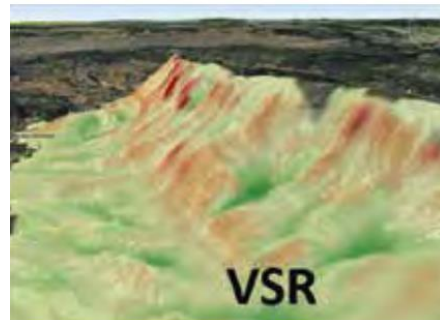
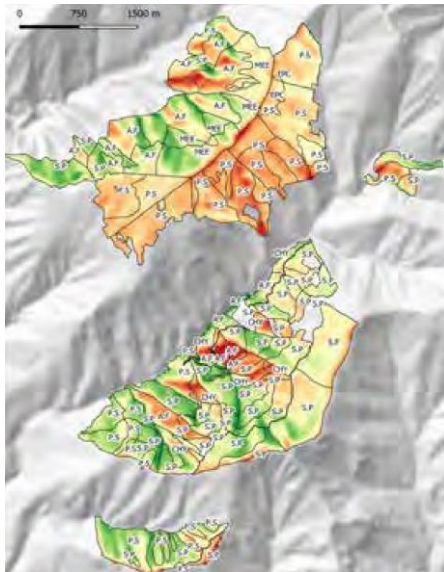


Figura 47. Ilustrarea hărților de avertizare într-o pădure comună. Culoarea indică nivelul de alertă/avertizare, de la verde (normal) la roșu (nivel de alertă climatică ridicat) în funcție de condițiile locale (ONF 2021)

2. **Instrumentul Bioclimsol**, dezvoltat de Centrul Național pentru Proprietatea Forestieră (CNPf, Institutul pentru Dezvoltare Forestieră) este un indice care folosește trei tipuri de date de intrare : date climatice prezente și viitoare, date referitoare la stațiune (rezerva utilă de apă, compoziția chimică, pH, hidromorfism, topografie) și date privind populația (speciile existente, starea de sănătate, vârsta, suprafața de bază). Indicele este calculat folosind ecuații care corelează factorii pedoclimatici ai unui sit cu rata de mortalitate observată în regiune pentru speciile studiate. În prezent, indicele este elaborat pentru 10 specii la nivel național: stejar pedunculat, gorun, stejar pubescent, stejar verde, stejar de plută, castan, pin scoțian, molid, molid comun, douglas.

3. **Chei de determinare pentru a estima nivelul de vulnerabilitate.** Pe baza datelor istorice ale mortalității unei anumite specii, a datelor climatice și a cerințelor ecologice ale speciei, sunt disponibile chei de determinare utile pentru gestionarii de pădure, chiar dacă fiabilitatea lor nu este la fel de mare pentru toate speciile. Vulnerabilitatea este considerată ridicată dacă arboretul (sau un arboret învecinat într-un context comparabil) a suferit istoric o scădere care afectează cel puțin 20% din suprafața de bază totală. Aceasta este valoarea-prag utilizată pentru declararea stării de criză sanitară, în conformitate cu „Ghidul național pentru gestionarea crizelor sanitare în păduri”. Pentru pinul negru austriac, stejarul pufos și fag nu există chei de determinare a nivelului de vulnerabilitate, astfel încât acest risc este evaluat mai întâi pe baza hărților de avertizare relativă, care sunt completate de fiecare dată de o analiză de teren, pentru a preciza condițiile locale de creștere și influența acestora asupra stării de sănătate a arboretului. Prezența altor indicii este de asemenea luată în considerare, de exemplu nivelul de vulnerabilitate poate fi considerat ridicat atunci când rata de acoperire cu vâsc în toate coroanele arboretului depășește pragul de 25%.

4. **Instrumente pentru diagnosticarea stării de sănătate** și pentru a evalua situațiile de mortalitate sau declin pe baze obiective ("Withered away" și "Archi"). Ambele propun un protocol de evaluare bazat pe criteriile simptomatologice de pierdere a vitalității (mortalitate a ramurilor, lipsă de ramificație sau căderea acelor), implementat de către personalul specializat

în evaluarea stării de sănătate la nivel național. Acest personal organizează de altfel pe teren sesiuni de instruire și intercalibrare, fiind posibilă astfel o implementare operațională și reproductibilă de către diferiți operatori.



Figura 48. Stejar pufos clasificat ca fiind în grad avansat de declin conform cheii de diagnosticare pentru stejar (Foto DSF, JB Daubrée, preluat din Ghid ONF, 2021)

3.4.4. Câteva recomandări privind arboretele de stejar pufos (*Quercus pubescens*) vulnerabile sau afectate de uscare

3.4.4.1 Reguli privitoare la gestionarea arboretelor de stejar pufos

Stejarul pufos, care este adesea tratat în crâng, are o stare generală de sănătate deteriorată la scară regională (sudul Franței). Multe arborete par vulnerabile sau chiar pe moarte, iar viitorul lor cu menținerea pe termen lung a speciei, ca specie obiectivă principală, poate fi pus la îndoială. Din păcate, având în vedere rezultatele experimentelor realizate până acum, nu pare să existe astăzi o alternativă silvică viabilă pentru aceste arborete. Prin urmare, recomandările de gestionare a arboretelor de stejar pufos sunt de **prudență, observare atentă în timp și diversificarea amestecului de specii.**

Mortalitatea în cazul stejarului pufos apare treptat și lent. Respectarea timpului de rotație pentru declanșarea regenerării este un element prioritar:

- ⇒ Rotație de 50 de ani pentru clasele de fertilitate 1 și 2
- ⇒ Rotație de 40 de ani pentru clasa de fertilitate 3.

Cu toate acestea, din cauza îmbătrânirii și a pierderii vitalității lăstarilor din cioate de la o rotație la alta, tratamentul silvic de crâng recomandat de obicei pentru această specie este pus sub semnul întrebării. În acest scop, pe cât posibil, la regenerarea pădurilor de stejar pufos, tratamentul se adaptează prin:

- promovarea dezvoltării speciilor însoțitoare: sorb, corn, arțari (*Acer* sp.);
- favorizarea instalării în subetaj a speciilor care se pretează;
- regenerarea prin plantare (puieți).

În situațiile în care pădurea de stejar pufos este dominată de un etaj spațiat de pin de Alep, regenerarea etajului de stejar pufos trebuie planificată simultan cu lucrările necesare pentru

regenerarea pinului de Alep, deși economic vorbind am fi interesați să recoltăm doar pinul, și să nu ne preocupe etajul inferior puțin productiv de lăstari de stejar pufos. Cu toate acestea, obiectivul principal este cel al reînnoirii și continuității pădurii, de aceea trebuie asumate nu numai beneficiile recoltării masei lemnoase realizate de etajul superior de pin, dar și costurile regenerării stejarului.

În ceea ce privește transformarea crângului de stejar pufos în codru (schimbare de regim) având în vedere lipsa de experiență cu această conversie, dificultatea de a obține puiți viabili în pepiniere și perspectiva unei producții de lemn mai degrabă modeste în contextul mediteraneean, este de așteptat ca rezultatele să nu fie foarte mulțumitoare, mai ales din punct de vedere al resurselor necesare de investit în această conversie. Trecerea la regimul codrului în cazul stejarului pufos trebuie decisă numai pentru arborete care nu prezintă semne de declin, cu clase de fertilitate bune (1 și 2 plus), ceea ce reprezintă mai puțin de 5% din suprafața pădurii de stejar pufos în silvicultură din zona Province-Alpes Cote d'Azur. În prealabil, se recomandă efectuarea răriturilor pregătitoare care trebuie făcute treptat pentru a preveni uscarea ramurilor din coronament, la care stejarul pufos este foarte predispus.

Tabelul 28. Recomandări privind conversia crângului de stejar pufos în codru regulat (Ghid ONF 2021)

Obiectivul lucrării	Vârsta exploatabilității de 100-150 de ani, diametru la exploatabilitate de 30 la 45 de cm
Prima tăiere de conversie	Înălțime dominantă de 10-11 metri Instalarea căilor tehnologice de exploatare de 4 metri la fiecare 18-20 metri Răritură cu extragerea a jumătate din numărul de fire și 30% din suprafața de bază pe picior, urmând o țintă de 1000-1200 de fire /ha după răritură Păstrarea speciilor însoțitoare
rotație	O dată la 20 la 25 de ani
A doua tăiere de conversie	Extragerea a 30% din suprafața de bază

3.4.4.2 Factori de risc suplimentari

Riscul de incendiu trebuie monitorizat și evaluat luând în considerare, pe de o parte, nivelul de expunere a pădurii (așa cum este înscris în Planul zonal pentru protecția pădurilor împotriva incendiilor) și, pe de altă parte, după cantitatea de vegetație fină din coroană (caracterul marcescent al frunzișului stejarului pufos face ca acesta să prezinte frunze suficient de uscate pentru a arde, dar există și multe ramuri fine moarte în coroană) care poate agrava intensitatea incendiului. Nivelul de incendiu este ridicat atunci când prin localizarea sa geografică pădurea este expusă pericolului de incendiu și când, în plus, **ne** aflăm în prezența unei cantități abundente de vegetație fină moartă în partea de sus a coroanei.

Agenții patogeni (gândacul de stejar, *Bombyx disparate*) nu sunt considerați a fi un factor de risc suplimentar: observațiile făcute pe teren indică un nivel relativ moderat de atac al acestei insecte.

3.4.4.3 Specii cu potențial de ajutor sau de înlocuire în cazul arboretelor de stejar pufos în declin sau susceptibile de uscare

Pentru a determina specia potențială de însoțire sau de înlocuire a stejarului pufos, se iau în vedere mai multe criterii:

- fișa ecologică a speciei (autoecologia speciei);
- adaptabilitatea la condițiile locale de creștere;
- potrivirea cu regiunile de origine și cu regulile referitoare la material forestier de reproducere selectat;
- capacitățile de aprovizionare cu puieți sau semințe și disponibilitatea materialului forestier de reproducere.

Pentru a afla care sunt caracteristicile speciilor compatibile cu condițiile în care se află pădurile de stejar pufos, utilizarea instrumentului online ClimEssences este obligatorie. Fișa speciei din ClimEssences trebuie consultată pentru a găsi soluțiile relevante în fiecare situație.

Speciile potențiale de însoțire sau înlocuire pentru arboretele de stejar pufos sunt:

- *Pinus halepensis* (Pin de Alep)
- *Pinus brutia*
- *Quercus ilex*
- *Quercus faginea*
- *Calocedrus decurrens*
- *Cedrus atlantica*
- *Acer campestre*
- *Alnus cordata*
- *Sorbus domestica*
- *Pinus pinea*



De reținut!

Rezumat

Unul dintre cele mai relevante ghiduri de adaptare cu aplicabilitate pentru Republica Moldova este „Ghidul de adaptare a pădurilor în declin și cu probleme de sănătate din regiunea Provence-Alpes-Cote d’Azur”, regiune din Franța care este supusă constant fenomenelor de secetă extremă. Având în vedere incertitudinile climatice, este foarte importantă observarea modului în care arboretele evoluează, deoarece evoluția stării de sănătate a unui arbore individual nu este liniară. Evoluția are loc, în general, pe parcursul mai multor ani, cu diferite faze, de la o ușoară afectare, până la apariția paraziților (insecte, ciuperci, bacterii) și apoi moartea arborelui. Pentru că prioritatea este menținerea stării de masiv forestier, ghidul ONF limitează refacerea întregului arboret (plantarea completă pe suprafețe mari) la cazuri excepționale cu condiții specifice.

Recomandările de gestionare a arboretelor de stejar pufos în declin sau vulnerabile sunt de prudență, observare atentă în timp și diversificarea amestecului de specii. Mortalitatea în cazul stejarului pufos apare treptat și lent. Respectarea timpului de rotație de maxim 40-50 de ani pentru declanșarea regenerării este un element prioritar.

Pentru a ajuta gestionarii de pădure să ia deciziile corecte, ONF pune la dispoziția lor câteva instrumente de diagnosticare și analiză precum hărțile de avertizare, indicele Biomclimsol, chei de determinare a vulnerabilității și instrumente pentru diagnosticarea stării de sănătate a pădurilor.

Mesaj cheie

Prioritatea acțiunilor de silvicultură în arboretele vulnerabile este menținerea acoperirii cu arbori a terenului forestier; pentru aceasta se mizează pe arborii sănătoși care sunt supravegheați atent.

Trecerea la regimul codrului în cazul stejarului pufos trebuie decisă numai pentru arborete care nu prezintă semne de declin, cu clase de fertilitate bune.



Dicționar de termeni

Hărți de avertizare: fac o cartografiere bazată fie pe climă (hartă de avertizare climatică relativă), fie pe o combinație de climă și topografie locală (hartă de avertizare stațională relativă), pe baza datelor climatice și topografice reale pentru a desemna zonele de vulnerabilitate la o scară utilă gestionarului de pădure.



Verificați-vă cunoștințele!

Care sunt speciile potențiale de însoțire sau înlocuire pentru arboretele de stejar pufos afectate de declin?



Aplicație

Pentru a afla care sunt caracteristicile speciilor compatibile cu condițiile în care se află pădurile de stejar în Republica Moldova, este recomandată utilizarea instrumentului online ClimEssences. Fișa speciei din ClimEssences poate fi consultată pentru a găsi soluțiile relevante în fiecare situație și pentru a identifica vulnerabilitatea fiecărei specii la condițiile climatice.

3.5 Silvicultura salcâmului în condiții staționale extreme

3.5.1 Introducere

Autor: Mihai Enescu

Silvicultura este compusă din două părți distincte: silvobiologia și silvotehnica. Silvobiologia este numită și bazele silviculturii, bazele științifice ale silviculturii, studiul pădurii, biologia pădurii ori ecologia pădurii și constituie latura teoretică, latura științifică, baza biologică a silviculturii, considerând pădurea atât static, cât și din punct de vedere al legilor naturale ale dezvoltării sale. Deci, se poate considera că, în ansamblu, silvobiologia se ocupă de structura

și funcționarea pădurii, incluzând: i) studiul părților componente ale acesteia și modului său de regenerare și ii) studiul proceselor și legilor care guvernează viața pădurii.

Silvotehnica este numită și silvicultură aplicată, practica silviculturii, silvicultură propriu-zisă, silvicultură practică sau ecologie forestieră aplicată. Silvotehnica este considerată latura aplicativă, de artă, a silviculturii, și include practica instalării, îngrijirii și regenerării pădurilor în scopul creării de arborete care servesc pentru realizarea anumitor obiective de gospodărire.

Silvotehnica înglobează următoarele caracteristici: regenerarea (instalarea, întemeierea) pădurii cultivate, îngrijirea și conducerea arboretelor și regimurile și tratamentele silviculturale (Nicolescu 2014).

Regenerarea naturală a salcâmului se realizează în trei moduri: din drajoni (lăstari de rădăcină), din lăstari de cioată sau din sămânță. Drajonii (lăstarii de rădăcină) apar, mai ales, după vătămarea mecanică a rădăcinilor trasante, chiar și pe arbori cu vârsta de peste 70 de ani. Numărul de drajoni/arbore oscilează între 1-2 și 45-46. Numărul de drajoni după un sezon de vegetație poate atinge 40.000-60.000/hectar. Producția de drajoni este mai bogată în zonele luminate și însorite și pe solurile nisipoase și nisipo-lutoase și este mai săracă în zonele cu vegetație densă și la umbră sau pe soluri grele.

Regenerarea din lăstarii de cioată are o utilizare mai redusă decât cea din drajoni, lăstărirea fiind puternică și persistentă. Drajonii sunt mai longevivi și mai sănătoși decât lăstarii de cioată și prezintă mai puțin putregai la aceeași vârstă.

Referitor la regenerarea din sămânță, se știe că salcâmul începe să fructifice la circa 6 ani, cu o periodicitate de 1-2 ani și că produce 120-150 kg de sămânță/ha, într-un an mediu. Diseminarea semințelor (masa a 1000 de semințe este de 20-23g) se realizează gravitațional și prin vânt, iar distanța de diseminare este de maximum 70 de metri. Semințele rămân viabile în sol peste 10 ani (excepțional până la 40 de ani). Regenerarea din sămânță este foarte rară, fiindcă tegumentul este gros, impermeabil pentru apă, germinarea fiind dificilă. Germinarea poate fi favorizată de: (i) rănirea semințelor în timpul exploatării sau de (ii) temperaturile foarte ridicate de pe dunele de nisip (pot atinge 60-65°C sau chiar mai mult, în timpul verii). Din 100 kg păstăi rezultă circa 20 kg de semințe (Nicolescu 2022).

Ca orice specie de lumină, salcâmul prezintă un potențial ridicat de elagaj natural. Însă, dacă este crescut în plină lumină, nu se elaghează natural perfect și tinde să dezvolte coroane mari. Chiar și crescut în arborete închise, nu se elaghează natural perfect, ceea ce înseamnă că este nevoie de elagaj artificial la arborii destinați producției de bușteni pentru furnire sau cherestea de clasă A.

Elagajul artificial se aplică doar pentru arborii de viitor (de la 120-160 arbori/ha în Austria la 300/400-600 arbori/hectar în Franța), pe 4-6/7m, în 2-3 intervenții. După elagaj, lungimea coroanei este de cel puțin 1/3 din înălțimea arborelui (Nicolescu 2022).

În general, salcâmul este considerat a avea o rezistență ridicată la boli și dăunători. Totuși, poate fi afectat de diverse categorii de insecte, ciuperci, specii semiparazite, care dăunează frunzelor, semințelor, lemnului. Lemnul salcâmului este foarte rezistent la ciupercile lignicole, deși unele specii (din genurile *Fusarium*, *Polyporus*, *Ganoderma*, *Fomes*) pot cauza putregai alb, brun sau roșu. Salcâmul poate fi vătămat și de următoarele specii de faună sălbatică: iepuri (vătămări la scoarță), cerb și căprior (vătămări ale lujerilor, frunzelor, mugurilor).

3.5.2 Creșterea și producția arborilor și arboretelor de salcâm

3.5.2.1 Creșterea în înălțime

Salcâmul crește repede în înălțime în primii 10-15 ani. Arborii pot atinge 10 m la 5 ani și 14 m la 10 ani în stațiunile cele mai favorabile.

Maximul creșterii în înălțime, pe aceleași stațiuni, îl înregistrează la vârste de 5-10 ani. Creșterea în înălțime se reduce după 15 ani, însă rămâne susținută, astfel că arboretelor de salcâm pot atinge înălțimi medii sau înălțimi dominante de peste 20 m la 20 de ani și de 25-30 m la 30 de ani.

Lăstarii de cioată cresc mai rapid în înălțime (maximum 4,9 m/an în Germania) decât fie drajonii (până la 2-3m/an în Germania), fie puietii de salcâm, până la 15-20 de ani. După această vârstă, creșterea în înălțime a puietilor o depășește pe cea a lăstarilor de cioată sau drajonilor.

Înălțimea medie minimă (Min) și maximă (Max) la diferite vârste în arborete pure de salcâm din diverse țări europene este prezentată în tabelul 29 (Nicolescu 2022).

Tabelul 29. Înălțimea medie (minimă și maximă) la diferite vârste în arborete pure de salcâm din diverse țări europene

Țara	Înălțimea medie la ... ani (m)								Obs.
	10		20		25		30		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Ungaria	6,5	13,6	10,2	21,5	11,3	23,8	12,1	25,4	
România	5,0	14,7	8,7	23,4	10,3	26,6	11,7	29,5	Plantație
România	5,5	15,8	8,8	22,8	10,1	25,1	11,2	27,2	Crâng
Bulgaria	5,8	13,0	10,2	19,8	11,5	21,5			Plantație
Bulgaria	5,0	14,2	7,4	19,6					Crâng
Croația	9,0	13,0	14,0	19,0	15,5	20,5	17,0	22,0	
Germania	6,3	12,3	10,8	18,8	12,4	21,1	13,7	23,0	

3.5.2.2 Creșterea în diametru

La salcâm, creșterea în diametru este rapidă, de la vârste mici. Puietii pot atinge 3-4 cm în diametru în primul an de viață.

Maximul creșterii în diametru se atinge înainte de vârsta de 10 ani (Austria, Bulgaria, Ungaria, Franța, Germania, Polonia, Slovenia) sau între 12 și 20 de ani (România, Belgia, Slovenia).

Ca și în cazul înălțimii, lăstarii de cioată au diametre de bază mai mari decât drajonii și puietii plantați până la 15-20 de ani. Ulterior, tendința se inversează, puietii plantați crescând mai rapid în diametru decât lăstarii de cioată și drajonii.

La 25-30 de ani, salcâmul poate realiza diametre de 20 cm, iar la 60 de ani de până la 50 cm (Nicolescu 2022).

3.5.2.3 Creșterea în volum și producția de lemn

Salcâmul crește repede în volum în tinerețe, atingând creșterea medie maximă (10-12 m³/an/ha în Germania și Bulgaria; 14-16 m³/an/ha în România) la 5-10 ani (arborete de crâng), respectiv 15-20 (22) ani (arborete de codru), în funcție de clasa de producție.

În alte state europene, salcâmul înregistrează următoarele creșteri: Ucraina: 2,5-11,5 m³/an/ha, în Slovacia: 3,1-7,4 m³/an/ha, în Belgia: 4-14 m³/an/ha, în Croația: 4,5-12 m³/an/ha, în Țările de Jos: 6-10 m³/an/ha, în Franța: 7,7 m³/an/ha, în Polonia: 9,5 m³/an/ha.

Datorită creșterii rapide în volum din primele decenii de viață, salcâmetele pot atinge producții (volume pe picior) importante destul de devreme, pe cele mai bune stațiuni: 200 m³/ha la 20 de ani, 290 m³/ha la 30 de ani și chiar 350 m³/ha la 40 de ani.

Există o legătură foarte strânsă între producția de lemn și modul de regenerare: pentru lăstarii de cioată și drajoni, producția descrește în timp (mai ales în cazul lăstarilor de cioată), de la prima la a treia generație (Nicolescu 2022).

3.5.3 Gospodărirea salcâmului/salcâmetelor

Obiectivele gospodării arborilor și arboretelor de salcâm depind de: localizare (în zonele cu valoare ecologică și de mediu ridicată versus arborete conduse silvotehnic în mod obișnuit) și rolul/funția pe care le îndeplinesc (protecție/conservare versus producție de lemn sau biomasă).

Gospodărirea salcâmului și a salcâmetelor trebuie făcută stratificat/după condiții specifice, respectiv: (i) tolerând, chiar favorizând salcâmul în anumite zone/situații ori (ii) eliminându-l complet din habitate naturale valoroase.

Prin urmare, această stratificare reprezintă singura soluție pentru o gospodărire rațională a speciei în Europa, care ia în considerare atât aspectele ecologice, cât și economice asociate cu prezența salcâmului în diferite habitate.

Astfel, în zonele cu valoare de conservare/ecologică ridicată, obiectivul principal constă în eliminarea completă și înlocuirea salcâmului cu specii autohtone. Modalitățile tehnice de eliminare constau în: controlul manual (smulgerea exemplarelor tinere), controlul mecanic (tăierea de jos, secuirea incompletă), controlul chimic (aplicarea de spray foliar, injectarea arborilor), combinația între control mecanic și chimic (tăierea sau secuirea arborilor, aplicarea arboricide pe cioată sau pe zona secuită), controlul biologic (pășunat cu capre și vite).

Însă, trebuie să ținem cont de capacitatea incredibilă de lăstărire și de drajonare a salcâmului, coroborată cu lungimea rădăcinilor care se dezvoltă pe orizontală (Figura 49), ceea ce face ca eliminarea completă a acestuia să fie imposibilă (Nicolescu 2022).

În schimb, în zonele cu obiective de producție de lemn sau biomasă, primul aspect care se ia în calcul este vârsta exploatabilității, distingându-se două situații: (i) culturi pentru biomasă/bioenergie (3-4 ani în crânguri cu cicluri foarte scurte, în Ungaria, Germania și Franța, 5-7 ani în Italia, respectiv 10 ani în Franța, în crânguri cu cicluri scurte) și (ii) arborete pentru producția de lemn, caz în care vârsta exploatabilității depinde de: tipul de sortiment-țel - până la 50-60 de ani (buștean de cherestea, în Germania și Austria), 25 de ani (pari de vie), 40 de ani (buștean de cherestea), în Franța și de clasa de producție - de la 20-25 ani (clasa a V-a) la 35-40 ani (clasa I) și regim: 20-25 ani (crâng) versus 30-35 ani (codru) (Nicolescu 2022).



Figura 49. Dezvoltarea în plan orizontal a rădăcinii unui salcâm de 3 ani. Sursa: fotografiile originale

În Republica Moldova, în cazul salcâmetelor, potrivit Anexei nr. 6 la „Normele tehnice pentru amenajarea pădurilor”, pentru sortimentul-țel chereștea și construcții, ciclul pentru pădurile cu funcții prioritare de protecție și producție este de 25-35 de ani, iar în cazul pădurilor cu funcții prioritare de protecție, ciclul este de 30-40 de ani.

3.5.4 Silvotecnica salcâmetelor

3.5.4.1 Instalarea arboretelor

Instalarea arboretelor se realizează prin plantațiile cu salcâm sau prin regenerare din drajoni/lăstari.

În cazul instalării arboretelor prin plantații de salcâm, se disting două modalități și anume: cu sămânță provenită din arborete semincere sau plantațe de semințe sau cu puietii provenind din butași de rădăcină ori obținuți prin micropropagare in vitro (culturi de țesuturi).

În cazul instalării prin plantații cu salcâm cu sămânță provenită din arborete semincere ori plantațe, sămânța trebuie în prealabil pregătită, prin scarificare, prin tratare cu acid sulfuric concentrat/diluat ori prin introducere în apă cu temperatura de minimum 70-80°C pentru îndepărtarea dormanței embrionare, prin spargerea tegumentului gros.

Scarificarea mecanică este eficientă biologic și permite tratarea unor cantități mari de semințe care, apoi, pot fi semăntate mecanic imediat. Necesită, însă, mașini speciale care sunt destul de scumpe atât ca preț, cât și ca întreținere.

Tratamentul cu acid sulfuric și cel cu apă fierbinte sunt, relativ, ușor de aplicat, iar eficiența lor este destul de ridicată (germinabilitatea crește de 80-250 de ori față de cea naturală), dar prezintă câteva inconveniente majore, și anume: cantitatea de semințe ce poate fi tratată într-o tranșă este destul de mică; după tratamentul cu acid sulfuric este necesară limpezirea semințelor prin două-trei treceri prin apă curată, iar după tratamentul cu apă fierbinte este necesară tratarea acestora cu apă rece din abundență pentru a pune capăt timpului de tratare; după ambele tipuri de tratamente umede este necesară uscarea semințelor pentru a putea fi semăntate mecanic.

Tehnologia de obținere a puietilor din sămânță este bine pusă la punct și destul de asemănătoare în toate țările care produc astfel de material săditor în cantități mari. Semăntatul se execută mecanic, primăvara (la final de aprilie-început de mai), în câmp deschis, cu mașini de semăntat cereale păioase, la distanța de 40-70 cm între rânduri (Figura 50) și adâncimea de 3-5 cm, cu o

normă de semănat care să asigure 40-50 semințe germinabile la un metru de semănătură. În acest fel, se asigură o densitate de circa 250.000 de puiți/ha (Budău 2023).

Puiții devin apti de plantat după un an, când realizează minimum 6 mm diametru la colet și de la 50 la 100 cm înălțime (Nicolescu 2022).

Înmulțirea prin semințe se practică, de cele mai multe ori, atunci când este necesar să se producă un număr mare de puiți a căror variabilitate fenotipică evidentă nu constituie un impediment, cum ar fi, spre exemplu: pentru împădurirea unor terenuri erodate sau total impropriei altor folosințe, pentru stabilizarea terenurilor predispuse alunecărilor, pentru fixarea nisipurilor “zburătoare” în terenurile afectate de procesul de eroziune eoliană, crearea perdelelor de protecție antierozională sau de protecție a căilor de comunicație și a localităților (Budău 2023).



Figura 50. Aspectul unei semănături de salcâm. Sursa: fotografie originală

Plantarea puiților de salcâm se realizează, de obicei, primăvara, dar și toamna, atunci când timpul permite acest lucru, iar procesele fiziologice ale plantei sunt în repaus vegetativ.

Pentru realizarea unei plantații trebuie să asigurăm din timp: material săditor de calitate, pregătirea adecvată a terenului, pichetarea și executarea gropilor (în cazul plantărilor manuale) și utilaje și mașini pentru plantat.

Referitor la pregătirea terenului, trebuie menționat faptul că în cazul salcâmului, este recomandabil ca aceasta să se realizeze pe întreaga suprafață, fie că sunt terenuri cu destinație agricolă pe care se intenționează crearea de păduri noi, fie că sunt terenuri rezultate în urma exploatării altor arborete sau a altor culturi forestiere.

După lucrările obișnuite de curățare a terenului (terenul trebuie să rămână cât mai curat posibil, fără bolovani, buturi, cioate sau alte resturi vegetale), se parcurge o scarificare a solului la adâncimea de 0,7-1 metru, iar după această operație se desfunde solul printr-o arătură cât mai adâncă (40-50 cm).

Pe terenurile care au fost cultivate agricol în bune condiții precum și pe solurile ușoare cu conținut ridicat în nisip, este suficientă o mobilizare superficială a solului la o adâncime de 8-

15 cm (o trecere cu grapa cu discuri). Totuși, și în acest caz, premergător se recomandă operația de scarificare a solului pentru aerisirea și drenajul solului.

Pentru terenurile din zona forestieră de câmpie sau cu solul puternic înierbat până la înțelenit, se recomandă mobilizarea solului la o adâncime mijlocie, de circa 20-40 cm.

Pichetarea se realizează manual, iar executarea gropilor se realizează fie manual, fie mecanizat, prin utilizarea motoburghiilor manipulate de om sau purtate pe tractoare ori prin utilizarea mașinilor de plantat, mai ales în terenurile plane, cu soluri ușoare (Budău 2023).

În Figura 51 este prezentat un exemplu de pichetare folosind o sârmă însemnată cu vopsea din metru în metru (indicată prin săgeata portocalie), care marchează locurile în care vor fi înfipti picheții (de trestie, în acest exemplu), indicați prin săgețile verzi.

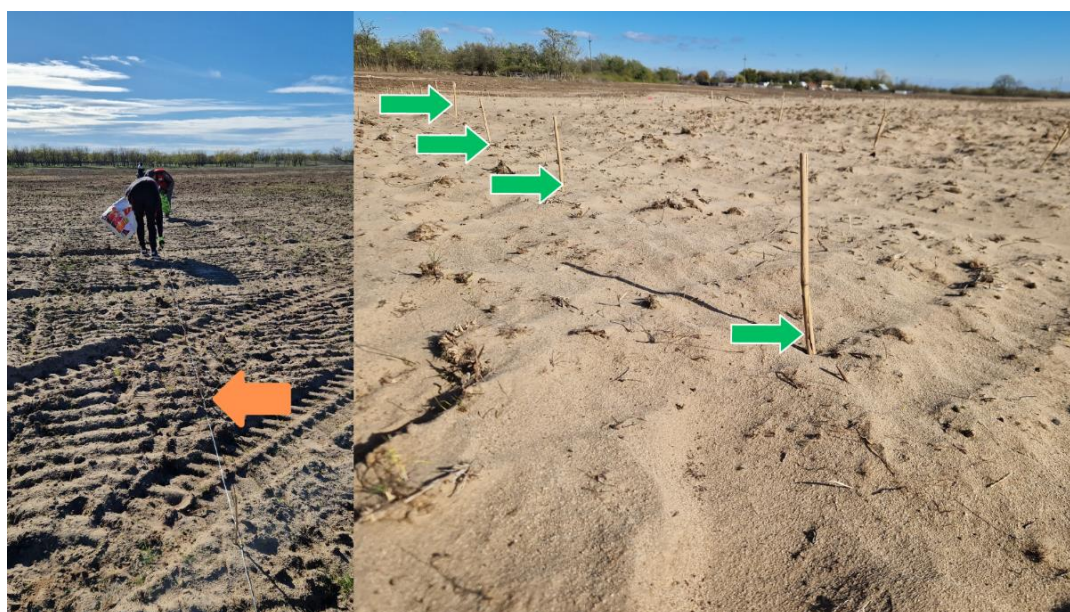


Figura 51. Un exemplu de pichetare. Sursa: fotografiile originale

Înainte de plantarea efectivă a puietilor forestieri, de la scoaterea acestora din câmpul pepinierii și până în momentul plantării, se parcurge o anumită perioadă de timp, care poate fi influențată de mai mulți factori, dintre care amintim: fenomenele meteorologice neprevăzute (precipitații atmosferice abundente, înghețuri târzii) care pot prelungi timpul programat pentru operația de plantare, disponibilitatea forței de muncă, distanța între pepiniera silvică și șantierul de împădurire.

În practica silvică, ca și metodă de păstrare a puietilor de salcâm, după scoaterea acestora din câmpul pepinierii și până la expediție sau plantare, cea mai des întâlnită metodă este păstrarea la șanț, puietii fiind așezați la 45°, pe un singur strat, apoi acoperiți cu nisip sau sol, care se tasează pentru eliminarea golurilor de aer (Figura 51).

În plus, în scopul creșterii procentului de prindere, în mod special în zonele cu deficit de apă în sol, este obligatorie realizarea mocirlirii puietilor forestieri. Mocirlirea se poate realiza fie într-o groapa naturală, fie într-o excavație artificială, caz în care se recomandă ca pe fundul acesteia să se pună o folie astfel încât apa să nu se infiltreze în sol (Figura 52). Sunt cazuri în care accesul în șantierul de împădurire este anevoios, iar transportarea și depozitarea apei necesare pentru mocirlire reprezintă o veritabilă provocare.



Figura 52. Depozitarea puietilor la șanț și realizarea unei gropi de mocirlire, indicată prin săgeata verde. Sursa: fotografie originală

De asemenea, în scopul evitării deshidratării rădăcinilor puietilor forestieri cu ocazia transportării acestora de la șanțul de depozitare în șantierul de împădurire, se recomandă ca, după mocirlire, transportul și depozitarea pentru câteva zeci de minute-ore, să se realizeze cu ajutorul unor cuve sau găleți, mai ales în zilele cu insolație puternică și/sau cu mișcări puternice ale curenților de aer (Figura 53).



Figura 53. Depozitarea temporară și transportul puietilor forestieri în șantierul de împădurire cu ajutorul găleților. Sursa: fotografii originale

Referitor la gropile de plantare, acestea se execută la dimensiunile minime de 30x30x30 cm. Dimensiunile gropilor trebuie să permită o așezare cât mai corectă a sistemului radicular, iar ”inversarea” orizonturilor solului la acoperirea rădăcinilor oferă puietului condiții superioare de nutritive.

Forma gropilor va fi prismatică (în cazul execuției manuale) sau cilindrică (dacă pentru execuția acestora sunt utilizate motoburghie sau utilaje similare). În momentul plantării, puietul se va menține în plan vertical, cât mai drept posibil.

La plantare, operația de tasare a solului din jurul puiețului de salcâm trebuie realizată într-un mod cât mai corect, astfel încât golurile de aer dintre rădăcinile puiețului și sol să fie eliminate. În cazul versanților cu pantă pronunțată, se recomandă pregătirea terenului și a solului în terase. În cazul plantărilor mecanizate, suprafața terenului se pregătește în totalitate, iar plantarea se realizează mecanizat, cu ajutorul utilajelor specializate în acest sens.

Pentru verificarea unei plantări corecte este suficient prinderea puiețului în cauză cu două degete și impulsivitatea acestuia în plan vertical (tras în sus), când întâlnim două situații: dacă puiețul este dislocat în totalitate sau se consideră că nu prezintă o stabilitate, operația de plantare nu este corespunzătoare și trebuie repetată; dacă puiețul prezintă o stabilitate bună astfel încât efortul celor două degete nu îi afectează stabilitatea în sol, operația de plantare este reușită.

După operația de plantare, se recomandă receperea/retezarea puieților forestieri. **Receperea reprezintă lucrarea prin care tulpinile puieților se retează la 1-2 cm deasupra solului, în scopul atenuării dezechilibrului fiziologic** dintre absorbția apei de către sistemul radicular mai redus, ca urmare a toaletării rădăcinilor sau vătămărilor provocate de la extragerea lor până la plantarea și pierderea apei prin transpirația părților aeriene, în special a frunzelor (Palaghianu și Negruțiu 2015). Puieții se recepează primăvara timpuriu (înainte de pornirea în vegetație), când s-au plantat toamna și imediat după plantare, când aceasta se realizează primăvara. Înlăturând tulpina, dispare dezechilibrul între absorbție și transpirație, rădăcinile se înmulțesc și pot aproviziona satisfăcător cu nutrienți și apă noul lăstar ce pornește dintr-un mugure proventiv (dormind), situat în regiunea coletului. Dacă puieții nu se recepează apare pericolul ca, în perioadele secetoase de primăvară, tulpina să se usuce după pornirea în vegetație, proces cunoscut sub denumirea de autorecepere. Din mugurii proventivi se formează noi lăstari, iar mai târziu și datorită acestei decalări, uneori puieții nu se pot lignifica până în toamnă (Palaghianu 2015).

În Figura 54 este prezentat cazul unei plantații înființate în noiembrie 2019, în solurile nisipoase de la Mârșani, județul Dolj, în cadrul inițiativei naționale *Plantăm fapte bune în România*. Puieții au fost recepați la începutul lunii martie 2020. Săgeata verde indică lăstarul rezultat după recepere, în vârstă de circa 2 luni. Săgeata roșie indică tulpina puiețului care a fost retezată, dar a fost înfiptă lângă pichet (indicat prin săgeata portocalie), pentru a fi mai ușor de identificat noii lăstari cu ocazia efectuării lucrărilor de întreținere, în mod special a celor de înlăturare a ierburilor concurente.

Cea de-a doua modalitate, respectiv cu puieți provenind din butași de rădăcină ori obținuți prin micropropagare in vitro, se practică, cu precădere, în trei țări europene, respectiv Ungaria, Polonia și Bulgaria, unde se aplică pentru multiplicarea exemplarelor sau varietăților superioare, precum: *Robinia pseudoacacia* var. *rectissima* Raber, cu trunchiuri foarte drepte, cilindrice, bine elagate, coroană îngustă și rară, cu ramuri subțiri, inserate în unghi ascuțit, lemn extrem de durabil, rezistență la boli și dăunători și *Robinia pseudoacacia* f. *semperflorens* (Carr) Voss, care are până la cinci perioade de înflorire în decursul unui an (Nicolescu 2022).

Înmulțirea prin butași de rădăcină prezintă două variante: prin butași lungi (8-10 cm) și prin butași scurți (3-5 cm). În ambele cazuri, butașii se fragmentează din rădăcini recoltate din plantații mamă special înființate în acest scop, pe terenuri cu soluri nisipoase în care recoltarea rădăcinilor se realizează cu ușurință. Butașii lungi se plantează manual, în brazde deschise la distanță de 40-50 cm, cu partea superioară la circa 1 cm sub nivelul solului.

Plantarea butașilor se face în perlit sterilizat, după o tratare prealabilă cu IBA sau Radistim. După plantare, se va asigura o umiditate relativă a aerului de 100%, prin ceață artificială sau

udări frecvente ale podelelor, parapetelor etc. Tratamentele împotriva bolilor și fertilizările se aplică săptămânal (Budău 2023).

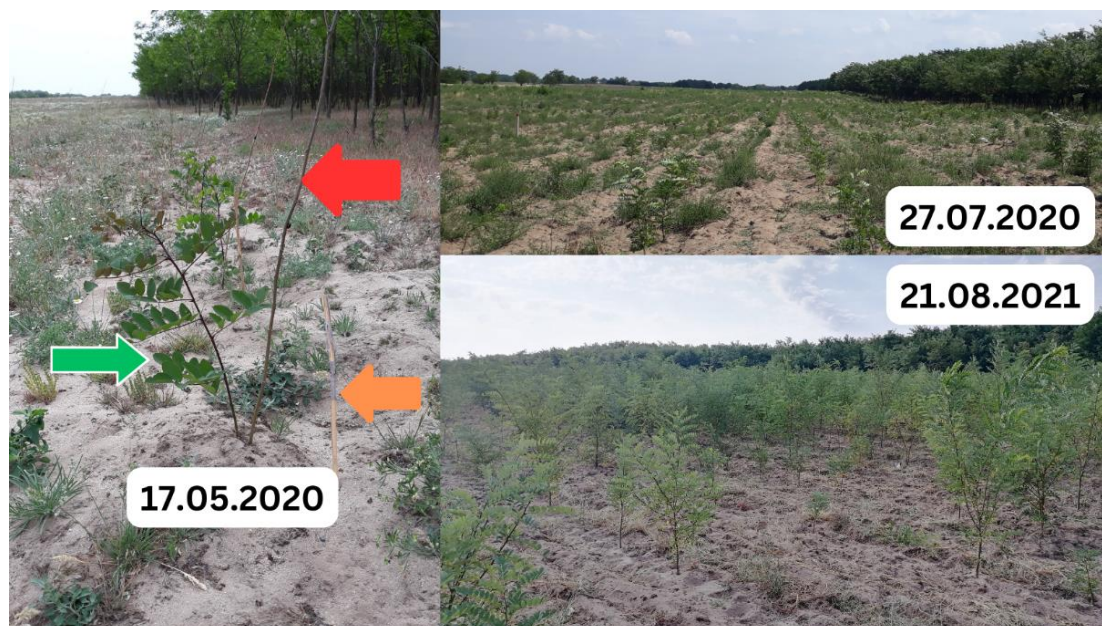


Figura 54. Creșterea puietilor de salcâm plantați în noiembrie 2019 și recepați în martie 2020 în primele două sezoane de vegetație (2020 și 2021). Sursa: fotografiile originale

Desimea inițială (puiți/ha) a plantațiilor de salcâm pentru lemn variază în diferite țări europene, astfel: 1100-2500 (Franța), 2000-2500 (Polonia), 2500 (Croația și Germania), 2500-3300 (Austria), 2500-4000 (Serbia), 3300-5000 (Bulgaria), 4000-5000 (România și Ungaria) ori 8900 (Ucraina).

Plantațiile de salcâm sunt în mod obișnuit monoculturi, dar există exemple de culturi amestecate de salcâm cu: plop hibrid sau autohton, în Ungaria și Serbia; tei și corn, în Bulgaria; plop și *Juglans x intermedia*, în Franța; stejar pedunculat, frasin comun, cireș pădureț, în Ucraina; pini, cvercinee sau acerinee, în Germania; glădiță, mălin american, ulm de Turkestan, diverși arbuști, în România. Un exemplu de cultură amestecată de salcâm cu mălin american este prezentată în Figura 55.

Regenerare din drajoni/lăstari se realizează când arboretele sunt tratate în regimul crângului, imediat după o tăiere de crâng simplu în căzănire, acolo unde cioatele au fost scoase și terenul a fost nivelat (Nicolescu 2022).

În demersul de instalare a arboretelor de salcâm, o atenție deosebită trebuie acordată și cerințelor ecologice ale speciei.

În zona de origine, salcâmul vegetează în climat cald (medie anuală de 7-10°C) și precipitații suficiente (700-900 mm anual). După extinderea lui în cultură în alte zone ale Terrei, s-a acomodat la condiții climatice total diferite de cele din țara de origine, azi fiind întâlnit din zona climatului mediteranean, cu precipitații puține (300 mm anual), din Israel până în Birmania unde găsește umiditate și temperaturi mult superioare celor din arealul său de origine (chiar 5000 mm anual). S-a dezvoltat în Japonia, cu ploi abundente pe tot parcursul anului, dar și în Africa de Sud unde plouă numai vara (Stănescu et al. 1997).



Figura 55. Cultură amestecată de salcâm cu mălin american, Mârșani, 10.10.2023.
Sursa: fotografie originală

Salcâmul suferă de gerurile mari de iarnă și în special de înghețurile timpurii, care în toamnele scurte îl surprind cu lujerii anuali nelignificați (Haralamb 1956). Spre exemplu, în România, salcâmul se dezvoltă și produce o cantitate mare de biomasă vegetală în regiunile calde, cu toamne blânde și lungi, ferite de înghețuri timpurii care provoacă degerarea lujerilor tineri, nelignificați. La temperaturi medii anuale sub 7-8° C vegetează slab, suferă de înghețuri, iar vânturile reci și chiciura provoacă ruperea crengilor, desprinderea lăstarilor de pe cioată, spintecarea tulpinilor înfurcate. În particular, în părțile sud-vestice ale Olteniei vegetează și la numai 400-500 mm/an, preferând însă solurile care dispun în sezonul estival de o anumită reveneală (Șofletea și Curtu 2008).

Temperamentul salcâmului este de lumină, suportând însă o ușoară umbră laterală. De aceea, arboretele vârstnice de salcâm sunt adeseori rărite, modificând foarte puțin climatul interior. Cu toate acestea, foarte puține specii lemnoase se pot menține în arboretele constituite de salcâm, datorită concurenței puternice pe care acesta o realizează în sol, prin sistemul său radicular foarte bine dezvoltat atât în profunzime, cât și în lateral, consumând mari cantități de substanțe minerale (Șofletea și Curtu 2008).

Salcâmul preferă solurile cu textură grosieră, afânate, aerisite și permeabile, levigate de carbonați (Șofletea și Curtu 2008; Dincă 2017). Constandache et al. (2006) recomandă utilizarea salcâmului pe soluri cu conținut cel mult moderat de carbonat de calciu. Pe de altă parte, Vítková et al. (2015) constată că salcâmetele sunt extrem de tolerante față de caracteristicile fizico-chimice ale solurilor, rezistând de la solurile acide, până la cele extrem de alcaline.

Cerințele salcâmului față de umiditatea din sol sunt destul de ridicate. De regulă, preferă solurile reavene, bine aerate și cu aport constant de umiditate în adâncime. Pe dunele din sudul Olteniei vegetează bine pe solurile uscate la suprafață, datorită sistemului său radicular, capabil să folosească orizonturile freatice situate la adâncimi mari. Nu îi sunt propice solurile foarte uscate și nici cele cu exces de umiditate, reci, sau cele expuse inundațiilor, pe care se usucă repede (Stănescu et al. 1997).

În concluzie, referitor la cerințele față de sol, pentru ca să crească puternic și să producă mult, pădurile de salcâm trebuie să fie instalate în terenuri cu soluri care pe o adâncime de 40-50 cm să fie afânate, ușoare, reavene și cu o fertilitate cel puțin mijlocie (Haralamb 1956).

3.5.4.2 Îngrijirea și conducerea arboretelor

După instalarea arboretelor, se continuă cu degajări-depresaje, care nu se recomandă în plantațiile cu desimi mici, însă se recomandă în arboretele regenerate natural, din lăstari/drajonii. Prin aplicarea acestor lucrări se urmărește eliminarea exemplarelor rău conformate sau înfurcite și favorizarea drajonilor în detrimentul lăstarilor de cioată. Recomandările sunt, în general, în Europa, de 1-2 intervenții, cu o periodicitate de 1-3 ani.

Curățirile se recomandă a fi aplicate în două intervenții succesive. Prima se aplică la vârsta de 4-5 ani (fiind o selecție negativă), prin care se elimină exemplarele cu defecte (înfurcite, rău conformate, rănite, aplecate), se reduce numărul de lăstari pe cioate (rămân 2-3), se ajustează spațierea dintre arbori și se reduce numărul de arbori la maximum 2.500 exemplare/hectar. Volumul recoltat este de circa 4-6 m³/ha. A doua intervenție se aplică după 3-4 ani (fiind o selecție pozitivă): aceleași obiective, cu reducerea desimii la 1.700-2.000 exemplare/hectar. Volumul recoltat este de circa 15-20 m³/ha.

Dacă curățirile se aplică prea târziu sau cu o intervenție prea slabă ca intensitate, arborii rămași nu își dezvoltă coroanele normal, iar acestea sunt deformate sau prea mici. Coroanele respective nu își vor mai reveni, oricât de multă lumină li se va pune la dispoziție ulterior.

Răriturile sunt lucrări care încep devreme, sunt selective, moderate ca intensitate și frecvente, la intervale de maximum 5-7 ani. Scopul aplicării răriturilor constă în păstrarea coroanelor arborilor de viitor, fără competiție la nivelul coroanelor (adică să aibă o creștere liberă), prin îndepărtarea a 2-3 sau chiar 4-5 arbori competitori, ceea ce va conduce la o creștere mai viguroasă în grosime, pentru atingerea diametrului țel cât mai repede posibil.

În general, în spațiul european, răriturile au o intensitate de 15-25% din volumul pe picior. În România, intensitatea este de 15% din volumul pe picior la vârsta de 11-20 de ani și 10% din volumul pe picior la vârsta de 21-30 de ani.

Volumul recoltat/intervenție prezintă o variație foarte mare, astfel: 18-30 m³/ha în Croația, 20 m³/ha în Serbia, 30-50 m³/ha în Ungaria sau 80 m³/ha în Germania (Nicolescu 2022).

În Republica Moldova, potrivit reglementărilor în vigoare (Anexa nr. 8 la Normele tehnice pentru amenajarea pădurilor), periodicitatea lucrărilor de îngrijire pentru salcâmete este după cum urmează: 1-3 ani pentru degajări (depresaje), 3-4 ani pentru curățiri, 4-5 ani pentru răriturile aplicate în stadiul de păriș și 5-6 ani pentru răriturile aplicate în stadiul de codrișor.

3.5.4.3 Regime și tratamente silviculturale

Modul (general) de regenerare reprezintă principalul criteriu (adesea unicul) pe baza căruia se diferențiază regimurile. Astfel, având în vedere că regenerarea arboretelor se poate realiza pe cale generativă (din sămânță sau puiți) ori pe cale vegetativă (din lăstari, drajoni, butași), au fost diferențiate trei regimuri fundamentale, respectiv: (i) codru, cu regenerare generativă, (ii) crâng, cu regenerare vegetativă și (iii) crâng compus, cu regenerare, în mod ideal, atât generativă, cât și vegetativă (Nicolescu 2014).

În plus față de modul de regenerare, pentru definirea regimului sunt considerate încă două aspecte, respectiv: vârsta la care se taie (exploatează) arboretele (vârsta exploatabilității) și dimensiunile pe care le ating arborii la exploatabilitate.

Arboretele tratate în regimul crângului se reîntinerec repetat prin intermediul lăstarilor de cioată sau de rădăcină (drajoni).

În cadrul unui regim oarecare, gospodărirea unei păduri se poate realiza prin mai multe modalități, ceea ce a condus la apariția noțiunii de tratament (silvicultural).

În sens larg, tratamentul include întregul ansamblu de măsuri culturale, prin care pădurea este condusă de la întemeiere până la exploatare și regenerare.

În sens restrâns, prin tratament se înțelege modul special cum se procedează la exploatarea și, totodată, la regenerarea unui arboret sau a unei păduri (Nicolescu 2014).

În Republica Moldova, în sensul „Normelor tehnice pentru alegerea și aplicarea tratamentelor în păduri” (Anexa nr. 6 la Ordinul Agenției “Moldsilva” nr. 90 din 04 aprilie 2012), tratamentul cuprinde un sistem de măsuri biotehnice, prin care se pregătește și se realizează, în cadrul unui regim dat, trecerea arboretelor și a pădurii de la o generație la alta. Aceste măsuri trebuie să se afle în strânsă corelare cu cele care privesc conducerea arboretelor pe durata întregului ciclu. Prin adoptarea și aplicarea unuia sau altuia dintre tratamente se urmărește în principal asigurarea integrală a regenerării arboretelor suprafeței periodice în rând și realizarea unor structuri optime sub raport funcțional. În acest sens, se are în vedere superioritatea cu precădere a tratamentelor prin care se asigură diversificarea structurii arboretelor, promovându-se în compoziția viitoarelor păduri speciile și genotipurile de valoare economică ridicată, rezistente la adversități și cu valențe funcționale multiple. Concomitent, se va urmări conversiunea la codru, refacerea sau substituirea arboretelor necorespunzătoare sub raport ecologic și funcțional, în scopul sporirii gradului de stabilitate al ecosistemelor forestiere.

La alegerea tratamentelor se au în vedere formațiile mari de păduri, cu diferențieri pe categorii de productivitate și de structură a arboretelor, condițiile staționale și particularitățile acestora. La definirea tehnicii de aplicare a tratamentului ales se iau în considerare și unitățile ecologice de grad inferior. De asemenea, alegerea tratamentului se va face în raport cu tipurile funcționale, care sunt constituite prin grupare, în cadrul aceluiași tip, a categoriilor funcționale cu grad similar de intensitate a funcțiilor atribuite arboretelor componente. În acest sens, sunt constituite 5 tipuri de categorii funcționale, după cum urmează:

- Tipul 0 (T0): păduri de interes științific constituite în zone de protecție integrală (zone strict protejate) supuse regimului de ocrotire integrală a naturii. Pentru arboretele respective sunt excluse orice intervenții silviculturale sau alte activități care ar putea dereglă echilibrul ecologic.
- Tipul I (TI): păduri cu funcții speciale pentru ocrotirea naturii. Aceste păduri pot fi dirijate prin măsuri de gospodărire (lucrări de îngrijire și conducere), au un regim controlat de gospodărire. În cazul ecosistemelor forestiere deteriorate, sunt permise

lucrări de reconstrucție ecologică, prin care se urmărește realizarea de structuri de tip natural.

- Tipul II (TII): păduri cu funcții speciale de protecție situate în stațiuni cu condiții grele sub raport ecologic, precum și arboretele în care nu se recomandă recoltarea de masă lemnoasă prin tăieri de regenerare obișnuite. În aceste arborete se vor executa lucrări speciale de conservare, potrivit prevederilor din amenajamentele silvice. În arboretele deteriorate sunt permise lucrări de reconstrucție ecologică.
- Tipul III (TIII): păduri cu funcții speciale de protecție pentru care se admit, în funcție de panta terenului, tratamente cât mai intensive (tăieri cvasigrădinate). În unele păduri se pot aplica și alte tratamente intensive (tăieri progresive, tăieri succesive, tăieri în benzi), precum și lucrări speciale de conservare.
- Tipul IV (TIV): păduri cu funcții speciale de protecție pentru care se admit tăieri cvasigrădinate, precum și alte tratamente, însă cu restricții în aplicare.

Potrivit prevederilor normelor tehnice, având în vedere schema privind alegerea tratamentelor în pădurile fondului forestier al Republicii Moldova (cu excepția arboretelor degradate care necesită substituirii), pentru salcâmetele echiene și relativ echiene, sunt indicate următoarele tratamente (Tabelul 30).

Tabelul 30. Alegerea tratamentelor pentru salcâmetele echiene și relativ echiene

Categorია de productivitate	Grupa funcțională I	
	Tipuri de categorii funcționale	
	TIII	TIV
superioară și mijlocie	crâng simplu, tăieri rase în benzi, tăieri rase pe parchete mici	crâng simplu, căzănire, crâng grădănit, tăieri rase în benzi, tăieri rase pe parchete mici
inferioară	crâng simplu, tăieri rase în benzi, tăieri rase pe parchete mici	crâng simplu, căzănire, tăieri rase în benzi, tăieri rase pe parchete mici

Tratamentul tăierilor rase pe parchete mici constă în tăierea anuală a câte unui parchet ajuns la termenul exploatării, iar regenerarea suprafeței rămasă complet descoperită se asigură ulterior artificial, natural sau mixt, din sămânță.

Mărimea parchetelor va fi de maximum 2,0 ha, dar în cazul unor calamități naturale, mărimea parchetelor poate fi mai mare, în raport cu amploarea fenomenului și este reglementată în scris de către autoritatea silvică centrală.

Tratamentul tăierilor rase pe parchete mici se poate aplica cu precădere arboretelor situate pe pante până la 25°, precum și în situațiile în care nu există pericolul de degradare a solului prin eroziune, alunecări sau înmlăștinări.

Regenerarea suprafețelor se va face în cea mai mare parte pe cale artificială, dar uneori aceasta se face în bună parte și pe cale naturală, în zonele de margine de masiv.

Tăierile rase pe parchete mici nu se vor aplica în arborete situate pe soluri scheletice, pe grohotișuri sau soluri cu exces de umiditate. Alăturarea parchetelor se face în raport cu durata de realizare a stării de masiv și intensitatea funcțiilor de protecție atribuite, la intervale de 2-5 ani, cu condiția reușitei definitive a regenerării pe parchetele alăturate, exploatate anterior.

Lucrările de împădurire se execută imediat după exploatarea și curățirea parchetelor, luându-se măsurile necesare pentru prevenirea și combaterea bolilor și a dăunătorilor, cât și pentru prevenirea degradării condițiilor staționale.

Tratamentul tăierilor rase în benzi constă în tăierea anuală a câte unui parchet, având forma unei benzi înguste, ajuns la termenul exploatarei, iar regenerarea suprafeței rămasă complet descoperită se asigură ulterior artificial, natural sau mixt, din sămânță. Prin acest tratament cu tăieri rase, se urmărește obținerea, în cât mai mare măsură, a regenerării naturale. Benzile care se taie ras beneficiază de adăpostul lateral al arboretului vecin, regenerarea naturală fiind favorizată, mai ales în cazul speciilor de arbori cu semințe ușoare.

Semințișul beneficiază la maxim de adăpostul arboretului bătrân, atunci când benzile sunt orientate mai mult sau mai puțin pe direcția E-V, iar tăierile înaintază în direcția N-S, eventual N-V sau N-E.

Tratamentul crângului simplu se bazează pe o tăiere unică (rasă) a arboretului exploatabil, iar regenerarea se realizează în principal prin lăstari și drajoni.

Calitatea regenerării este puternic dependentă de vârsta arboretului, în sensul că cu cât aceasta este mai mică, cu atât reușita regenerării este mai sigură.

Tăierile se localizează pe întreaga suprafață a arboretului (suprafețe de până la 2,0 ha), sau separate în suprafețe delimitate (parchete) de până la 2,0 ha fiecare, în conformitate cu prevederile legislației în vigoare. Termenul de alăturare a parchetelor, exprimat prin intervalul de timp dintre tăierea pe parchetele alăturate (cu una și mai multe laturi comune), este mai mic decât în cazul tratamentelor de codru, deoarece lăstarii sunt mai rezistenți la condițiile specifice terenului descoperit.

În cazul aplicării crângului simplu cu tăieri de jos, exploatarea se face prin tăierea arborilor cu toporul sau cu fereastră mecanic, cât mai aproape de suprafața solului. Arboretele rezultate sunt constituite din lăstari sau drajoni, printre care se pot găsi și exemplare din sămânță. Recoltarea arboretului de pe suprafața de regenerat se face printr-o tăiere unică, executată în perioada de repaus vegetativ, pe cât posibil spre sfârșitul acesteia. Tăierea se face cu toporul, ușor oblic și neted, extrăgându-se îndeosebi exemplarele cu diametrul cioatei de până la 8 cm. De regulă, cu motoferăstrăul sunt tăiați arborii cu tulpini îmbătrânite, cu diametre mari, situație în care înălțimea cioatei nu va fi mai mare de 5 cm. Dacă se urmărește obținerea regenerării din drajoni, așa cum este în cazul salcâmetelor, după tăiere se face o mobilizare a solului printre cioate cu scopul de a reduce concurența păturii erbacee, afânării solului și stimulării drajonării, după care în lunile iulie-august, încă din primul an, se înlătură lăstarii de pe cioate din porțiunile în care există regenerare suficientă din drajoni.

În cazul aplicării crângului simplu cu tăieri de căzănire, exploatarea se face prin scoaterea din pământ a arborilor cu tot cu cioată, prin tăierea rădăcinilor de lângă tulpină. Gropile care se formează prin această lucrare după exploatare se astupă. Reîntinerirea arboretului se face prin drajoni, în care scop, acolo unde este posibil se fac și mobilizări ale solului printre gropile respective. Aceasta variantă se aplică pentru reîntinerirea arboretelor de salcâm, cu excepția celor situate pe nisipuri mobile și cu pericol de eroziune, alunecări de teren și cu pantă de peste 10°.

În cazul tratamentului crângului grădinarit, de la fiecare cioată se recoltează o parte din lăstari și anume cei necorespunzători și cei care au atins diametrul corespunzător țelului de gospodărire urmărit în limitele volumelor de recoltat. Arboretul rezultat este unul de vârste amestecate.

În vederea creșterii rezilienței și rezistenței salcâmetelor la condițiile climatice extreme, recomandăm asocierea acestuia cu alte specii de amestec (frasin, în special), receperea puieților imediat după plantare primăvara, sau în primăvară, pentru cei plantați de toamnă, evitarea strictă a solurilor cu carbonați care vor duce la pierderi, reîntinerirea sistematică a arboretelor care au o stare de vegetație necorespunzătoare dincolo de a treia sau a patra rotație, refacerea arboretelor degradate printr-o pregătire corectă a parchetului și regenerarea artificială prin puieți produși în pepiniere, utilizarea unor specii precum sâmbovina pe termen scurt ca fază tranzitorie pentru a elimina stratul arbustiv invaziv instalat în multe păduri.



De reținut!

Rezumat

Silvicultura este compusă din două părți: silvobiologia, care constituie latura teoretică, latura științifică, baza biologică a silviculturii, considerând pădurea atât static, cât și din punct de vedere al legilor naturale ale dezvoltării sale, și silvotehnica care este considerată latura aplicativă, de artă, a silviculturii, și include practica instalării, îngrijirii și regenerării pădurilor în scopul creării de arborete care servesc pentru realizarea anumitor obiective de gospodărire.

Salcâmul este o specie originară din America de Nord, care a fost introdusă în Europa în 1601, în prezent suprafața ocupată de pădurile de salcâm în țările europene fiind de 2,3 milioane hectare. Topul țărilor europene cu cele mai mari suprafețe de păduri de salcâm este compus din: Ungaria (465.000 hectare), Ucraina (422.500 hectare), Polonia (309.000 hectare), România (250.000 hectare), Italia (233.000 hectare) și Franța (195.000 hectare).

Regenerarea naturală a salcâmului se realizează în trei moduri: din drajoni (lăstari de rădăcină), din lăstari de cioată sau din sămânță. Obiectivele gospodăririi arborilor și arboretelor de salcâm depind de: localizare (în zonele cu valoare ecologică și de mediu ridicată versus arborete conduse silvotehnic în mod obișnuit) și rolul/funcția pe care le îndeplinesc (protecție/conservare versus producție de lemn sau biomasă).

Gospodărirea salcâmului și a salcâmetelor trebuie făcută stratificat/după condiții specifice, respectiv: (i) tolerând, chiar favorizând salcâmul în anumite zone/situații ori (ii) eliminându-l complet din habitate naturale valoroase. La salcâm, în mod special în regiunile predispuse aridizării, se recomandă să se realizeze receperea/retezarea puieților forestieri primăvara timpuriu (înainte de pornirea în vegetație), când s-au plantat toamna și imediat după plantare, când plantarea se realizează primăvara.

Plantațiile de salcâm sunt în mod obișnuit monoculturi, dar există exemple de culturi amestecate de salcâm cu glădiță, mălin american, ulm de Turkestan, diverși arbuști etc. Salcâmul vegetează în climat cald (medie anuală de 7-10° C) și precipitații suficiente (700-900 mm anual), suferă de gerurile mari de iarnă și în special de înghețurile timpurii, preferă solurile cu textură grosieră, afânate, aerisite și permeabile, levigate de carbonați și prezintă temperament de lumină, suportând însă o ușoară umbră laterală.

În Republica Moldova, periodicitatea lucrărilor de îngrijire pentru salcâmete este după cum urmează: 1-3 ani pentru degajări (depresaje), 3-4 ani pentru curățiri, 4-5 ani pentru răriturile aplicate în stadiul de păriș și respectiv 5-6 ani pentru răriturile aplicate în stadiul de codrișor.

Potrivit prevederilor normelor tehnice, având în vedere schema privind alegerea tratamentelor în pădurile fondului forestier al Republicii Moldova (cu excepția arboretelor degradate care necesită substituire), pentru salcâmetele echiene și relativ echiene, sunt indicate următoarele tratamente: tratamentul tăierilor rase pe parchete mici, tratamentul tăierilor rase în benzi, tratamentul crângului simplu (tratamentul crângului simplu cu tăieri de jos și tratamentul crângului simplu cu tăieri de căzănire și tratamentul crângului grădinărit.

Având în vedere multiplele produse și servicii furnizate de către culturile cu salcâm, inclusiv din perspectiva stocării unor cantități însemnate de carbon, este de așteptat ca importanța acestei specii să crească în Europa, implicit în Republica Moldova, în viitorul apropiat.

Mesaj cheie

Salcâmul, originar din America de Nord, este o specie relativ pretențioasă, din punct de vedere ecologic, pretându-se pentru o paletă diversificată de terenuri, inclusiv degradate. În Republica Moldova, salcâmul reprezintă una dintre principalele specii forestiere, grație campaniilor de împădurire din ultimul secol. În prezent, salcâmul intră în componența multiplelor tipuri de perdele forestiere de protecție, inclusiv a celor instalate în terenurile agricole.

Mulțumită însușirilor sale biologice, în mod special a capacității ridicate de regenerare vegetativă, prin drajoni și lăstari de cioată, coroborată cu ritmul accentuat de creștere, salcâmetele din Republica Moldova sunt conduse în regimul crângului, ceea ce oferă beneficii multiple, la scurt timp de la înființarea culturilor forestiere.

Este de așteptat ca în actualul context marcat de schimbările climatice manifestate prin accentuarea aridizării în multe zone din Republica Moldova, salcâmul să joace un rol important în înființarea de noi culturi forestiere, acolo unde stejarii autohtoni xerofiti ori alte specii xerofite nu mai fac față.



Dicționar de termeni

- Arboret - porțiunea omogenă de teren forestier, atât din punctul de vedere al fitocenozei de arbori, cât și al condițiilor staționale, în care se aplică aceeași lucrare silviculturală;
- Curățiri - operații de îngrijire ce se aplică arboretelor ajunse în fazele de nuieliș-prăjiniș, prin care se urmărește grăbirea și dirijarea procesului de eliminare naturală, printr-o selecție în masă cu caracter negativ a arborilor, indiferent de specia căreia aparțin;
- Degajări - operații de îngrijire ce se aplică în arboretele amestecate, având un caracter de selecție în masă și urmărind salvarea de coplășire și promovarea speciilor valoroase;
- Depresaje - operații de îngrijire ce se aplică în arboretele pure, regenerate pe cale naturală și excesiv de dese, aflate în faza de desis, prin care se urmărește răirirea acestora;

- Elagaj artificial - îndepărtarea (curățirea) ramurilor uscate, în curs de uscare sau a celor verzi de pe o anumită porțiune de la baza tulpinii arborilor;
- Parchet - suprafața de pădure în care se efectuează recoltări de masă lemnoasă în scopul realizării unei tăieri de îngrijire, a unui anumit tratament, a lucrărilor de conservare sau a extragerii produselor accidentale sau de igienă;
- Receptare - lucrarea prin care tulpinile puiștilor se retează la 1-2 cm deasupra solului, în scopul atenuării dezechilibrului fiziologic dintre absorbția apei de către sistemul radicular mai redus, ca urmare a toaletării rădăcinilor sau vătămărilor provocate de la extragerea lor până la plantarea și pierderea apei prin transpirația părților aeriene, în special a frunzelor;
- Regenerarea pădurii cultivate - reinnoirea sau refacerea unei păduri îmbătrânite, exploatate sau distruse din vreo cauză oarecare;
- Regim - modul general în care se realizează regenerarea unei păduri: din sămânță, din lăstari sau mixt (din sămânță și lăstari);
- Regimul codrului - modul general de gospodărire a unei păduri, bazat pe regenerarea din sămânță;
- Regimul crângului - modul general de gospodărire a unei păduri, bazat pe regenerarea vegetativă;
- Repaus vegetativ - starea în care semințele și plantele perene manifestă o scădere semnificativă a intensității proceselor fiziologice datorită determinismului intern și condițiilor de mediu;
- Silvicultura - ansamblul de preocupări și acțiuni privind cunoașterea pădurii, crearea și îngrijirea acesteia, recoltarea și valorificarea rațională a produselor sale, precum și organizarea și conducerea întregului proces de gestionare durabilă a pădurii;
- Silvobiologia - latura teoretică, latura științifică, baza biologică a silviculturii, considerând pădurea atât static, cât și din punct de vedere al legilor naturale ale dezvoltării sale;
- Silvotecnica - latura aplicativă, de artă, a silviculturii, și include practica instalării, îngrijirii și regenerării pădurilor în scopul creării de arborete care servesc pentru realizarea anumitor obiective de gospodărire;
- Tratament silvicultural - modul special în care se face recoltarea materialului exploatabil și se asigură regenerarea unei păduri în cadrul aceluiași regim, pentru atingerea unui anumit scop.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Ce studiază silvobiologia, respectiv silvotecnica?
2. Cum se realizează regenerarea vegetativă a salcâmului?
3. Cum se realizează instalarea arboretelor de salcâm?
4. Ce presupune tehnologia de obținere a puiștilor din sămânță?
5. Ce este receptarea și de ce se aplică?

3.6 Studii de caz

3.6.1 Împăduririle realizate cu salcâm în România, cu privire specială asupra celor din județele Dolj și Olt

Autor: Mihai Enescu

Salcâmul (*Robinia pseudoacacia* L.) este o specie originară din America de Nord, care a fost introdusă în Europa în 1601, în prezent suprafața ocupată de pădurile de salcâm în țările europene fiind de 2,3 milioane hectare (Nicolescu et al. 2020).

Primele acțiuni semnificative de împădurire cu salcâm realizate pe actualul teritoriu al României au fost realizate în urmă cu aproape două secole, unul dintre cele mai relevante exemple fiind demersul prințului Știrbey, care în 1852 a demarat o serie de lucrări experimentale de fixare a nisipurilor prin culturile de salcâm, pe moșia sa de la Băilești (Drăcea 2008).

De atunci și până în prezent, salcâmul a devenit unul dintre arborii cei mai des întâlniți în zonele nisipoase din România. Aici el formează nu doar păduri întinse, dar este foarte răspândit în mediul rural, unde aproape fiecare țaran și-a plantat unul sau doi salcâmi la marginea grădinii.

Potrivit celor mai recente date, suprafața ocupată de salcâm în România este de circa 250.000 de hectare, România aflându-se în topul țărilor europene cu cele mai întinse suprafețe, după Ungaria (465.000 hectare), Ucraina (422.500 hectare), Polonia (309.000 hectare) și în fața Italiei (233.000 hectare) și Franței (195.000 hectare) (Nicolescu et al. 2020).

Grație importanței crescânde a acestei specii pentru România, specialiștii în domeniu (Ivanschii et al. 1992) au realizat o zonare pedoclimatică a arealului ocupat de salcâm în România, astfel: zona foarte favorabilă, care cuprinde numai o fâșie de-a lungul Dunării, începând mai la sud de Turnu Severin și până dincolo de Giurgiu și zona favorabilă pentru cultura de salcâm, în interiorul căreia această specie se comportă bine ca arbore forestier, realizând arborete de clasele a II-a și a III-a de producție. Această zonă este reprezentată de areale mai mult sau mai puțin extinse în toate ținuturile istorice ale României, astfel: în Muntenia, pe un areal ce pornește la sud de București și se întinde spre nord până la Târgoviște și Ploiești; în Oltenia, arealul favorabil salcâmului este reprezentat de o fâșie ce coboară pe Valea Jiului de la Târgu Jiu până la Filiași lățindu-se spre est, până la Drăgășani; în Transilvania, arealul favorabil este reprezentat de Valea Mureșului, de la Târgu Mureș la Arad și de Câmpia de Vest, de la Chișineu Criș până la nord de Satu Mare; în Moldova, acest areal cuprinde fâșii de-a lungul Siretului, de la Bacău până la Focșani și de-a lungul Vasluiului și Prutului, de la Iași până la Galați.

În general, în România, arealul de cultură al salcâmului este legat de prezența solurilor nisipoase, cele mai întinse păduri de salcâm regăsindu-se în principalele zone ocupate de psamosoluri. Din cele circa 540.000 de hectare de psamosoluri, cele mai întinse suprafețe se află în sudul Olteniei (circa 230.000 de hectare), în Bărăgan, în partea dreaptă a Călmățuiului (circa 88.000 de hectare), a Ialomiței (circa 55.000 de hectare), Buzăului și Câmpia Tecuciului, apoi în Câmpia de Vest (cca. 32.000 ha). Diferențierile dintre nisipurile din diferite zone ale României sunt următoarele:

- Nisipurile din Oltenia se prezintă sub formă de dune orientate NV-SE, au înălțimea de 5-15 m, intervalul dintre dune de 200-800 m și nivelul apelor freatice scăzut (6-13 m), iar reacția solului este slab acidă (Figura 56);

- Nisipurile din NV țării prezintă un relief caracteristic de dune cu diferențe de nivel de 6-20 m, intervalul dintre dune fiind de 300-700 m și nivelul apei freatice pe interdune de 1,3 m. Au un conținut ceva mai ridicat de argilă (3,5-11,5%) și de humus (1-2%);
- Nisipurile din Câmpia Bărăganului sunt mai bogate în nisip fin (peste 80%), au mai puțin humus, o reacție neutră și sunt deosebit de sărace în elemente nutritive;
- Nisipurile din Câmpia Tecuciului conțin 25-35% nisip grosier, 55-70% nisip fin, 2-6% argilă și au reacția acidă;
- Nisipurile și regosolurile nisipoase din Delta Dunării sunt în parte de origine marină, iar restul de origine fluviatilă (Borza 1997).



Figura 56. Orizonturile superioare ale unui psamosol din zona Mârșani, județul Dolj (stânga) și ale unui psamosol din zona Urzica, județul Olt (dreapta). Sursa: fotografiile originale

În România, zona cea mai afectată de eroziunea eoliană este sudul Olteniei, cunoscută și sub denumirea de “Sahara României” ori “Sahara Olteniei”, cele mai întinse terenuri cu nisipuri “zburătoare” fiind în județul Dolj. Evoluția suprafețelor de pădure din județul Dolj este prezentată în continuare, în legătură cu evenimentele istorice importante.

În perioada interbelică, suprafața pădurilor din județul Dolj era de 105.000 hectare (14,16 % din suprafața totală a județului), iar distribuția acestora pe tipul de proprietate era: 54% păduri proprietate de stat, 20% păduri proprietate a persoanelor juridice și 26% păduri proprietate a persoanelor fizice.

În perioada 1948-1989, au fost adoptate mai multe acte normative care au avut impact asupra suprafețelor de pădure din județul Dolj. În 1954, a fost adoptată HCM 2315/1954, prin care s-

au dat în folosința unor instituții 11.000 hectare păduri, rezultând așa-numitele "păduri comunale". Mai târziu, au fost adoptate HCM 385/1962 și HCM 1898/1969, prin care s-a aprobat defrișarea a 9.000 hectare din Lunca Dunării, terenuri forestiere rămase în afara zonei îndiguite, pentru a fi cedate agriculturii și înființarea a 1.400 hectare de perdele forestiere cu o lungime de aproape 2.000 km.

La începutul anului 1989, ca efect al defrișărilor realizate în deceniile precedente, suprafața pădurilor la nivelul județului era de 82.877 hectare (11,18% din suprafața totală a județului), toate pădurile fiind în proprietatea statului.

După anul 1989, au fost adoptate o serie de acte normative care au condus la creșterea suprafeței de pădure, prin preluarea în administrarea RNP-Romsilva de la ADS a unor terenuri inapte agriculturii (3.497 hectare) sau prin cumpărare de terenuri agricole (116 hectare) ce au fost împădurite. Pădurile din jurul U.A.T.-urilor Dăbuleni, Călărași, Sadova, Măceșu au fost plantate pe terenurile preluate de la Stațiunea Centrală de Cercetări pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni (HG 876/1997; 1.292 hectare) și de la ADS (HG 357/2002; 2.205 hectare).

În perioada 2006-2020, prin obiectivele de investiții "Reconstrucție ecologică forestieră pe terenuri degradate constituite în perimetre de ameliorare", precum și prin înființarea perdelelor forestiere de protecție, prin fonduri bugetare, realizate prin Garda Forestieră Râmnicu Vâlcea, suprafața împădurită a ajuns la 2.219 hectare.

În perioada 2008-2020, obiectivele de investiții "Reconstrucție ecologică forestieră pe terenuri degradate constituite în perimetre de ameliorare", realizate prin primării sau consilii județene cu fonduri de la Administrația Fondului pentru Mediu, suprafața împădurită a ajuns la 885 hectare. Toate aceste proiecte au condus la o suprafață împădurită de 6.601 hectare, în circa două decenii, principala specie plantată fiind salcâmul (*Robinia pseudoacacia*).

Multe din primele plantații forestiere realizate acum circa două decenii sunt vizibile pe portalul Global Forest Watch, la secțiunea "Tree cover gain - 2000 - 2020", fiind ilustrate în albastru (Figura 57).

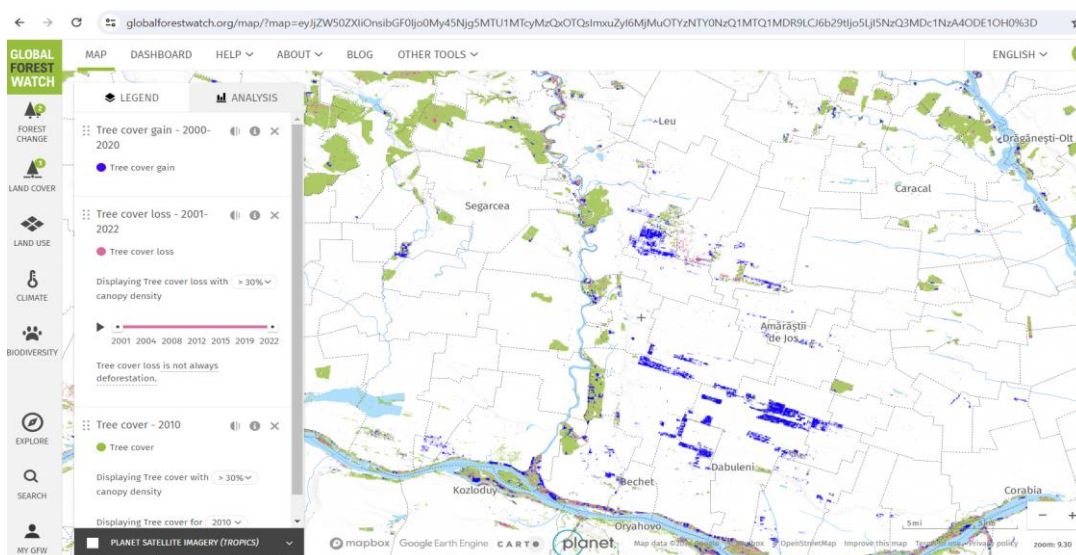


Figura 57. Plantații forestiere din sudul Olteniei
Sursa: captura de ecran, portalul Global Forest Watch

Exemple recente de bune practici, de înființare de păduri preponderent de salcâm în terenuri nisipoase au fost înregistrate și pe raza U.A.T. Urzica, județul Olt, în 2005, pe teritoriul localității, existând la data respectivă, doar 7,5 hectare de pădure.

În toamna anului 2006, a fost înființat perimetrul de ameliorare Urzica 1, pe o suprafață de 188 ha (Figura 58), iar în toamna anului 2009, a fost înființat perimetrul de ameliorare Urzica 2, pe o suprafață de 101 ha, iar în primăvara anului 2020, au fost demarate lucrările de împădurire în perimetrul de ameliorare Urzica 3, în suprafață de 34 ha, cu salcâm și dud.

În plus, în anii 2010 și 2011 a fost înființată perdeaua de protecție Urzica în suprafață de 62 ha. Prin urmare, prin eforturile Gărzii Forestiere Râmnicu Vâlcea din ultimii aproape 20 de ani, pe raza UAT Urzica sunt circa 400 ha de pădure nou înființată.



Figura 58. Aspecte din perimetrul de ameliorare Urzica 1: 2006, înainte de împădurire (stânga) și 2020 (dreapta). Sursa: fotografiile originale

De asemenea, în noiembrie 2011, a fost realizată și prima acțiune de împădurire cu voluntari de către Asociația Mai Mult Verde, cu sprijinul financiar al OMV Petrom. În patru ore, cu ajutorul a 700 de voluntari, 8 hectare de nisipuri au fost împădurite, în Mârșani, județul Dolj. În prezent, parcela este vizibilă și pe portalul Google Maps (Figura 59).

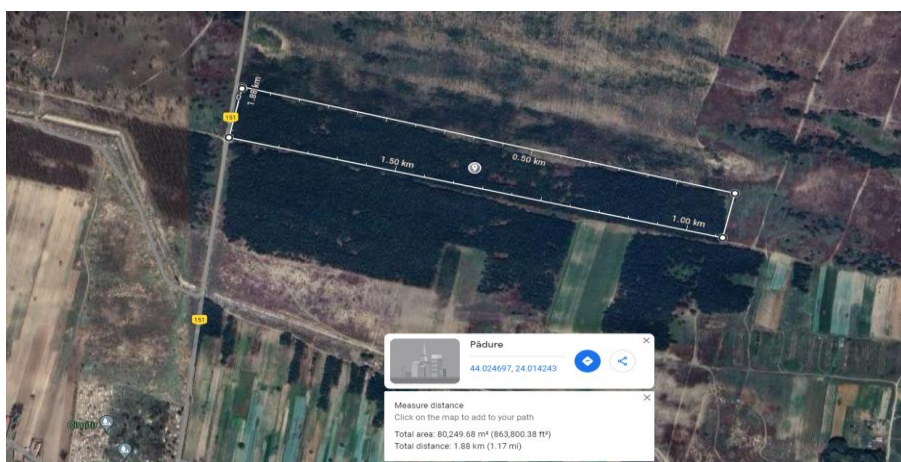


Figura 59. Parcela de 8 hectare de la Mârșani împădurită în noiembrie 2011. Sursa: captura de ecran, portalul Google Earth

Opt ani mai târziu, în toamna anului 2019, la solicitarea finanțatorului și cu sprijinul companiei *Forest Design* din Brașov și a inițiativei *Plantăm fapte bune în România*, a fost realizată estimarea stocului de carbon și modelarea evoluției acestuia printr-o metodologie inovativă folosită în determinarea volumului și creșterii arborilor, pe care o vom prezenta succint în continuare.

Metodologia inovativă a presupus utilizarea a două scanere terestre, respectiv un scanner mobil pentru determinarea precisă a compoziției arboretului (poziția, numărul, diametrul și înălțimea fiecărui arbore) și un scaner structurat pentru reconstrucția exactă a volumului suprateran al arborilor reprezentativi (Figura 60). Din scanare, pentru suprafața de 8 hectare, a rezultat un total de circa 0,5 miliarde de puncte care au fost prelucrate ulterior cu ajutorul unor software-uri specifice.



Figura 60. Scanarea arborilor cu scannerul fix (stânga) și cu cel mobil (dreapta)
Sursa: Niță și Candrea 2019

În scopul realizării unei prognoze cu privire la creșterile radiale, a fost utilizat un rezistograf (Figura 61).



Figura 61. Utilizarea rezistografului în scopul determinării creșterilor radiale. Sursa: Niță și Candrea 2019

În urma scanărilor, interpretărilor și centralizărilor datelor, a rezultat că în plantația de 8 hectare de la Mârșani, înființată în noiembrie 2011, în toamna anului 2019 erau 39.503 de arbori (Figura 62), pentru fiecare dintre aceștia reproducându-se grafic poziția în teren și determinându-se cu un nivel ridicat de precizie înălțimea, diametrul și implicit biomasa, care în final, vor conduce la determinarea cantității de carbon stocate.

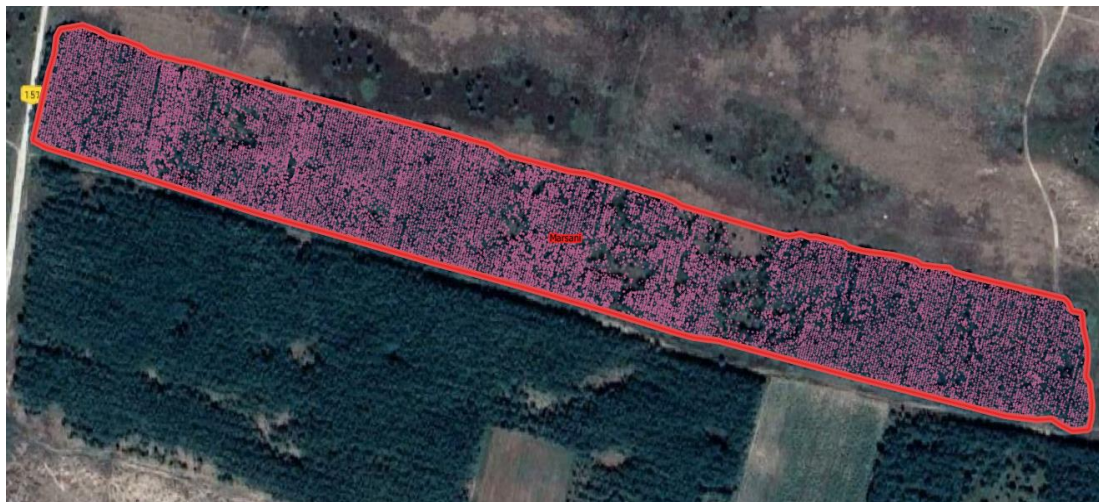


Figura 62. Localizarea în parcela de 8 hectare a celor 39.503 de arbori de salcâm plantați în noiembrie 2011. Sursa: Niță și Candrea 2019

Acțiunile de voluntariat au continuat pe raza localității Mârșani și în perioada 2019-2023, alte 70 de hectare fiind împădurite în cadrul inițiativei pe bază de voluntariat *Plantăm fapte bune în România*. Terenurile au fost, în prealabil, scarificate, arate, discuite și pichetate (Figura 63).



Figura 63. Teren înainte de pregătire (stânga) și după pregătire (dreapta) pentru împădurire. Sursa: fotografiile originale

În prezent, eforturile de reîmpăduriri și împăduriri continuă în solurile nisipoase ale Olteniei cu fonduri din PNRR (Planul Național de Redresare și Reziliență).

În toamna anului 2023, alte 73,6 hectare au fost împădurite pe raza localității Apele Vii, din județul Dolj, în cadrul a trei obiective de reîmpădurire, respectiv Bunica I (40,3 hectare, 100% salcâm), Bunica II (26,6 hectare, 70% salcâm, 30% diverse tari) și Bunica III (6,7 hectare, 100% plop alb).

Din fișele tehnice ale acestor trei obiective de reîmpădurire aflăm că trupurile de pădure au fost retrocedate prin efectul Legii nr. 18/1991 și preluate de către Ocolul Silvic Renașterea Pădurii, în baza Articolului 16 din Legea nr. 46 din 2008. Aceste trupuri de pădure se află pe terenuri nisipoase și sunt în totalitate artificiale, fiind create începând cu anul 1868. După anii 1904-1905, proprietarii acestor terenuri, în special țărani, au împădurit aceste zone nisipoase cu o intensitate deosebită, pentru a stopa fenomenul de deflație, în vederea protejării localităților și a terenurilor fertile. Acele împăduriri s-au realizat cu salcâm, care a fost naturalizat în acele zone, cu rezultate deosebite, fiind și în prezent specia care vegetează cel mai bine pe acele terenuri nisipoase.

Ultimul amenajament silvic care a fost în vigoare este cel din ediția 1991, întocmit de Regia Autonomă a Pădurilor Romsilva RA, Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice. În anul 2017, în baza Articolului 16 din Legea 46/2008, Ocolul Silvic Renașterea Pădurii a preluat trupuri de pădure brăcuite, cu foarte multe goluri lipsite de vegetație forestieră, provenite din tăieri ilegale de arbori, urmate de scoaterea cioatelor și pășunat abuziv, fapt ce a făcut imposibilă regenerarea pe cale naturală.

În prezent, pe teren, aceste goluri care se întind în special pe vârfuri de dună, orientate de la est la vest, apar ca niște poieni întinse pe care se mai găsesc cioate uscate și putrezite pe care nu s-a aplicat marca la data controlului sau cu mici adâncituri în locurile unde au fost arbori și s-au scos cioatele. Prin urmare, pentru a reveni la situația de dinainte de 1989, aceste păduri trebuie parcurse cu lucrări de reîmpădurire și de întreținere a tinerelor culturi forestiere.

Lucrările de reîmpădurire din noiembrie 2023 au fost precedate de pregătirea terenului, concretizată prin scoaterea cioatelor cu excavatorul, scarificarea terenului, urmată de aratul, discuitul și pichetarea terenului (Figura 64).

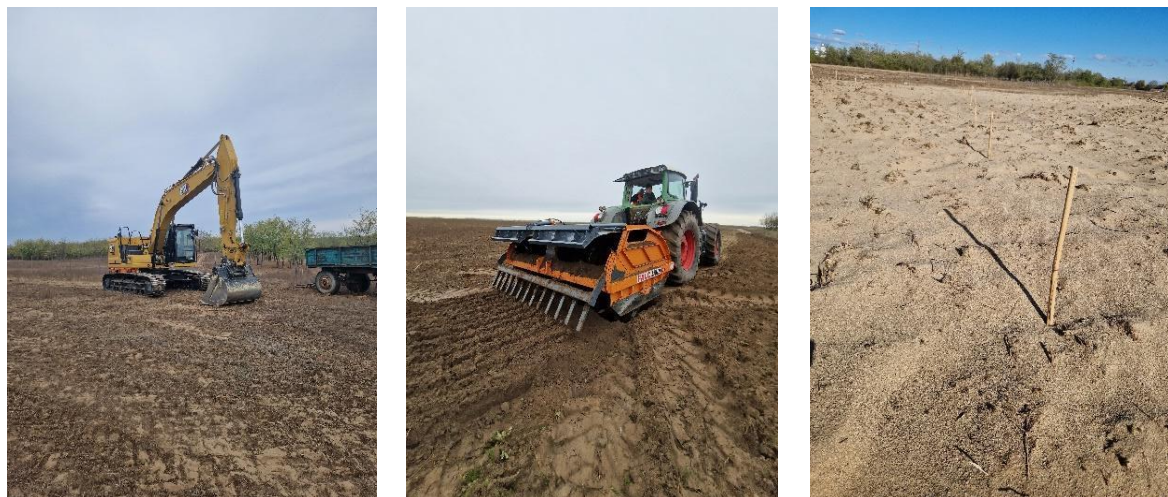


Figura 64. Scoaterea cioatelor (stânga), discuirea terenului (centru) și pichetarea terenului (dreapta). Sursa: fotografiile originale

3.6.2 Utilizarea pinului negru pentru împădurirea zonelor semi-aride din Turcia

Autori: Laura Bouriaud și Alexei Savin

Rezistența speciei *Pinus nigra* la condițiile climatice extreme o desemnează ca o specie de împădurire potrivită zonelor semiaride. Studiile din domeniu (Ayan S., Yücedağ C. și Simovski B.) *A major tool for afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas in Turkey: Pinus nigra J.F. Arnold subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe, Journal of Forest Science 2021) indică lecții de urmat în utilizarea pinului negru pentru împăduriri în zone semi-aride/stepă. În cele ce urmează, prezentăm un rezumat cu aspecte relevante din experiența plantării pinului negru anatolian în Turcia, în baza articolului semnat de Ayan ș.a. (2021). Citările aparțin în majoritatea lor autorilor Ayan, Yücedağ și Simovski (2021) din a căror lucrare s-au extras pasajele următoare.

Date despre pinul negru anatolian

Pinul negru anatolian (*P. nigra pallasiana*) are o răspândire naturală mare în nordul Africii, Crimeea, Europa și Anatolia și prezintă o mulțime de varietăți geografice diferite.

În general, pinul negru anatolian în arealul său natural începe să fructifice la vârsta de 15-20 de ani. Fructificații abundente realizează odată la fiecare 2-3 ani în funcție de factorii fizico-geografici (altitudine, expoziție etc.). Conurile ajung la maturitate în luna septembrie sau noiembrie a celui de-al doilea an și pot fi colectate începând din noiembrie. Semințele conurilor colectate în februarie sau martie au cea mai mare capacitate de germinare (Gezer Yücedağ 2013). Greutatea medie a 1000 de semințe este de 22,5 g. Semințele sunt ușor extrase din conuri prin uscarea la soare sau păstrarea într-o cameră uscată, caldă și bine aerisită (Gülcü 2002).

Semințele subspeciei *pallasiana* sunt semănate fără nici un tratament prealabil (Yücedağ 2013). Acestea sunt doar înmuiate numai în apă timp de 24 de ore înainte de însămânțare (Temel et al. 2011). Totuși, tratamentele termice aplicate corect cresc procentul de germinare. Semințele sunt semănate la o adâncime de 1-1,5 cm, între lunile martie și mai, în funcție de condițiile climatice și altitudinea pepinierii. Densitatea plantulelor la paturile de semințe trebuie menținută la valoarea de 250-300 plantule pe m² (Gezer Yücedağ 2013).

S-a observat că diametrul mai mare al rădăcinii principale și numărul de rădăcini laterale a puietilor subspeciei studiate pot fi obținute prin aplicarea de îngrășăminte pe bază de potasiu în faza de pepinieră pentru a asigura succesul plantației în împădurirea zonelor semiaride (Çömez și Gezgin 2019). Deligöz (2012) a arătat că aplicarea îngrășămintelor cu 10 g azot pe metru pătrat are un efect pozitiv asupra înălțimii puietilor. Mai mult, inocularea micorizei în stadiul de pepinieră s-a dovedit a fi eficientă pentru a obține o rădăcină cu lungime optimă.

Tehnici de pregătire și de plantare a terenurilor recomandate în lucrarea Ayan et al., 2021

În Turcia, prelucrarea solului profund dar și superficial se face pe întreaga suprafață înainte de plantare și, respectiv, la începutul sezonului uscat după plantare (Boydak și Çalışkan 2015). **De reținut că mobilizarea solului pe adâncimi prea mari poate provoca salinizarea solului prin evaporarea apei și acumularea sărurilor conținute în subsol** (Öner et al. 2016). Deci, pe terenuri semiaride, solul trebuie cultivat la o adâncime de circa 30 cm înainte de plantare (Gezer și Yücedağ 2006).

Pentru a crește absorbția apei și pentru a îmbunătăți dezvoltarea rădăcinilor puietilor, dacă relieful este adecvat, în zonele semiaride din Turcia, lucrarea solului este efectuată de utilaje mecanizate. În cazul în care lucrarea mecanizată nu este posibilă, terasele de tip berme sunt realizate manual. După desfundarea solului la adâncimea de 60-80 cm cu un scarificator,

cultivarea orizontului superior a solului se face în terase tip berme, cu o adâncime de 35-45 cm și o lățime de 80-100 cm. Această operațiune poate fi efectuată, de obicei, de un tractor cu tracțiune 4×4 paralel pe curbele de nivel. În lucrările pe terenuri expuse eroziunii solului, în care panta depășește 40%, a fost utilizat un mini excavator pe șenile fie unul cu anvelope, de minim 24 CP și o lățime maximă a osiei de 200 cm (Yıldız et al. 2018).

Plantarea în astfel de zone aride ar trebui efectuată la începutul primăverii (Öner et al. 2016). În special pentru speciile de rășinoase, cum ar fi *P. nigra*, ar trebui utilizate răsaduri containerizate (ÇEMGM 2013; Öner et al. 2016). Dacă puieții sunt cu rădăcini nude, raportul tulpină/rădăcină ar trebui să fie în mod ideal între 2 și 2,5 (ÇEMGM 2013). Puieții de *P. nigra* din clasa de calitate 4 (diametrul minim la colet de 4 mm și înălțimea minimă a puieților de 10 cm) au fost cei mai potriviți pentru plantare, deoarece au avut cea mai bună rată de supraviețuire și creștere.

Recomandări de întreținerea culturilor după împădurire sintetizate de Ayan et al., 2021

Pe terenurile semiaride, printre măsurile de întreținere a plantațiilor se enumeră prășitul și plivitul (Öner și Eken 2014). Alte măsuri de întreținere pentru a spori reușita plantației, cum ar fi protecția solului, dar și rotația anuală a culturilor, lucrările reduse ale solului, amplasarea paravânturilor și terasarea, metoda de irigare prin picurare ar trebui, de asemenea folosite (Öner et al. 2016). Prășirea și plivitul se face la începutul perioadei de vegetație, după plantare sau după ploile de primăvară, înainte ca semințele buruienilor să germineze. Prășirea și plivitul manual se realizează în jurul puieților din exterior spre interior în primul an și din interior spre exterior în al doilea și al treilea an. Aceste operațiuni ar trebui să se facă fie pe liniile de plantare, fie pe benzi de 60-80 cm sau de 50-60 cm pe ambele părți ale puieților. Prășirea plantațiilor se va face adânc în soluri cu textură fină și superficial în soluri cu textură grosieră (ÇEMGM 2013).

După un sezon de vegetație se vor efectua completări în zonele cu uscăre ce depășesc 20% din numărul puieților inventariați. În perioadele următoare plantării, repararea terasei ar trebui efectuată în timpul procesului de prășire-plivire, deoarece pot exista deteriorări ale acestora din cauza precipitațiilor (ÇEMGM 2013).

Activitățile durabile și reușitele de împădurire se realizează prin respectarea reglementărilor privind originea materialului semincer, verificată cu ajutorul testelor de proveniență care determină regiunile cu material semincer adecvat pentru activitățile de împădurire (Gezer et al. 2006). Dacă se trec cu vederea condițiile ecologice locale, cel mai probabil aceasta va conduce la eșecul împăduririi.

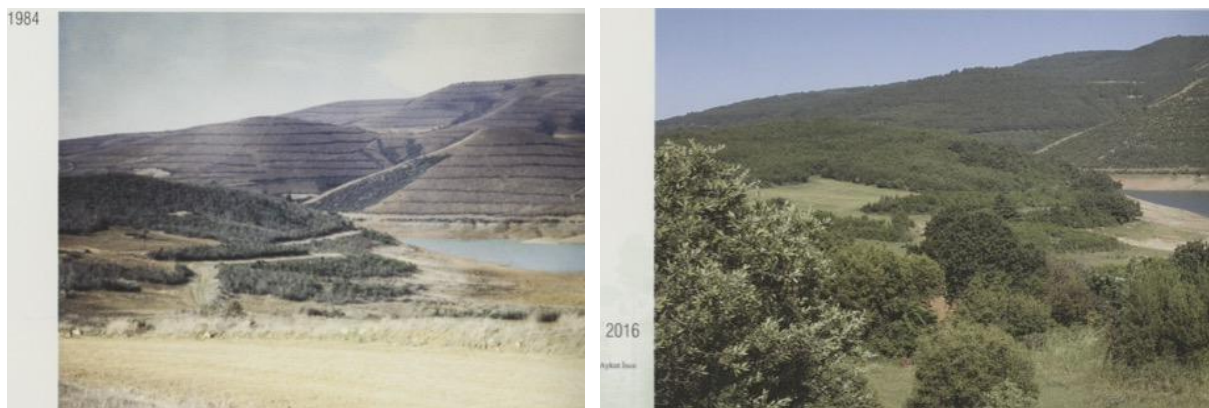


Figura 65. Transformarea spectaculoasă a peisajului arid prin împădurire în Turcia.
Fotografii publicate în lucrarea: Türkiye yeşilleniyor · T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı,
Orman Genel Müdürlüğü, 2019, ISBN : 978-605-7599-15-5

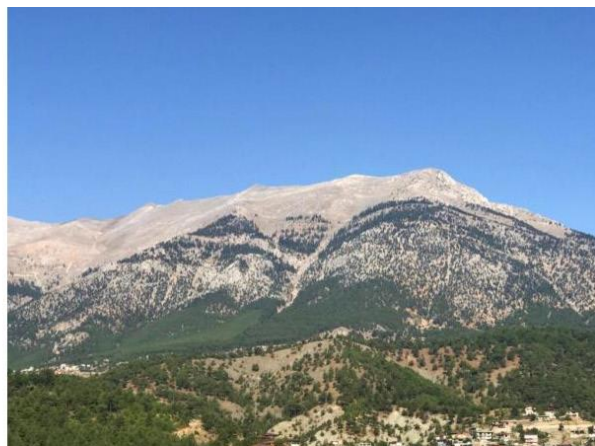








Figura 66: Exemple de împădurire în climatul arid din centrul Anatóliei, Turcia (credit foto: O. Yildiz, după Ayan et al. 2021)

Materiale video suplimentare

Prima împădurire din nisipurile Olteniei realizată din fondurile PNRR (noiembrie 2023), șef de lucrări dr. ing. Mihai Enescu, USAMV București	
Scarificarea terenurilor înaintea împăduririi (octombrie-noiembrie 2023), șef de lucrări dr. ing. Mihai Enescu, USAMV București	
Cât crește salcâmul în nisipurile Olteniei în 11 ani, șef de lucrări dr. ing. Mihai Enescu, USAMV București	
Cât crește salcâmul în nisipurile Olteniei în 3 ani, șef de lucrări dr. ing. Mihai Enescu, USAMV București	
Salcâmul din nisipurile Olteniei, șef de lucrări dr. ing. Mihai Enescu, USAMV București și ing. Dan Popescu, Șeful Ocolului Silvic “Renașterea Pădurii” Mârșani	
Pădurile în format digital, dr. ing. Bogdan Candrea, CEO Forest Design Brașov, România	



Aplicație

Clasificați măsurile prevăzute în tabelul X Principale categorii de măsuri propuse de gestionarii de pădure (adaptat după Nikimaa et al. 2024) în cele trei categorii de adaptare activă, adaptare pasivă și conservarea structurii, conform tabelului următor:

Aplicație : În tabelul de mai jos, precizați în ce categorie se încadrează următoarele măsuri de adaptare propuse : adaptare activa, adaptare pasiva sau conservare.

Reamintim :

- 1. adaptare activă**, folosind metode silvotecnice (de exemplu, curățirile, răriturile, tăierile de regenerare, reducerea presiunii vântului) pentru a schimba structura și compoziția arboretului și pentru a crea o pădure mai bine adaptată la schimbările climatice;
- 2. adaptarea pasivă**, care privilegiază procese de adaptare spontană precum succesiunea naturală și migrarea speciilor, protejarea regenerării de vânat, cu intervenții minime care

nu pot dirija compoziția pădurii sau structura arboretului;

3. **conservarea structurii naturale** a pădurii pentru a asigura reziliența acesteia la schimbările climatice, fără intervenții în plus, cu menținerea constantă a structurii unei păduri chiar și împotriva unei presiuni crescânde de modificare a ei datorită schimbărilor de mediu, cu atingerea obiectivelor prevăzute în planurile de gestionare.

Măsurile propuse de gestionarii de pădure în vederea adaptării la schimbările climatice (adaptat după Nikimaa et al. 2024)

Categorie	Măsurile	Adaptare Activa/pasivă / conservare	Pentru pădurile pe care le gestionați, măsura ar fi: 5-foarte bună; 4-destul de bună; 3- oarecum potrivită; 2-nu prea potrivită; 1-total nepotrivită
Conversia către păduri mixte și gestionarea amestecului de specii	Realizarea și gestionarea amestecului de specii		
	Evitarea monoculturilor		
	Menținerea varietății genetice		
Pregătirea solului și a terenului	Deschiderea de căi de acces tehnologic în pădure		
	Drenarea solului		
	Utilizarea cu precădere a drumurilor forestiere fixe, evitarea accesului peste tot în pădure		
	Amendamente asupra solurilor		
	Reținerea apei și umidității în păduri		
	Conservarea și restabilirea calității solului		
Favorizarea speciilor din tipul natural fundamental de pădure	Reguli stricte cu privire la ceea ce poate fi plantat		
	Folosirea în exclusivitate a speciilor native		
Crearea unor structuri de pădure heterogene și gestionarea competiției între diferite specii vegetale	Tăieri de selecție		
	Tăieri în ochiuri		
	Codru neregulat (menținerea continuă a acoperirii forestiere, continuous cover forestry)		
	Peisaj heterogen, cu păduri mozaicate		
	Tăieri de favorizare a unor elemente de viitor (Retention forestry)		
	Tăiere de refacere ecologică		
	Creșterea diversității structurale		
	Livezi de arbori seminceri		
	Arătura, când este necesar		
Cultură de înverzire/acoperire a solului			
Trecerea la un regim de rărire și recoltare pentru pregătirea arboretului și creșterea rezistenței sale	Diferite regimuri de rărituri		
	Elagaj/edmontaj		
	Receperea puieților		
	Tratarea în crâng a stejarului		
	Conversia de la crâng la codru		
	Linii verzi		
	Liziera pădurii mai diversificată		

	Perdele forestiere de foioase		
Favorizarea celor mai adaptate specii de arbori (atât native, cât și exotice) printr-un management activ	Regenerarea artificială și alegerea genotipului adecvat		
	Introducerea de noi specii/migrare asistată		
	Selectarea locului potrivit de plantare		
	Folosirea de specii de arbori adaptate		
Gestionarea focarelor de insecte și patogeni	Considerarea riscului de gradații în amenajarea pădurilor		
	Creșterea prezenței prădătorilor naturali		
	Control biologic		
	Insecticide		
	Monitorizarea		
	Capcane pentru insecte		
	Înlăturarea speciilor gazdă din jurul arboretelor		
	Tratarea vegetației solului		
	Păstrarea arboretelor mixte		
	Controlul mecanic		
	Managementul integrat al dăunătorilor		
	Menținerea unui subarboret diversificat		
	Favorizarea regenerării naturale	Regenerare naturală oriunde se pretează	
Îmbunătățirea regenerării sub masiv			
Creșterea vârstei exploatabilității și a ponderii lemnului mort	Lăsarea de lemn mort în pădure		
	Punerea sub protecție a unor păduri		
	Cicluri de producție mai lungi		
Îndepărtarea biomasei pentru a crește rezistența la foc	Crearea de culoare/benzi de protecție anti-incendiu		
	Arderea controlată		
	Pășunat		
	Stingerea rapidă a incendiilor		
	Înființarea de benzi de protecție cu păduri deschise, cu consistență scăzută		
Gestionarea vânatului și a daunelor cauzate de mamiferele mici	Îndepărtarea resturilor de exploatare		
	Intensificarea gestionării vânatului		
	Utilizarea de repelenți chimici		
	Paza regenerării, îngrădirea parcelelor		
	Tăieri de igienă		
Modificarea amenajamentului silvic	Planificarea zonelor de conservare/restricții și a zonelor de recoltare a lemnului		
	Introducerea noțiunii de risc în planificarea forestieră / amenajament		
	Optimizarea raportului între zonele cu tăieri de recoltare și cele cu tăieri de igienă		
Menținerea sănătății pădurilor	Cercetări mai multe asupra dăunătorilor și bolilor		
	Tăieri de igienă		
Intensificarea managementului pădurilor	Reducerea perioadei de rotație (cicluri de producție mai scurte)		
	Arborete mai dense		
	Practicarea tăierilor rase		
	Plantaje pentru clone		

Bibliografie

- Andersson, E., Keskitalo, E.C.H. and Lawrence, A., 2017. Adaptation to climate change in forestry: a perspective on forest ownership and adaptation responses. *Forests*, 8(12), p.493.
- Ayan, S., Yücedağ, C., Simovski, B., 2021. A major tool for afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas in Turkey: *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. *Journal of Forest Science*, 67, 2021 (10): 449–463
- Blades, J.J., Klos, P.Z., Kemp, K.B., Hall, T.E., Force, J.E., Morgan, P. and Tinkham, W.T., 2016. Forest managers' response to climate change science: evaluating the constructs of boundary objects and organizations. *Forest Ecology and Management*, 360, pp.376-387.
- Blondet, M., 2015. Conflicting engagements on climate change adaptation in French private forest: an anthropological perspective. *Cahiers du LEF-Laboratoire d'Economie Forestière, AgroParisTech-INRA*, (3).
- Bouriaud, L., Marzano, M., Lexer, M., Nichiforel, L., Reyer, C., Temperli, C., Peltola, H., Elkin, C., Duduman, G., Taylor, P. and Bathgate, S., 2015. Institutional factors and opportunities for adapting European forest management to climate change. *Regional environmental change*, 15, pp.1595-1609.
- Bouriaud, L., Scriban, R., Coşofreţ, C., Duduman, G., Bouriaud, O., 2023. Review of environmental, technical and institutional barriers and opportunities of forest-based mitigation and adaptation strategies as identified in past projects and relevant scientific papers. Deliverable 3.1, proiect Informa, Grant Agreement no. 101060309, https://informa-forests.eu/wp-content/uploads/2022/10/INFORMA_D3.1_Barriers_and_opportunities.pdf
- Budău R., 2023. Cultura salcâmului. Departamentul de Silvicultură și Inginerie Forestieră din cadrul Facultății de Protecția Mediului, Universitatea din Oradea, 155p.
- Bussotti, F., Pollastrini, M., Holland, V. and Brüggemann, W., 2015. Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change. *Environmental and Experimental Botany*, 111, pp.91-113.
- Candrea, L., 2022. Climate change and possible forest management strategies in Romania. Dissertation thesis, University Ștefan cel Mare of Suceava, Romania, unpublished manuscript.
- Constandache C., Nistor S., Ivan V., 2006. Împădurirea terenurilor degradate ineficiente pentru agricultură din sud-estul țării. *Analele ICAS* 49: 187-204.
- Coşofreţ, C. și Bouriaud, L., 2022. Perceived climate change risks among other risks affecting private forest owners in a top-down decision-making process. *Central European Forestry Journal*, 68(4), pp.203-213.
- Coşofreţ, C., și Bouriaud, L. 2019. Which silvicultural measures are recommended to adapt forests to climate change? A literature review. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, 12(1), 13-34
- Dincă L., 2017. Influența carbonatului de calciu din sol asupra productivității arboretelor de salcâm. *Revista Pădurilor* 132(2): 7-10.
- Drăcea M., 2008. Contribuții la cunoașterea salcâmului în România, cu privire specială asupra culturii sale pe solurile nisipoase din Oltenia. Editura Silvică, ICAS, București.
- Forest Europe, 2020. Adaptation to Climate Change in Sustainable Forest Management in Europe, Liaison Unit Bratislava, Zvolen, 2020. <https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/Adaptation to Climate Change in SFM in Europe compressed.pdf>

- Freer-Smith, P.H., Broadmeadow, M.S. and Lynch, J.M. eds., 2007. Forestry and climate change. CABI.
- Frei, T., Derks, J., Fernández-Blanco, C.R. and Winkel, G., 2020. Narrating abandoned land: Perceptions of natural forest regrowth in Southwestern Europe. *Land Use Policy*, 99, p.105034.
- Haralamb At.M., 1956. Cultura speciilor forestiere. Editura Agro-Silvică de Stat, București, 510p.
- Innes, J.L., 1994. Climatic sensitivity of temperate forests. *Environmental pollution*, 83(1-2), pp.237-243.
- Ivanschii T., Costea A., Bîrlănescu E., Mărcoiu A., Nonuțe I., 1992. Cercetări privind stabilirea stațiunilor apte pentru cultura salcâmului (*Robinia pseudoacacia* L.), Ed. Agrosilvică, București.
- Jandl, R., Spathelf, P., Bolte, A. and Prescott, C.E., 2019. Forest adaptation to climate change— is non-management an option? *Annals of forest science*, 76(2), pp.1-13.
- Jankó, F., Bertalan, L., Pappné Vancsó, J., Németh, N., Hoschek, M., Lakatos, M. and Móricz, N., 2022. Seeing, believing, acting: climate change attitudes and adaptation of Hungarian forest managers. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 15(6), p.509.
- Jönsson, A.M. and Gerger Swartling, Å., 2014. Reflections on science–stakeholder interactions in climate change adaptation research within Swedish forestry. *Society & Natural Resources*, 27(11), pp.1130-1144.
- Mostegl, N.M., Pröbstl-Haider, U., Jandl, R. and Haider, W., 2019. Targeting climate change adaptation strategies to small-scale private forest owners. *Forest Policy and Economics*, 99, pp.83-99.
- Nicolescu V.N., 2022. Salcâmul (*Robinia pseudoacacia* L.): iubit sau disprețuit? Disponibil la: <https://www.youtube.com/watch?v=tBxt-fakU-0&t=2139s>.
- Nicolescu V.N., Rédei K., Mason, W.L., Vor T., et al. 2020. Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. *Journal of Forestry Research* 31(4): 1080-1101.
- Nicolescu, N.V., 2014. Silvicultură II. Silvotehnică. Editura Aldus, Brașov, 289p, ISBN 978-973-7822-59-8.
- Nikinmaa, L., de Koning, J.H., Derks, J., Grabska-Szwagrzyk, E., Konczal, A.A., Lindner, M., Socha, J. and Muys, B., 2024. The priorities in managing forest disturbances to enhance forest resilience: A comparison of a literature analysis and perceptions of forest professionals. *Forest Policy and Economics*, 158, p.103119.
- Niță M., Candrea B., 2019. Estimarea stocului de carbon și modelarea evoluției acestuia. Zona pilot: Mârșani, județul Dolj (format PPT).
- Palaghianu, C., Negruțiu, F., 2015. Împăduriri. Suport electronic de curs. Universitatea Ștefan cel Mare Suceava
- Pistorius, T., 2012. From RED to REDD+: the evolution of a forest-based mitigation approach for developing countries. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(6), pp.638-645.
- Pröbstl-Haider, U., Haider, W., 2013. Tools for measuring the intention for adapting to climate change by winter tourists: Some thoughts on consumer behavior research and an empirical example. *Tourism Review*, 68(2), pp.44-55.

- Sansilvestri, R., Frascaria-Lacoste, N. and Fernández-Manjarrés, J., 2016. One option, two countries, several strategies: subjacent mechanisms of assisted migration implementation in Canada and France. *Restoration Ecology*, 24(4), pp.489-498.
- Soucy, A., De Urioste-Stone, S., Rahimzadeh-Bajgiran, P., Weiskittel, A. and McGreavy, B., 2021. Forestry professionals' perceptions of climate change impacts on the forest industry in Maine, USA. *Journal of Sustainable Forestry*, 40(7), pp.695-720.
- Sousa-Silva, R., Ponette, Q., Verheyen, K., Van Herzele, A. and Muys, B., 2016. Adaptation of forest management to climate change as perceived by forest owners and managers in Belgium. *Forest Ecosystems*, 3(1), pp.1-11.
- Sousa-Silva, R., Verbist, B., Lomba, Â., Valent, P., Suškevičs, M., Picard, O., Hoogstra-Klein, M.A., Cosofret, V.C., Bouriaud, L., Ponette, Q. and Verheyen, K., 2018. Adapting forest management to climate change in Europe: linking perceptions to adaptive responses. *Forest Policy and Economics*, 90, pp.22-30.
- Stănescu V., Șofletea N., Popescu O., 1997. *Flora lemnoasă a României*. Editura Ceres, 452p, ISBN 9734003836.
- Stephens, S.L., Millar, C.I. and Collins, B.M., 2010. Operational approaches to managing forests of the future in Mediterranean regions within a context of changing climates. *Environmental Research Letters*, 5(2), p.024003.
- Șofletea N., Curtu L., 2008. *Dendrologie*. Editura "Pentru Viața", Brașov, 418p, ISBN 978-973-85874-4-1.
- Thomas, J., Brunette, M. and Leblois, A., 2022. The determinants of adapting forest management practices to climate change: Lessons from a survey of French private forest owners. *Forest Policy and Economics*, 135, p.102662.
- Torralba, M., Lovrić, M., Roux, J.L., Budniok, M.A., Mulier, A.S., Winkel, G. and Plieninger, T., 2020. Examining the relevance of cultural ecosystem services in forest management in Europe.
- van Gameren, V. and Zaccai, E., 2015. Private forest owners facing climate change in Wallonia: Adaptive capacity and practices. *Environmental science & policy*, 52, pp.51-60.
- Vítková M., Tonika J., Müllerová J., 2015. Black locust - Successful invader of a wide range of soil conditions. *Science of the Total Environment* 505: 315-328.

Capitol 4. Politici și strategii privind adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice

Cuprins

Capitol 4. Politici și strategii privind adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice	160
4.1. Cadrul legal și de reglementare	161
4.1.1 Norma de drept și cadrul de reglementare	161
4.1.2. Legislația internațională și Europeană la care R. Moldova este parte semnatară	164
4.1.3 Principale prevederi legale referitoare la păduri	165
4.2 Politici cu privire la adaptarea sectorului forestier al Republicii Moldova la schimbările climatice	170
4.2.1 Strategiile de adaptare a gestionării pădurilor la schimbările climatice au ca prioritate creșterea rezistenței și rezilienței pădurilor	170
4.2.2 Politici internaționale de adaptare a pădurilor și sectorului forestier la schimbările climatice	171
4.3. Abordarea problemei schimbărilor climatice și a adaptării în Republica Moldova	177
4.3.1 Principalele politici și strategii naționale în domeniul climei în R. Moldova	177
4.3.2 Politica guvernamentală în domeniul pădurilor	179
Bibliografie	182

Una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre pădure și societate este stabilirea unor norme de drept în acest domeniu la toate nivelurile – global, regional, național și local – activitate ce reprezintă obiectul de studiu al dreptului forestier. În general, scopul legislației forestiere constă în asigurarea unui înalt nivel al calității pădurilor. De aceea, cunoașterea și a legilor ecologiei și geneticii precum și a modului cum acționează acestea în ecosistemele forestiere și în cazul arborilor, este o obligație profesională fundamentală pentru silvicultori. În acest sens se evidențiază trei aspecte ale calității pădurii – aspectul social, economic și ecologic.

În acest capitol veți afla cum se traduc aceste trei deziderate ale gestionării responsabile a pădurilor (social, economic și ecologic) în documentele oficiale legale și politice ale republicii Moldova. De exemplu, Strategia națională de dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, aprobată de Parlament prin Legea nr. 315/2022 are la bază principii ce țin de viața omului (drepturile și calitatea vieții acestuia). Eradicarea sărăciei în toate formele sale și în orice context – crearea de noi locuri de muncă, prioritar în zonele rurale, în procesul de împădurire și îngrijire a culturilor silvice (estimativ – 20,6 mii de locuri de muncă permanente sau temporare) ca Obiectiv de Dezvoltare Durabilă dacă ar fi îndeplinit corect ar putea marca un moment de cotitură în realizarea politicii forestiere locale. Pentru Republica Moldova, cea mai adecvată măsură de adaptare la efectele schimbărilor climatice ar fi intensificarea procesului de reîmpădurire. Aceasta nu numai că ar ajuta la echilibrarea ecosistemelor forestiere, dar ar reduce și eroziunea solului, ar preveni alunecările de teren și ar împiedica inundațiile. În acest capitol arătăm și că împădurirea trebuie realizată cu specii adaptate la condițiile climatice și de sol locale, și că ultimele cercetări științifice susțin că pentru a avea efectul dorit, trebuie cu orice preț evitată împădurirea pe pajiști și în stepă.

4.1. Cadrul legal și de reglementare

Autor: Vitalie Gulcă

4.1.1 Norma de drept și cadrul de reglementare

Una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre mediu și societate este stabilirea unor norme de drept în acest domeniu la toate nivelurile – global, regional, național și local – activitate ce reprezintă obiectul de studiu al dreptului ecologic (Capcelea A. și Capcelea V. 2013). Dreptul la un mediu sănătos pentru toți cetățenii este garantat de Constituția Republicii Moldova din 1994 – actul juridic suprem al țării care definește drepturile, libertățile și responsabilitățile fundamentale ale cetățenilor. După Așevschi (2015), Constituția solicită tuturor persoanelor fizice și juridice să fie responsabile pentru prejudiciul cauzat sănătății și bunăstării unei persoane, ca urmare a unor contravenții ecologice. Aceasta prevede ca protecția mediului, conservarea și protecția monumentelor istorice și culturale constituie o obligație a fiecărui cetățean, în timp ce statul asigură *restabilirea și protecția mediului, precum și echilibrul ecologic*.

După Luburici (2005 p. 199), respectarea normelor de drept constituie o condiție necesară pentru realizarea prevederilor dreptului, pentru crearea ordinii de drept. Nici un sistem nu se poate lipsi de respectarea prevederilor care exprimă voința de stat, care fixează măsurile

principale ale statului în conducerea vieții economice, politice, culturale etc. Respectarea normelor de drept exprimă atitudinea cetățenilor, a organelor de stat și organizațiilor sociale față de actele normative în vigoare, față de normele juridice, iar această atitudine este în directă legătură cu natura socială și regimul politic al statului.

Normele de drept se deosebesc de alte norme sociale prin faptul că ele sunt obligatorii pentru executare și sunt prezentate sub forma unor *acte normative* (lege, cod, standard, etc.), a căror aplicare este asigurată de către stat, iar nerespectarea lor atrage după sine *responsabilitatea* (Capcelea A. și Capcelea V. 2013). După Mistreanu (2020), astăzi fiecare individ, inclusiv copii, știe că supraviețuirea planetei se află în primejdie și că asigurarea viabilității planetei este datoria fiecărui locuitor al Pământului. Condiția principală pentru fiecare și pentru toți împreună e să ne asigurăm nevoile economice și biologice, fără a afecta capacitățile Pământului de a satisface și necesitățile generațiilor viitoare. „*Un om este bogat sau sărac, spune Adam Smith, după gradul în care își poate permite să se bucure de obiectele de primă necesitate, de confortul și distracțiile vieții omenești*” (Ricardo 1993).

Activitatea în sectorul forestier în Republica Moldova este reglementată de un set de acte normative, elaborate, adoptate și, după caz, modificate conform condițiilor și prevederilor noi care au ca scop reglementarea gestionării durabile a fondului forestier prin folosirea rațională, regenerarea, paza și protecția pădurilor, menținerea, conservarea și ameliorarea diversității biologice forestiere, asigurarea cu resurse forestiere a necesităților actuale și de viitor ale societății în baza multifuncționalității acestora.

În această ordine de idei, legislația forestieră după Mitchell et al. (2015) are rolul de a *reflecta realitatea și interesul în creștere față de resursele forestiere*, precum și de a *crea condiții pentru ecosistemele forestiere de a-și îndeplini funcțiile ecologice, sociale și economice*. Sectorul forestier național a funcționat pe parcursul istoriei sale în izolare, iar deciziile erau aproape întotdeauna adoptate fără a lua în calcul beneficiul participării externe, ceea ce a adâncit izolarea și subestimarea sectorului forestier. Cadrul legal trebuie să susțină principiile ecologice pentru a asigura *stabilitatea genetică a ecosistemelor forestiere și dezvoltarea durabilă a resurselor forestiere*. Mai mult, cadrul legal trebuie să promoveze reformele instituționale necesare în ce privește separarea funcțiilor economice de cele de politică și de reglementare, *dezvoltarea sectorului forestier comunal, participarea sectorului privat, armonizarea cadrului legal cu legislația UE, și alte provocări prezentate în tabelul 1*.

Este de subliniat că toate mijloacele de acțiune ale silviculturii în gospodărirea pădurilor sunt de natură ecologică, unele având și componente genetice (de exemplu alegerea arborilor de extras și a arborilor de valoare, producerea materialului de împădurire etc.). De aceea, cunoașterea și a legilor ecologiei și geneticii precum și a modului cum acționează acestea în ecosistemele forestiere și în cazul arborilor, este o obligație profesională fundamentală pentru silvicultori. Silvicultura eficientă nu se poate face decât acționând potrivit acestor legi și nu împotriva lor (Vlad et al. 1997). Dar, pentru creșterea randamentului pădurilor până la potențialul lor specific, delimitat genetic, silvicultorul urmează să ia în considerare ansamblul factorilor de vegetație prezenți în ecosistem. În acest scop este necesar ca el să cunoască, în primul rând, efectul factorilor mai importanți implicați în procesul bioproductiv al biocenozelor forestiere și nu în detrimentul degradării calității factorilor de mediu sau al echilibrului din natură. Urmează deci să fie cunoscute modalitățile și limitele de intervenție dincolo de care acestea pot deveni dăunătoare mediului înconjurător (Giurgiu 1979).

Tabelul 31. Provocări (economice, de mediu, sociale și tehnice forestiere) în legătură cu sectorul forestier și sectorul lemnului

Tipul de provocări			
Provocare economică	Provocare de mediu	Provocare socială	Provocare tehnică
valorificare slabă a resurselor forestiere (în special lemn)	speciile exotice	dependență ridicată de importurile de lemn	lipsa personalului calificat și a resurselor
nevoie de lemne de foc	încălzirea globală	tăiere ilegală (lipsa trasabilității)	industria lemnului
criza energetică	sănătatea în declin a ecosistemelor forestiere din Moldova	lipsa forței de muncă din cauza salariilor mici	lipsa supravegherii tehnice independente
consolidarea sectorului privat în proprietatea pădurilor	reducerea suprafeței de păduri	alocarea resurselor umane	lipsa utilajelor de exploatare forestieră și a fabricilor de cherestea
ameliorarea pășunilor prin dezvoltarea silvopastoralismului și agrosilviculturii	scăderea creșterii medii a pădurilor	proprietate privată a pădurilor	lipsa pepinierei și a instrumentelor tehnice de management forestier (GIS, cartografiere)
managementul faunei sălbatice vis-à-vis braconierii	scăderea volumului lemnului pe picior	menținerea și conservarea biodiversității	implementarea planurilor de management
dezvoltarea durabilă a sectorului silvic și cinegetic din fondul forestier	secetele din ultimii ani	imagine negativă cu autoritățile și comunitățile naționale	managementul proiectului lucrărilor de plantare
resurse bugetare, financiare și umane care sunt necesare pentru a planta 150 de milioane de copaci	scăderea apelor freatice și a rezervelor de apă din sol	oportunitățile pozitive de angajare	lucrări și infrastructuri silvicole
implicarea donatorilor internaționali	răspândirea mai multor agenți patogeni	accesul redus la resursele forestiere	supravegherea districtelor forestiere
pregătirea personalului	diversificarea speciilor pentru a compensa dispariția treptată a stejarului pedunculat	retragerea pășunilor de la crescătorile de animale	producția de semințe și puietilor de pădure; ce mijloace tehnice pentru plantații și pepiniere noi
structurarea unei adevărate industrii forestiere și a lemnului care poate oferi locuri de muncă este rar abordată	managementul climei și biodiversitatea	gestionarea intereselor conflictuale	vânzarea și comercializarea butașilor
dependența de specii exotice precum salcâmul	protecția și securitatea pădurilor și a faunei sălbatice	orientarea profesională	prelucrarea lemnului (silvicultura, gatere și prelucrare primară)
valoarea economică a biodiversității în ansamblu (păsări, insecte, etc.)	schimbarea climei	învățământul primar și la grădiniță	pregătire în silvicultură neregulată
sechestrarea carbonului care va aduce un venit	răspândirea a numeroase atacuri de către insecte defoliatoare	sărăcia	pentru a adapta arboretele la încălzirea globală
îmbunătățirea productivității solurilor prin perdele forestiere	eroziune eoliană, alunecări de teren, pășunat excesiv	consultarea părților interesate	infrastructura drumurilor
recuperarea terenurilor agricole degradate cu productivitate redusă	pentru a crea peisaje agricole primitoare și mai puțin monotone	o cerere semnificativă din partea autorităților pentru împădurire	silvicultura urbană

4.1.2. Legislația internațională și Europeană la care R. Moldova este parte semnatară

Republica Moldova a semnat o serie de tratate internaționale referitoare la protecția mediului. O parte dintre ele fac referire și la schimbările climatice, după cum se poate vedea în tabelul următor.

Tabelul 32. Tratatе internaționale de mediu la care Republica Moldova este parte

1. Convenția asupra poluării atmosferice transfrontiere pe distanțe lungi (Geneva, 13 noiembrie 1979)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind poluanții organici persistenti (24 iunie 1998, Aarhus) ● Protocolul privind metalele grele (Aarhus, 24 iunie 1998)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul referitor la finanțarea pe termen lung a Programului de cooperare pentru supravegherea și evaluarea transportului pe distanțe lungi al poluanților atmosferici în Europa (EMEP), adoptat la Geneva la 28 septembrie 1984 ● Protocolul privind combaterea acidificării, eutroficerii și ozonului la nivelul solului (Gothenburg, 30 noiembrie 1999)
2. Convenția pentru protecția stratului de ozon (Vienna, 22 martie 1985)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul referitor la substanțele care distrug stratul de ozon (Montreal, 16 septembrie 1987)
3. Convenția privind evaluarea impactului asupra mediului în context transfrontalier (Espoo, 25 februarie 1991)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind evaluarea strategică de mediu (Kiev, 21 mai 2003)
4. Convenția privind protecția și utilizarea cursurilor de apă transfrontiere și a lacurilor internaționale (Helsinki, 17 martie 1992)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind apa și sănătatea (Londra)
5. Convenția privind Efectele Transfrontiere ale Accidentelor Industriale (Helsinki, 17 martie 1992)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind responsabilitatea civică și compensarea pentru prejudiciul cauzat apelor transfrontaliere de către impactul transfrontalier al accidentelor industriale la Convenția privind protecția și utilizarea cursurilor de apă transfrontaliere și a lacurilor internaționale (Kiev, 21 mai 2003)
6. Convenția privind accesul la informație, justiții și participarea publicului la adoptarea deciziilor în domeniul mediului (Aarhus, 25 iunie 1998)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind registrele emisiilor și transferului de poluanți (Kiev, 21 mai 2003)
7. Convenția de la Minamata cu privire la Mercur (10 octombrie 2013)
8. Convenția de la Basel privind controlul transportului peste frontiere al deșeurilor periculoase și eliminării acestora (Basel, 22 martie 1989)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul privind responsabilitatea pentru compensarea prejudiciilor cauzate din rezultatul transportării transfrontaliere a deșeurilor periculoase (10 decembrie 1999)
9. Convenția privind Diversitatea Biologică (Rio de Janeiro, 5 iunie 1992)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul de la Nagoya privind accesul la resursele genetice și distribuirea corectă și echitabilă a beneficiilor care rezultă din utilizarea acestora (Nagoya, 29 octombrie 2010) ● Protocolul de la Cartagena cu privire la Biosecuritate (Montreal, 29 ianuarie 2000) ● Protocolul suplimentar Nagoya-Kuala Lumpur privind răspunderea și repararea prejudiciului (Montreal, 29 ianuarie 2000)
10. Convenția privind comerțul internațional cu specii sălbatice de faună și floră pe cale de dispariție (Washington, 3 martie 1973)
11. Convenția privind conservarea speciilor migratoare de animale sălbatice (Bonn, 23 iunie 1979)
<ul style="list-style-type: none"> ● Acordul privind conservarea liliecilor în Europa (Londra, 4 decembrie 1991) ● Acordul privind conservarea păsărilor migratoare de apă african-urasiatice (Haga, 16 iunie 1995)
12. Convenția pentru combaterea deșertificării în țările afectate grav de secetă și/sau de deșertificare (Paris, 17 iunie 1994)
13. Convenția privind procedura de consimțământ prealabil în cunoștință de cauză aplicabilă anumitor produși chimici periculoși și pesticidelor care fac obiectul comerțului internațional (Rotterdam, 10 septembrie 1998)
14. Convenția privind poluanții organici persistenti (Stockholm, 22 mai 2001)
15. Convenția Cadru cu privire la schimbarea climei (New-York, 9 mai 1992)
<ul style="list-style-type: none"> ● Protocolul de la Kyoto (11 decembrie 1997)

● Acordul de la Paris (22 aprilie 2016)
16. Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa (Berna, 19 septembrie 1979)
17. Convenția privind peisajul european (Florența, 20 octombrie 2000)
18. Convenția asupra zonelor umede de importanță internațională în special ca habitat al păsărilor acvatice (Ramsar, 2 februarie 1971)
19. Convenția privind cooperarea pentru protecția și utilizarea durabilă a fluviului Dunărea (Sofia, 29 iunie 1994)

Experiența țărilor Europei Centrale și de Est arată că adoptarea acquis-ului a ridicat importanța mediului pe agenda națională. Acest lucru se datorează faptului că acquis-ul (cel cu relevanță pentru sectorul forestier poate fi observat în tabelul 33) aduce avantaje considerabile în îmbunătățirea standardelor și infrastructurii de mediu.

Tabelul 33. Legislația Comisiei Uniunii Europene (<https://eur-lex.europa.eu/>)

Acte relevante
Strategia UE în domeniul biodiversității https://eur-lex.europa.eu/RO/legal-content/summary/eu-biodiversity-strategy-for-2030.html
Pactul ecologic european https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=LEGISSUM:4438420 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52019DC0640
Planul de investiții pentru o Europă durabilă https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52020DC0021
Legea europeană a climei https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52020PC0080
Agenda urbană a UE https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/urban-agenda-eu_ro
Directiva Habitate. Măsurile UE pentru conservarea florei și faunei sălbatice din Europa https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en
O nouă strategie a UE pentru păduri pentru 2030 - gestionarea durabilă a pădurilor în Europa https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0310_RO.html
Acordul de la Paris https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:paris_agreement
Dezvoltare Rurală https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/rural-development_ro#:~:text=Dezvoltarea%20rural%C4%83%20este%20cel%20de,de%20mediu%20a%20zonelor%20rurale.

4.1.3 Principale prevederi legale referitoare la păduri

Conform Codului Silvic pădurea constituie un element al *landşaftului geografic*, unitate funcțională a biosferei, compusă din comunitatea vegetației forestiere (în care domină arborii și arbuștii), pături vii, animalelor și microorganismelor, care în dezvoltarea lor biologică sunt interdependente și acționează asupra habitatului lor. Sunt considerate păduri terenurile acoperite cu vegetație forestieră cu o suprafață de peste 0,25 ha.

La baza cadrului normativ stă Codul silvic, însă cadrul legislativ care fundamentează politica statului promovată în sectorul forestier constă în Constituția Republicii Moldova, 12 legi (Tabelul 34) și un set de hotărâri ale Guvernului (Tabelul 35) ce se referă, direct sau indirect, la domeniul forestier (PRM, 2001). În politica forestieră a statului, *funcția primordială a pădurilor este cea de protecție a mediului și de asigurare a echilibrului ecologic*. Codul silvic

și alte legi prevăd interzicerea reducerii suprafețelor fondului forestier, iar recoltarea masei lemnoase se permite numai în limitele stabilite de *amenajamentele silvice*. Legislația favorizează extinderea suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră prin împădurirea terenurilor degradate, a ravenelor, a pantelor, a terenurilor afectate de alunecări, crearea fâșiilor forestiere de protecție a apelor râurilor și bazinelor de apă. Legea privind protecția mediului înconjurător, Legea regnului animal, Legea privind expertiza ecologică și evaluarea impactului asupra mediului înconjurător și alte legi subsecvente conțin prevederi privind conservarea diversității biologice și protecția ecosistemelor.

Fondul forestier este supus în întregime *regimului silvic* care reprezintă un *sistem de norme tehnice*, economice, juridice și silvice privind amenajarea, folosirea, regenerarea, paza și protecția pădurilor. Conform Codului Silvic pădurile Republicii Moldova se încadrează în grupa întâi funcțională, având în exclusivitate funcții de protecție a mediului înconjurător. În raport cu funcțiile ce le revin, se disting următoarele subgrupe funcționale de păduri: de protecție a apelor; de protecție a terenurilor și solurilor; de protecție contra factorilor climatici și industriali dăunători; cu funcții de recreere; de interes științific și de conservare a genofondului și ecofondului forestier. Pot fi, de asemenea, delimitate sectoare silvice de protecție specială, având un regim special de gospodărire.

Alte dispoziții prezente în Codul silvic se referă la:

- competența parlamentului, guvernului și a autorităților administrației publice locale privind reglementarea relațiilor silvice;
- administrarea și gospodărirea fondurilor forestier și cinegetic;
- gestiunea și folosirea terenurilor din fondul forestier;
- drepturile și obligațiile gestionarilor de terenuri din fondul forestier;
- produsele pădurii;
- plata pentru folosințele silvice, stimularea economică a folosirii raționale, regenerării, pazei și protecției pădurilor;
- finanțarea activităților de administrare și gospodărire a fondurilor forestier și cinegetic;
- regenerarea și îngrijirea pădurilor;
- împădurirea terenurilor degradate și plantarea perdelelor forestiere de protecție pe terenurile din afara fondului forestier;
- paza fondurilor forestier și cinegetic;
- protecția pădurilor;
- amenajarea fondului forestier, evidența de stat a fondului forestier și cadastrul silvic de stat, monitoringul forestier;
- asigurarea integrității și dezvoltării fondului forestier; soluționarea litigiilor silvice;
- răspunderea pentru încălcarea legislației silvice.

În urma analizei Codului silvic ce a funcționat până în martie 2024 s-a constatat faptul că în elaborarea acestui cod autoritățile nu au inclus elaborarea unor măsuri de atenuare și adaptare la schimbările climatice în procesul de gestionare a fondului forestier. În acest sens au fost dezvoltate multiple strategii de dezvoltare și adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova, tratate în secțiunea următoare. În același timp, *fondul forestier* este constituit din totalitatea pădurilor, indiferent de tipul de proprietate și forma de gospodărire, terenurile destinate împăduririi, cele care servesc nevoilor de cultură, producției și/sau administrației silvice, precum și terenurile neproductive incluse în amenajamentele silvice (Așevschi 2015). Cu toate acestea, există vegetație forestieră, care nu face parte din fondul forestier, astfel încât în fondul forestier nu se includ:

- a) perdelele forestiere de protecție amplasate pe terenurile cu destinație agricolă;
- b) perdelele forestiere de protecție și plantațiile de arbori și arbuști situate de-a lungul căilor de comunicație și pe terenurile fondului acvatic;
- c) grădinile botanice, dendrologice și zoologice, spațiile verzi ale localităților urbane și rurale.

Tabelul 34. Legi privind reglementarea sectorului silvic

Denumirea actelor legislative (sursă: Agenția „Moldsilva”; link-uri accesate feb. 2024)	Număr act
Codul silvic http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311740	Nr. 887 din 21.06.1996
Codul apelor http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311611	Nr. 1532 din 22.06.1993
Codul funciar http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=313324	Nr. 828 din 25.12.1991
Codul penal http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=331268	Nr. 985 din 18.04.2002
Codul contravențional http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=330333	Nr. 218 din 24.10.2008
Legea cu privire la arenda în agricultură http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=312182	Nr. 198 din 15.05.2003
Legea cu privire la Cartea Roșie a Republicii Moldova http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=315224	Nr. 325 din 15.12.2005
Legea cu privire la Guvern http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=312895	Nr. 64 din 31.05.1990
Legea cu privire la resursele naturale http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311535	Nr. 1102 din 06.02.1997
Legea cu privire la zonele și fâșiile de protecție a apelor râurilor și bazinelor de apă https://moldsilva.gov.md/libview.php?l=ro&idc=199&id=211&t=/Legislatia/Legi/Lista-generală#idc=196&	Nr. 440 din 27.04.1995
Legea privind fondul ariilor naturale protejate de stat https://moldsilva.gov.md/libview.php?l=ro&idc=199&id=211&t=/Legislatia/Legi/Lista-generală#idc=196&	Nr. 1538 din 25.02.1998
Legea privind fondul piscicol, pescuitul și piscicultura https://moldsilva.gov.md/libview.php?l=ro&idc=199&id=211&t=/Legislatia/Legi/Lista-generală#idc=196&	Nr. 149 din 08.06.2006
Legea privind protecția mediului înconjurător http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311604	Nr. 1515 din 16.06.1993
Legea culturilor nucifere http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311709	Nr. 658 din 29.10.1999
Legea privind transparența în procesul decizional http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=329849	Nr. 239 din 13.11.2008
Legea pentru ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=312730	Nr. 1041 din 15.06.2000
Legea regnului animal http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=311667	Nr. 439 din 27.04.1995
Legea regnului vegetal http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=327015	Nr. 239 din 08.11.2007
Strategia dezvoltării durabile a sectorului forestier din Republica Moldova http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=308876	Nr. 350 din 12.07.2001
Strategia națională și Planul de acțiune în domeniul conservării diversității biologice http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=307364	Nr. 112 din 27.04.2001

Tablul 35. Hotărâri privind reglementarea sectorului silvic

Denumire (sursă: Agenția „Moldsilva”; link-uri accesate februarie 2024)
Hotărâre cu privire la măsurile de asigurare a ocrotirii pădurilor, perdelelor forestiere de protecție și a altor plantații silvice, nr. 106 din 27.02.1996 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=295647
Hotărâre cu privire la perfecționarea gestionării gospodăriei silvice și protejarea vegetației forestiere, nr. 595 din 29.10.1996 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=303277
Hotărâre cu privire la evidenta de stat a fondului forestier, nr. 1007 din 30.10.1997 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=297067
Hotărâre cu privire la clasificarea pădurilor pe grupe și categorii funcționale, nr. 1008 din 30.10.1997 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=297074
Hotărâre privind aprobarea Programului Național de acțiuni pentru combaterea deșertificării, nr. 367 din 13 aprilie 2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=301413
Hotărâre privind aprobarea Regulamentului Cadastrului obiectelor și complexelor din fondul ariilor naturale protejate de stat, nr. 414 din 2 mai 2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=301808
Hotărâre pentru aprobarea regulamentelor-cadru ale parcurilor naționale, monumentelor naturii, rezervațiilor de resurse și rezervațiilor biosferei, nr. 782 din 03.08.2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304680
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului-cadru cu privire la ariile cu management multifuncțional, Regulamentului-cadru cu privire la rezervațiile naturale, Regulamentului-cadru cu privire la rezervațiile peisagistice și Regulamentului-cadru cu privire la monumentele de arhitectură peisajeră, nr. 784 din 03.08.2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304691
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului-cadru cu privire la grădinile botanice, Regulamentului-cadru cu privire la grădinile dendrologice, Regulamentului-cadru cu privire la grădinile zoologice, Regulamentului-cadru cu privire la rezervațiile științifice, nr. 785 din 03.08.2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304695
Hotărâre despre aprobarea Regulamentului privind zonele protejate naturale și construite, nr. 1009 din 05.10.2000 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=295600
Hotărâre cu privire la măsurile de stabilire a zonelor și fâșiilor riverane de protecție a apelor râurilor și bazinelor de apă, nr. 32 din 16.01.2001. http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=301052
Hotărâre despre executarea Hotărârii Guvernului Republicii Moldova nr. 595 din 29 octombrie 1996 și unele măsuri suplimentare pentru optimizarea gestionării gospodăriei silvice și protecția vegetației forestiere, nr. 107 din 07.02.2001 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=297417
Hotărâre despre aprobarea Regulamentului cu privire la protecția rețelelor electrice, nr. 514 din 23.04.2002 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=294934
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului privind procedura de instituire a regimului de arie naturală protejată, nr. 803 din 19.06.2002 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304836
Hotărâre despre aprobarea Programului de valorificare a terenurilor noi și de sporire a fertilității solurilor, nr. 636 din 26.05.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=303581
Hotărâre cu privire la aprobarea Programului de stat de regenerare și împădurire a terenurilor fondului forestier pe anii 2003-2020, nr. 737 din 17.06.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304349
Hotărâre cu privire la aprobarea proiectului de lege pentru modificarea și completarea Codului silvic, nr. 738 din 17.06.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304358
Hotărâre cu privire la implementarea Strategiei dezvoltării durabile a sectorului forestier național, nr. 739 din 17.06.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=304368
Hotărâre pentru aprobarea actelor normative vizând gestionarea gospodăriei silvice, nr. 740 din 17.06.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=295243
Hotărâre despre aprobarea Modificărilor la Hotărârea Guvernului nr. 850 din 15 august 2001, nr. 1486 din 11.12.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=294423
Hotărâre despre instituirea Comisiei naționale pentru implementarea și realizarea prevederilor Convenției-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei, precum și a mecanismelor și prevederilor Protocolului de la Kyoto, nr. 1574 din 26.12.2003 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=299618
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului cu privire la autorizarea tăierilor în fondul forestier și vegetația forestieră din afara fondului forestier, nr. 27 din 19.01.2004 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=300650
Hotărâre cu privire la aprobarea posibilității de recoltare a masei lemnoase în procesul tăierilor de produse principale pentru perioada 2006-2010, nr. 1337 din 16.12.2005 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=298872
Hotărâre cu privire la unele măsuri de sporire a producției de culturi nucifere, nr. 8 din 03.01.2006 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=314887

Hotărâre privind activitatea Agenției pentru Silvicultură "Moldsilva" în anul 2005 și în primul trimestru al anului 2006, nr. 1254 din 30.10.2006 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=318222
Hotărâre cu privire la aprobarea volumului de tăieri silvice suplimentare, nr. 1360 din 28.11.2006 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=318597
Hotărâre cu privire la aprobarea Nomenclatorului și tarifelor la serviciile prestate, contra plată, de către Agenția "Moldsilva" și Regulamentului cu privire la modul de formare și direcțiile de utilizare a mijloacelor speciale, nr. 273 din 13.03.2007 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=322122
Hotărâre cu privire la aprobarea Listei indicatorilor pentru fiecare criteriu al gestionării durabile a pădurilor, nr. 618 din 04.06.2007 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=324607
Hotărâre cu privire la activitatea Agenției pentru Silvicultură "Moldsilva" în anul 2006 și în nouă luni ale anului 2007, nr. 1381 din 10.12.2007 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=326293
Hotărâre cu privire la aprobarea Reglementării tehnice "Reguli generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova" RT DSE 1.01-2005, nr. 1159 din 24.10.2007 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=325634
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului cu privire la modul de atribuire, modificare a destinației și schimbul terenurilor, nr. 1451 din 24.12.2007. http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=326587
Hotărâre pentru aprobarea Regulamentului privind arenda fondului forestier în scopuri de gospodărire cinegetică și/sau de recreere, nr. 187 din 20.02.2008 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=327068
Hotărâre pentru aprobarea Regulilor privind protecția rețelelor de comunicații electronice și executarea lucrărilor în zonele de protecție și pe traseele liniilor de comunicații electronice, nr. 284 din 13.04.2009 http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=331366

Tabelul 36. Norme tehnice în domeniul silviculturii (adaptat)

Norme tehnice adoptate prin Ordinul Agenției „Moldsilva” Nr. 90 din 04.04.2012 cu privire la aprobarea Normelor tehnice în domeniul silviculturii
Norme tehnice pentru amenajarea pădurilor
Norme tehnice privind recepția tehnică și inventarierea anuală a lucrărilor de regenerare, împădurire și creștere a materialului forestier de reproducere
Norme tehnice pentru amenajarea cinegetică a terenurilor de vânătoare din fondul forestier
Norme tehnice privind menținerea și conservarea diversității biologice forestiere în păduri
Norme tehnice privind reconstrucția ecologică a arboreților
Norme tehnice pentru alegerea și aplicarea tratamentelor în păduri

Cadrul legal referitor la păduri sau la domeniul forestier este uneori caracterizat prin inconsistențe și suprapuneri ale diferitor acte legale, menționează Mitchell et al. (2015). Acest lucru adaugă un grad de complexitate și creează obstacole pentru implementarea sau chiar pentru înțelegerea cadrului de reglementare și instituțional din domeniu. După Talpă et al. (2021) există foarte puține prevederi specifice privind coordonarea între sectorul forestier și alte sectoare, precum și între diferiți actori interesați. Cercetătorii de mai sus (talpă et al., 2021) afirmă că „Legislația forestieră și documentele de politică ale Moldovei sunt văzute ca fiind destul de vagi și imprecise, lăsând loc de interpretare și sunt susceptibile de a induce în eroare ... multe surse demonstrează că procesele de degradare a ecosistemelor forestiere nu au fost oprite, solicitând o implicare mai profundă în formularea politicilor și aplicarea acestora”. Și Lozan și Rotaru (2015) afirmă că „Necesitatea îmbunătățirii legislației forestiere este dictată de starea pădurilor, practicilor de gospodărire și viziuni de viitor: schimbările social-economice, ratificarea convențiilor internaționale cu referință directă sau indirectă la mediu și păduri, orientarea spre conservarea pădurilor și gestionarea lor durabilă, majorarea suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră ...”.

În ultimii ani Codul silvic a fost supus mai multor modificări și amendamente, inclusiv în legătură cu practicile internaționale de gestionare durabilă a pădurilor, contribuția pădurilor la atenuarea schimbărilor climatice, rolul pădurilor în asigurarea serviciilor ecologice, precum și

în legătură cu planurile Republicii Moldova de aderare la UE. Astfel, gestionarea durabilă a pădurilor prevede “regenerarea, paza și protecția pădurilor, conservarea biodiversității biologice inclusiv, asigurarea măsurilor de adaptare a sectorului forestier la schimbările climatice”. De asemenea unul din principiile gestionării durabile a pădurii accentuează importanța „consolidării rezilienței pădurilor și creșterea contribuției acestora la limitarea efectelor schimbărilor climatice”.

În data de 28 martie 2024, Parlamentul Republicii Moldova a adoptat proiectul noului Cod silvic. Noul Cod prevede divizarea pădurilor pe grupe, subgrupe și categorii funcționale. Grupa întâi funcțională, cu funcții speciale de protecție, se referă la pădurile care sunt utilizate pentru conservarea naturii, conservarea genofondului și ecofondului forestier, cercetare științifică, protecția patrimoniului istoric și cultural, protecția corpurilor de apă și a solului, recreere și turism ecologic. Grupa a doua funcțională, cu funcții de protecție și producție, vizează pădurile polivalente ce asigură securitatea alimentară și energetică a populației, care sunt utilizate pentru producția de lemn, comerțul cu lemn și produse nelemnoase, toate contribuind la protecția mediului. Prin aprobarea noului Cod se intenționează perfecționarea și aducerea în concordanță a legislației silvice naționale la cerințele europene, care să asigure practici de gestionare durabilă a pădurilor, integritatea fondului forestier, promovarea tipului natural fundamental de pădure, precum și recuperarea prejudiciilor cauzate de folosirea ilegală a resurselor pădurii. Codul silvic, elaborat de către Ministerul Mediului, va intra în vigoare, cu unele excepții, la expirarea a 12 luni de la data publicării în Monitorul Oficial al Republicii Moldova. Totodată, la data intrării în vigoare a noului Cod, se va abroga Codul silvic actual și Legea pentru ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate.

Astfel, în urma armonizării depline a legislației și politicii de mediu în Republica Moldova, pot fi obținute multe avantaje. Acest lucru presupune îmbunătățirea participării pe piață, ameliorarea sănătății, în special reducerea bolilor respiratorii și a bolilor transmise prin apă, îmbunătățirea securității muncii, creșterea economică, în special cea legată de modernizarea industriei și turismului, creșterea recoltelor, diminuarea riscului ecologic și a pericolelor și îmbunătățirea calității vieții (Așevschi 2015).

4.2 Politici cu privire la adaptarea sectorului forestier al Republicii Moldova la schimbările climatice

Autor: Laura Bouriaud

4.2.1 Strategiile de adaptare a gestionării pădurilor la schimbările climatice au ca prioritate creșterea rezistenței și rezilienței pădurilor

Adaptarea la schimbările climatice o provocare nouă și complexă pentru societatea modernă (Comisia Europeană 2007; Innes et al. 2009). Evoluția schimbărilor climatice reprezintă o nouă sursă de incertitudine în ceea ce privește gestionarea durabilă a pădurilor (Yousefpour et al. 2012). Deși incertitudinea este încă mare cu privire la manifestarea schimbărilor climatice (Lindner et al. 2014), este însă sigur că pădurile europene vor fi afectate în mod semnificativ, și în special pădurile din regiunile sudice ale continentului (Hanewinkel et al. 2013).

Adaptarea la schimbările climatice implică monitorizarea, anticiparea schimbărilor, evitarea consecințelor negative și identificarea avantajelor potențiale ale acestor schimbări (Schelhaas et al. 2015). Ea impune modificarea strategiilor tradiționale de gestionare a pădurilor (Lindner 2000). Reducerea vulnerabilității arboretelor, reducerea impactului perturbărilor și creșterea rezilienței pădurilor sunt necesare în cadrul unui management adaptiv, stabilit prin strategii

gândite la scară locală și regională (Bolte et al. 2009). Deși unele politici forestiere regionale sau naționale oferă o libertate redusă în alegerea opțiunilor de gestionare a pădurilor, totuși este foarte important să existe flexibilitate în adaptarea managementului forestier la diferite riscuri viitoare (Hengeveld et al. 2015). Rolul experților și al unui personal de teren bine informat este foarte important, având în vedere caracterul complex al schimbărilor climatice, care necesită, cel mai adesea, soluții de adaptare cu specific local.

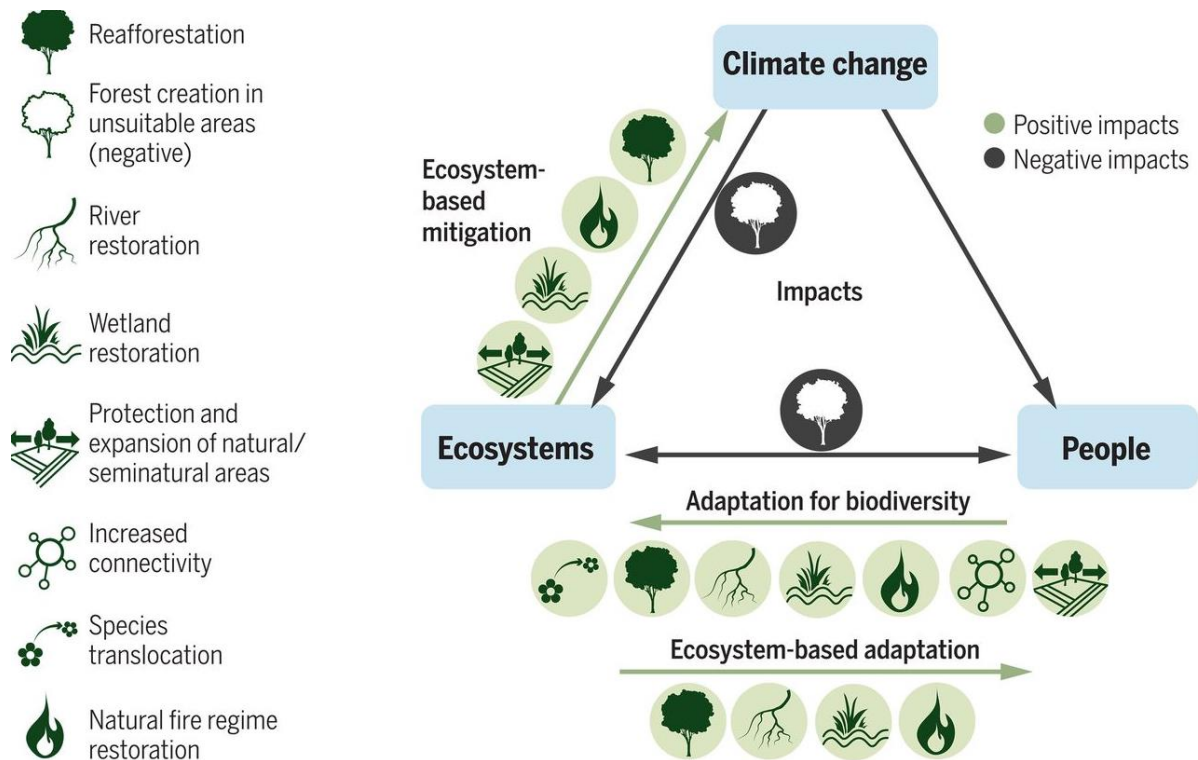


Figura 67. Rolul ecosistemelor naturale și semi-naturale în adaptarea la schimbările climatice.

Graficul arată legătura dintre adaptarea pentru menținerea biodiversității (adaptation for biodiversity), adaptarea și atenuarea bazate pe servicii ecosistemice (ecosystem based adaptation and ecosystem based mitigation). Impactul negativ al schimbărilor climatice este ilustrat în culoarea gri închis, iar impactul pozitiv este ilustrat cu culoarea verde. Răspunsul ecosistemelor la schimbările climatice depinde de o abordare integrată care să maximizeze efectele de sinergie și să evite cât mai mult producerea de daune ecosistemelor. Morecroft et al. 2019. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaw9256>

4.2.2 Politici internaționale de adaptare a pădurilor și sectorului forestier la schimbările climatice

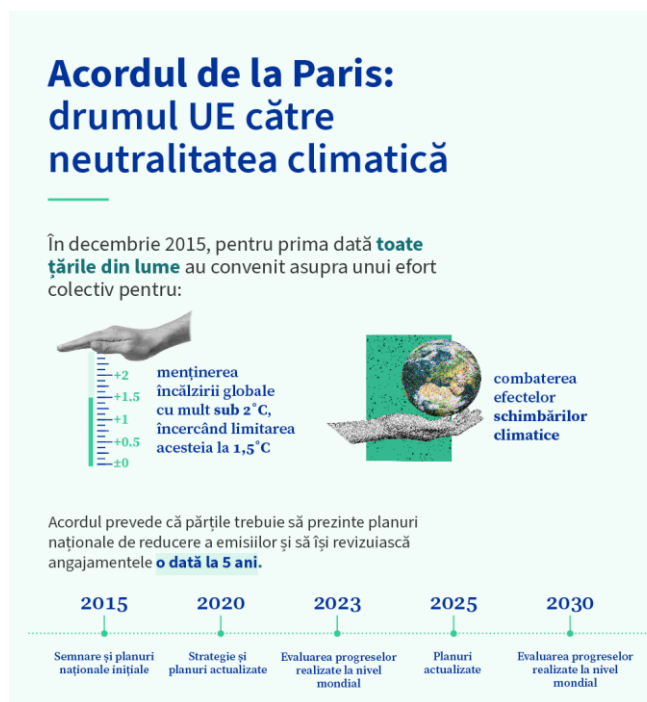
4.2.2.1 Cadrul de politici și legislativ internațional

Schimbările climatice reprezintă o amenințare la adresa bunăstării umane și a sănătății planetare. De exemplu, fiecare o mie de giga tone de CO₂ emise suplimentar prin activitățile umane duce la creșterea temperaturii suprafeței terestre cu 0.45°C (IPCC 2023). Îmbunătățirea rezilienței la schimbările climatice și a capacităților de adaptare la acestea necesită eforturi

comune din partea tuturor sectoarelor economiei și ale societății, precum și coerența și consecvența politicilor în toate actele legislative și politicile relevante¹⁴.

La nivel internațional, Convenția-cadru a ONU privind schimbările climatice (UNFCCC) din 1992 reprezintă instrumentul fundamental pentru gestionarea schimbărilor climatice. În cadrul UNFCCC, părțile au convenit să prevină și să stabilizeze concentrația de gaze cu efect de seră.

Comunitatea internațională a adoptat, de-a lungul timpului, o serie de alte instrumente de cooperare pentru limitarea schimbărilor climatice, protejarea mediului și promovarea unor modele de dezvoltare durabilă, cum ar fi:



<https://www.consilium.europa.eu/ro/infographics/paris-agreement-eu/>

4.2.2.2 Cadrul politic și legislativ european cu privire la schimbările climatice

Combaterea schimbărilor climatice este o temă de importanță majoră și pentru Uniunea Europeană, care dorește să fie un lider în domeniu și să devină o societate echitabilă și prosperă, cu o economie modernă, competitivă și eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor, în care să nu existe emisii nete de gaze cu efect de seră în 2050 și în care creșterea economică să fie decuplată de utilizarea resurselor. Tranziția verde, alături de cea digitală, reprezintă punctul central al agendei Uniunii pentru următorul deceniu: tranziția la o economie durabilă din perspectiva mediului, circulară și neutră din punct de vedere climatic.

¹⁴ Surse: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=CELEX:52022SC0271;>

[https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/264529;](https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/264529) Consiliul Europei: [https://www.consilium.europa.eu/;](https://www.consilium.europa.eu/)

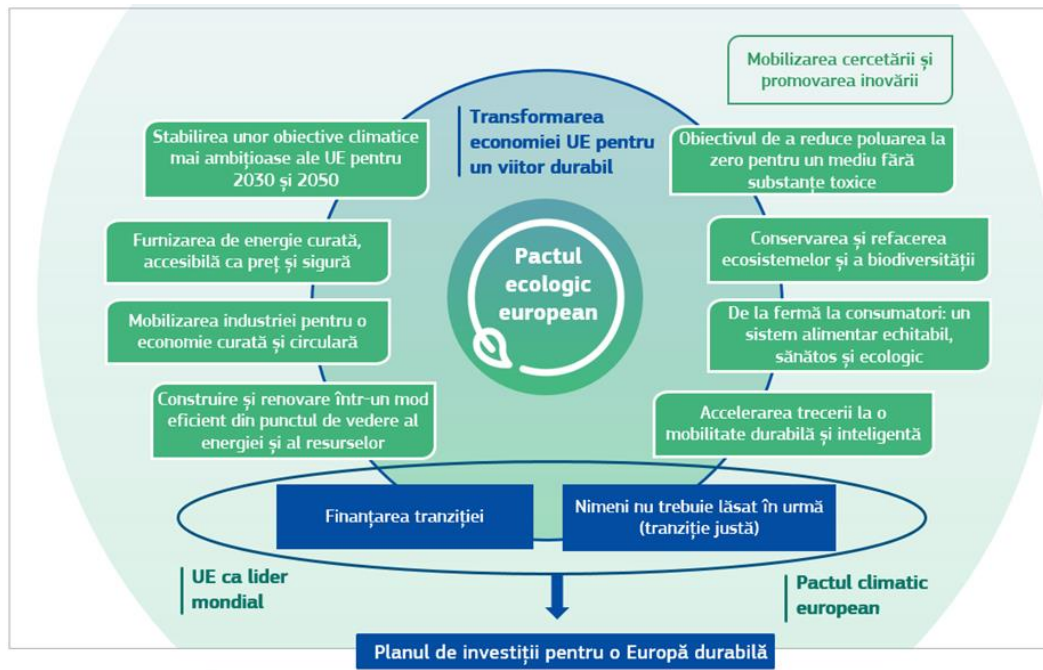


Figura 68. Comisia Uniunii Europene - Pactul ecologic european

Sursa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52020DC0021>

În 2008, liderii UE au convenit că până în 2020 Uniunea Europeană își va reduce emisiile de gaze cu efect de seră cu 20% față de nivelul din 1990, iar acest obiectiv a fost atins cu trei ani înainte de termen. În 2014, liderii au aprobat obiectivul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră cu cel puțin 40% până în 2030, însă în decembrie 2020, Consiliul European a convenit să intensifice ambiția UE. Liderii UE au aprobat astfel un obiectiv obligatoriu al UE de reducere internă netă de cel puțin 55% a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2030, comparativ cu 1990¹⁵.

¹⁵ <https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/>



Figura 69. Planul de investiții pentru o Europă durabilă contribuie la punerea în aplicare a obiectivelor de dezvoltare durabilă. Sursa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/?uri=celex%3A52020DC0021>

Eforturile UE de combatere a schimbărilor climatice sunt în conformitate cu angajamentele asumate de UE și de statele sale membre în **Acordul de la Paris**, semnat în 2015.

La 14 iulie 2021, Comisia a înaintat un pachet de propuneri legislative cu scopul de a face membrii UE „**Pregătiți pentru 55**”. Pachetul „Pregătiți pentru 55: îndeplinirea obiectivului climatic al UE pentru 2030 pe calea spre atingerea obiectivului de neutralitate climatică” reprezintă planul Europei privind tranziția verde pentru reducerea emisiilor nete de gaze cu efect de seră cu cel puțin 55% până în 2030. UE intenționează să crească ponderea energiei din surse regenerabile până în 2030 astfel încât energia solară, eoliană, hidroelectrică și biomasă să acopere cel puțin 32% din consumul total de energie al UE.

În mai 2022 a fost prezentat planul **REPowerEU**, ca răspuns la dificultățile și perturbările de pe piața mondială a energiei cauzate de invadarea Ucrainei de către Rusia. Planul urmărește atât să pună capăt dependenței UE de combustibilii fosili din Rusia, cât și să stimuleze utilizarea surselor regenerabile de energie, inclusiv prin accelerarea procesului de autorizare a proiectelor privind energia din surse regenerabile. Noi norme care combină Directiva privind energia din surse regenerabile cu elemente din REPowerEU au fost adoptate de Consiliul Europei în octombrie 2023. **Mecanismul de redresare și reziliență (MRR)**, instituit în urma crizei provocate de pandemia de COVID-19 ca instrument temporar de atenuare a impactului economic și social al pandemiei, este principalul instrument de finanțare a planului REPowerEU.

Reducerea emisiilor și creșterea utilizării energiilor regenerabile nu sunt singura modalitate de a realiza neutralitatea climatică. Eliminarea CO₂ din atmosferă prin captarea acestuia în sol și în păduri contribuie, de asemenea, la reducerea emisiilor totale de gaze cu efect de seră ale UE.

Regulamentul LULUCF stabilește norme pentru reducerea emisiilor și creșterea absorbției de carbon în sectorul exploatării terenurilor, schimbării destinației terenurilor și silviculturii. Regulamentul LULUCF a fost revizuit și a fost adoptat în mod formal de Consiliul Europei în luna martie 2023. La 11 decembrie 2019, Comisia a prezentat **Pactul verde european (Green Deal)**, un pachet ambițios de măsuri preconizate menite să permită UE să devină carbon-neutră până în 2050. Printre acțiunile cheie propuse în temeiul European Green Deal este Legea Europeană privind clima. **Legea Europeană privind Clima**¹⁶ (Regulamentul UE 2021/1119) a legiferat obiectivul de neutralitate climatică, precum și ținta intermediară de reducere ale emisiilor de gaze cu efect de seră corespunzătoare anului 2030, respectiv reducerea cu cel puțin 55% a emisiilor de gaze cu efect de seră comparativ cu nivelurile din anul 1990.

Un instrument de politici europene relevant pentru Republica Moldova este **Programul LIFE** al cărui obiectiv este să contribuie la tranziția către o economie durabilă, circulară, eficientă din punct de vedere energetic, bazată pe surse regenerabile de energie, neutră din punct de vedere climatic și rezilientă la schimbările climatice, în vederea protejării, refacerii și îmbunătățirii calității mediului, inclusiv a aerului, a apei și a solului și pentru stoparea și inversarea declinului biodiversității și combaterea degradării ecosistemelor, inclusiv prin sprijinirea punerii în aplicare și a gestionării rețelei Natura 2000. Pachetul financiar global pentru implementarea programului LIFE pentru perioada cuprinsă între 1 ianuarie 2021 și 31 decembrie 2027 este de 5 432 000 000 EUR. Programul LIFE este deschis participării țărilor terțe precum țările în curs de aderare sau țările candidate și potențialii candidați la aderare, în conformitate cu principiile generale și cu clauzele și condițiile generale de participare a acestora la programele Uniunii. Programul LIFE este singurul program dedicat în mod specific acțiunilor în domeniul mediului și acțiunii climatice și are, așadar, un rol esențial în sprijinul punerii în aplicare a legislației și a politicilor Uniunii din aceste domenii în țări candidate cum este Republica Moldova.

Mai pot fi menționate o serie de strategii și documente legislative noi, sectoriale sau integrate, care vizează problematica schimbărilor climatice:

Strategia UE privind adaptarea la schimbările climatice¹⁷ : Noua Strategie a UE privind Adaptarea la Schimbările Climatice, adoptată în 2021, are ca obiective principale îmbunătățirea cunoștințelor privind impactul schimbărilor climatice, intensificarea planificării adaptării și a evaluării riscurilor climatice, accelerarea măsurilor de adaptare și creșterea rezilienței la schimbările climatice ale continentului european.

Planul de Acțiune privind Economia Circulară (2020) are în vedere reducerea cantității de deșeuri și a amprente de carbon a acestora și pentru a se asigura faptul că UE dispune de o piață internă funcțională pentru materiile prime secundare de înaltă calitate.

Strategia UE privind biodiversitatea pentru 2030¹⁸ urmărește plasarea biodiversității Europei pe drumul către redresare până în 2030, în beneficiul oamenilor, al climei și al planetei. Natura reglează clima, iar soluțiile bazate pe natură (Nature-based Solutions / NbS) sunt esențiale pentru reducerea emisiilor și adaptarea la schimbările climatice.

Strategia "De la fermă la consumator" (2020) are drept obiectiv reducerea amprente ecologice și climatice a sistemului alimentar al UE, asigurarea securității alimentare în

¹⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>

¹⁷ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=C0M:2021:82:FIN>

¹⁸ https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_ro

condițiile schimbărilor climatice și declinului biodiversității, comerțul echitabil în cadrul lanțului de aprovizionare de la fermă la consumator.

Strategia UE privind solul pentru 2030 (2021) propune măsuri pentru protecția, utilizarea durabilă și refacerea solului, întrucât solurile sănătoase contribuie la atingerea obiectivelor legate de neutralitatea climatică și reziliența la schimbările climatice, dezvoltarea unei (bio)economii curate și circulare, inversarea declinului biodiversității, protejarea sănătății umane, stoparea deșertificării și inversarea tendinței de degradare a terenurilor.

4.2.2.3 Cadrul politic european pentru păduri



UE are aproape 182 de milioane de hectare de păduri, acoperind 43% din suprafața sa, deci, prin urmare, mai multe măsuri UE au vizat de-a lungul timpului protejarea pădurilor. De exemplu, **Regulamentul privind lemnul** (UE) nr. 995/2010 stabilește obligațiile

operatorilor care introduc lemn și produse din lemn pe piața UE, combate comerțul cu lemn și produse din lemn recoltat ilegal și interzice introducerea pe piața UE pentru prima dată a lemnului și a produselor din lemn recoltat ilegal.

O comunicare a Comisiei intitulată „O nouă strategie forestieră a UE: pentru păduri și sectorul forestier” a fost adoptată în septembrie 2013. Strategia UE pentru păduri (2013) identifică principiile-cheie necesare pentru consolidarea gestionării durabile a pădurilor și pentru îmbunătățirea competitivității și a creării de locuri de muncă, în special în zonele rurale, asigurând în același timp protecția pădurilor și furnizarea de servicii ecosistemice. Un raport intermediar privind punerea în aplicare a Strategiei UE pentru păduri a concluzionat că s-au înregistrat progrese semnificative în direcția obiectivelor pentru 2020.

În decembrie 2018, Comisia a publicat o evaluare la jumătatea perioadei a strategiei, în cadrul căreia concluzionează că strategia își îndeplinește obiectivele de încurajare a gestionării durabile a pădurilor, atât în UE, cât și la nivel mondial.

În iulie 2021, Comisia Europeană a publicat **Strategia UE pentru păduri pentru 2030**, un document programatic emblematic al Pactului verde european. Strategia urmărește să **sporească dimensiunea și calitatea pădurilor din Europa** și să îmbunătățească reziliența acestora la provocări precum schimbările climatice, sprijinind în același timp comunitățile a căror existență depinde de silvicultură. Strategia pentru păduri 2030 recunoaște rolul pădurilor pentru atingerea obiectivelor legate de reducerea emisiilor și atenuarea schimbărilor climatice, punând accentul pe: sprijinirea funcțiilor socioeconomice ale pădurilor; protejarea, refacerea și extinderea pădurilor din UE, gestionarea durabilă și monitorizarea strategică a acestora pentru adaptarea la schimbările climatice și creșterea rezilienței pădurilor.

4.3. Abordarea problemei schimbărilor climatice și a adaptării în Republica Moldova

Autor: Laura Bouriaud

4.3.1 Principalele politici și strategii naționale în domeniul climei în R. Moldova

Republica Moldova este o țară extrem de vulnerabilă la schimbările climatice. Conform estimărilor Strategiei Naționale de Dezvoltare – Moldova 2030, schimbările climatice reprezintă una din cele trei vulnerabilități majore de dezvoltare a țării, alături de problemele demografice și economice. În mod special, vulnerabilitatea față de schimbările climatice va avea un impact major în mediul rural, unde sărăcia este de 7,5 ori mai intensă decât în orașele mari (Sîrbu și Cujbă 2024).

Prin urmare, Republica Moldova a dezvoltat un cadru strategic național, din care actul cel mai reprezentativ este Strategia de adaptare la schimbarea climei, completată recent de Programul Național de Adaptare la Schimbările Climatice până în 2030 și Planul de Acțiuni al acestuia (august 2023). Strategia de adaptare la schimbarea climei a fost elaborată în concordanță cu prevederile Capitolului „Schimbări climatice” din Acordul de Asociere la Uniunea Europeană, precum și cu prevederile Programului de activitate al Guvernului Republicii Moldova „Integrare Europeană: Libertate, Democrație, Bunăstare” (2013-2014), Capitolul „Protecția Mediului”.

Date despre țară	Principale acte strategice relevante
<p>Localizarea geografică: Partea centrală a Europei, în nord-vestul Balcanilor</p> <p>Suprafața terestră: 33 846 km²</p> <p>Numărul populației: 3.551 milioane (2017)</p> <p>Clima : Temperată continentală, caracterizându-se prin ierni relativ blânde și cu puțină zăpadă, cu veri lungi, călduroase și cu umiditate redusă.</p> <p>Profilul emisiilor de gaze cu efect de seră (GES) : 3.5 t CO₂ echivalent / capita</p> <p>Sectoarele cheie de emisie a GES : Energie – 68.1%, inclusiv 30% - industriile energetice și 15.8% - transporturi; agricultura – 15,2%</p> <p>Riscurile de climă: Secete și inundații, creșterea temperaturii medii anuale, distribuția neuniformă a precipitațiilor.</p> <p>Sectoarele vulnerabile Agricultură, sănătatea, apa, silvicultura, transportul, energia.</p>	<p>Strategia națională de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” (Legea 315/2022)</p> <p>Programul Național de Adaptare la Schimbările Climatice până în 2030 și Planul de Acțiuni al acestuia (august 2023)</p> <p>Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei, la care Republica Moldova a aderat prin Legea nr. 29-XV din 13 februarie 2003 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2003, nr. 48, art. 193)</p> <p>Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia (SASC, 2014)¹⁹</p> <p>Programul de dezvoltare cu emisii reduse al Republicii Moldova până în anul 2030²⁰</p>

¹⁹ Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 și Planul de acțiuni pentru implementarea acesteia, aprobate prin HG nr. 1009 din 10 decembrie 2014 <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=355945>, accesat 1.02.2024

²⁰ Hotărâre Nr. 659 din 06-09-2023 cu privire la aprobarea Programului de dezvoltare cu emisii reduse al Republicii Moldova până în anul 2030, https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=139980&lang=ro, Accesat 1.02.2024

Strategia națională de dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, aprobată de Parlament prin Legea nr. 315/2022 are la bază principii ce țin de viața omului (drepturile și calitatea vieții acestuia). Strategia Națională de Dezvoltare „Moldova Europeană 2030” propune utilizarea unui concept al calității vieții care include 10 dimensiuni relevante, concept utilizat în mod curent de statisticile europene (Eurostat).

La dimensiunea
**10. „Asigurarea
unui mediu
sănătos și
sigur”**,
Strategia prevede
măsurile din
imaginea
alăturată*:

**Figura extrasă din
SND, ©2024 Guvernul
Republicii Moldova*



Îmbunătățirea calității apei,
a aerului și a solurilor



Creșterea durabilă a
suprafeței pădurilor și a
ariilor protejate



Asigurarea consumului
responsabil al resurselor
naturale



Tranziția activă spre
economia verde și circulară



Asigurarea rezistenței la
schimbările climatice, prin
reducerea riscurilor legate de
schimbările climatice

Următoarele Obiective de Dezvoltare Durabilă sunt relevante pentru domeniul forestier:

- 1) Obiectivul 1. Eradicarea sărăciei în toate formele sale și în orice context – crearea de noi locuri de muncă, prioritar în zonele rurale, în procesul de împădurire și îngrijire a culturilor silvice (estimativ – 20,6 mii de locuri de muncă permanente sau temporare);
- 2) Obiectivul 5. Realizarea egalității de gen și împuternicirea tuturor femeilor și a fetelor – implicarea pleneră a femeilor la lucrările prevăzute în prezentul Program prin: recoltarea semințelor de arbori și arbuști; creșterea puieților în pepinierele silvice; plantarea puieților; îngrijirea și menținerea culturilor silvice; recoltarea produselor nelemnoase (fructe, pomușoare, plante medicinale) etc.; producția lemnoasă recoltată ca rezultat secundar al lucrărilor contribuie la ameliorarea condițiilor de trai și a confortului casnic din localitățile limitrofe; gradul de implicare directă este estimativ de 60% bărbați și 40% femei;
- 3) Obiectivul 13. Luarea unor măsuri urgente de combatere a schimbărilor climatice și a impactului lor – reduceri de emisii în volum de circa 1272 kt CO₂/an sau o creștere cu circa 56% a capacităților curente; reconstrucția/reabilitarea a 35 mii ha păduri necorespunzătoare și vulnerabile la schimbările climatice; plantarea culturilor silvice noi (100 mii ha, inclusiv 15 mii ha în fâșiile riverane) adaptate climatic; adaptarea domeniului de producere a materialului forestier semincer și săditor la evoluția schimbărilor climatice etc.;
- 4) Obiectivul 15. Protejarea, restaurarea și promovarea utilizării durabile a ecosistemelor terestre, gestionarea durabilă a pădurilor, combaterea deșertificării, stoparea și repararea degradării solului și stoparea pierderilor de biodiversitate – îmbunătățirea managementului pădurilor prin ameliorarea cadrului normativ aferent; consolidarea capacităților instituționale și de personal prin instruirii și dotări tehnice; plantarea/replantarea peste 85 de specii; protejarea a circa 350 mii ha terenuri agricole prin plantarea a 10 mii ha perdelele forestiere etc.

Recunoscând faptul că schimbările climatice reprezintă o problemă semnificativă pentru Republica Moldova, recent, la 30 august 2023, Guvernul Republicii Moldova a aprobat Programul Național de Adaptare la Schimbările Climatice până în 2030 și Planul de Acțiuni al

acestui. Aceste acte oferă cadrul instituțional al activităților legate de adaptarea și atenuarea schimbărilor climatice în sectorul forestier.

4.3.2 Politica guvernamentală în domeniul pădurilor

Republica Moldova acordă o atenție deosebită impactului modificărilor climatice survenite la nivel regional deoarece teritoriul țării este extrem de vulnerabil la impactul secetelor (Sofroni et al., 2016), iar conform ODD - 13 - politicile sectoriale sunt axate pe adaptabilitatea și reziliența la aceste riscuri climatice (Raport - Naționalizarea Indicatorilor pentru Obiectivele de Dezvoltare Durabilă).

Conform actelor normative în vigoare (ex. Strategia Națională de Mediu pentru anii 2014–2023, Strategia Națională de Dezvoltare), pentru Republica Moldova sunt identificate următoarele sectoare prioritare în contextul variabilității climatice: agricultura, resursele de apă, sectorul forestier, sănătatea umană, energia și dezvoltarea regională. De asemenea sunt prevăzute măsuri integrate de atenuare sau de adaptare la schimbările climatice prin intermediul diferitor acte legislative și al obiectivelor de dezvoltare durabilă. În cadrul ODD 13 - Acțiunea asupra climei au fost stabilite următoarele ținte naționale: 13.1 - Consolidarea rezilienței și a capacității de adaptare la pericolele legate de climă și dezastrelor naturale; 13.2 - Integrarea măsurilor privind schimbările climatice în politicile, strategiile și planificările naționale.

Există mai multe acte care reglementează sectorul forestier în Republica Moldova, care traduc preocuparea Guvernului pentru managementul pădurilor, protecția pădurilor, protecția biodiversității, controlul pădurilor și implementarea legislației de mediu în sectorul forestier.

Deja în urmă cu zece ani, în Strategia Republicii Moldova de adaptare la schimbarea climei până în anul 2020 (aprobată prin HG Nr. 1009/2014) au fost prevăzute o serie de măsuri de adaptare la schimbarea climei specifice sectorului forestier:

- revizuirea și elaborarea unor componente importante noi ale bazei de reglementări forestiere, ca parte integrantă a regimului forestier, axate pe următoarele: întreținerea și conservarea stațiilor forestiere;
- conservarea resurselor genetice forestiere;
- reconstrucția ecologică a pădurilor;
- certificarea pădurilor, sisteme de producție și management al pădurilor;
- revederea cadrului de reglementare privind elaborarea unui mecanism financiar potrivit pentru conservarea și dezvoltarea resurselor forestiere prin impunerea unor alocații obligatorii din anumite fonduri extrabugetare (ecologice, pentru drumuri etc.) și impozitelor/ plăților pentru poluarea mediului (plăți pentru importul produselor petroliere, pentru organizarea teritoriului etc.) în vederea extinderii suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră;
- elaborarea și aprobarea unui regulament privind managementul participativ al resurselor forestiere;
- sporirea suprafeței ocupate cu terenuri forestiere cu scopul atenuării schimbării climei și sporirii diversității biologice;
- elaborarea și implementarea proiectelor de plantare a perdelelor forestiere pentru protecția terenurilor agricole și protecția apelor;
- crearea unor plantații forestiere pentru nevoile industriale și energetice;

- plantarea culturilor energetice pentru satisfacerea nevoilor populației de lemn pentru încălzire, și prepararea hranei;
- analiza agrotehnică, selectarea și producția de către stat a tipurilor de plante, capabile de a se adapta la diferite condiții climaterice;
- cercetarea, dezvoltarea și aplicarea tehnologiilor de producție pentru asemenea plante.

Având în vedere că strategia a fost programată pe o perioadă care s-a sfârșit acum 4 ani, ar fi interesant de văzut cum au fost duse la îndeplinire măsurile de adaptare la schimbarea climei specifice sectorului forestier enunțate mai sus, în special în privința ritmului de împădurire..

Un proiect care nu s-a finalizat, dar care a reprezentat un pas important pentru a avansa în abordarea strategică a adaptării sectorului forestier la schimbările de mediu a fost proiectul de Strategie de adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice (<http://adapt.clima.md/pageview.php?l=ro&idc=305>). Obiectivul general al strategiei a constat în sporirea capacității sectorului silvic din Republica Moldova de a se adapta la consecințele schimbărilor climatice prin menținerea și îmbunătățirea capacității ecosistemelor forestiere de a furniza servicii pentru societate și prin maximizarea capacității acestora de a contribui la atenuarea efectelor. A fost prevăzută majorarea capacității de sechestrare a dioxidului de carbon cu 25% comparativ cu scenariul de referință în cadrul sectorului privind utilizarea terenurilor, schimbarea utilizării terenurilor și gestiunea silvică.

Obiective specifice ale strategiei au fost:

ObS 1: Protejarea și managementul terenurilor forestiere existente.

ObS 2: Crearea de noi suprafețe de pădure adaptate la consecințele schimbărilor climatice și capabile să capteze eficient carbon și să producă biomasă lemnoasă.

ObS 3: Facilitarea adaptării ecologice a pădurilor prin abordarea ecosistemică

ObS 4: Adaptarea practicilor de regenerare a pădurii la necesitățile impuse de schimbările climatice.

ObS 5: Minimizarea riscurilor de mediu determinate de schimbările climatice.

ObS 6: Adaptarea utilizării lemnului la schimbările climatice.

ObS 7: Promovarea conștientizării și buneii înțelegeri asupra schimbărilor climatice și asupra modului în care sectorul silvic poate aduce o contribuție pozitivă.

ObS 8: Monitorizarea acțiunilor de adaptare și atenuare a schimbărilor climatice în sectorul silvic.

Fiecare obiectiv specific al strategiei sectorului forestier din Republica Moldova privind schimbările climatice a fost descris printr-o serie de rezultate anticipate și activități și acțiuni previzionate.

Pentru Republica Moldova, cea mai adecvată măsură de adaptare la efectele schimbărilor climatice ar fi intensificarea procesului de reîmpădurire. Aceasta nu numai că ar ajuta la echilibrarea ecosistemelor forestiere, dar ar reduce și eroziunea solului, ar preveni alunecările de teren și ar împiedica inundațiile. Împădurirea trebuie însă realizată cu specii adaptate la condițiile climatice și de sol locale, iar ultimele cercetări științifice susțin că pentru a avea efectul dorit, împădurirea trebuie evitată pe pajiști și în stepă (Hasler et al. 2024).



De reținut!

Rezumat

Una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre pădure și societate este stabilirea unor norme de drept în acest domeniu la toate nivelurile – global, regional, național și local – activitate ce reprezintă obiectul de studiu al dreptului forestier.

Mesajul cheie

În general, scopul legislației forestiere constă în asigurarea unui înalt nivel al calității pădurilor. În acest sens se evidențiază trei aspecte ale calității pădurii – social, economic și ecologic.



Dicționar de termeni

Acquis-ul Uniunii Europene (UE) este o colecție de drepturi și obligații comune care constituie ansamblul legislației UE și este încorporată în sistemele juridice ale statelor membre ale UE. Acquis-ul UE evoluează continuu în timp și include:

- conținutul, principiile și obiectivele politice ale tratatelor UE;
- eventualele acte legislative adoptate în vederea aplicării acestor tratate și jurisprudența elaborată de Curtea de Justiție a Uniunii Europene;
- declarațiile și hotărârile care sunt adoptate de către UE;
- măsuri în domeniile politicii externe și de securitate comune și al justiției și afacerilor interne;
- acordurile internaționale pe care le încheie UE și acordurile încheiate între statele membre în ceea ce privește activitățile UE.

Țările candidate au obligația de a accepta acquis-ul înainte de a putea adera la UE. Derogările (excepțiile) de la acquis sunt acordate numai în circumstanțe excepționale și au o sferă limitată. Țările candidate trebuie să încorporeze acquis-ul în ordinea juridică națională până la data aderării la UE și au obligația de a-l aplica începând cu data respectivă.

Drepturi de proprietate - specificarea legală a proprietății și a drepturilor pe care le au proprietarii de terenuri - *rețineți* că drepturile de proprietate sunt codificate în legi și reglementări și, în unele cazuri, sunt afectate de preferințele culturale ale proprietarilor de pământ învecinați (Helms 1998).

Factori de mediu - factorul de mediu sau factorul ecologic (numit și ecofactor) este un element material capabil de a produce o acțiune directă sau indirectă asupra altor elemente materiale, provocând reacții corespunzătoare. Se deosebesc mai multe categorii de factori (de mediu): factori antropici ai climei: activități ale omului care contribuie la modificarea climei (defrișări, desecări, irigații, poluarea atmosferei); factori ecologici: capabili de a influența viața organismelor; factori abiotici (fizici, climatici și hidrici): aerul, apa, lumina, căldura, umiditatea, vântul; factori geomorfologici: altitudinea reliefului, înclinarea, expunerea; factori

edafici: solul cu proprietățile lui fizice, chimice și biologice; factori biotici: interrelații fitocenotice, zoocenotice, biocenotice (https://ro.wikipedia.org/wiki/Factor_de_mediu)



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care este una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre pădure și societate?
2. În ce constă scopul legislației silvice?
3. Care sunt cele trei aspecte ale calității pădurii?
4. Care este obiectivul Uniunii Europene de reducere a gazelor cu efect de seră?
5. Enumerați câteva acte relevante pentru domeniul climei din R. Moldova.



Aplicație

Formulați o problemă din domeniul forestier și alcătuiți un plan de acțiune pentru soluționarea acestei probleme.

Bibliografie

Adler, M., J. și Van Doren, Ch. 2023. Cum se citește o carte: ghidul clasic pentru o lectură inteligentă; trad. Din lb. engleză și note de Căstăian D. – Ed. a 2-a, reviz. – Pitești: Paralela 45, 392 p. ISBN 978-973-47-3864-9.

Agenția „Moldsilva”. 2010. Norme tehnice privind reglementarea modului și condițiilor de folosire a terenurilor fondului forestier în scopuri de recreere. Anexă la ordinul Agenției „Moldsilva” nr.72-P din 28 aprilie 2010. <https://www.dropbox.com/s/f9em4ni2lo1u05i/Norme%20tehnice%20folosire%20fond%20forestier%20recreere%2C%202010.pdf?dl=0>

Agenția de Mediu. Tratatate internaționale de mediu la care Republica Moldova este Parte. <https://am.gov.md/ro/content/tratate-interna%C8%9Bionale>

Așevschi, V. 2015. Tratat de dreptul mediului; ref.șt.: Crivoi, A. [et al.]; red. șt.: Avornic, Gh.; Univ. de studii Politice și Econom. Europene „Constantin Stere”. – Chișinău: S.n., (F.E.-P. „Tipogr. Centrală”), – 360 p. ISBN 978-9975-53-524-3

Badrajan, I. 2024. Tema: "Propuneri privind valorificarea potențialului pădurilor urbane în municipiul Chișinău". Teza de master. Conducător V. Gulca. Universitate Tehnică a Moldovei,

Facultatea Științe Agricole, Silvice și ale Mediului, Departamentul Silvicultură și Horticultură. Programul de Studii 082.MS. Managementul Ecosistemelor Forestiere. – Chișinău: UTM, 68 p. CZU: 630*907.2(478).

Capcelea, A., Capcelea, V. 2013. Managementul ecologic. Fundamentarea teoretică și evoluția paradigmelor. – Ch.: Î.E.P. Știința, 1992 p. ISBN 978-9975-67-835-3.

Ciobanu, A. [et al.] 2012. trad. în limb. rusă N. Țaranu [et al.]. – Chișinău: Print-Caro, 499 p. ISBN 978-9975-56-058-0.

Cod Silvic (proiect). <https://cancelaria.gov.md/sites/default/files/document/attachments/nu-873-mm-2023.pdf>

Codului Silvic, 1996. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=118482&lang=ro

Comunicarea Națională Patru a Republicii Moldova către Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite cu privire la schimbarea climei, Ministerul Agriculturii, Dezvoltării regionale și Mediului, 2018. Chișinău, <http://www.clima.md/doc.php?l=ro&idc=81&id=4256>

Drăgoi, M. 2000. Economie forestieră. – București: Editura Economică, 288 p. ISBN 973-590-233-8.

Florescu, I. 1991. Tratamente silviculturale. – București: Editura Ceres, 267 p. ISBN 973-40-0171-X.

Giurgiu, V. 1979. Dendrometrie și auxologie forestieră. – București: Editura Ceres, 692 p.

GRM. Strategia sectorului forestier din Republica Moldova privind schimbările climatice. http://adapt.clima.md/public/files/publication/STRATEGIA_SECTORIALA_FORESTIER.pdf

Hart, H.L.A. 1999. Conceptul de drept. Traducere de Lupu, Ș. după ediția originală în limba engleză The Concept of Law by H.L.A. Hart – Chișinău: Sigma, – 304 p. ISBN-9975-942-04-0.

Hasler, N. et al. 2024. Accounting for albedo change to identify climate-positive tree cover restoration, Nature Communications. DOI: 10.1038/s41467-024-46577-1

Helms, J., A. 1998. The Dictionary of Forestry. Bethesda: The Society of American Foresters, 210 p. ISBN 0-939970-73-2.

Holonec, L., Viman, O., și Truța, A., M. 2015. Gestiunea ecosistemelor silvice.- Cluj-Napoca: Editura Academic Pres, 388 p. ISBN 978-973-744-493-6.

Ionescu, M. și Bogoș, M. 2017. Tratat de didactică modernă. Ediția a II-a, revizuită.- Pitești: Paralela 45, 456 p. ISBN 978-973-47-2481-9.

IPCC, 2023. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

Lozan, A. și Rotaru A. 2015. Republica Moldova: analiza comparativă a legislației forestiere naționale cu cadrul legal internațional pentru asigurarea unui management eficient al resurselor forestiere. Raport tehnic. Machetare: Antis-Media SRL. - Chișinău, https://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/1875/fleg_moldova_legal_analysis_report_ro.pdf

- Luburici, M. 2005. Teoria generală a dreptului. – București: Editura Oscar PRINT, 212 p. ISBN 973-9264-24-7.
- Marcus, S. 1990. Controverse în știință și inginerie. – București: Editura Tehnică, 248 p. ISBN 973-31-0258-x.
- Mistreanu, T. 2020. Educație în bioetică: Ghidul profesorului pentru ora opțională: Clasele 5-8-a: coord.: Drumea, L. – Chișinău: Stratum Plus, 198 p. ISBN 978-9975-3343-4-1.
- Mitchell, A., Capcelea, A., Rinnerberger, N., Phillips, H., Popa, B., Lozan, A. 2015. Republica Moldova: Notă privind Politică Forestieră. – Ch.: Î.E.P. Știința, 68 p. ISBN 978-9975-67-892-6
https://www.moldsilva.gov.md/public/files/publicatii/Moldova_Nota_politica_forestiera_RO_1.pdf
- Nietzsche, F. 1998. Ce nu ajunge nemților. Din: Nietzsche, F. Socinenia. V dvuh tomah: T. 2. – Per. S nem. – Sostavlenie I primeciania K. A. Svasiana. – M: “Ripol Klassic”, 864 s. ISBN 5-7905-0078-1 (t.2).
- PRM, 2001. Strategia dezvoltării durabile a sectorului forestier din Republica Moldova. Monitorul Oficial al Republicii Moldova, nr. 133-135, 2001. 9-22.
- PRM, 2024. Parlamentul a adoptat noul Cod silvic. <https://multimedia.parlament.md/parlamentul-a-adoptat-noul-cod-silvic/#:~:text=Chi%C8%99in%C4%83u%2C%2028%20martie%202024%20%E2%80%93%20Parlamentul,votul%20a%2057%20de%20deputa%C8%9Bi>
- Proiectul UE/PNUD 2013. “Clima East Moldova: Atenuarea efectelor și adaptarea ecosistemelor la schimbările climatice în Parcul Național Orhei” pentru a demonstra comunităților locale beneficiile și avantajele măsurilor adaptare la schimbările climatice. 2013, document de proiect.
- Puettmann, K., J., Coates, K., D., și Messier, Ch. 2009. A critique of silviculture. Washington: Island Press, 190 p. ISBN-13:978-1-59726-145-6.
- Ricardo, D. 1993. Opere alese (în 2 vol.): vol. I. – Chișinău: Universitas, 336 p. ISBN 5-362-0098-8-5.
- Stepaniuc, S. 2024. Analiza îndeplinirii programului național de extindere și reabilitare a pădurilor pentru perioada 2023-2032 în cadrul O.S. Criuleni. Teze de master. Conducător V. Gulca. Universitate Tehnică a Moldovei, Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului, Departamentul Silvicultură și Horticultură. Programul de Studii 082.MS. Managementul Ecosistemelor Forestiere. – Chișinău: UTM, 91 p. CZU: 630*91(478)
- Talpă, N., Hălălisan, A., F., Popa, B. 2021. Analysis of State Forest Institutions in the Republic of Moldova, Using a Causative Model. *Forests*, 12(1), 105; <https://doi.org/10.3390/f12010105>

Capitol 5. Măsuri practice de adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice

Cuprins

Capitol 5. Măsuri practice de adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice	185
5.1 Tehnici de regenerare adaptate noilor condiții climatice	187
5.1.1 Regenerarea reușită condiționează rezistența viitoare a arboretului la schimbările climatice	187
5.1.1.1 Conceptul de regenerare a pădurii	187
5.1.1.2 Contextul noilor condiții climatice	188
5.1.1.3 Modalități de regenerare	189
5.1.1.4 Metode de instalare a vegetației lemnoase	190
5.1.1.5 Utilizarea puiștilor containerizați (cu rădăcini protejate)	192
5.1.2 Adaptări ale tehnicilor de regenerare la noul context climatic	195
5.1.3. Creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere adaptat condițiilor locale	198
5.1.4. Îmbunătățirea tehnicilor de instalare a vegetației	199
5.2 Măsuri referitoare la diversificarea speciilor și alegerea speciilor mai adaptate	204
5.2.1 Selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate	204
5.2.2. Specii de interes pentru pădurile din Republica Moldova prin rezistența la stresul schimbărilor climatice	207
5.3 Măsuri de împădurire în terenuri degradate	215
5.4 Ameliorații silvice, perdele forestiere de protecție și reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate	218
5.4.1 Introducere	218
5.4.2 Principalele procese de degradare a terenurilor	219
5.4.2.1 Eroziunea pluvială	219
5.4.2.2 Eroziunea eoliană	221
5.4.2.3 Alunecările de teren	223
5.4.2.4 Sărăturarea terenurilor	224
5.4.2.5 Înmlăștinarea terenurilor	227
5.4.2.6 Procesele de degradare antropică	228
5.4.3 Ameliorarea silvică a terenurilor degradate și principiile ameliorării	229
5.4.3.1 Cercetarea generală a perimetrelor de ameliorare	230
5.4.3.2 Cartarea terenurilor degradate din perimetrele de ameliorare	230
5.4.3.3 Măsuri și lucrări de ameliorare a terenurilor degradate	231
5.4.3.4 Perdelele forestiere de protecție	231

5.4.3.5 Suprafața acoperită cu perdele forestiere de protecție în Republica Moldova	233
5.4.4 Reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate	234
5.5. Tehnici de gospodărire adaptate necesității conservării stocurilor de carbon subteran și suprateran	239
Bibliografie	247

Capitolul de față abordează câteva măsuri practice de adaptare a soluțiilor de instalare a vegetației forestiere, prezentând informații legate de conceptul de împădurire a terenurilor degradate și de regenerare a pădurii în contextul noilor condiții climatice.

Scopul capitolului este de a informa specialiștii din practică cu privire la măsurile de management adaptativ referitoare la adaptarea pădurilor la efectele schimbărilor climatice. În general soluțiile actuale de adaptare la noile condiții climatice sunt concentrate prioritar pe înlocuirea unor specii forestiere, dar există și alte opțiuni de management silvic ce privesc practicile de regenerare. Sunt dezbătute câteva aspecte cheie identificate de specialiști: selecția unor specii sau proveniențe de arbori mai bine adaptate, îmbunătățirea infrastructurii de obținere a materialului forestier de reproducere, pregătirea terenului în vederea instalării culturilor și adaptarea tehnicilor și tehnologiilor de instalare a vegetației.

Parcurgerea acestui capitol va ajuta la înțelegerea aspectelor legate de adaptarea tehnicilor de instalare a vegetației forestiere. Capitolul oferă și detalii despre măsurile specifice de împădurire a terenurilor degradate și de reconstrucție ecologică a habitatelor forestiere degradate.

5.1 Tehnici de regenerare adaptate noilor condiții climatice

Autor: Ciprian Palaghianu

5.1.1 Regenerarea reușită condiționează rezistența viitoare a arboretului la schimbările climatice

5.1.1.1 Conceptul de regenerare a pădurii

Reușita instalării unei culturi forestiere implică pe lângă factorii de mediu, și alte aspecte, precum tipul și calitatea materialului forestier de reproducere utilizat, modalitatea de instalare și lucrările de îngrijire și întreținere ulterioare aplicate în cultura proaspăt instalată.

Tehnicile de regenerare țin cont de toate aceste aspecte care conduc în final la o bună reușită a culturilor forestiere. Conform DEX, tehnica reprezintă „ansamblul metodelor, procedeele și regulilor aplicate în executarea unor lucrări” (DEX 2009). Drept urmare, dacă ne referim strict la tehnicile de regenerare utilizate în sectorul forestier, înțelegem prin acestea totalitatea abordărilor la nivel de metode și proceduri utilizate în desfășurarea activităților de regenerare a pădurilor. **Regenerarea pădurii** este un proces al cărui reușită este influențat și de hazard, prin condițiile de mediu, vreme sau influența unor factori biotici și abiotici.

„Permanența pădurilor, în scopul receptării continue a beneficiilor izvorâte din funcțiile de producție și protecție atribuite, presupune o perpetuă înnoire a biocenozei forestiere la nivelul indivizilor. Viața limitată, deși îndelungată, a arborilor determină o înlocuire treptată a acestora pentru ca biocenoza în ansamblul ei să-și păstreze, între anumite limite, structura în scopul realizării funcțiilor sale. Așadar, viața pădurii ca întreg nu este determinată de durata de viață a elementelor ce o compun” (Palaghianu 2015).

Pădurile se pot regenera în mod natural, urmând legile naturii, printr-un proces continuu sau periodic. „Similar, în pădurea cultivată vorbim despre regenerarea care presupune înlocuirea arborilor ajunși la o anumită vârstă, ce se extrag prin tăiere, cu exemplare tinere obținute prin procese generative sau vegetative. Procesul de înlocuire a vechii generații de arbori prin una

nouă, tânără, este cunoscut sub numele de regenerare. Regenerarea pădurii derivă din proprietatea fundamentală, generală a lumii vegetale și animale de autoreproducere. Silvicultorul trebuie să acționeze cu maximă responsabilitate în vederea conducerii acestui proces deoarece acesta condiționează existența arboretului și implicit realizarea eficientă a funcțiilor sale. Momentul acesta, crucial în viața pădurii, trebuie pregătit cu atenție și presupune analize ale caracteristicilor și exigențelor speciilor cu care se lucrează și ale însușirilor stațiunii care asigură suportul fizic al regenerării.

Acțiunea de regenerare nu presupune în mod neapărat intervenția umană. În pădurile virgine acest proces s-a derulat și se derulează în mod natural, sub influența exclusivă a factorilor naturali. Regenerarea se produce în acest caz în mod neregulat în timp și spațiu, în funcție de apariția unor condiții favorabile. Procesul se desfășoară lent, extinderea vegetației forestiere este întâmplătoare, la fel ca și structura din punct de vedere al compoziției și consistenței.

Evoluția unui arboret este dictată la un moment dat de două procese ce se derulează concomitent și oarecum antagonic: un proces negativ de slăbire fiziologică a elementelor mature și un altul pozitiv, de instalare și ulterior de dezvoltare a unor noi semințisuri. Prin urmare, premisele declanșării procesului de regenerare naturală sunt asigurate de apariția semnelor de slăbire fiziologică a pădurii, combinată cu procesul de fructificație al arborilor.

Studiul regenerării în pădurea virgină permite decelarea legităților după care se realizează regenerarea în condiții naturale. Cunoașterea acestor legități naturale ghidează silvicultorii în acțiunea de regenerare a pădurii cultivate în direcția unei aplicări corecte a diverselor metode tehnice de lucru. În pădurea cultivată acest lucru nu presupune imitarea modului de regenerare al pădurii virgine, ci desprinderea unor concluzii utile, cu valabilitate generală. Modul de acțiune al naturii contravine de foarte multe ori intereselor silvicultorului care dorește ca acest proces să se realizeze cât mai repede, cât mai uniform și cu o reușită cât mai bună. Se desprinde astfel ideea că, în pădurea cultivată, acțiunea aleatorie a naturii este înlocuită cu intervenția conștientă, planificată și sistematică a silvicultorului.

Intervenția specialistului presupune determinarea momentului și modalității de întrerupere a producției arboretului bătrân, concomitent cu adoptarea unor măsuri care să favorizeze instalarea și dezvoltarea unei noi generații. Dirijarea procesului de regenerare impune reglarea desfășurării în timp a acestuia prin lichidarea arboretului bătrân într-un ritm impus de cerințele dezvoltării semințisurilor instalate cărora trebuie să li se asigure condiții optime de lumină. În opinia cunoscutului silvicultor N. Constantinescu, regenerarea în pădurea cultivată încetează a mai fi un proces pur natural. Se remarcă o nouă idee importantă, că în pădurea cultivată regenerarea nu se mai produce în urma eliminării ca proces natural, ci este cel mai adesea o consecință a unui proces artificial: exploatarea arborilor” (Palaghianu 2015).

Pentru a concluziona acest pasaj introductiv referitor la conceptul de regenerare al pădurii, putem considera că „regenerarea pădurilor constituie un deziderat ce implică în aceeași măsură acțiunea rațională, conștientă, planificată și sistematică a silvicultorului precum și acțiunea aleatorie dar generatoare de viață a naturii. Regenerarea în arborete este practic o acțiune concertată, o legătură între doi parteneri, o convenție prin care silvicultorul încearcă să dirijeze acest acord cu hazardul în limite acceptate de cerințele economice și culturale ale societății” (Palaghianu 2015).

5.1.1.2 Contextul noilor condiții climatice

În ultimele decenii, eforturile de regenerare a pădurilor sunt confruntate cu provocări complexe, legate de efectul pe care modificările climatice îl au asupra ecosistemelor forestiere. Se preconizează că în viitor schimbările climatice vor avea un impact semnificativ asupra

sănătății și productivității multor păduri, iar specialiștii forestieri sunt tot mai preocupați de găsirea unor soluții care să facă față provocărilor legate de menținerea și regenerarea pădurilor, ținând cont de incertitudinile tot mai mari asociate cu efectele schimbărilor climatice.

Scenariul în care schimbările climatice acționează asupra pădurii și regenerării acesteia adaugă un plus de instabilitate efortului de regenerare a pădurilor. Aceste schimbări sunt de natură să crească stresul culturilor instalate și să reducă supraviețuirea și creșterea puieților. Spre exemplu, efectele negative ale perioadelor mai lungi de secetă, expunerii la temperaturile mai ridicate de vară și înghețului asupra creșterii și supraviețuirii puieților au fost raportate de mulți specialiști forestieri. În plus, pe fondul stresului climatic, atacurile biotice asupra plantațiilor forestiere sunt mai frecvente și de o intensitate mai mare.

Modelele și simulările climatice actuale prevăd, ca tendință generală pentru zona temperată a continentului european, o reducere a numărului de zile de îngheț și a amplitudinii de temperatură diurnă în timpul iernii, ceea ce poate reduce daunele cauzate de îngheț în primăvară. Cu toate acestea, impactul direct asupra proceselor fiziologice poate fi uneori greu de anticipat. Chiar dacă se așteaptă ca înghețurile de toamnă să apară mai rar, ele pot provoca mai multe daune din cauza temperaturilor în general mai calde ce pot conduce la întâzieri în ceea ce privește lignificarea țesuturilor puieților, cu implicații directe asupra supraviețuirii puieților.

Pentru a limita influența negativă pe care aceste schimbări le pot avea, o reconsiderare a tehnicilor de regenerare care să includă adaptări la noile condiții climatice, este necesară și se impune să se facă cât mai rapid pentru a răspunde acestor provocări.

Înainte de a trece la discuția referitoare la provocările și modalitățile prin care specialiștii forestieri pot să răspundă noilor realități climatice, trebuie evidențiată diferența dintre tipurile de regenerare a pădurii.

5.1.1.3 Modalități de regenerare

Specialiștii forestieri acceptă utilizarea a două modalități de regenerare a pădurii: regenerarea pe cale naturală și regenerarea artificială.

„Regenerarea naturală presupune obținerea, în urma efectuării de tăieri de regenerare, a unei noi generații din sămânța diseminată de arbori, sau pe cale vegetativă. Se poate evidenția că ceea ce numim regenerare naturală în pădurea cultivată, este un proces influențat puternic de om, dirijat de acesta. Denumirea de regenerare naturală este, în acest caz, convențională, subliniind asemănarea cu procesul natural de regenerare. Este însă evidentă antropizarea acestui proces prin dirijarea convenabilă a regenerării din punct de vedere temporal (prin alegerea momentului în care se realizează), spațial (privitor la locația și modul în care avansează), compozițional etc. Silviculorul este parte activă a acestui proces prin efectuarea unor lucrări de stimulare a fructificației, de favorizare a instalării și dezvoltării semințului, de promovare a anumitor specii sau de eliminare de la regenerare a altora.

Apar situații în care, din diverse motive, regenerarea naturală nu este posibilă sau nu este avantajoasă din punct de vedere economic, caz în care se recurge la cealaltă modalitate de regenerare a pădurii cultivate: regenerarea artificială. Aceasta presupune instalarea unui nou arboret cu material de reproducere forestier produs după o tehnologie specifică. Instalarea se poate face artificial prin semănături directe, prin plantații sau prin butășiri directe.

Capacitatea naturală a arborilor de a se reproduce conduce la ideea firească potrivit căreia, în mod normal, perpetuarea pădurilor se asigură prin regenerarea naturală. În acest context, regenerarea artificială apare ca o acțiune de refacere a unui dezechilibru provocat de diverse

calamități naturale sau de intervenții antropice neinspirate și păgubitoare. În multe cazuri, impactul dezgolirii unor mari suprafețe, din dorința de a concentra tăierile, a condus la înlocuirea regenerării naturale cu cea artificială.

Desigur, regenerarea artificială nu este doar consecința exploatării în general, ci este de multe ori impusă de efectele negative generate de exploatarea nerațională sau alți factori de mediu. Extragerile concentrate, reducerea puternică a consistenței, înțelenirea solului prin pășunat abuziv, înmlăștinarea, vătămarea semințișului natural sau chiar imposibilitatea dezvoltării acestuia, au condus treptat la folosirea regenerării artificiale drept unic mijloc de regenerare a anumitor arborete.

Examinarea argumentelor prezentate mai sus, ne permite a evidenția faptul că procesul de regenerare a pădurilor, în general, constituie un țel în sine, de a cărui reușită se leagă așteptările și nevoile societății și continuitatea în timp a pădurii. În acest cadru, regenerarea se impune ca o condiție a perenității pădurii și continuității producției de lemn, ca o legătură între generații succesive de arbori” (Palaghianu 2015).

Se acceptă că, de cele mai multe ori, regenerarea naturală poate să conducă la instalarea unor păduri reziliente, extrem de valoroase, caracterizate prin productivitate înaltă și stabilitate ridicată, capabile să își îndeplinească eficient funcțiile atribuite. În conformitate cu această perspectivă, principiile gestionării durabile a pădurilor recomandă în mod rezonabil aplicarea tăierilor bazate pe regenerarea naturală ori de câte ori este posibil acest lucru.

Utilizarea regenerării naturale după evenimentele ce provoacă disturbante (atacuri biotice, incendii, doborâturi de vânt) ar trebui să fie preferată dacă la nivel local, pe respectivul amplasament, mai există suficiente resurse biotice. Dar, de cele mai multe ori, regenerarea naturală trebuie completată cu cea artificială, prin introducerea unor indivizi din specii sau proveniențe adecvate sau mai bine adaptate.

În același timp, perturbările din ecosistemele forestiere pot fi considerate evenimente ce pot să ofere oportunități pentru adaptare. Ele permit instalarea unor noi specii și eventual pot contribui la reconfigurarea comunității într-un mod mai adecvat condițiilor climatice actuale sau viitoare (Buma și Wessman 2013).

Regenerarea artificială, cealaltă formă de intervenție, este mai versatilă, permițând intervenții mai specifice, mult mai diverse și mai adaptate condițiilor locale. Iar avantajul semnificativ se referă la posibilitatea extinderii pădurilor sau a instalării acestora în locurile din care aceasta a dispărut.

5.1.1.4 Metode de instalare a vegetației lemnoase

În ceea ce privește tehnica regenerărilor artificiale, există trei modalități de a instala culturile forestiere – prin plantații, semănături directe sau prin butășiri directe. Totuși, doar primele două variante sunt mai frecvent folosite, butășirile fiind mai degrabă apanajul unor culturi speciale. În condițiile presiunii exercitate de efectele schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere, metoda plantațiilor ar fi mai indicată, datorită versatilității ei și ratei mai mari de supraviețuire a puietilor.

„Pentru a alege metoda de instalare a vegetației lemnoase trebuie făcută o atentă analiză a condițiilor locale fitoclimatice și pedologice. De asemenea, se vor lua în calcul și particularitățile bioecologice ale speciilor a căror introducere se urmărește. Datorită numeroaselor avantaje pe care le are, metoda plantațiilor este cea mai folosită în vederea instalării speciilor forestiere. Plantarea presupune folosirea puietilor drept material forestier de reproducere, rădăcina acestora fiind fixată în solul terenului în care se urmărește instalarea

vegetației lemnoase. În ceea ce privește materialul de regenerare ce poate fi folosit sunt mai multe tipuri de puieti, clasificarea fiind realizată în funcție de talia acestora sau de modul de prezentare al sistemului radicular. Privitor la modul de prezentare a rădăcinilor, în practică sunt folosiți cu precădere puietii cu rădăcini neprotejate (nude), dar în condiții aride sau staționale extreme se recomandă folosirea puietilor cu rădăcini protejate (puieti containerizați sau cu balot la rădăcină)” (Palaghianu și Negruțiu 2015).

Plantațiile sunt cea mai folosită metodă de instalare, datorită versatilității procedeelelor folosite și avantajelor oferite. „Rata mare de supraviețuire a puietilor după instalare garantează o mai bună reușită a culturilor. Acest lucru e explicabil prin faptul că puietii reușesc să concureze mai eficient vegetația erbacee prin dimensiunile mai mari față de plantulele provenite din semănăturile directe, puietii valorificând la un nivel superior atât spațiul suprateran cât și cel subteran. De asemenea puietii plantați sunt foarte rar expuși deșosării în primul an de instalare. Plantațiile oferă un foarte bun control asupra spațierii indivizilor, numărului de exemplare și desigur asupra modului de asociere a speciilor din compoziția de împădurire. O spațiere regulată și uniformă facilitează controlul culturilor iar mai apoi ușurează realizarea operațiilor de îngrijire și conducere. Asigurarea unui număr optim de exemplare per suprafață poate să reducă din volumul lucrărilor de îngrijire și conducere a viitorului arboret. Se poate vorbi de o economie privind cantitatea de semințe folosită, comparativ cu semănăturile directe. Cu aceeași cantitate de semințe se poate obține în pepiniere o cantitate de puieti ce poate asigura împădurirea unei suprafețe mult mai mari decât dacă s-ar fi semănat direct semințele. Această economie este foarte importantă îndeosebi în cazul speciilor ale căror semințe sunt dificil de obținut. În multe cazuri plantațiile rămân unica metodă de instalare a culturilor datorită criteriilor impuse de starea terenului, de criteriile ecologice și biologice ale speciilor sau de diverse aspecte silviculturale. Astfel sunt foarte multe terenuri în care nu se poate interveni cu semănături directe, plantațiile fiind alegerea firească în cazul terenurilor degradate, afectate de secetă, înmlăștinate, cu pantă mare sau puternic înierbate. În ceea ce privește particularitățile speciilor forestiere, sunt unele la care instalarea se face mai ușor prin puieti (salcâm, cireș, păr pădureț etc.) sau la care se face exclusiv prin puieti (plopi euroamericani, salcie selecționată etc.)” (Palaghianu și Negruțiu 2015).

Metoda plantațiilor are desigur și câteva dezavantaje. „Unul din principalele dezavantaje se referă la faptul că plantațiile sunt mai costisitoare decât semănăturile directe, deoarece costul puietilor este mare, înglobând costurile producției din pepiniere, iar procesul tehnologic în sine, de plantare, este complex și mai complicat, necesită un personal numeros, bine instruit și permite uneori mai greu mecanizarea. De asemenea, transplantarea reprezintă o operație cu caracter de șoc în viața puietilor. Acest moment critic este caracterizat prin dezechilibrul fiziologic ce se poate să apară între capacitatea de absorbție a apei din sol și transpirație. Sistemul radicular redus, cu o parte din perii absorbantii distruși nu poate să susțină partea aeriană care e mai voluminoasă, disproporționată ca mărime. Pentru a reduce acest șoc al transplantării trebuie să se acorde o atenție deosebită fazelor premergătoare plantării, respectând anumite indicații: solul să fie reavăn, mobilizat în momentul scoaterii puietilor din pepinieră, după scoatere să se execute o corectă toaletare a rădăcinii; să se manipuleze atent puietii atât la ambalare cât și pe parcursul transportului și apoi până în momentul plantării. De foarte multe ori reușita unei plantații depinde tocmai de această perioadă parcursă între scoatere și plantare. Dezavantajele metodei pot fi accentuate de o execuție neglijentă a lucrărilor aferente. Apare deseori riscul rănirii puietilor. Vătămările mecanice suferite de puieti pot avea consecințe ulterioare grave, acestea reprezentând adevărate porți de intrare pentru diverși agenți patogeni. Execuția neglijentă a plantării poate determina așezări defectuoase ale rădăcinii (în formă de ”L” sau ”J”) ce vor afecta creșterea și dezvoltarea ulterioară a puietului.

Neexecutarea operației de mocirlire a rădăcinilor puietilor înainte de plantare sau trecerea unei perioade de timp prea lungi de la mocirlire până la plantare poate să reducă rata de prindere a puietilor” (Palaghianu și Negruțiu 2015).

Metoda plantațiilor este foarte versatilă, considerând tipul de puieti ce poate fi folosit sau varietatea procedeelelor utilizate. Cel mai frecvent folosit procedeu de plantare este reprezentat de procedeul plantării în gropi. Dimensiunile gropilor pot varia în funcție de condițiile pedologice sau de talia puietilor, iar reușita este foarte bună atât timp cât se urmărește o poziționare cât mai corectă a sistemului radicular și se respectă etapele de plantare, ce includ eliminarea pungilor de aer de la rădăcină și inversarea straturilor de sol.

Desigur, există și alte procedee, adaptate unor situații sau condiții speciale, cum ar fi procedeul plantării în despicătură (un procedeu expeditiv, adaptat puietilor de talie mică), procedeul plantării pe mușuroi (adecvat terenurilor cu exces de apă), procedeul plantării în cavități (aplicabil în zone expuse insolației, aride, cu soluri care sunt afectate de uscure la suprafață). Acest ultim procedeu prezintă un interes deosebit în condițiile în care, majoritatea scenariilor climatice prevăd pentru zona continentală europeană o creștere a temperaturii, adesea corelată cu accentuarea tendinței de aridizare. Cavitățile în care vor fi plantați puietii îi vor proteja pe aceștia de expunerea directă la soare și arșiță, iar sistemul lor radicular va avea acces la straturile situate la o adâncime mai mare, care beneficiază de un plus de umiditate.

5.1.1.5 Utilizarea puietilor containerizați (cu rădăcini protejate)

Un procedeu care merită o atenție deosebită în contextul instalării culturilor prin metoda plantațiilor în condiții de risc climatic, este procedeul plantării puietilor containerizați (cu rădăcini protejate). Puietii cu rădăcină nudă și cei containerizați sunt cele două tipuri de material forestier de reproducere din categoria puietilor utilizate în programele de refacere a pădurilor. Puietii cu rădăcină nudă sunt cultivați de regulă în pepiniere în câmp deschis, unde cea mai mare parte a solului este îndepărtată din sistemul radicular în momentul recoltării lor. Puietii containerizați sunt cultivați într-un sistem de recipiente, cu medii nutritive adăugate în acestea, fiind cel mai adesea produși în spații adăpostite cu un mediu controlat.

Producția de puieti containerizați a crescut semnificativ în ultimii ani, deoarece acest tip de puieti supraviețuiesc și se dezvoltă mai bine într-o gamă foarte diversă de condiții de mediu (Grossnickle și El-Kassaby 2016). Multe țări europene, cu precădere cele din nordul, vestul și centrul Europei, preferă în ultimele trei decenii acest tip de producere a puietilor. Suedia și Austria sunt cunoscute pentru capacitatea mare de producție, în special a puietilor containerizați de conifere, dar în ultimul deceniu, sunt și alte țări care și-au schimbat strategia de producție a puietilor, preferând producerea exclusivă a puietilor în containere, cum ar fi cazul Țărilor Baltice sau a Poloniei.

Tehnologia utilizării puietilor containerizați prezintă câteva avantaje evidente:

- Rădăcinile sunt protejate de substratul nutritiv și nu vor fi deranjate în momentul transplantării, ceea ce înlătură faza de adaptare, caracterizată de o stagnare a creșterii puietului cu rădăcini neprotejate.
- Sezonul de plantare poate fi mult extins, comparativ cu metoda plantării puietilor cu rădăcină nudă, chiar dacă trebuie luată în considerare umiditatea solului înainte de plantare și se vor evita perioadele cu temperaturi foarte ridicate din timpul verii.
- Ratele de supraviețuire sunt ridicate, deoarece puietii în containere reușesc să valorifice avantajul nutritiv din substratul atașat, rezistând și în condiții extreme.

- Eficiență mare de utilizare a semințelor pentru producerea unei cantități mai mari de puieți, utilă mai ales în situația speciilor pentru care este dificilă recoltarea unor cantități mari de semințe.
- Ciclul de producție este de obicei mult mai redus decât în cazul producerii puieților cu rădăcină nudă, putând fi redus chiar până la 6-8 luni.
- Chiar dacă containerele sunt relativ voluminoase, forma uniformă a containerelor sau a substratului ce înconjoară rădăcinile face plantarea manuală sau mecanică relativ ușoară, sporind eficiența operațiilor de instalare a vegetației.

Cu toate acestea, folosirea puieților containerizați poate implica și câteva dezavantaje. Producerea puieților în containere este mai laborioasă și necesită mai multă atenție și personal specializat, puieții sunt de regulă de dimensiuni mai mici putând avea dificultăți legate de concurența vegetației din jur, containerele sunt mai voluminoase făcând mai dificil transportul unor cantități mari de puieți în șantierele de împăduriri aflate la distanțe mai mari, iar costurile de producție per puieț sunt mai mari.

Există multe tehnologii de producere și plantare a puieților containerizați, în funcție de materialul din care sunt confecționate recipientele ce susțin sistemul radicular al acestora. În funcție de material, containerele se împart în două categorii: containere biodegradabile, plantate împreună cu puieții și containere reutilizabile, care sunt îndepărtate înainte de plantare și refolosite ulterior.

Materialele biodegradabile se dezintegrează în sol într-o perioadă scurtă de cel mult câteva luni. Adesea sunt utilizate ghivece din hârtie, carton, plastic degradabil, fibre de lemn sau celuloză, turbă presată, sau material vegetal compozit (amestecuri de argilă cu fibre vegetale, paie sau pleavă). Chiar dacă, în general, containerele de acest tip nu sunt foarte rezistente, majoritatea sunt suficient de robuste pentru a rezista la plantarea mecanică. Containerele reutilizabile sunt confecționate din materiale mai rezistente (plastic, lemn, metal, diverse compozite, etc), iar puieții se extrag din recipiente înainte de plantare. Containerele au, de regulă, o rezistență mecanică mare, ceea ce permite reutilizarea lor în mai multe cicluri de producție (6-10 cicluri de producție), reducând semnificativ costul containerului pe puieț. De asemenea sunt utilizate materiale rezistente la îngheț, supraîncălzire, cu protecție UV, rezistente la reacția cu diverse substanțe (pesticide sau fertilizanți).

Aceste containere sunt umplute cu un substrat nutritiv, de regulă constituit din turbă, în care se realizează însămânțarea. După germinarea și răsărirea plantulelor, puieții se vor dezvolta în aceste containere până când devin apti de plantat. După ce rădăcinile s-au dezvoltat suficient pentru a lega substratul nutritiv de creștere într-o unitate coerentă, puieții împreună cu mediul de creștere sunt îndepărtați din container. În condițiile în care puieții sunt manipulați corespunzător, rădăcinile sunt menținute intacte și pot începe să crească imediat în solul în care sunt transplantați.

Chiar dacă tehnologia producerii puieților containerizați este cu precădere utilizată la speciile de rășinoase, în ultimele decenii practica din pepiniere a fost adaptată pentru a acoperi și nevoia de puieți containerizați de foioase. Și aici pot fi subliniate câteva avantaje evidente:

- Se eficientizează și se simplifică într-o anumită măsură tehnologia de producere, fiind eliminate operațiile din câmpul deschis al pepinierii și se concentrează operațiile de producție într-un spațiu redus.
- Durata de obținere este scurtă, în câteva luni fiind obținuți puieți apti de plantat
- Se reduc riscurile adaptării puieților, eliminându-se stresul fiziologic al puieților din cadrul lucrărilor de repicare și plantarea definitivă.

- Se extinde semnificativ perioada de plantare, atât toamna devreme cât și primăvara mai târziu.
- Crește gradul de supraviețuire al puietilor prin creșterea rezistenței la secetă imediat după plantare. Puietii containerizați rezista la o secetă de cel puțin 2-3 săptămâni după plantare.

Chiar dacă obținerea acestei categorii de puieti este mai anevoioasă și mai costisitoare, plantațiile cu puieti containerizați beneficiază de șanse de reușită foarte mari, chiar în condiții de vegetație mai puțin favorabile. Explicația constă în faptul că se reduce șocul transplantării prin nederanjarea și implicit nevătămarea sistemului radicular, concomitent cu asigurarea pentru o mai bună dezvoltare a unei cantități din același sol care a susținut și până atunci creșterea puietului (Palaghianu și Negruțiu 2015).



Figura 70. Puieti de cvercinee produși în recipiente reutilizabile (original)



Figura 71. Caserolă de recipiente reutilizabile cu puieti de cvercinee și sistemul radicular al unui puiet produs în recipient (original)

Costul mai mare al puietilor cu rădăcini protejate nu justifică folosirea acestora în toate cazurile ci doar în terenurile în care instalarea prin procedeele obișnuite nu dă roade. Astfel în zonele aride, pe nisipuri sau în terenuri degradate utilizarea acestei categorii de puieti sporește foarte mult reușita lucrărilor de instalare a vegetației lemnoase. Utilizarea puietilor containerizați permite adeseori creșterea randamentului procesului de plantare prin folosirea unor mașini de plantat puieti în recipiente sau, în cazul unor terenuri ce nu permit mecanizarea lucrărilor prin folosirea unor dispozitive acționate manual ce cresc foarte mult productivitatea muncii, ca de exemplu: plantatorul tubular finlandez de tipul Pottiputki (Palaghianu și Negruțiu 2015).

5.1.2 Adaptări ale tehnicilor de regenerare la noul context climatic

În prezent este unanim recunoscut rolul pădurilor în crearea condițiilor de microclimat specific. Creșterea gradului de conștientizare a problemelor legate de modificările climatice și a influenței negative a emisiilor de dioxid de carbon, a sporit interesul cu privire la importanța pădurilor și a resurselor vegetale în atenuarea efectelor schimbărilor climatice. Acest lucru a captat atenția media, a climatologilor, silvicultorilor, factorilor de decizie politică și a comunităților la scară globală.

Republica Moldova s-a înscris pe linia directoare a convențiilor Organizației Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, existând voința politică de a reglementa un cadru adecvat de ajustare a activităților și politicilor de mediu (Zamfir 2019), ținând cont că Parlamentului Republicii Moldova a ratificat încă din 1995 Convenția cadru a ONU din 1992 cu privire la schimbarea climei (Hotărârea Parlamentului Rep. Moldova nr. 404/16.03.1995, publicată în Monitorul Oficial Nr. 23 art. 239).

Au existat și inițiative implementate, cum ar fi, de exemplu, Proiectul UE/PNUD “Clima East Moldova: Atenuarea efectelor și adaptarea ecosistemelor la schimbările climatice în Parcul Național Orhei” pentru a demonstra comunităților locale beneficiile și avantajele măsurilor adaptare la schimbările climatice, 2013.

Suprafața împădurită a Republicii Moldova acoperă în prezent 371 mii ha, reprezentând 11% din teritoriu. Dar ținând cont de importanța pădurilor în atenuarea efectelor schimbărilor climatice, se dorește ca în următorul deceniu să se atingă un procent de acoperire cu pădure de 15%. În noiembrie 2023 a fost lansat Programului Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor în Republica Moldova, având ca obiectiv plantarea a 4 mii de hectare de teren până la finalul anului 2023.

Programul va fi extins prin ținte ambițioase desfășurate pe următorii zece ani, obiectivul fiind, conform Ministerului Mediului, reabilitarea și crearea de păduri noi pe o suprafață de 145 de mii de hectare. Acest program a fost demarat ca urmare a faptului că s-a conștientizat că schimbările climatice au deja efecte resimțite la nivelul pădurilor din Republica Moldova (Sfecă și Popa 2016). În ultimii ani s-a constatat o intensificare a fenomenelor de aridizare, cu impact negativ asupra stării fitosanitare a pădurilor. Secetele din ultimele două decenii au afectat agricultura dar și pădurile și sectorul forestier. Analizele efectuate au indicat influențe negative la nivelul ecosistemelor forestiere și o scădere a rezistenței biologice a arborilor la factorii de stres, ceea ce conduce la degradarea arboretelor. Ultimii ani au arătat că uscarea în masă a unor specii se extinde și continuă să se intensifice în zonele vulnerabile (Tălmaci et al. 2018; Galupa et al. 2023).

În ceea ce privește adaptarea tehnicilor de regenerare a pădurilor la noul context climatic, se impune o analiză disociată, pe tipuri de regenerare – naturală și artificială.

Regenerarea naturală are câteva limitări, care sunt semnificative mai ales în cazul foioaselor, cu precădere a cvercineelor, deoarece reușita acestui tip de regenerare este tot mai problematică în contextul tendinței de reducere a frecvenței fructificațiilor abundente. Au fost înregistrate semnale evidente ale alterării modelelor reproductive ale speciilor de arbori ca rezultat al schimbărilor climatice (Hacket-Pain și Bogdziewicz 2021; Bogdziewicz 2022), ceea ce ar putea avea consecințe extinse asupra continuității pădurilor.

Contextul climatic este cu atât mai sensibil cu cât la nivelul Republicii Moldova, majoritatea arboretelor sunt provenite din lăstari și drajoni – 59,2%. „Modul de regenerare din plantații și însămânțări se înregistrează la 40,8% din elementele de arboret. Cea mai mare pondere, după modul de regenerare prin lăstari, au speciile de stejar pufos – 97,2%, gorun – 85,9%, carpen – 93,%, frasin – 72,8%, tei – 92,4%. Majoritar din sămânță sau puieți sunt regenerate speciile: rășinoase – 100%, nuc – 93,9%, paltin – 73,3% și diverse exotice – 68,8%. Această repartitie influențează starea și productivitatea pădurilor din Republica Moldova sub aspectul vulnerabilității la factorii nefavorabili” (Tălmaci et al. 2018).

În plus, „se atestă tendința generală de reducere a arboretelor naturale fundamentale și creșterea procentului de arborete derivate și artificiale, în urma aplicării unor tehnologii de reconstrucție ecologică neadecvate. O problemă majoră o constituie uscarea fagului, carpenului, frasinului și a. Pădurile din lunca Nistrului și Prutului sunt invadate de arșarul american (*Acer negundo*)” (Postolache și Ghendov 2020).

Vulnerabilitate

Vulnerabilitatea ecosistemelor din Republica Moldova în fața schimbărilor climatice a fost evidențiată în numeroase studii, fiind de așteptat ca în următoarele decenii problemele legate de modificările climatice să se accentueze (Donica et al. 2022; Donica et al. 2023; Nedealcov 2017; Nedealcov, 2019; Nedealcov et al. 2021; Sfeclă și Popa 2016).

De aceea și măsurile prin care sunt create sau consolidate ecosistemele forestiere trebuie să sufere adaptări în concordanță cu noile realități și provocări climatice.

Principalele direcții de adaptare a tehnicilor de regenerare naturală ar trebui să se concentreze pe folosirea informațiilor rezultate în urma monitorizării suprafețelor împădurite pentru a identifica tendințele succesionale ale speciilor și promovarea acelor specii care au o dinamică mai activă.

De asemenea managementul forestier poate veni în întâmpinarea potențialelor schimbări, având o atitudine proactivă, reacționând prin măsuri de adaptare activă (*active adaptation*), conceptele de "*climate matching*" sau „*neo-native forests*” fiind tot mai frecvent discutate (Bolte et al. 2009).

Sunt și acțiuni legate de tehnica forestieră, în practică putând fi adaptate tehnicile de aplicare a tratamentelor și tăierilor de regenerare, cu referire la modul de deschidere al ochiurilor, amplasarea și dimensiunea acestora, pentru a favoriza păstrarea anumitor specii în compoziția arboretului, mai bine adaptate sau care pot oferi suport pentru instalarea ulterioară a altor specii dorite. Suplimentar, o îmbunătățire substanțială a tehnicilor de regenerare se poate obține în urma integrării informațiilor referitoare la episoadele de fructificație abundentă prin sincronizarea tăierilor de regenerare cu aceste evenimente. Acest fapt este cu atât mai important cu cât se constată o modificare semnificativă a frecvenței fructificațiilor abundente la speciile de cvercinee.

Una din tehnicile de regenerare recomandate de studiile recente (Lindner et al. 2020) pentru a face față la schimbările climatice se referă la utilizarea unor tehnici de regenerare mixtă, obținută prin plantarea puieților sub protecția masivului (*underplanting*). Această soluție este adecvată rășinoaselor, dar este o soluție incompatibilă cu speciile foioase de lumină, prezente în majoritatea ecosistemelor forestiere din cuprinsul Republicii Moldova.

În ceea ce privește regenerarea artificială și împăduririle, acestea sunt mai dinamice și oferă mai multe posibilități de adaptare și rezultate mai rapide.

Pași esențiali

Majoritatea studiilor și specialiștilor (Bolte et al. 2009; Lindner et al. 2020) consideră că sunt câțiva pași esențiali pentru creșterea succesului în activitatea de regenerare sau instalare a pădurilor, în condițiile prognozate ale schimbărilor climatice:

- a) selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate,
- b) creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere (MFR) adaptat condițiilor locale,
- c) îmbunătățirea tehnicilor de pregătire a solului și instalare a vegetației lemnoase.

5.1.3. Creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere adaptat condițiilor locale

Creșterea capacității întregului lanț de producție și aprovizionare cu materiale forestiere de reproducere este vitală atât pentru gestionarea durabilă a pădurilor, cât și pentru a face față unor perturbări de amploare favorizate de modificările climatice. Această adaptare a infrastructurii de regenerare a pădurilor presupune provocări și eforturi concentrate pe producerea și colectarea de semințe, depozitarea și condiționarea lor, diversificarea la nivel de specii produse și eficientizarea producerii puieților în pepiniere.

Spre exemplu, la nivelul activităților de colectare a semințelor, apar provocări legate de disponibilitatea unor cantități suficiente de semințe pentru anumite specii care au un comportament reproductiv bazat pe fructificații abundente (cazul cvercineelor din Republica Moldova). Există indicii clare de modificare a tiparului reproductiv al speciilor lemnoase ca urmare a schimbărilor climatice (Hacket-Pain și Bogdziewicz 2021; Bogdziewicz 2022), fapt ce poate să aibă repercusiuni în cascadă asupra comunităților de specii lemnoase din unele regiuni.

Schimbările climatice remodelează distribuția vegetației la nivel global prin impactul asupra modului în care se regenerează următoarele generații de plante, ceea ce va determina structura și compoziția viitoarelor comunități. Regenerarea depinde de producția de semințe, dar și de variabilitatea interanuală și gradul de sincronicitate al producțiilor de semințe, fenomen cunoscut sub numele de fructificație abundentă. Recent, au devenit disponibile date și metode care să permită primele evaluări ale modificărilor pe termen lung ale tiparelor de fructificație la plantele lemnoase (Hacket-Pain și Bogdziewicz 2021). Experimentele de înțelegere a mecanismelor fiziologice care stau la baza fructificațiilor abundente, în combinație cu analiza datelor pe termen lung disponibile, a permis înțelegerea acestei variabilități în răspunsul fructificațiilor abundente. Identificarea reacției mecanismelor de reproducere a plantelor lemnoase la schimbarea climei este complicată de variabilitatea producției anuale de semințe. Prezicerea tendințelor de fructificație abundentă este crucială, dar sunt necesare încă multe studii care să umple golurile din înțelegerea mecanismelor fiziologice ale reproducerii (Bogdziewicz 2021). Totuși, rezultatele obținute ne vor permite să anticipăm schimbările viitoare ale tiparelor de fructificație și, în consecință, impactul schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere. În plus, creșterea cantității de semințe recoltate poate fi îmbunătățită prin încurajarea înființării de plantaje pentru speciile importante.

Mergând de la semințe spre asigurarea necesarului de puieți care să poată fi utilizați în acțiunile de restaurare a pădurilor, o atenție deosebită trebuie acordată creșterii capacității de producție a pepiniereilor, care ar trebui să fie capabile să furnizeze într-un timp scurt cantități mari și suficiente de materiale forestiere de reproducere necesare pentru consolidarea și refacerea pădurilor (Palaghianu 2018). Drept urmare, în Republica Moldova este imperioasă dezvoltarea unor facilități de prelucrare, condiționare și conservare a semințelor în vederea asigurării pepiniereilor cu material reproductiv de calitate pentru producerea puieților. Iar capacitatea de producție a pepiniereilor trebuie crescută atât prin înființarea de noi pepiniere cât și prin modernizarea, utilizarea și eficientizarea celor existente (Nichiforel și Palaghianu 2023).

În prezent în Republica Moldova există 57 pepiniere, dintre care 41 au caracter permanent. Suprafața însumată a acestora este de 962 ha, iar capacitate potențială de producție este de 80 de milioane de puieți (Galupa et al. 2023). Cu toate acestea, gradul de mecanizare este foarte redus, utilajele disponibile sunt vechi, instalațiile de irigare sunt deteriorate sau lipsesc, iar forța de muncă este dificil de mobilizat. Ca urmare, Programul Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor 2023-2032 a prevăzut pentru susținerea activităților de împădurire înființarea a trei

centre moderne de creștere industrială a materialului forestier de reproducere, gestionate de Agenția Moldsilva. Se preconizează că, prin investiții în linii tehnologice de actualitate, echipamente performante pentru prelucrarea solului, precum și pentru instalarea și întreținerea culturilor forestiere, aceste centre vor putea să asigure anual circa 60-65 de milioane de puieți pentru utilizarea în noile condiții climatice, din care aproape o treime ar fi puieți containerizați. (Galupa et al. 2023).

Creșterea capacității de producere a materialelor forestiere de reproducere în cadrul centrelor de creștere industrială va fi susținută prin înființarea Centrului Național de Genetică și Seminologie Forestieră, ce va susține în principal activități de procesare și condiționare a semințelor forestiere, precum și de certificare a MFR. Partea de cercetare se va concentra pe proiecte de genetică forestieră și înmulțire în vitro, prin utilizare de biotehnologii pentru producerea materialului săditor, inclusiv cu rădăcini protejate. Centrul va avea o capacitate de producție de 20-25 de milioane de puieți anual, dintre care 20-30% cu rădăcini protejate.

Un aspect important se referă la adoptarea unor tehnologii care să permită mecanizarea și folosirea unor procese automatizate sau semi-automatizate care să facă posibilă nu doar creșterea producției dar să ofere și o soluție la problema disponibilității din ce în ce mai reduse a forței de muncă, aspect important cu care se confruntă toată economia Republicii Moldova (Nichiforel și Palaghianu, 2023). În anul 2022, Republica Moldova a pierdut 37 de mii de angajați ca urmare a problemelor financiare și a instabilității politice, conform datelor oferite de Agenția Națională pentru Ocuparea Forței de Muncă (ANOFM).

O altă provocare la nivelul producției puieților este reprezentată de diversitatea redusă a speciilor produse în pepiniere (Nichiforel și Palaghianu 2023). În contextul creării unor culturi care să răspundă noilor condiții climatice, trebuie diversificată gama de specii produse, de aceea se impune o diversificare a producției de puieți. În perioada 1945-2022, aproape jumătate din producția de puieți a fost concentrată pe salcâm (46,9%) (Galupa et al. 2023), dar în următorul deceniu, pentru implementarea acțiunilor prevăzute în Programul Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor, se prevede că producția va fi mult diversificată, fiind prioritară producerea puieților de cvercinee.

5.1.4. Îmbunătățirea tehnicilor de instalare a vegetației

Proiecțiile privind schimbările climatice introduc incertitudini semnificative cu privire la sustenabilitatea practicilor curente de regenerare a pădurilor. Pentru a gestiona aceste incertitudini, unii autori sugerează abordări adaptative de regenerare a pădurii (Palaghianu 2018), care includ pe lângă îmbunătățirea calității materialului forestier de reproducere, utilizarea unor tehnici de adecvate de instalare a vegetației sau de optimizare a eficienței colectării apei de ploaie în plantațiile din zonele mai aride (Vallejo et al. 2012).

Un prim pas ce poate îmbunătăți reușita culturilor instalate în noile condiții climatice prognozate se referă la pregătirea suplimentară a terenului și lucrarea solului, acestea fiind măsuri ce pot ajuta puieții să supraviețuiască perioadelor de căldură extremă și secetă (Bolte et al. 2009). Lucrările agrotehnice precum scarificarea sau cultivația terenului pot facilita atât regenerarea naturală, cât și instalarea prin plantare, îmbunătățind reușita culturilor. În plus, evitarea uscării rădăcinilor puieților, respectarea corectitudinii de execuție a etapelor de plantare, precum și micorizarea puieților înainte de instalare pot contribui la creșterea șanselor de supraviețuire a acestora.

Plantațiile reprezintă o modalitate foarte versatilă de instalare a vegetației forestiere, procedeele diferite permițând adaptarea la condiții foarte diverse, ce pot conduce la avantaje semnificative în ceea ce privește reușita culturilor instalate. Există procedee destinate utilizării în condiții aride care pot fi extinse pe viitor și în alte regiuni – de exemplu procedeul plantării în cavități (Figura 72) sau utilizarea puieților containerizați.

Managementul apei și eficiența irigațiilor devin tot mai importante, ținând cont de viitoarele condiții climatice preconizate. Resursele de apă devin mai rare și răspândite neuniform de-a lungul sezonului de vegetație, de aceea adoptarea unor tehnici inovatoare de irigare sau reutilizare a apei ar putea spori eficiența de utilizare a apei și ar crește reușita culturilor instalate.

Soluțiile precum irigarea prin picurare, recoltarea apei de ploaie sau utilizarea unor senzori de umiditate a solului sunt exemple de tehnologii recomandate, care vor avea capacitatea să conducă la o utilizare mult mai eficientă a resurselor de apă. De asemenea sistemele de reciclare și stocare a apei pot permite folosirea în perioadele secetoase a excesului de apă preluată în perioadele umede.

Creșterea gradului de reușită a culturilor se poate obține și prin utilizarea unor tehnologii noi de plantare ce folosesc dispozitive individuale inovative de reținere și conservare a apei.

O astfel de soluție testată în cadrul proiectului Life The Green Deserts, coordonat de Universitatea din Valladolid (Spania) este sistemul Groasis Waterboxx sau recipientul de tip Waterboxx® (Figura 73). Acesta este un recipient reutilizabil, capabil să colecteze apa de ploaie, roua și umiditatea prin fenomenul de condens. Recipientul cu mai multe straturi și camere reușește să reducă pierderile de apă prin evaporare și să modereze temperatura din interior, creând un microclimat favorabil pentru puieții instalați în acest recipient. Acest recipient este un dispozitiv care ajută puieții tineri să depășească stresul hidric în primul sau primii ani, putând fi apoi îndepărtat și refolosit.



Figura 72. Procedeul plantării în cavități (original)

Lipsa unei cantități suficiente de apă în momentele critice de adaptare ale puietului poate fi o problemă ce implică și soluții tehnice de instalare care reduc acest risc. De exemplu modul de amenajare a bermei vetrei de instalare, sau amenajarea suprafeței vetrei cu o concavitate destinată captării apei din precipitații reprezintă metodele cele mai simple prin care se poate asigura un surplus de apă captată din precipitații (Figura 74).

De asemenea la plantare pot fi folosite tuburi sau manșoane de protecție a puietilor (grow tubes) care protejează plantele tinere de erbivorele care le pot paște, de arșița din timpul verii și de înghețurile și gerurile din iarnă (Figura 75). Aceste dispozitive sunt adaptabile și mulți producători oferă o gamă variată de forme, materiale, dimensiuni sau alte particularități utile.

Acolo unde infrastructura o permite, este foarte importantă utilizarea unor instalații mobile de irigare, măcar temporară, pe durata primului sau a primelor sezoane de vegetație. O soluție mai puțin eficientă, dar care crește șansa de prindere a puietilor, este montarea unor recipiente cu apă cu dispersie temporizată care să poate fi alimentate în perioadele de secetă extremă sau în perioadele critice, de adaptare ale puietilor (Figura 76).

Reușita culturilor instalate în noi condiții climatice poate fi semnificativ influențată în mod pozitiv de executarea unor tehnici de îngrijire și întreținere mai intensive. Desigur, această situație poate să conducă la o creștere a costurilor totale de instalare și întreținere, dar impactul poate fi unul hotărâtor în ceea ce privește gradul de reușită al culturilor.

De exemplu, pe lângă lucrările clasice de mobilizare a solului, combatere a buruienilor sau umbrire, poate fi extinsă folosirea operațiilor de mulcire. Mulcirea reprezintă operația ce constă în acoperirea solului cu un strat protector (mulci), pe întreaga suprafață sau doar între rândurile de puieti. Acest strat oferă avantaje atât iarna, preîntâmpinând înghețarea timpurie și adâncă a solului, cât și în sezonul de vegetație reducând parțial evapotranspirația și împiedicând apariția buruienilor.



Figura 73. Dispozitivul Groasis Waterboxx (imagine prelucrată folosind materiale preluate de pe site-ul producătorului www.waterboxx.com)

Majoritatea studiilor actuale arată că schimbările climatice la nivel global vor avea un impact semnificativ asupra stabilității, funcțiilor și stării de sănătate a ecosistemelor forestiere. Modificările climatice rapide vor crește probabil intensitatea și severitatea perturbărilor, cum ar fi secetele prelungite, incendiile de pădure și atacurile biotice, adăugând noi niveluri de risc și incertitudine sistemului de management forestier.

Specialiștii silvici trebuie să se asigure că înțeleg mecanismele și efectele noilor realități climatice asupra pădurilor și să genereze o reacție coerentă, materializată printr-o adaptare activă a opțiunilor de management forestier. Reducerea riscurilor climatice se poate aborda, din punctul de vedere al tehnologiilor de regenerare și instalare a pădurii, printr-o gamă diversă de proceduri și activități, ce trebuie analizate și adaptate condițiilor locale.



Figura 74. Amenajarea suprafeței vetrei cu concavitate destinată captării apei din precipitații (original)



Figura 75. Manșoane de protecție a puietilor (imagine prelucrată folosind materiale preluate de pe site-ul producătorului www.waterboxx.com)



Figura 76. Recipiente de eliberare treptată a apei (*watering bags*)
(imagini preluate de pe site-ul <https://www.skypatio.com/>)

5.2 Măsuri referitoare la diversificarea speciilor și alegerea speciilor mai adaptate

5.2.1 Selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate

Autor: Ciprian Palaghianu

Luarea în considerare a noilor realități climatice în practicile de regenerare sau instalare a pădurii reprezintă o strategie eficientă de adaptare pentru menținerea pe viitor a serviciilor ecosistemice asigurate de pădure (Palaghianu 2018). Ultimele decenii au arătat un interes deosebit în acest sens și numeroase studii proiectează schimbări ale distribuțiilor unor specii în context climatic, oferind dovezi științifice solide pentru necesitatea adoptării unor metode care să ofere suport adaptării speciilor, cum ar fi de exemplu migrația asistată. Cu toate acestea, a existat un transfer tehnologic limitat al acestor rezultate spre practica silvică, din cauza faptului că nu au fost oferite suficiente detalii operaționale, care să poată fi utilizate și implementate adecvat de către practicieni (MacKenzie și Mahony 2021).

Comunitatea științifică consideră că modificarea caracteristicilor de mediu, precum temperatura și disponibilitatea apei sau a nutrienților, ca urmare a schimbărilor climatice necesită măsuri de management forestier adaptiv. Incertitudinea ridicată legată de condițiile viitoare prognozate, amplificată de o varietate extinsă de scenarii climatice relevante la nivel regional, și incertitudinea în ceea ce privește reacția speciilor forestiere la aceste noi condiții reprezintă bariere importante pentru implementarea măsurilor eficiente de adaptare. Principiile managementului forestier au condus spre o reducere a perioadelor neproductive și o accelerare a dinamicii și proceselor naturale din ecosistemele forestiere. În plus, administratorii de păduri fac alegeri fundamentate cu privire la compoziția arboretelor și maximizează utilizarea resurselor disponibile, pentru a obține păduri productive și reziliente. Practic, pădurile gestionate într-un sistem de management silvic își preiau rolul productiv într-un stadiu incipient de succesiune, iar etapele ulterioare pot fi prescurtate sau chiar sărite pentru a răspunde și unor obiective de producție. În contextul schimbărilor climatice, managementul forestier poate să ia în calcul și alte obiective suplimentare. Dacă în mod tradițional, unul dintre obiectivele principale ale managementului forestier a fost producția de lemn, în noile condiții se poate face o ajustare a acestor obiective în vederea optimizării serviciilor ecosistemice, cum ar fi, de exemplu sechestrarea carbonului în biomasă și în solul pădurii.

Identificarea modului în care speciile forestiere vor răspunde la schimbările climatice poate îmbunătăți în mare măsură eficiența pe termen lung a programelor de împădurire sau reîmpădurire. Selecția speciilor de arbori pentru utilizarea în cadrul acțiunilor de regenerare a pădurilor se bazează acum pe capacitatea acestora de a vegeta în condițiile climatice actuale. Totuși, reducerea riscului de eșec și creșterea reușitei acestor acțiuni trebuie să se facă pe baza unor modele care să arate dacă aceste specii vor supraviețui în condițiile schimbărilor climatice viitoare. Succesul programelor de restaurare a pădurilor poate fi mult îmbunătățit prin utilizarea unor modele de distribuție a speciilor (SDM) fundamentate pe scenarii climatice probabile, care să poată prezice care din speciile analizate vor putea tolera condițiile climatice viitoare (Sandoval-Martínez et al. 2023).

Selecția speciilor trebuie să țină cont și de diferențele legate de reacția arborilor într-un areal diferit (Roibu et al. 2022) sau în diferite stadii de dezvoltare, deoarece indivizii adulți pot tolera adesea o gamă mult mai largă de condiții climatice decât puietii din aceeași specie. Având în vedere că stadiul de puiet este perioada cea mai vulnerabilă în supraviețuirea unui arbore, este importantă înțelegerea modului în care alegerea speciilor mai bine adaptate condițiilor climatice viitoare poate asigura sustenabilitatea pe termen lung a pădurilor (Vallejo et al. 2012).

Selecția nu ar trebui restrânsă doar la nivel de specii, ci ar trebui testate și proveniențe diferite care să ofere o plajă mai consistentă de posibile reacții comportamentale – de exemplu proveniențe și genotipuri mai rezistente la perioade prelungite de secetă (Vallejo et al. 2012).

În utilizarea materialului forestier adecvat de reproducere, selecția speciilor, proveniențelor și surselor de semințe ar trebui promovat principiul diversității, pentru a crește șansele de adaptare la condițiile de mediu în schimbare. Este foarte importantă înregistrarea și analiza informațiilor privind originea materialului forestier de reproducere pentru ca deciziile de management adaptativ să poată fi luate într-un mod informat (Palaghianu 2018). Aceste informații vor permite, în timp, investigarea corespondenței dintre caracteristicile arboretelor, speciilor și proveniențelor și originea acestora, permițând astfel adoptarea unor recomandări privitoare la alegerea materialului forestier de reproducere adaptat climatic. Adaptarea pădurilor la noile condiții climatice va depinde în mare măsură de disponibilitatea acestor informații și de disponibilitatea resurselor genetice forestiere adaptate (Lindner et al. 2020).

De aceea, Republica Moldova ar fi avantajată de integrarea informațiilor și a cadrului de dezvoltare și implementarea a unei strategii europene comune pentru resursele genetice forestiere, cu scopul de a conserva potențialul speciilor europene de arbori într-o rețea de unități de conservare genetică (Nichiforel și Palaghianu 2023).

În condițiile actuale, fără a lua în calcul modificări substanțiale ale condițiilor climatice, asortimentul de specii recomandat pentru acțiunile de regenerare a pădurii trebuie să urmărească asigurarea diversității specifice pentru fiecare zonă de vegetație.

Condițiile de relief și bioclimatice înregistrate în Republica Moldova nu sunt la fel de variate ca în țările vecine, dar există anumite particularități care fac ca, în cuprinsul suprafeței sale, să se diferențieze trei etaje bioclimatice distincte (Chetreaan 2020): etajul silvostepii (Ss) localizat majoritar în zonele de câmpie din sud și sud-est, etajul bioclimatic FD1 (de dealuri joase) răspândit în toată suprafața țării la altitudini de sub 200 de metri și etajul bioclimatic FD2 (de dealuri) întâlnit în zona centrală, de podiș, la altitudini de peste 200 metri.

În zona de silvostepă, în alegerea speciilor se va acorda prioritate speciilor de stejar - stejar pedunculat și mai ales speciilor xerofite, cum ar fi stejarul brumăriu și mai ales cel pufos. Experiențele din regiunile țărilor învecinate, cu condiții de mediu similare, arată că utilizarea cerului și a gârniței este problematică, ținând cont că aceste specii sunt mai sensibile la secetă și ger, reacționând negativ la contrastele climatice. În condițiile unor scenarii climatice mai radicale, se justifică luarea în calcul a opțiunilor de migrarea asistată pentru unele specii din regiunile mediteraneene (de exemplu stejarul de stâncă - *Quercus ilex*).

Speciile de stejar pot fiacompaniate de alte specii care completează în mod adecvat comunitățile vegetale forestiere din această zonă de vegetație: mojdrean, jugastru, ulm, tei argintiu sau chiar paltin de câmp. Intrazonal, în lunci se poate introduce frasinul de Pennsylvania, iar pe terenurile degradate în principal arțarul tătărească și ulmul de Turkestan, alături de o gamă diversă de arbuști.

Chiar dacă în prezent folosirea speciilor de pin în compozițiile de regenerare a pădurilor este limitată, se consideră oportună reconsiderarea acestei practici. Ținând cont de tendințele climatice actuale și de cele preconizate, speciile de pin (pin negru, mai ales var. *pallasiana* și pinul silvestru) pot fi soluții adecvate pentru regenerarea pădurilor sau împăduririle localizate în această zonă de vegetație. Pinul negru poate fi o soluție potrivită pentru suprafețele cu un deficit mai accentuat de umiditate, dar pinul silvestru, chiar dacă reclamă o umiditate mai mare, suportă mai bine gerurile și în zonele cu temperaturi mai joase suportă chiar și uscăciunea.

În zona deluroasă joasă (de stejărete), în alegerea speciilor se va acorda prioritate stejarului pedunculat, iar ca tendință de viitor se pot introduce treptat speciile xerofite (stejarul brumăriu și cel pufos). În completarea cvercineelor, compozițiile de regenerare vor include specii secundare precum: jugastru, paltin de câmp, frasin, tei argintiu, carpen, ulm sau cireș. Și în acest caz speciile de pin pot fi o alegere adecvată condițiilor climatice viitoare.

În zona deluroasă înaltă este concentrată în prezent cea mai mare parte a pădurilor din Republica Moldova. Asortimentul de specii folosite în activitățile de regenerare va include specii precum: gorun, carpen, paltin de câmp și de munte, frasin și tei pucios, iar izolat pe văi, chiar fag.

Pe terenurile degradate assortimentul de specii este mai bogat, pe lângă speciile de arbori precum arțarul tătăresc, ulmul de Turkestan, părul pădureț, sălcioara, mojdreanul sau pini, fiind recomandată introducerea unor specii de arbuști: corcoduș, sânger, păducel, amorfă, lemn căinesc, cătină roșie, cătina albă sau măceș.

O problemă delicată în ceea ce privește selecția speciilor se referă la situația salcâmului, de a cărui utilizare în compozițiile de împădurire s-a abuzat multe decenii în Republica Moldova (Postolache și Ghendov 2020; Galupa et al. 2023).

Experiențele desfășurate în condiții similare din România arată că nu este recomandată introducerea salcâmului pe terenurile cu o textură a solului nisipoasă sau argiloasă și cu un deficit mare de umiditate (din sol sau atmosferă). În plus, salcâmul nu va fi introdus prin monoculturi, ci instalat în biogrupe în care să alterneze cu specii de ajutor sau arbuști care să protejeze solul. Se va evita introducerea acestei specii în condiții de soluri sărăturate sau compacte, grele, argiloase sau scheletice, ce au un conținut ridicat de carbonați de calciu (Clinovschi et al. 2007).

Chiar și modelele de distribuție a vegetației care includ simulări cu modificări climatice moderate arată că salcâmul nu reprezintă o soluție pe termen mediu sau lung, de aceea, recomandarea ar fi ca, pe viitor, ponderea acestei specii să fie mult diminuată în compozițiile de regenerare sau de împădurire.

Informații relevante legate de selecția speciilor adecvate pot fi oferite de studii în curs de derulare sau care au fost efectuate în cuprinsul Republicii Moldova sau în regiunile apropiate. Un exemplu în acest sens poate fi oferit de studiile efectuate în regiuni cu condiții climatice similare din România (Clinovschi et al. 2007) sau Ucraina, care pot recomanda specii sau compoziții de împădurire adaptate.

5.2.2. Specii de interes pentru pădurile din Republica Moldova prin rezistența la stresul schimbărilor climatice

Autori: Laura Bouriaud și Mihai Enescu

Mălinul (*Prunus padus* L.)

Mălinul este un arbore de mărimea a III-a (cu înălțimi cuprinse între 7 și 15 metri). Florile sale sunt albe și apar primăvara târziu. Fructele sunt mici, negre, de tipul drupelor și până la 8 mm. Majoritatea părților morfologice sunt toxice, în mod special scoarța și semințele.

Apare din Europa și până în Siberia, fiind cea mai întâlnită specie a genului *Prunus* L., cu o frecvență ridicată în zonele de câmpie și colinară.

Mălinul prezintă mare adaptabilitate climatică, dar este mai restrictiv față de umiditate, preferând solurile bine aprovizionate cu apă, ușoare până la grele, adeseori umezite freatic, pseudogleizate, bogate în baze de schimb, profunde, din locuri umbrite până la însorite.

Prezintă temperament de umbră, ceea ce îl recomandă pentru introducerea sa în culturi mixte, ca specie de ajutor.

Se înmulțește ușor pe cale vegetativă, din lăstari și drajoni. Este puțin longeviv, până la (60)70-80 de ani.

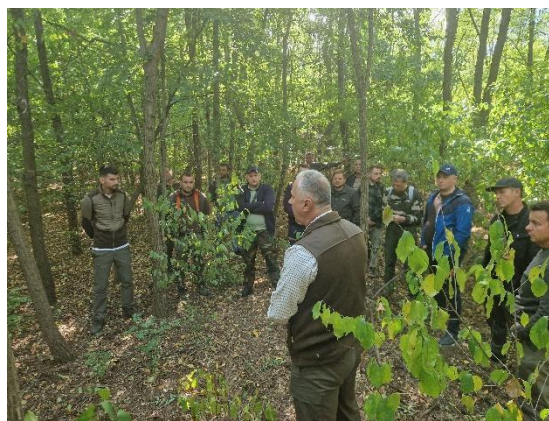
Prezintă o incontestabilă valoare ornamentală, înflorind abundent, iar frunzele se colorează foarte frumos înainte de cădere, devenind roșii-purpurii (Clinovschi 2005; Șofletea și Curtu 2008; Houston Durrant și Caudullo 2016).



Flori de mălin,
Sursa: Clinovschi
2005.



Scoarță de mălin,
Mârșani, Dolj, Sursa:
fotografie originală



Cultură mixtă de salcâm și mălin în vârstă
de 14 ani, Mârșani, Dolj, Sursa: fotografie
originală

Figura 77. Detalii flori și scoarță de mălin și cultură mixtă de salcâm cu mălin

Mojdreanul (*Fraxinus ornus* L.)

Mojdreanul este un arbore care rar poate să ajungă la 25 de metri înălțime, formând, deseori, o coroană asimetrică. Scoarța este cenușie cu pete albicioase, mugurii sunt opuși, iar frunzele sunt lungi de până la 25-30 cm, imparipenat-compuse, cu foliola terminală obovată (Caudullo și de Rigo 2016). Mojdreanul are un areal sudic, mediteranean, fiind răspândit în sudul Europei și Asiei. În România, apare în special în zona colinară, în locuri însorite, calde și frecvent în silvostepa Dobrogei. Urcă mai sus pe calcare, soluri scheletice, rendzinice, alcaline până la slab acide, fiind o specie calcicolă (Clinovschi 2005). În arealul natural din Republica Moldova, mojdreanul se situează altitudinal între 50-300 m, pe versanți cu înclinări și expoziții variate (Novac, 2023).

Mojdreanul este exigent față de căldură, comportându-se adeseori ca o specie termofilă, cum este cazul Dobrogea sau în sudul României, unde se asociază adeseori cu scumpia, stejarul pufos, cărpinița, liliacul, porumbarul, vișinul turcesc ș.a.

Rezistă bine la secetă, dar nu este, totuși, specie xerofită, ci doar mezoxerofită-mezofită.

Preferă solurile bogate în baze de schimb. Dimensiunile mici pe care le realizează și conformația proastă a tulpinilor nu permit decât utilizări minore ale lemnului. În schimb, prin toleranța sa la uscăciune și insolație are valoare de specie protectoare de sol, însoțitoare a altor specii din subetajul pădurii sau cultivată în terenuri degradate, pe coaste însorite și cu multă uscăciune estivală. În perioada înfloririi îndeplinește și rolul de specie ornamentală, producând flori multe, mari și plăcut mirositoare (Șofletea și Curtu 2008).

Pentru mai multe informații privitoare la prezența mojdreanului în R. Moldova recomandăm lucrarea Novac (2023): Răspândirea mojdreanului în condițiile ecologice din Republica Moldova, https://revistapadurilor.com/wp-content/uploads/2024/01/BT_Revista-Padurilor-an-138_nr.1_2023.pdf



Portul mojdreanului. Sursa: fotografie originală, Taraclia



Scoarța mojdreanului. Sursa: Facebook Pădurile din România (<https://www.facebook.com/paduriledinromania/>)

Figura 78. Portul și scoarța mojdreanului

Frasinul pufos de Caucaz [*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* (M.Bieb. ex Willd.) Franco și Rocha Afonso]

Frasinul pufos de Caucaz este încadrat de unii autori și ca specia *Fraxinus coriariifolia* (Scheele in Linnaea 17: 350 (1843) sau ca *Fraxinus excelsior* var. *coriariifolia* (Scheele) Boiss. in Fl. Orient. 4: 40 (1875), dar și ca *Fraxinus angustifolia* var. *obliqua* (Tausch) Fukarek in Glasn. Sumska Pokuse 14: 229 (1960) sau ca *Fraxinus oxycarpa* var. *obliqua* (Tausch) Wesm. in Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 31(1): 94 (1892)²¹.

Frasinul pufos de Caucaz prezintă un vast areal, fiind întâlnit din Europe de Est până în Nordul Iranului (Figura 79), în Moldova, formând populații native izolate.

Frasinul de câmp (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) este un arbore de mărimea a II-a, care are lujerii glabri și mugurii brun-închis, nu negri ca la frasinul comun. Frunzele sunt adesea cu 5-9 foliole, cu rahisul glabru sau slab păros, foliole sesile, ovat-lanceolate, de 3-10 cm, subcoriacei, lung acuminate, cuneate, acut serate, pe dos păroase în lungul nervurilor. Florile sunt nude, cu antere brun-roșcate. Fructele sunt samare îngust lanceolate, de 3-4 cm, ascuțite, rar obtuze (Clinovschi 2005).

Frasinul pufos de Caucaz este un element pontic-caucazian, frecvent întâlnit în pădurile din silvostepa Dobrogei și a Moldovei (Clinovschi 2005), fiind o specie termofilă, rezistentă la secetă, ce crește pe soluri rendzinice, scheletice, uscate, eutrofe, prin urmare prezentând interes pentru climatul secetos viitor.

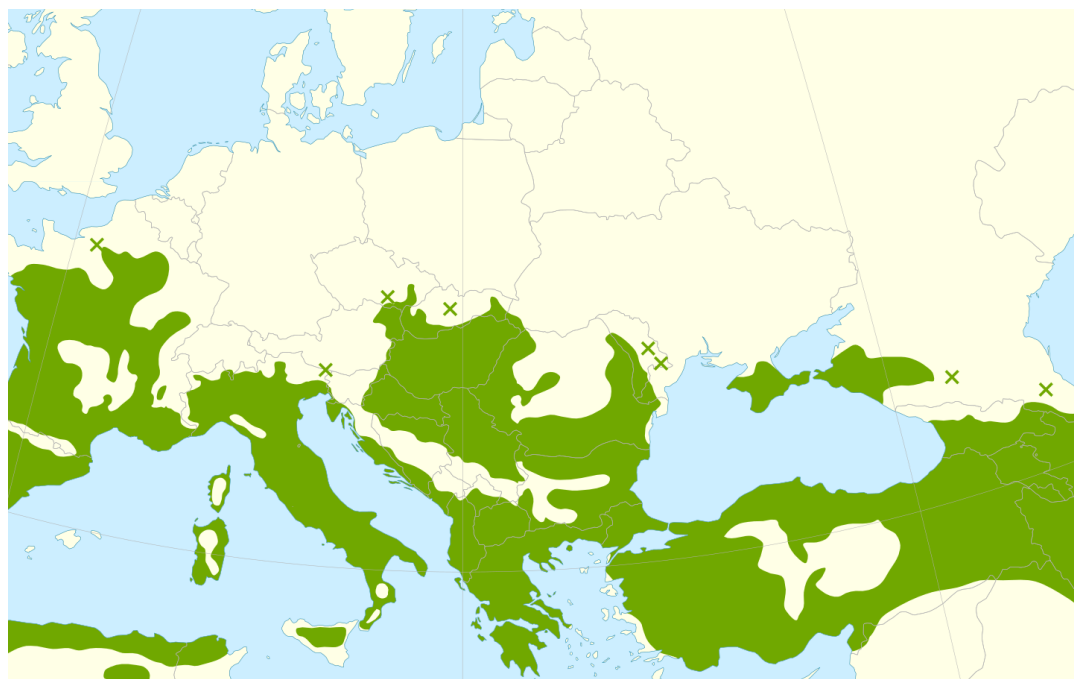


Figura 79. Harta distribuției frasinului de câmp

Sursa: Caudullo et al. 2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Fraxinus_angustifolia

²¹ Royal Botanic Garden, online: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77189728-1>

Frasinul pufos de Caucaz prezintă perișori albi în jumătatea inferioară a nervurii principale a frunzelor și este foarte asemănător cu frasinul comun (Clinovschi 2005), de care se deosebește prin:

- lujerii, mugurii, rahisul și pețiolul frunzelor sunt des pubescenti,
- dinții foliolelor sunt mai numeroși decât nervurile laterale,
- samarele au lățimea maximă deasupra mijlocului, caracter care îl diferențiază de *Fraxinus pallisae*.

Cerul (*Quercus cerris* L.) și gârnița (*Quercus frainetto* Ten.)²²

Cerul crește la câmpie și coline, în silvostepă și în subzona stejarului, având afinitate pentru ținuturile cu climate calde, cu sezon lung de vegetație, fiind o specie relativ termofilă (euterma-mezotermă). Gerurile mari din iarnă sunt greu suportate, provocându-i gelivuri. Totodată, suportă bine seceta și uscăciunea, încadrându-se în categoria speciilor mezoxerofite-xerofite (relativ xerofite). Solurile pe care crește cerul sunt adeseori grele, luto-argiloase sau argiloase, greu permeabile, deci cu drenaj intern deficitar, fiind moderat până la puternic podzolite prin hidrogeneză. Sunt soluri de mare compactitate în orizontul B, pseudogleice sau pseudogleizate, vertice, cu regim de umiditate foarte variabil, de la excesiv umede după topirea zăpezilor, până la puternic uscate în timpul verii. De altfel, cerul manifestă o amplitudine destul de largă față de dinamica sezonieră a umidității din sol, consumând multă apă în perioadele în care aceasta este în exces, reducându-și însă mult pretențiile în timpul secetelor estivale. Astfel de situații se întâlnesc destul de frecvent în silvostepă sau pe terasele și platformele de la dealuri, unde cerul constituie adeseori arborete pure sau de amestec cu gârnița. De altfel, atunci când se discută despre adaptabilitatea unor specii de cvercinee pe soluri compacte, cu regim alternat de umiditate și cu conținut ridicat de apă necedabilă în timpul secetelor estivale, se au în vedere cerul și gârnița. Trecând apoi la compararea acestor două specii în privința toleranței față de aceste stațiuni limitative, trebuie să precizăm că, până de curând, cerul era considerat ca mai puțin adaptat decât gârnița (Stănescu 1979; Stănescu et al. 1997). Cercetări recente (Blujdea 2000) relevă totuși că cerul este mai bine adaptat și mai performant în astfel de condiții decât gârnița, dispunând de o capacitate sporită de reglare a deschiderii stomatelor, în funcție de accesibilitatea apei în sol și alți parametrii ecologici (temperatura aerului, deficitul de vapori de apă din atmosferă etc.). Strategia cerului în asemenea condiții este de contracarare a efectelor secetei și temperaturilor mari prin promptitudinea mecanismului de închidere și deschidere a stomatelor. Așa se explică de ce, în condiții de stres termohidric îndelungat, așa cum s-a înregistrat în perioada 1982-1993, arboretele de cer au fost afectate mai puțin de fenomenul de uscare decât cele de gârniță. Acesta este, ca atare, un motiv în plus să admitem superioritatea adaptativă a cerului față de gârniță în stațiuni limitative din punct de vedere termohidric, mai ales când asemenea condiții limitative afectează arboretele mai mulți ani la rând. Totodată, o particularitate a cerului constă în faptul că se poate menține pe soluri bogate în CaCO₃. Din punct de vedere al cerințelor față de lumină, cerul este o specie heliofilă. Cerul formează trunchiuri drepte, cilindrice. Caracteristic, cerul dezvoltă un ritidom (scoarță moartă) negricios, adânc crăpat. În interiorul crăpăturilor (care sunt mai profunde decât la stejarul pedunculat) se observă o culoare roșiatică (Figura 80).

²² Extras din lucrarea Șofletea și Curtu, 2008. Dendrologie. Editura Universității Transilvania din Brașov, 418 pag.

Gârnița, la fel ca și cerul, este o specie eutermă-mezotermă, de ținuturi cu climă moderată, cu veri lungi și călduroase. Rezistă însă mulțumitor față de gerurile mari din iarnă, dar manifestă sensibilitate față de înghețuri. Totodată, este o specie semixerofită, fapt care face posibilă uneori coborârea sa din ținuturile colinare, care-i îi sunt mai favorabile, până la câmpie, în contact cu silvostepa, în zone cu numai 450-500 mm precipitații medii anuale (intervalul de optim ecologic se situează între circa 550 și 700 mm precipitații pe an). Uscăciunea aerului constituie un factor care limitează răspândirea sa în ținuturile silvostepice, alături de faptul că, deși are capacitatea de a-și reduce transpirația în perioadele secetoase, mulțumindu-se astfel cu cantități reduse de apă, se dovedește, se pare, mai puțin economicoasă decât cerul (care este și el o specie semixerofită), ca urmare a mecanismului mai greoi de închidere-deschidere a stomatelor. Față de condițiile edafice manifestă exigențe reduse, gârniței fiindu-i caracteristice adeseori solurile cele mai compacte, puternic îndesate, întrucât dispune de o forță apreciabilă de extragere a apei din soluri cu textură fină, cu coeficient mare de ofilire și apa freatică situată la mare adâncime. Solurile din stațiunile caracteristice gârniței prezintă fenomene accentuate de podzolire și sunt caracterizate adeseori prin regim alternat de umiditate (ca urmare a texturii fine și compactității ridicate), primăvara îmbibate puternic cu apa din precipitații, iar vara devin extrem de uscate și crapă, prezentând o cantitate mică de apă cedabilă. În astfel de condiții limitative, gârnița reușește să pună în valoare la un nivel productiv apreciabil stațiuni puțin favorabile sau chiar inaccesibile altor specii colinare și de câmpie. Totuși, trebuie făcută precizarea că, și pentru gârniță, astfel de situații pot deveni limitative, mai ales datorită stresului hidric prelungit, manifestat mulți ani la rând, întrucât deficitului de umiditate i se adaugă în astfel de cazuri slaba aerisire a solului ca urmare a compactității ridicate, ceea ce accentuează fenomenul de declin (Geambașu et al. 2000). Spre deosebire de cer, gârnița este sensibilă față de concentrația solului în CaCO_3 , preferând solurile cu compoziție silicioasă. Temperamentul este de lumină, însă ceva mai puțin heliofil decât al stejarului (heliofil-subheliofil).



Figura 80. Arboret de cer (stânga) și ritidom de cer (dreapta), Sursa: Facebook Pădurile din România (<https://www.facebook.com/paduriledinromania/>)

Sâmbovina (*Celtis australis* L.)

Sâmbovina este o specie caracteristică bazinului mediteraneean, crescând de la nivelul mării până la altitudini de 1.200-1.300 de metri, cum este cazul în Spania și Nordul Africii (Magni și Caudullo 2016).

Preferă stațiunile cu multă uscăciune și căldură estivală, cu climat blând și sezon lung de vegetație, fiind specie termofilă și xerofită, aptă pentru soluri scheletice, superficiale, calcaroase, puternic dogorite de soare. Cele mai frumoase creșteri le realizează pe soluri humifere, bine drenate, ușoare, chiar slab sărăturoase, așa cum sunt culturile realizate în scop ornamental pe litoralul Mării Negre, prin parcuri sau perdele cu vegetație forestieră instalate de-a lungul șoselelor. Temperamentul este heliofil-semiombrofil (Șofletea și Curtu 2008).



Figura 81. Sâmbovina: port (stânga), frunze (centru) și ritidom (dreapta), Sursa: Facebook Pădurile din România (<https://www.facebook.com/paduriledinromania/>)

Oțetarul roșu (*Rhus typhina* L.)

Oțetarul roșu este un arbust sau arbore de mărimea a III-a, de până la 10- 12 m înălțime. Scoarța este cenușie-închis și dezvoltă un ritidom subțire, negricios. Lujerii sunt foarte groși, bruni-roșcați, catifelat-păroși, cu măduva foarte largă, brună. Mugurii sunt alterni, nuzi, pufoși, mici, globuloși, Frunzele imparipenat-compuse, foarte mari, până la circa 50 cm lungime, cu 11-31 foliole oblong-lanceolate, de 5-13 cm lungime, acuminate, pe margine serate. Florile sunt unisexuat-dioice, verzui-gălbui, în panicule terminale erecte. Fructele sunt drupe de 2-4 mm lungime, roșii-violacei, grupate strâns în paniculul fructifer, care persistă pe ramuri până primăvara (Figura 82). Se coc toamna, prin octombrie.

Este originar din ținuturile estice și centrale ale Statelor Unite și se cultivă frecvent prin parcuri și grădini, ca specie ornamentală, dar prezintă și interes forestier, pentru cultură în terenuri degradate (pentru consolidarea taluzurilor și a coastelor, având rusticitate mare și dispunând, de asemenea, de o bună înrădăcinare și de capacitatea de a drajona activ).

Rezistă bine la ger și secetă, dar preferă stațiunile cu multă căldură estivală. Suportă solurile sărace, nisipoase, cu grad moderat de alcalinitate (relativ sărăturoase). Are temperament de lumină. Frunzele și scoarța conțin substanțe tanante (circa 16 % din substanța uscată).



Figura 82. Oțetarul roșu: port (stânga) și lujer cu panicul fructifer (dreapta), Sursa: Facebook Pădurile din România (<https://www.facebook.com/paduriledinromania/>)

Este o specie de mare valoare ornamentală, având frunze foarte mari, care toamna se colorează în roșu-arămiu, iar inflorescențele fructifere, care se formează în număr mare an-de-an, sunt frumos colorate și persistă pe ramuri până în anul următor. Cultura oțetarului roșu în zonele verzi se poate face atât prin exemplare izolate, cât și în buchete, în locuri însorite sau la umbră, sub coroana arborilor (Șofletea și Curtu 2008).

Cedrul (*Cedrus atlantica* Manetti)

Cedrul este un arbore care poate să atingă 40 m înălțime, formând o coroana care la vârste mijlocii devine neregulat-tabulară. Lujerii sunt la început gălbui, păroși, apoi bruni, glabrescenți. Acele sunt dispuse în spirală, solitare pe lujerii lungi și câte circa 25 într-un fascicul pe lujerii scurți. Sunt de 1,5-3 cm lungime, rigide, înțepătoare, verzi-albăstrui până la cenușii-argintii. Conurile sunt cilindrice, de 5-8 cm lungime și circa 4 cm în diametru, brune, cu solzii rotunjiți la vârf, foarte strâns alipiți de con.

Este o specie exotică, cu areal natural în nordul Africii (Algeria, Maroc), în zonele montane cuprinse între 1 400 și 2 200 m altitudine.

Prezintă preferințe evidente față de climatul montan mediteraneean, moderat, ferit de extreme termice. În unele zone din arealul natural climatul este umed, în timp ce în alte zone este arid (Șofletea și Curtu 2008).

Pinul negru (*Pinus nigra* Arn.)

Pinul negru este o specie cu creștere rapidă, cu un areal larg, dar fragmentat, în Europa și Asia Mică, predominant în zonele montane. S-a naturalizat și în unele zone din America de Nord. Este subdivizat în mai multe subspecii distincte și statutul său taxonomic este încă un subiect al dezbaterii între specialiști (Enescu et al. 2016).

Este o specie rustică, bine adaptată la climatul mediteraneean, cu insolație puternică (prezentând temperament de lumină), căldură estivală multă și înghețuri târzii rare. În culturile

efectuate în ținuturile Europei mijlocii (și nu numai) suportă însă destul de bine impactul cu gerurile mari și cu înghețurile. Rezistă bine la secetă.

Pinul negru și-a dovedit realele sale aptitudini pentru condiții staționale grele, pe versanți în pantă mare, accidentați, calcaroși, cu insolație puternică, pe soluri superficiale, scheleto-pietroase sau stâncoase, de tipul rendzinelor litice, care acumulează foarte multă căldură în plin sezon estival și sunt astfel supuse uscăciunii înaintate (Șofletea și Curtu 2008; Lațo 2012).

Astfel, pinul negru poate fi introdus cu succes într-o paletă diversificată de terenuri degradate, cum ar fi în zonele calcaroase, pe soluri superficiale, scheletice expuse uscăciunii în sezonul de vegetație, chiar și pe soluri nisipoase, cum este cazul, spre exemplu, plantațiilor înființate în anii 1980 în România, la Tâmburești, județul Dolj (Figura 83).

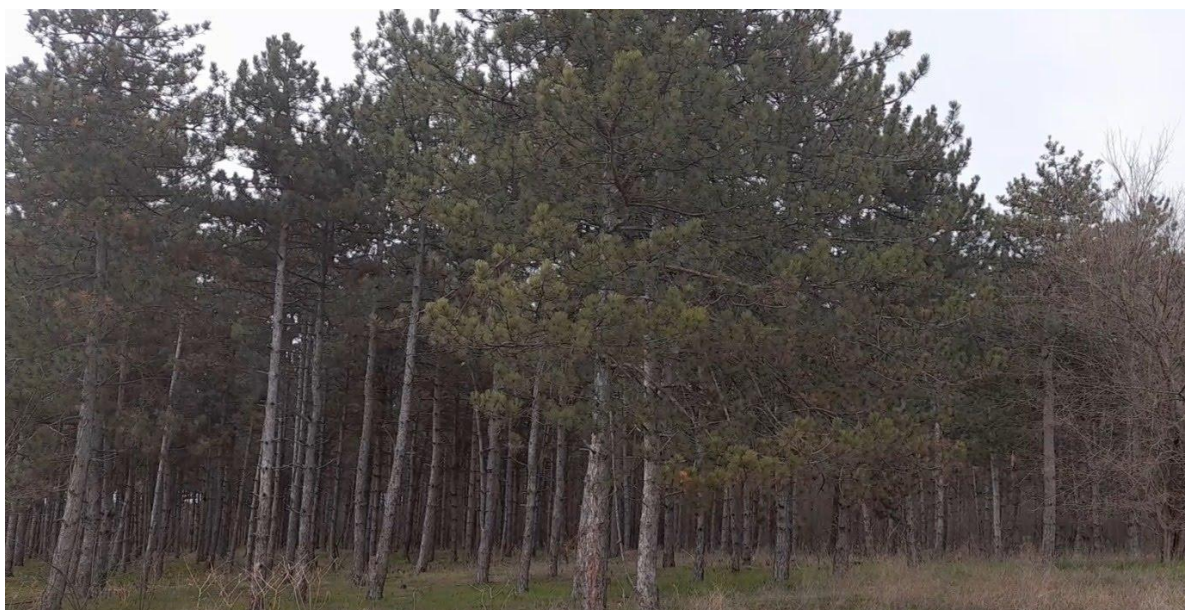


Figura 83. Pinet de pin negru în solurile nisipoase de la Tâmburești, județul Dolj. Sursă: fotografie originală.

5.3 Măsuri de împădurire în terenuri degradate

Autori: Alexei Savin și Ciprian Palaghianu

Terenurile degradate sunt acele terenuri care pot fi ameliorate prin lucrări de împădurire în vederea protejării solului, refacerii echilibrului hidrologic și îmbunătățirii condițiilor de mediu (Legea 1041/2000). Restaurarea terenurilor degradate este esențială pentru asigurarea sustenabilității agriculturii, silviculturii și a activităților care vizează utilizarea sau conservarea resurselor de mediu. În condițiile în care asistăm la o creștere continuă a populației, presiunea asupra resurselor de mediu și implicit asupra terenului și solului este imensă.

Conform legislației Republicii Moldova (Legea 1041/2000), sunt considerate terenuri degradate acele terenuri care, prin eroziune, poluare sau prin acțiunea distructivă a unor factori antropici, și-au pierdut definitiv capacitatea de producție agricolă, dar care pot fi ameliorate prin împădurire: terenuri cu eroziune de suprafață, cu eroziune de adâncime, afectate de alunecări active, prăbușiri, surpări și scurgeri noroioase, cele nisipoase expuse erodării de către vânt sau apă, terenurile cu pietriș, bolovăniș, grohotiș, stâncării și depozite de aluviuni torențiale, cu exces permanent de umiditate, sărăturate sau poluate cu substanțe chimice, petroliere sau noxe.

Presiunea cea mai mare este resimțită la nivelul terenurilor cu folosință agricolă, unde degradarea este alimentată de practici intensive de cultivare sau lucrare a solului ce presupun folosirea excesivă de irigații, pesticide, fertilizatori și lucrări agrotehnice ce pot conduce în timp la probleme ale solului legate de destructurare, acidifiere, compactare sau salinizare. Totuși, presiunea crește și în cazul altor tipuri de folosință, dacă luăm în calcul eroziunea produsă de poluare, pășunat excesiv, sau îndepărtarea temporară sau permanentă a vegetației protectoare a solului. În plus terenurile suferă și degradări naturale prin eroziunea provocată de vânt sau apă. Modificările climatice și tendința de aridizare adaugă un balast suplimentar în balanța fragilă a menținerii sănătății solurilor, contribuind la accentuarea unor procese sau fenomene care au un potențial crescut de a genera intensificarea eroziunii.

Revegetarea terenurilor degradate, folosind vegetația lemnoasă alcătuită din arbori sau arbuști este văzută ca o modalitate rapidă de restaurare a terenurilor degradate, ce va permite consolidarea acestora prin stoparea fenomenelor de degradare și asigurarea unui suport fizic benefic refacerii capacității terenului de a asigura servicii ecosistemice (Saturday 2018).

Totuși, acțiunile de împădurire a terenurilor degradate trebuie realizate în limitele favorabilității condițiilor de mediu locale. Planificarea și implementarea acestor activități trebuie să urmărească anumite obiective și standarde, cu criterii specifice de determinare a cerințelor de pregătire a terenurilor, selectare a speciilor, tehnicilor de revegetare și ulterior a celor de îngrijire și întreținere (Anderson și Ostler 2002).

În Republica Moldova, problema terenurilor degradate reprezintă o problemă de actualitate, ținând cont că peste 1,8 milioane de hectare sunt expuse pericolului eroziunii, ceea ce reprezintă 55 % din suprafața totală a țării (Bacal și Bejan 2007), iar rata anuală a pierderii stratului de sol este de circa 6.3 t/ha (Bunduc et al. 2022). Dinamica este una nefavorabilă, deoarece suprafața solurilor erodate a crescut în ultimele patru decenii, de la 594 mii ha în anul 1965, la circa 880 mii ha în 2010 (Andrieș et al. 2012) și la peste un milion de hectare în 2021 (Bunduc et al. 2022). Marea majoritate a acestor terenuri (57%) sunt terenuri slab erodate, 30 % fiind moderat erodate, iar 13 % puternic erodate (Bacal și Bejan 2007). De asemenea, o suprafață de aproape 800 mii ha este reprezentată de terenuri afectate de alunecări pasive, pentru care există

un risc destul de însemnat să treacă în categoria alunecărilor active (Andrieș et al. 2012; Leah 2012).

Acest risc este ridicat, luând în calcul faptul că sunt studii care atenționează asupra impactului schimbărilor climatice asupra degradării terenurilor din Republica Moldova (Leah 2016). Iar pe viitor, ținând cont de vulnerabilitatea ecosistemelor forestiere în contextul aridizării și schimbărilor climatice (Donica et al. 2023; Nedelcov et al. 2019; Nedelcov et al. 2021), nu doar terenurile arabile ci și cele forestiere sunt mai expuse pericolului degradării.

Republica Moldova a luat măsuri la nivelul cadrului de reglementare pentru implementarea măsurilor de protecție, ameliorare și utilizare durabilă a resurselor de sol, fiind elaborate, adoptate de Guvern și editate următoarele legi și programe: Legea nr. 1041/2000 pentru ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate, Programul național complex de sporire a fertilității solurilor (2001), Programul complex de valorificare a terenurilor degradate și sporirea fertilității solurilor (2004), Programul de conservare și sporire a fertilității solurilor pentru anii 2011-2020 (2011), precum și Planul național de extindere a suprafețelor cu vegetație forestieră pentru anii 2013-2018 (2013).

Recent, în anul 2023, Programului Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor 2023-2032 (Hotărârea 55/2023) a venit cu un nou set de măsuri și jaloane de atins. Obiectivele acestui plan prevăd ca, până în anul 2032, suprafețele acoperite cu vegetație forestieră să se extindă cu cel puțin 15%, prin împădurirea a circa 145 de mii de hectare. Se preconizează că vor fi plantate păduri noi, pe o suprafață de 75 de mii de hectare, dar și pe terenuri reabilite, pe o suprafață de 25 de mii de hectare. Jalonul prevăzut în cadrul programului decenal urmărește reducerea suprafeței de terenuri degradate cu 45 mii ha până în anul 2032. În plus, se apreciază că procesul de eroziune a solului va scădea pe aproximativ 350 de mii de hectare de teren agricol, prin crearea sau reabilitarea a 10 mii de hectare de fâșii de protecție (Galupa et al. 2023).

În ceea ce privește soluțiile tehnice de împădurire a terenurilor degradate, Republica Moldova are un set de recomandări elaborate de Agenția Moldsilva - Institutul de cercetări și amenajări silvice: Ghid tehnic privind împădurirea terenurilor degradate, elaborat în 2014.

Anterior intervențiilor de ameliorare prin împădurire, în scopul separării de unități distincte și omogene sub raportul formei și intensității de manifestare a proceselor de degradare, se va efectua o cartare a terenurilor degradate, pentru a putea interveni cu soluții specifice tipului de degradare în fiecare perimetru de ameliorare.

Tipuri de terenuri degradate

Din punctul de vedere al tipurilor de degradare, se pot diferenția aspecte și situații diferite, cu terenuri: cu eroziune de suprafață; cu eroziune de adâncime (de tipul ogașelor, ravenelor, torenților); afectate de alunecări active (cu prăbușiri, surpări sau scurgeri noroioase); cu exces permanent de umiditate; cu fenomene de sărăturare; cu aglomerări de pietriș, bolovăniș, grohotiș sau depozite de aluviuni torențiale; poluate cu substanțe chimice sau petroliere; ocupate cu halde miniere sau deșeuri industriale sau menajere.

Prezentul material vine să extindă recomandările naționale cu soluții tehnice mai complexe, bazate pe recomandările elaborate în România pentru situații similare - Ghidul de bune practici privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate, elaborat de Ministerul mediului, apelor și pădurilor (2022).

Aceste variante pot reprezenta alternative, ce oferă o gama mai largă de soluții ce pot fi aplicate în perimetrele de ameliorare, în ceea ce privește măsurile de prevenire și combatere a proceselor de degradare, suplimentare recomandărilor elaborate în anul 2014 în Republica Moldova. Soluțiile recomandate sunt date pe tipuri de eroziune și indicațiile sunt compatibile cu zonarea vegetației forestiere din Republica Moldova, conform diferențierii celor trei etaje bioclimatice (Chetreaș 2020): etajul silvostepii (Ss) localizat majoritar în zonele de câmpie din sud și sud-est, etajul bioclimatic FD1 (de dealuri joase) răspândit în toată suprafața țării la altitudini de sub 200 de metri și etajul bioclimatic FD2 (de dealuri) întâlnit în zona centrală, de podiș, la altitudini de peste 200 metri. Soluțiile sunt diferențiate pe etaje bioclimatice și categorii de terenuri degradate, fiind grupate pe așa numitele grupe staționale. Grupele staționale reprezintă ansambluri convenționale ce reunesc suprafețe omogene din punctul de vedere al condițiilor fitoclimatice și al tipurilor de sol, degradare și eroziune, pentru care se recomandă aceleași soluții tehnice (compoziții de împădurire și desimea culturilor) pentru acțiunile de revegetare a terenurilor. Suplimentar, informații utile legate de soluțiile adecvate unor situații locale pot fi obținute și din studiile efectuate în regiuni similare. Pot fi, de exemplu, utilizate informațiile oferite de studiile efectuate pentru tipurile de degradare situate în condiții climatice similare din România (Clinovschi et al. 2007) care pot recomanda specii sau compoziții de împădurire adaptate.

Materialul prezentat în Anexa 2 la manual reprezintă o sinteză care prezintă soluțiile preluate din *“Ghidul de bune practici privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate”*, elaborat de Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor din România (2022). Soluțiile prezentate sunt extrase doar pentru acele categorii de tipuri de eroziune care sunt specifice Republicii Moldova, fiind păstrată nomenclatura și încadrarea în grupele staționale menționate în ghid. Pentru fiecare grupă stațională se menționează succint caracteristicile erozionale, tipurile de vegetație, modalitatea de instalare a vegetației, compozițiile de împădurire și desimea culturilor.

Abrevierea etajelor de vegetație:

Regiuni de câmpie și coline din stepă (S) și silvostepă (Ss);

Regiuni de câmpie forestieră (CF)

Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete și din subzona gorunului (FD1 FD2, FD3).

5.4 Ameliorații silvice, perdele forestiere de protecție și reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate

Autori: Mihai Enescu și Alexei Savin

5.4.1 Introducere

Ameliorațiile silvice reprezintă o diviziune a îmbunătățirilor funciare, fiind atât o disciplină științifică de interes, în mod special, pentru silvicultori, cât și o ramură a activității forestiere.

În acest context, ca disciplină științifică, Ameliorațiile silvice studiază procesele de degradare și de secetă și consecințele acestora și stabilesc modul de combatere a lor prin mijloace tehnice silvice specifice, în scopul valorificării cât mai raționale a terenurilor degradate și cu deficit de apă.

Ca ramură de activitate forestieră, Ameliorațiile silvice reprezintă silvotecnica terenurilor degradate și cu deficit de apă și se ocupă cu măsurile și lucrările silvotehnice de recuperare sau folosire mai eficientă a terenurilor neproductive, slab productive ori periodic neproductive (Ciortuz și Pădurar 2004).

Datorită reliefului accidentat din zona deluroasă a Republicii Moldova (cu excepția Câmpiei Bălților și a Nistrului Inferior), eroziunea de suprafață alături de eroziunea de adâncime reprezintă formele de degradare cele mai răspândite pe teritoriul țării.

Cuantificarea eroziunii pluviale de suprafață se face cu ajutorul ecuației universale de eroziune a solului (Universal Soil Loss Equation, USLE) (Wischmeier și Smith 1978):

$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$, unde:

A = cantitatea anuală de sol erodat (t/ha/an); R = factorul de erozivitate pluvială;

K = coeficientul de erodabilitate a solului; L = factorul de lungime a versantului;

S = factorul de pantă; C = acoperirea cu vegetație;

P = impactul practicilor agricole de combatere a eroziunii.

Această ecuație stă la baza creării hărților susceptibilității la eroziune, iar cantitatea anuală de sol erodat se exprimă în tone de sol pierdute la hectar (Figura 84).

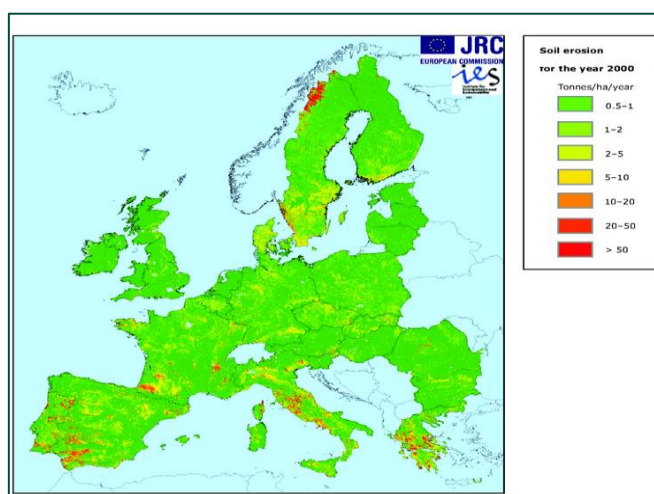


Figura 84. Harta eroziunii solului la nivelul UE (JRC, 2000)

Correspondența între valorile cantității de sol erodat și susceptibilitatea la eroziune este următoarea (ICPA, 1986): sub 1 t/an/ha - absentă, între 1 și 8 t/an/ha - mică; între 8 și 16 t/an/ha - moderată; între 16 și 30 t/an/ha - mare; mai mare de 30 t/an/ha - foarte mare.

5.4.2 Principalele procese de degradare a terenurilor

5.4.2.1 Eroziunea pluvială

Eroziunea pluvială este una din multiplele forme ale eroziunii (ex.: eroziune fluvială, eroziune glaciară, nivație și lavinare, eroziune eoliană, abraziune marină) și reprezintă procesul de dizlocare a particulelor de sol și de rocă, produs de acțiunea precipitațiilor atmosferice, care după ce izbesc solul se scurg pe terenurile în pantă, fie difuz, fie concentrat sub formă de șuvoaie, exercitând o triplă acțiune - de roadere, transport și depozitare (Ciortuz și Pădurar 2004).

Eroziunea pluvială se manifestă, singură sau în asociere cu alte procese de degradare a terenurilor, cum ar fi alunecările de teren (Figura 85), în terenurile înclinate, cu pante accentuate, cu soluri destructurate ori bătătorite, slab coezive sau necoezive și lipsite parțial sau total de un strat vegetal protector.

Eroziunea pluvială apare în următoarele cazuri: în terenurile înclinate, exploatate agricol în mod necorespunzător, cum ar fi, prin realizarea lucrărilor solului pe linia de cea mai mare pantă, nu pe curba de nivel (Figura 86); în pășunile și izlazarile cu pante accentuate, exploatate necorespunzător (supra-pășunate); în jurul stânelor și a adăposturilor pentru animale; pe râpi și taluzuri lipsite de orice tip de vegetație; în jurul obiectivelor turistice; în păduri rărite, degradate ori brăcuite, în urma unor exploatări forestiere fără respectarea normelor silvice ori a unor tăieri ilegale de arbori; în pădurile afectate de procese de degradare antropică.



Figura 85. Terenuri degradate afectate de procese de eroziune pluvială și alunecări de teren. Sursă: fotografie originală.



Figura 86. Lucrarea solului pe linia de cea mai mare pantă. Sursă: fotografie originală.

În funcție de intensitatea acțiunii erozive a apei, eroziunea pluvială prezintă două forme fundamentale: forma lentă (imperceptibilă) și forma accelerată (evidentă, perceptibilă).

Forma accelerată prezintă, la rândul ei, două forme: eroziunea de suprafață (sin. eroziunea în suprafață, eroziune areală) și eroziunea în adâncime (sin. eroziunea liniară, torențială).

În funcție de intensitatea procesului, terenurile afectate de eroziunea pluvială sunt caracterizate printr-un anumit grad de eroziune, astfel: eroziune slabă - este spălat până la 25% din orizontul cu humus sau până la 50% din suborizontul A1; eroziune moderată - este spălat 25-50% din orizontul cu humus, respectiv 50-100% din suborizontul A1; eroziune puternică - este spălat 50-100% din orizontul cu humus, respectiv până la 100% din suborizontul A2; eroziune foarte puternică - acțiunea se desfășoară la nivelul orizonturilor intermediare (A/C; B; B/C); eroziune excesivă - este spălat întregul strat de sol și a apărut la zi roca mamă (Galupa și Talmaci 2021).

Principalele stavile naturale împotriva eroziunii pluviale sunt reprezentate de următoarele formațiuni vegetale: pădurile (inclusiv stratul arbuștilor), pajiștile naturale și culturile agricole.

Rolul multiplu exercitat de păduri, considerate ca fiind scutul optim de protecție a solului împotriva acțiunii erozive a apei din precipitații, constă în: amortizarea picăturilor de ploaie, dispersarea stropilor de apă și reținerea în coronament și în stratul de litieră a unei cantități importante de apă; împiedicarea spulberării zăpezii și prelungirea duratei de topire a acesteia; favorizarea infiltrației în sol-subsol a apelor din precipitații, generând o scurgere pluvială predominant subterană; sporirea rugozității terenurilor, reducând astfel viteza de scurgere și împiedicând concentrarea rapidă în albie a apelor rezultate din ploi și din topirea zăpezilor; consolidarea solului, prin armarea sa cu sistemul de rădăcini al arborilor și arbuștilor (Ciortuz și Pădurar, 2004).

În Republica Moldova, potrivit celor mai recente date, solurile afectate de eroziunea de suprafață ocupă circa 981.560 hectare (29% din suprafața țării), din care: 558.170 hectare cu grad slab de eroziune, 288.070 hectare cu grad moderat de eroziune și 135.320 hectare cu grad puternic de eroziune (Anexa nr. 1 la HG 864 din 2020). Conform unor estimări recent realizate (Crîșmaru 2018), în Regiune de Dezvoltare Centru ponderea suprafețelor erodate este de 47,5%, în Regiunea de Dezvoltare Nord de 34,1%, iar în Regiune de Dezvoltare Sud de 40,4%.

La nivelul Regiunii de Dezvoltare Centru, toate raioanele prezintă suprafețe erodate însemnate, însă raioanele Călărași, Strășeni și Nisporeni dețin o pondere de circa 57-67% de terenuri erodate. Raioanele Briceni, Fălești și Glodeni, din cadrul Regiunii de Dezvoltare Nord, prezintă o pondere înaltă a suprafețelor erodate, iar alte raioane din această regiune (Fălești, Glodeni, Râșcani și Sângerei) dețin suprafețe puternic erodate. În Regiunea de Dezvoltare Sud, ponderea terenurilor agricole erodate constituie 40,4%. De asemenea, unele raioane (Leova, Cimișlia) prezintă o pondere mai înaltă a suprafețelor erodate. Cele mai mari suprafețe de terenuri agricole erodate sunt în raionul Cahul (51.206 ha), care constituie 22,7% din totalul de terenuri agricole erodate din regiune (Crîșmaru 2018).

Comparativ cu solurile neerodate, productivitatea solurilor slab erodate scade cu 20%, a celor moderat erodate se diminuează cu 50%, iar a celor puternic erodate scade cu peste 70%. Pierderile anuale de sol fertil prin eroziune constituie aproximativ 26 de milioane de tone. În această cantitate de sol, intră 700.000 tone de humus, 50.000 tone de azot și 34.000 tone de fosfor. Costul solului spălat constituie circa 1,85 miliarde de lei, iar cel al pierderilor producției agricole circa 0,873 miliarde de lei. Astfel, prejudiciul direct și indirect produs de eroziune este de 2,723 miliarde de lei. Circa 80% din solurile arabile din Republica Moldova sunt amplasate pe versanți, prin urmare lucrările de prevenire și combatere a eroziunii de suprafață sunt prioritare pentru dezvoltarea durabilă a agriculturii (Anexa nr. 1 la HG 864 din 2020).

Factorii naturali care influențează procesele de eroziune pluvială includ:

- clima, prin: regimul precipitațiilor, temperaturile, vânturile etc.;
- relieful, prin: panta, lungimea și gradul de înclinare, expoziția, forma versantului etc.;
- solurile, prin: textura, structura, permeabilitatea, materia organică, natura rocii mame, alternarea rocilor parentale etc.;
- rețeaua hidrografică, prin: râurile, râulețele, lacurile etc.;
- vegetația ierboasă, forestieră, asolamentele, structura semănăturilor etc.

Principalii factori antropici care au contribuit la intensificarea proceselor de eroziune sunt următorii: valorificarea excesivă a fondului funciar, cu includerea la terenuri arabile a celor cu grad sporit de înclinare; abandonarea asolamentelor zonale antierozionale; cota sporită a culturilor prășitoare pe terenurile în pantă; defrișarea perdelelor forestiere de protecție și lipsa lor pe versanți; lucrarea solului cu mari devieri de la direcția generală a curbilor de nivel; lipsa celor mai simple măsuri agrotehnice și fitotehnice antierozionale pe terenurile în pantă; implementarea reformei agrare și parcelarea excesivă a terenurilor agricole fără aplicarea tehnologiilor pedoprotectoare, prin amplasarea cotelor de-a lungul pantei, lucrarea solului efectuându-se pe direcția „deal-vale” (Galupa și Talmaci 2021).

Ca soluții antierozionale mai importante menționăm: lucrări agrotehnice antierozionale (sistemul de cultura pe curbele de nivel, sistemul de amplasare a culturilor în fâșii, sistemul cu benzi înierbate), lucrări silvice antierozionale (împăduriri masive, perdele de protecție antierozională, benzi de arbuști), lucrări hidrotehnice de combatere a eroziunii de suprafață (valuri de pământ, valuri de nivel), canale de pământ (canale de nivel, canale înclinate), terase (terasarea terenurilor arabile, terase formate în timp - agrotetase, terase în debleu-rambleu, terase banchete, terase în plantații viticole și pomicele).

5.4.2.2 Eroziunea eoliană

Eroziunea eoliană reprezintă un proces caracteristic pentru crestele muntoase vântuite și, mai ales, pentru regiunile nisipoase de câmpie cu climat uscat și vântos (Figura 87), fiind cauzată de curenții turbulenți de aer cu viteză de peste 4 m/s. Procesul se declanșează atunci când forțele

aerodinamice (forța frontală, forța tangențială unitară și forța ascensională dinamică) depășesc forțele de rezistență (coeziune).

În desfășurarea procesului apar trei fenomene caracteristice: deflația, coraziunea și sedimentarea eoliană.

Deflația (denudația eoliană) reprezintă fenomenul de spulberare a particulelor solide, produs de curenții de aer și constă în antrenarea particulelor necoezive sau, respectiv, în detașarea particulelor coezive și apoi deplasarea acestora. Particulele sunt antrenate în suspensie, salturi scurte ori prin târâre-rostogolire.

Coraziunea eoliană reprezintă fenomenul fizic de sculptare și șlefuire a proeminențelor stâncoase și constă în roaderea (măcinarea) stâncilor produsă de aerul în mișcare încărcat cu particule solide în urma deflației. În urma fenomenului, datorită sculptării și șlefuirii, rezultă o serie de forme dintre cele mai curioase = garale (babe, sfînți, ciuperci, coloane etc.).

Sedimentarea eoliană este definită ca fiind fenomenul de depozitare a particulelor solide antrenate de vânt în urma deflației și/sau coraziunii. În urma eroziunii eoliene apar: câmpurile de pietre; terenurile stâncoase cu aflorimente modelate sub formă de garale; terenurile denudate și ravinate eolian; câmpurile nisipoase acoperite cu acumulări de nisip denumite dune.



Figura 87. Terenuri nisipoase lipsite de vegetație forestieră (stânga) și terenuri nisipoase valorificate prin împădurire cu salcâm în localitatea Mârșani, județul Dolj, România (dreapta). Sursă: fotografie originală.

Dunele de nisip reprezintă acumulări de diverse forme, care apar în condițiile prezenței unor mase mari de nisip necoeziv, depuse pe terenuri relativ plane, în condiții de climat uscat și vântos, cu vânturi frecvente și puternice, care bat din aceeași direcție.

În general, terenurile cu substrat format din roci necoezive sau friabile, cu o topografie plană ori cu proeminențe, cu climat cald, uscat și vântos, cu soluri destructurate, prăfoase sau nisipoase, lipsite de vegetație sau cu vegetație rară și folosite ori exploatate de om într-un mod necorespunzător manifestă o predispoziție ridicată la eroziunea eoliană.

În Republica Moldova, în fiecare an, primăvara devreme, când suprafața terenurilor agricole nu este pe deplin acoperită cu vegetație, are loc deflația. Anual, au loc de la două până la zece furtuni de praf locale și/sau generale. Sunt cunoscute furtunile de praf din 1946, 1952, 1960, 1965, 1972, 1994, 1996. Acestea se manifestă mai pronunțat în zona de sud, unde solurile se caracterizează printr-o textură mijlocie și grosieră. În primăvara anului 1975, de exemplu, s-a

declanșat o furtună de praf care a afectat 325.000 hectare de semănături, dintre care 71.000 de hectare de semănături au fost compromise, inclusiv 30.000 hectare de sfeclă de zahăr, care-i o cultură foarte slab tolerantă la eroziunea eoliană (Andrieș și Filipciuc 2016).

5.4.2.3 Alunecările de teren

Alunecările de teren constă în dislocarea unor mase de sol și rocă, produsă de acțiunea forței de gravitație și a apelor de infiltrație (Figura 88).

Prin urmare, caracteristica principală a alunecărilor de teren o constituie desprinderea unor mase de sol de diferite volume și la diferite adâncimi și alunecarea lor spre locuri mai joase, însoțită de deteriorarea completă sau parțială a învelișului de sol. Altfel spus, alunecările de teren reprezintă o urmare a perturbării stării de echilibru dinamic în care se află versanții, echilibrul fiind menținut de acțiunea factorilor de mediu (forțe active), pe deoparte, iar pe de altă parte, de opoziția versantului la această acțiune (forțe rezistente). Echilibrul dintre aceste forțe determină versantului fie o stare de repaus, fie una de mișcare uniformă (Manea 1998).



Figura 88. Fenomene de deplasare a masei de pământ (Enescu 2021)

Echilibrul pantelor este influențat de o acțiune combinată a mai multor agenți, precum: hidrogeologia (prin apa de infiltrare, apa subterană), clima (prin precipitații, variațiile de temperatură, mișcarea maselor de aer), morfologia pantei (prin înclinarea acesteia), încărcările statice, seismele, diferitele lucrări ingineresti (prin modul și viteza de excavare, drenajul, compactarea), animalele (prin producerea de cavități) și vegetația (prin stabilizarea și protecția superficială a pantelor).

Referitor la efectele pozitive ale vegetației arborescente asupra stabilității versanților, demne de menționat sunt următoarele exemple (Manea 1998): efectul coroanei arborilor în interceptarea precipitațiilor, cunoscut fiind faptul că până la 40-50% din precipitații pot fi reținute în coronamentul arborilor, în funcție de specie, vârstă și consistența arboretului; transpirația zilnică, fenomen care are drept urmare eliminarea în atmosferă a unor cantități considerabile de apă sub formă de vapori.

Astfel, ca urmare a interceptării precipitațiilor prin coroană și a transpirației arborilor, se produce o variație mai redusă a pânzei freatice în zona afectată. De asemenea, efectul împăduririi asupra versanților naturali se manifestă prin consolidarea terenurilor până la o adâncime de circa 2 metri, mulțumită armării pământului prin sistemul de rădăcini al arborilor.

În desfășurarea alunecării de teren, se disting trei faze evolutive și anume: faza de desprindere sau de detașare a maselor de sol și rocă, faza de deplasare și faza de depozitare (Ciortuz și Pădurar 2004).

În Republica Moldova, alunecările de teren se produc, cu precădere, în regiunile deluroase, unde în structura geologică alternează straturi de roci permeabile (luturi nisipoase, nisipuri fine), potențial acvifere și impermeabile (argile grele). Majoritatea versanților în regiunile deluroase sunt predispuși alunecărilor de teren, adică aproximativ 50% din teritoriul țării (Galupa și Talmaci 2021).

În cuprinsul țării, există atât alunecări de teren străvechi (stabilizate), cât și alunecări active de teren. Alunecările străvechi s-au format în epocile geologice anterioare. Alunecările active de teren ocupă o suprafață de circa 80.000 de hectare, cele mai mari suprafețe de alunecări active de teren fiind răspândite în zona de centru a țării (Andrieș și Filipciuc 2016).

Conform celor mai recente raportări statistice, la nivel național, se atestă o creștere a suprafețelor alunecărilor deteriorate, de la circa 21.200 hectare (în 1970), la circa 90.000 hectare (în 2020). Suprafața alunecărilor de teren cu înveliș de sol constituie 24.600 hectare, iar prejudiciul cauzat este de circa 11,396 milioane de lei.

În prezent, în Republica Moldova, suprafața totală a alunecărilor active și a celor stabilizate este de 133.220 hectare (Anexa nr. 1 la HG 864 din 2020).

5.4.2.4 Sărăturarea terenurilor

Sărăturarea terenurilor reprezintă procesul de degradare produs de un exces de săruri solubile, care în anumite condiții se acumulează în sol și/sau la suprafața acestuia și îi alterează proprietățile fizice, chimice și microbiologice. După natura sărurilor solubile care se acumulează în sol și pe sol și produc degradarea acestuia, sărăturarea poate fi clorurică, sulfatică, carbonică sau mixtă (Ciortuz și Păcurar 2004).

Sărăturarea solului este un fenomen global, dar afectează în principal țările cu climat arid, în regiuni unde valorile evapotranspirației depășesc în mod obișnuit valorile precipitațiilor medii multianuale și cu ape freactice mineralizate aproape de suprafață, din această categorie nefăcând excepție și nici teritoriul Republicii Moldovei. Sărăturarea poate fi una naturală, datorată aceluși cumul de factori descriși anterior, sau poate fi una de natură antropică, datorată irigațiilor cu ape neconforme în privința conținutului total de săruri solubile (Tabelul 37).

Tabelul 37. Țările cu cele mai mari suprafețe afectate de salinizare antropică (după Wicke et al. 2011)

Țara	Suprafața afectată (mil. ha)	Afectare din suprafața irigată (%)
India	20,0	36
China	7,0	15
SUA	5,2	27
Pakistan	3,2	20
Rusia și ex-URSS	2,5	12
TOP 5 țări	37,9	24
Total (pe Glob)	60,2	24

Prezența sărurilor solubile este uneori evidentă vizual, fiind marcată de existența unor cruste ori eflorescențe pe profilul solului sau la suprafața acestuia (Figura 89). Alteori, sărăturarea

este evidențiată prin analize chimice, folosind ca reactivi azotatul de argint pentru cloruri, clorura de bariu pentru sulfati și fenolftaleina pentru carbonați. Indirect, sărăturarea este indicată de prezența unor specii halofile, precum: *Salicornia herbacea*, *Artemisia salina*, *Puccinellia* sp., *Aster tripolium* ș.a. (Figura 90).

În desfășurarea procesului de sărăturare a terenului, se disting trei faze evolutive succesive: salinizarea, alcalizarea și solodizarea. Salinizarea reprezintă fenomenul de acumulare a sărurilor solubile pe profilul solului. De regulă, aceste săruri provin de la adâncimi de până la 3-4 m, fiind aduse la suprafața solului prin capilaritate, depunându-se ulterior în urma evaporării apei.

Produsul cel mai înalt al salinizării este solonceacul, care-i un sol halomorf, caracterizat printr-un grad de saturație în baze de 100%, de un pH cu valori de 8-8,5 și o fertilitate foarte scăzută, pe care se dezvoltă o vegetație halofilă.

Alcalizarea reprezintă fenomenul de absorbție masivă a ionilor de sodiu în complexul coloidal al solului, care se îmbogățește astfel cu acești ioni dispersați. Produsul cel mai înalt al alcalizării este solonețul, care-i un sol halomorf, caracterizat printr-un grad de saturație în baze de 70-100%, un pH mai mare de 8,5 (chiar și până la 10), prezența unui orizont B_{tna} columnar, practic impenetrabil, o densitate ridicată, o fertilitate extrem de scăzută și o floră halofilă.

Solodizarea reprezintă fenomenul de debazificare a solonețurilor prin înlocuirea ionilor de sodiu din complexul coloidal cu ioni de hidrogen. Acest fenomen modifică în parte caracterele solonețurilor și generează subtipuri particulare denumite solodiuri, solonețuri solodizate, solonețuri luvice, albice și glosice.



Figura 89. Prezența unor cruste albicioase la suprafața solurilor sărăturate. Sursă: fotografie originală.



Figura 90. Specii halofile caracteristice solonceacurilor. Sursă: fotografie originală.

În majoritatea cazurilor, sărăturarea terenurilor este un proces natural, care apare în anumite condiții de ordin geomorfologic, climatic, hidrologic și economic, fiind legat mereu de existența unei surse de săruri solubile.

Prin urmare, terenurile joase cu caracter acumulativ, situate în condiții de climat uscat și cu apă freatică mineralizată aflată la mică adâncime, precum și terenurile cu substrat salifer sau amplasate în proximitatea unor izvoare, lacuri sau cursuri saline sunt fie sărăturate, fie au o predispoziție ridicată la sărăturare.

În unele cazuri, procesul de sărăturare este efectul activității umane. Spre exemplu, depozitarea necorespunzătoare a sterilului rezultat din exploatarea de sare ori aplicarea de supranorme de udare sau cu apă bogată în săruri pot genera sărăturarea secundară a solurilor de cultură (Ciortuz și Pădurar 2004).

În Republica Moldova, potrivit celor mai recente statistici (Țîței și Roșca 2021), la nivel național, solurile solonețizate și solonețurile ocupă o suprafață de 149.504 de hectare.

Salinizarea reduce calitatea solului și acoperirea cu vegetație. Din cauza distrugerii structurii solului, solurile saline și sodice sunt erodate mai ușor de apă și de vânt.

Productivitatea terenurilor, în funcție de gradul de solonețizare a solurilor, se micșorează în următoarea ordine: solonețizate de la suprafață: slab - 20%, moderat - 40%, puternic - 60%, foarte puternic - 70%; solonețizate sub 30 cm: slab - 10%, moderat - 20%, puternic - 40%, foarte puternic - 60%. Productivitatea terenurilor pe întreaga suprafață de răspândire a solurilor solonețizate scade cu circa 27%, iar prejudiciul mediu este de 400 lei/ha. Prejudiciul total pe întreaga suprafață constituie circa 43,0 milioane de lei. Solurile solonețizate și solonețurile necesită o ameliorare chimică costisitoare, însoțită de construcții de drenaj în luncile râurilor (Anexa nr. 1 la HG 864 din 2020).

De reținut că procesul de salinizare a solurilor supraamezite presupune câteva etape succesive. Există o sărăturare sezonieră, care se manifestă prin apariția de pete în spațiile lipsite de

vegetație sau cu densitate mică a acesteia, doar în perioada cu intensitate mare a procesului de evaporare a apei de pe suprafața solului, adică în lunile iulie-august. În perioada toamnă-iarnă, au loc procesele de desalinizare, permanentă neuniformă, cu formarea de pete permanent salinizate. Cantitatea de săruri nu este levigată pe parcursul perioadei toamnă-iarnă. Prin urmare, în cadrul procesului de salinizare intervine faza progresiv-acumulativă cu sporirea conținutului ionilor de clor în componența sărurilor; salinizări intensive, cu extinderea procesului de salinizare activă pe întreaga suprafață a spațiului supraamezit. În cadrul acestei faze, are loc diferențierea sărurilor solubile pe profilul solurilor în funcție de gradul de solubilitate și de mobilitate a acestora, cu formarea profilului salifer. În același timp, are loc diferențierea spațiului supraamezit în funcție de intensitatea gradului de salinizare, regimul și chimismul sărurilor (Jigău și Leșanu 2021).

5.4.2.5 Înmlăștinarea terenurilor

Procesul de înmlăștinare a terenurilor este produs de un exces de apă, care în anumite condiții se acumulează pe suprafața solului sau în sol și îi alterează proprietățile fizice, chimice și microbiologice. Înmlăștinarea poate fi produsă din următoarele surse: apa căzută direct din atmosferă, apele scurse de pe terenurile din jur, apele de revărsare, apele freatice ridicate în stratul activ de sol și/sau apa din irigații. În desfășurarea procesului, se disting trei fenomene caracteristice: pseudogleizarea, gleizarea și turbificarea.

Pseudogleizarea reprezintă fenomenul de alterare a proprietăților solului produs de un exces extern de apă care bălțește pe suprafața solului și pătrunde pe profilul acestuia, de sus în jos. Produsul cel mai înalt al pseudogleizării este solul pseudogleic mlăștinat, care are limita superioară a orizontului pseudogleic situată în primii 20 de centimetri. Acesta este un sol cu textură fină, regim aerohidric defectuos, cu un pH coborât, activitate microbiologică redusă și fertilitate scăzută.

Gleizarea este fenomenul de înrăutățire a proprietăților solului produs de un exces periodic și de scurtă durată sau prelungit de apă de natură freatică. Produsul cel mai înalt al gleizării este reprezentat prin solurile gleice mlăștinoase. Acestea se caracterizează printr-o textură mijlocie sau fină, un pH bazic, neutral sau slab acid, un regim aerohidric nefavorabil, o activitate microbiologică redusă și o fertilitate scăzută din cauza excesului permanent sau cvasipermanent de apă.

Turbificarea reprezintă fenomenul de acumulare a materialului organic provenit din mușchi, *Cyperaceae*, *Juncaceae* și alte plante hidrofile, care în condițiile unui exces permanent de apă nu se descompune în produse finale, ci formează un depozit organic în diferite stadii de macerare și descompunere numit turbă.

Este bine cunoscut faptul că prezența excesului de apă în sol generează o serie de consecințe de ordin pedologic, dintre care amintim: eliminarea aerului și diminuarea activității microorganismelor aerobe, care sunt responsabile de descompunerea resturilor organice și circulația elementelor nutritive; menținerea în permanență în stratul activ de sol a unei temperaturi coborâte, neprielnică plantelor de cultură; reducerea sau ridicarea valorii pH-ului spre limite greu de suportat pentru vegetația forestieră; blocarea elementelor nutritive în forme inaccesibile plantelor; apariția în sol a unor substanțe toxice pentru plante, cum sunt hidrogenul sulfurat, gazul metan, oxidul feros etc.

Excesul de apă în sol determină, de asemenea, o serie de consecințe directe asupra plantelor de cultură, cum ar fi: asfixierea și putrezirea treptată a rădăcinilor; carențe în nutriția cu fosfor și alte elemente și în acest fel dereglarea regimului nutritiv și a metabolismului; otrăvirea

plantelor cu substanțe toxice rezultate în urma fenomenelor de reducere (Ciortuz și Păcurar 2004).

5.4.2.6 Procesele de degradare antropică

Procesele de degradare antropică sunt numeroase, dintre care amintim: înlăturarea solului prin excavarea terenurilor; răvășirea solului prin deranjarea repetată a terenurilor; acoperirea solurilor fertile cu diverse materiale sterile prin haldarea terenurilor; otrăvirea solurilor prin poluarea terenurilor de cultură; tasarea solului care se produce în urma executării diferitelor lucrări cu anumite agregate, procesul de tasare depinzând de masa agregatelor și de frecvența și intensitatea lucrărilor; deteriorarea învelișului de sol de către mijloacele de transport, nerespectarea infrastructurii de drumuri permanente și temporare, circulația haotică pe tot teritoriul terenului. Conform tipologiei ICPA (1986) sunt recunoscute 18 tipuri de poluare a solului (Tabelul 38).

Tabelul 38. Tipuri de poluare a solului (după natura și sursa poluantului)

Simbolul pentru hărți	Cod	Denumire
-	00	Nepoluat
Pa	01	Poluarea prin lucrări de excavare la zi (exploatări miniere la zi, balastiere, cariere etc.)
Pb	02	Poluare cu deponii, halde, iazuri de decantare, depozite de steril de la flotare, depozite de gunoaie etc.
Pc	03	Poluare cu deșeuri și reziduuri anorganice (minerale, materii anorganice, inclusiv metale, săruri, acizi, baze) de la industrie (inclusiv industria extractivă)
Pd	04	Poluare cu substanțe purtate de aer (hidrocarburi, etilenă, amoniac, bioxid de sulf, cloruri, fluoruri, oxizi de azot, compuși cu plumb etc.)
Pe	05	Poluare cu materii radioactive
Pf	06	Poluare cu deșeuri și reziduuri organice de la industria alimentară și ușoară
Pg	07	Poluare cu deșeuri și reziduuri vegetale agricole și forestiere
Ph	08	Poluare cu dejecții animale
Pi	09	Poluare cu dejecții umane
Pj	10	Poluare prin eroziune și alunecare
Pk	11	Poluare prin sărăturare
Pl	12	Poluare prin acidifiere
Pm	13	Poluare prin exces de apă
Pn	14	Poluare prin exces sau carențe de elemente nutritive
Po	15	Poluare prin compactare, inclusiv formare de crustă
Pp	16	Poluare prin sedimente produse prin eroziune
Pq	17	Poluare prin pesticide
Pr	18	Poluare cu agenți patogeni contaminați (agenți infecțioși, toxine etc.)

În ultimele decenii, în Republica Moldova, se vorbește din ce în ce mai des despre compactarea secundară a stratului arabil, care este generată de micșorarea adâncimii arăturii, de la 35-40 cm

la 18-20 cm. Astfel, sub stratul recent arabil s-a format un strat postarabil (la 20-35 cm adâncime) extrem de compact și cu rezistență mare la penetrare (Andrieș et al. 2012). Acest strat de sol dur (denumit hartpan) se recomandă a fi dislocat prin aplicarea unei arături de mare adâncime (30-40 cm), fie prin scarificarea solului.

Distrugerea învelișului de sol prin lucrări de excavare se produce în procesul exploatării carierelor. Până în anul 1990, în Republica Moldova, lucrările de exploatare a carierelor se efectuau fără elaborarea proiectelor de recultivare a terenurilor distruse. Ca rezultat, sunt înregistrate circa 5.000 hectare de terenuri (cu notă de bonitate de circa 50 de puncte) cu înveliș de sol distrus prin excavare, costul prejudiciului fiind estimat la circa 2,216 mld lei.

În procesul fondării plantațiilor industriale de vii și livezi au fost desfundate (arate adânc) la adâncimea de 50-60 cm peste 546.000 hectare. În anul 1965, solurile desfundate constituiau circa 377.000 hectare, iar în anii 1990 acestea au ajuns până la 580.000 hectare. Utilizarea solurilor desfundate pentru culturi de câmp a evidențiat o scădere esențială a capacității lor productive. Din cauza desfundării solurilor, rânduirea naturală a orizonturilor genetice a scos la suprafața terestră orizonturile subiacente slab humificate, cu conținut sporit de carbonați, care au dus, în consecință, la degradarea fertilității stratului supriacent (0-30 cm) al solurilor desfundate (Anexa nr. 1 la HG 864 din 2020).

5.4.3 Ameliorarea silvică a terenurilor degradate și principiile ameliorării

Combaterea proceselor de degradare a terenurilor prezintă două laturi: una preventivă și alta curativă (combatere propriu-zisă). Latura preventivă vizează preîntâmpinarea declanșării proceselor de degradare a terenurilor, iar latura curativă urmărește atât stăvilirea acestor procese, cât și ameliorarea și valorificarea terenurilor afectate.

Ameliorarea silvică a terenurilor degradate reprezintă o acțiune inginerescă, reclamând cunoștințe complexe și desfășurându-se în cadrul unor suprafețe delimitate numite perimetre de ameliorare, care au la bază documentații tehnico-economice.

Constituirea perimetrelor de ameliorare se realizează în conformitate cu prevederile legale din Republica Moldova, respectiv Legea nr. 1041 din 15 iunie 2000 pentru ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate și Hotărârea Guvernului nr. 1186 din 28 octombrie 2016 pentru aprobarea Regulamentului privind efectuarea lucrărilor de împădurire a terenurilor degradate proprietate publică a unităților administrativ-teritoriale și a terenurilor degradate proprietate privată.

Aceste acte normative reglementează, spre exemplu, procedura de identificare a terenurilor degradate destinate împăduririi (Articolele 5 - 10 din Legea nr. 1041 din 15 iunie 2000), finanțarea lucrărilor de împădurire a terenurilor degradate (Articolele 11 - 12 din Legea nr. 1041 din 15 iunie 2000) și procedurile de monitorizare, evidență și evaluare (punctele 31 - 47 din Regulamentului privind efectuarea lucrărilor de împădurire a terenurilor degradate proprietate publică a unităților administrativ-teritoriale și a terenurilor degradate proprietate privată).

Succesul acțiunii de ameliorare depinde de respectarea a trei principii de bază, respectiv: principiul fundamentării științifice a intervențiilor, care se realizează prin cercetarea și cartarea terenurilor degradate incluse în perimetrul de ameliorare; principiul ameliorării integrale, radicale și durabile a terenurilor degradate incluse în perimetrele de ameliorare, care se realizează prin adoptarea unui complex adecvat de măsuri și lucrări ameliorative; principiul asigurării liniștii și protejării perimetrelor în curs de restaurare, care se realizează prin măsuri de informare, pază și împrejmuire corespunzătoare (Ciortuz și Pădurar 2004).

5.4.3.1 Cercetarea generală a perimetrelor de ameliorare

Această cercetare vizează colectarea de date și informații coroborate cu observații din teren despre următoarele trei aspecte: cadrul geografic al perimetrelor (elemente ce țin de rocă, relief, climă, ape, soluri, vegetație spontană și introdusă); procesele de degradare existente în perimetru, evaluându-se natura și amploarea de manifestare a acestora; lucrările de ameliorare executate în trecut în perimetru sau în vecinătatea acestora, în condiții similare.

Obiectivele cercetării generale constă în: colectarea de date informative cu privire la amplasarea și caracteristicile de bază ale perimetrelor de ameliorare; furnizarea de date cu caracter explicativ privind situațiile existente în perimetre; evidențierea necesității și oportunității lucrărilor de ameliorare; valorificarea experienței locale în rezolvarea problemelor de ameliorare silvică a terenurilor (Ciortuz și Pădurar 2004).

5.4.3.2 Cartarea terenurilor degradate din perimetrele de ameliorare

Această operație complexă constă în identificarea, delimitarea, descrierea, caracterizarea și gruparea unităților de teren degradat.

În literatura de specialitate se disting trei metode, respectiv: metoda de cartare după natura și intensitatea degradării, metoda de cartare după unități și tipuri staționale și metoda de cartare stațională unitară, care este prezentată în continuare. Criteriile metodei staționale unitare sunt următoarele: natura degradării și respectiv categoria de teren degradat; poziția fitoclimatică a locului; forma de teren degradat, dată de fizionomia terenului respectiv; tipul de sol și caracteristica lui de bază.

Unitățile taxonomice ale metodei sunt următoarele: clasa de stațiuni de terenuri degradate, seria zonală de stațiuni, subclasa de stațiuni, grupa stațională, tipul stațional și unitatea stațională de teren degradat.

Unitatea stațională reprezintă porțiunea concretă de teren degradat, omogenă din perspectiva specificului ecologic și al potențialului productiv.

Tipul stațional este o grupare de unități echivalente ecologic, iar restul de unități reprezintă grupări de ordin superior stabilite în raport cu cele patru criterii menționate mai sus.

În raport cu primul criteriu (natura degradării), se disting 13 clase, corespunzătoare categoriilor de terenuri degradate, notate de la I la XIII, după cum urmează: I - terenuri erodate, II - terenuri stâncoase, III - râpi și taluzuri naturale, IV - depozite naturale de materiale deplasate, V - terenuri fugitive, VI - terenuri nisipoase, VII - terenuri sărăturate, VIII - terenuri mlăștinoase, IX - terenuri turboase, X - terenuri excavate, XI - terenuri deranjate, XII - terenuri haldate și XIII - terenuri poluate.

În raport cu cel de-al doilea criteriu (poziția fitoclimatică), metoda distinge patru serii zonale, notate după cum urmează: C - stațiuni din regiunea de câmpie (etajele Ss și CF), D - stațiuni din regiunea de deal (etajele FD₁, FD₂ și FD₃), M1 - stațiuni din regiunea de munci (etajele FD₄, FM₁ și FM₂) și M2 - stațiuni din regiunea munților înalți (etajele FM₃ și Sa).

În funcție de cel de-al treilea criteriu, metoda stabilește câte două subclase, notate cu cifrele arabe 1 și 2, iar în funcție de cel de-al patrulea criteriu sunt deosebite câte două grupe subordonate subclaselor, notate cu literele mici a și b. Prin urmare, metoda operează cu 26 de subclase, 52 de grupe și 160 de tipuri staționale. Metoda de cartare stațională poate reprezenta un îndreptar util în activitatea de ameliorare a terenurilor degradate, identificând soluții tehnice diferențiate în funcție de specificul ecologic și de potențialul productiv al stațiilor (Ciortuz și Păcurar, 2004).

5.4.3.3 Măsuri și lucrări de ameliorare a terenurilor degradate

Ansamblul de măsuri și lucrări de ameliorare a terenurilor degradate reprezintă așa-numitul complex ameliorativ, măsurile având un caracter organizatoric, în timp ce lucrările prezintă un caracter tehnic.

Principalele verigi ale complexului ameliorativ constă în: măsuri organizatorice, lucrări de amenajare a terenurilor astfel încât acestea să devină funcționale, lucrări de pregătire (prelucrare) a solului, lucrări de ameliorare a solului, lucrări de înierbare în scop de ameliorare, consolidare și estetizare sau de producție, lucrări de împădurire și lucrări de protejare a lucrărilor întreprinse. Componenta de bază a complexului ameliorativ o reprezintă lucrările de împădurire (Ciortuz și Păcurar 2004).

Spre deosebire de majoritatea lucrărilor de împădurire realizate în terenurile “normale”, fie că sunt în incluse în fondul forestier sau nu, lucrările de împădurire a terenurilor degradate se realizează în condiții grele și foarte grele și prezintă o serie de particularități: necesitatea cunoașterii în detaliu a condițiilor de lucru, în special a condițiilor pedologice, pe baza unei cartări cu caracter stațional; alegerea cu atenție a speciilor forestiere de utilizat și a modului de asociere a acestora în formule și scheme de împădurire; adoptarea unor modalități specifice de lucru, cum sunt terasarea, fertilizarea, amendarea, drenarea, folosirea puietilor forestieri produși și crescuți în recipiente (Ciortuz și Păcurar 2004).

Împădurirea terenurilor degradate se poate realiza integral sau parțial, distingându-se două forme de culturi: culturile masive și culturi în benzi. Culturile masive reprezintă culturi rezultate în urma împăduririi integrale a terenului degradat.

Culturile în benzi sunt de trei tipuri, respectiv: garduri vii, aliniamente și perdele forestiere. Gardurile vii sunt culturi în benzi cu lățimea, în general de 1-2m, formate din 2-4 rânduri de arbuști și arbori care se pretează la tuns. Aliniamentele sunt culturi formate din 1-2 rânduri de arbori, care se înființează, de obicei, în lungul cursurilor de apă, al unor drumuri de exploatare ori al canalelor de desecare. Perdelele forestiere sunt culturi în benzi, rezultate în urma unor împăduriri parțiale, cu un număr variabil de rânduri (Figura 92). În general, aceste culturi joacă un rol antierozional și se instalează pe versanții predispuși ori afectați de eroziune pluvială, în jurul acumulărilor de apă, în terenurile nisipoase ori în terenurile inundabile din zona dig-mal. Dintre cele patru forme descrise mai sus, pentru Republica Moldova, un interes special prezintă perdelele forestiere, literatura de specialitate distingând mai multe tipuri de asemenea culturi.

5.4.3.4 Perdelele forestiere de protecție

Preocupările pentru realizarea de perdele forestiere de protecție fac parte din domeniul larg al îmbunătățirilor funciare și au un scop nobil: asigurarea unor condiții de viață normală într-un mediu afectat de calamități și hazarde naturale (Giurgiu 2012). Spre exemplu, în România, primele perdele forestiere de protecție au fost create în 1880 de Stănculeanu pe moșia sa din fostul județ Ialomița (Catrina 2007).

Coroborând informațiile din literatura de specialitate din Republica Moldova și din România, din domeniul ameliorațiilor silvice și al sistemelor agrosilvice, distingem următoarele categorii de perdele forestiere de protecție (Băloiu 1955; Ciortuz și Păcurar 2004; Postolache, 2008; Mihăilă et al. 2010; Galupa și Talmaci 2021; Bratu 2022):

- perdelele forestiere de protecție a terenurilor și culturilor agricole;
- perdelele forestiere de protecție folosite în sistemele de irigații;
- perdelele forestiere de protecție a pășunilor;

- perdelele forestiere de protecție a livezilor și pepinierelor;
- perdelele forestiere de protecție a obiectivelor social-economice (așezări omenești, ferme agricole, zootehnice etc.);
- perdelele forestiere parazăpezi pentru căile de comunicație și de transport;
- perdelele forestiere antierozionale de versant;
- perdelele forestiere de protecție a acumulărilor de apă;
- perdelele forestiere de protecție a nisipurilor;
- perdelele forestiere de protecție a digurilor și a canalelor de irigații.

Clasificarea perdelelor forestiere de protecție se realizează după mai multe criterii.

Astfel, după structură (înălțime, desime, lungime, grad de întrepătrundere a coroanelor arborilor), perdelele forestiere pot fi:

- perdele forestiere penetrabile - acelea prin care vântul trece ușor, în special prin zona de sub coronamentul arborilor, fiind lipsite de arbuști. Aceste perdele sunt recomandate pentru tipul de perdele forestiere antierozionale, contra eroziunii cauzate de apă și a celor pentru protecția digurilor și malurilor (Mihăilă et al. 2010). Aceste perdele au o mare influență, spre exemplu, la repartizarea uniformă a zăpezii (Postolache 2008).
- perdele forestiere semipermeabile - acelea care lasă vântul să treacă prin ele, acesta diminuându-și progresiv tăria. Ca aspect, aceste perdele forestiere lasă să se vadă pe profilul longitudinal mici spații goale mai mult sau mai puțin uniforme între etajul coroanelor speciilor înalte și etajul arbuștilor. Acestea sunt cele mai însemnate perdele pentru protecția culturilor agricole și pentru prevenirea și combaterea eroziunii provocate de vânt (Mihăilă et al. 2010);
- perdelele forestiere impermeabile sau compacte, care sunt dese pe întregul profil, prin care vântul nu trece sau trece foarte puțin. De regulă, vântul trece pe deasupra perdelei (Mihăilă et al. 2010), iar zona de influență a perdelei forestiere de protecție este de circa 15-20 de înălțimi (Postolache 2008).



Figura 91. Perdele forestiere de protecție a câmpurilor agricole. Sursă: fotografiile originale.

După compoziție, perdelele forestiere pot fi: perdele forestiere pure, acelea formate dintr-o singură specie, cum este, spre exemplu, cazul perdelelor forestiere de protecție din salcâm;

perdele forestiere de amestec, când sunt formate din mai multe specii de arbori și arbuști, cum este, spre exemplu, cazul perdelelor forestiere de protecție amplasate în lungul căilor de comunicații.

Speciile arborescente pot fi grupate în principale (edificatoare) și însoțitoare. Speciile principale (de bază) formează baza etajului superior și joacă rolul hotărâtor în crearea mediului fitocenotic al perdelei forestiere de protecție. Speciile însoțitoare au un rol mai puțin important în etajul arborescent al perdelei forestiere de protecție. Ele sunt specii de înălțime mai mici și principala lor funcție este de a crea condiții cât mai favorabile pentru dezvoltarea speciilor de bază (Postolache 2008).

După amplasarea perdelelor sau orientarea față de direcția factorilor dominanți vătămători, există: perdele forestiere principale, care sunt amplasate perpendicular pe direcția de acțiune a factorului dăunător predominant sau pe rezultanta factorilor dăunători dominanți; perdele forestiere secundare, amplasate perpendicular sau aproape perpendicular pe cele principale și care întregesc rețeaua de perdele dintr-un perimetru dat (Mihăilă et al. 2010).

Beneficiile pe care le generează perdelele forestiere de protecție rezultă din rolurile multiple pe care acestea le exercită și constă în (Băloiu 1955; Lupe 1986; Galupa și Sverdlic 2007; Costăchescu et al. 2010; Mihăilă et al. 2010; Micliuc 2017; Adam et al. 2012): mijloc de combatere a eroziunii solului; fixarea și luarea în cultură a nisipurilor; reducerea luminii directe și a celei reflectate; filtrarea particulelor în suspensie și a prafului; stocarea carbonului și economisirea energiei; îmbunătățirea condițiilor de creștere și dezvoltare a culturilor agricole limitrofe; creșterea condițiilor de fertilitate și conservare a solului; reducerea eroziunii și a scurgerilor de apă pe pante; reducerea până la oprirea totală a deflației; sporirea umidității solului și a aerului; îmbogățirea solului în humus și alte substanțe nutritive; creșterea producției de masă lemnoasă și de produse nelemnoase; sporirea suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră; protecția obiectivelor economico-sociale și a căilor de comunicații (perdelele forestiere de protecție previn înzăpezirile prin acumularea zăpezii în interiorul și în imediata apropiere a acestora); crearea condițiilor favorabile pentru dezvoltarea faunei; sporirea biodiversității zonale; reconstrucția și îmbunătățirea peisajului; reducerea costurilor irigațiilor; atenuarea zgomotului.

5.4.3.5 Suprafața acoperită cu perdele forestiere de protecție în Republica Moldova

În Republica Moldova, suprafața perdelelor forestiere de protecție este de aproximativ 30.000 de hectare, dintre care circa 28.000 de hectare au fost instalate în terenurile agricole (Postolache 2008), acestea îndeplinind, cu precădere, funcții de protecție a câmpurilor, a terenurilor și solurilor, a livezilor, a bazinelor acvatice, a șoselelor și a căilor ferate (Postolache et al. 2005).

La nivelul celor trei regiuni de dezvoltare din Republica Moldova, ponderea suprafețelor ocupate cu perdele forestiere de protecție a terenurilor agricole este scăzută, fiind cuprinsă între 0,9% și 1,1%.

Cele mai întinse suprafețe ocupate cu perdele forestiere de protecție se găsesc în Regiunea de Dezvoltare Centru (Raioanele Anenii Noi, Călărași, Criuleni, Dubăsari, Hâncești, Ialoveni, Nisporeni, Orhei, Rezina, Strășeni, Șoldănești, Telenești și Ungheni), suprafața totală fiind de 10.847 hectare, ceea ce reprezintă 1% din suprafața totală a regiunii.

În Regiunea de Dezvoltare Nord (Raioanele Briceni, Dondușeni, Drochia, Edineț, Fălești, Florești, Glodeni, Ocnîța, Râșcani, Sângerei, Soroca, Mun. Bălți), suprafața totală a perdelelor forestiere de protecție este de 9.382 hectare, ceea ce reprezintă 0,9% din suprafața totală a regiunii.

Cele mai reduse suprafețe de perdele forestiere de protecție se găsesc în Regiunea de Dezvoltare Sud (Raioanele Basarabesca, Cahul, Cantemir, Căușeni, Cimișlia, Ștefan Vodă, Leova și Taraclia), aceasta fiind de 7.942 hectare, ceea ce reprezintă 1,1% din suprafața totală a regiunii (Crîșmaru și Crețu 2023).

În topul raioanelor cu cele mai întinse suprafețe de perdele forestiere de protecție se află Anenii Noi, Cahul și Călărași, cele mai scăzute suprafețe regăsindu-se în Raioanele Strășeni, Dubăsari și Mun. Bălți (Figura 92).

Spre exemplu, în Raionul Drochia, pentru crearea perdelelor forestiere au fost folosite 20 de specii de arbori și arbuști, iar ca o particularitate, circa 46,8% din suprafața totală a perdelelor au fost plantate cu nuc comun (*Juglans regia*). Salcâmul (*Robinia pseudoacacia*) a fost introdus într-o pondere de 19,7%, în restul suprafețelor introducându-se paltin, plop, vișin, frasin, tei, ulm și chiar mestecăn (Postolache 2007).

În Bălți, în schimb, stejarul a fost principala specie introdusă, fiind plantat în cuiburi, după metoda Ogievski, în anii 1949-1950. Pe parcursul dezvoltării tinerei culturi forestiere, la nivelul cuiburilor au fost selecționate exemplarele care se prezentau cel mai bine din punct de vedere fenotipic, cele uscate ori cu creștere lentă fiind eliminate prin tăiere.

Scăzând ponderea de participare a stejarului și reducându-se astfel consistența, o serie de specii însoțitoare, precum paltinul de munte, paltinul de câmp/arțarul, arțarul tătărească, salcâmul ori frasinul, au ocupat nișele create. Simultan cu stejar, în rânduri au fost plantați și puiți de specii arbustive de caragană, lemn câinesc și sânger. În următorii ani, atât în cuprinsul rândurilor, cât și între acestea au apărut puiți de soc negru, măceș, păducel și porumbar, dar și arțar american (*Acer negundo*), acesta din urmă recomandându-se să fie eliminat în scopul de a ameliora starea perdelelor forestiere (Postolache 2006).

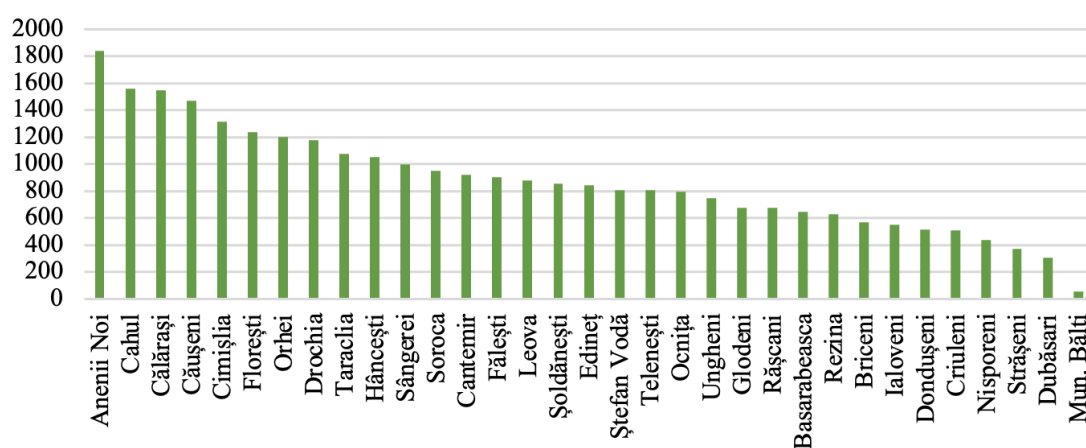


Figura 92. Suprafața perdelelor forestiere de protecție (hectare) la nivelul raioanelor (după Crîșmaru și Crețu 2023)

5.4.4 Reconstrucția ecologică treptată a habitatelor forestiere valoroase degradate

Într-o accepțiune largă, reconstrucția ecologică este procesul prin care se reface un ecosistem degradat, deteriorat sau distrus, prin intervenție antropică. În particular, reconstrucția habitatelor forestiere reprezintă refacerea, pe cât posibil, a structurii arboretelor deteriorate de factori antropici sau naturali la stările structurale existente înaintea impactului acestora.

În Republica Moldova, în perioada 1945-1991, lucrări de cercetare privind reconstrucția ecologică a arboretelor au fost inițiate în cadrul Stațiunii Silvice Experimentale Bender din cadrul Instituției Centrale de Silvicultură. Această instituție a avut ca scop argumentarea științifică a aplicării diverselor lucrări de îngrijire și de conducere (Gogu 2018). În prezent, reconstrucția arboretelor se realizează conform prevederilor normelor tehnice aprobate prin Ordinul Agenției „Moldsilva” nr. 90 din 04 aprilie 2012.

Scopul acestor norme constă în stabilirea metodelor și tehnologiilor privind refacerea, substituirea și ameliorarea arboretelor slab productive, derivate, degradate, brăcuite și necorespunzătoare condițiilor staționale, în mod special a cvercetelor și salcâmetelor, urmărindu-se păstrarea nealterată a mediului intern al pădurii, prin folosirea maximă a adăpostului arboretului degradat. Astfel, în practica silvică se aplică trei metode principale de intervenție: (i) substituirea - metoda de înlocuire integrală sau în cea mai mare parte a speciei, respectiv a speciilor din componența arboretelor de productivitate redusă, cu alte specii corespunzătoare stațiunii, dar mai productive și de valoare economică mai mare. Substituirile sunt necesare în cazul arboretelor necorespunzătoare stațional și derivate, cu o stare de vegetație în general normală, dar care nu corespunde din punct de vedere economic și stațional. De asemenea, se folosesc în tipurile de pădure natural-fundamentale de productivitate inferioară, situate în stațiuni cu potențial productiv scăzut pentru speciile ce le alcătuiesc, însă apte pentru alte specii mai productive și valoroase; (ii) refacerea - prevede înlăturarea integrală a arboretului slab productiv și reinstalarea artificială a unui nou arboret, folosind specia sau speciile din vechiul arboret, după ce în prealabil s-au luat măsuri eficiente de lucrare și ameliorare a solului. Sunt supuse acțiunii de refacere toate arboretele degradate (consistența 0,1-0,3), precum și cele brăcuite (consistența 0,4-0,6), tinere sau ajunse aproape de vârsta exploatabilității, care au o stare de vegetație lăncedă, datorită solului înțelenit sau înmlăștinat; (iii) ameliorarea - prevede mobilizarea parțială a solului, instalarea arboretului și subarboretului în golurile existente și adeseori sporirea proporției speciei sau speciilor principale pentru a realiza o compoziție și consistență normală a arboretului în concordanță cu condițiile staționale. Lucrările de ameliorare se realizează în arboretele necorespunzătoare compozițional, cu consistență redusă (sub 0,6) și cu solul pe cale de înțelenire.

Conform prevederilor Codului silvic, lucrările de reconstrucție ecologică se aplică cu prioritate în arboretele în care sunt interzise tăierile de regenerare, acestea fiind încadrate în trei tipuri funcționale: Tipul 0 (T0) - păduri de interes științific constituite în zone de protecție integrală, supuse regimului de ocrotire integrală a naturii; Tipul I (T1) - păduri cu funcții speciale pentru ocrotirea naturii, pentru care, prin lege, sunt permise doar lucrări de îngrijire și conducere și lucrări de reconstrucție ecologică cu respectarea prevederilor legale; Tipul II (T2) - păduri cu funcții speciale de protecție situate în stațiuni cu condiții grele sub raport ecologic, precum și arboretele în care nu este posibilă sau admisă recoltarea de masă lemnoasă, impunându-se numai lucrări speciale de conservare.

Arboretele care necesită lucrări de reconstrucție ecologică sunt încadrate în următoarele categorii: 1) arborete slab productive - includ arborete din clasele IV-V de producție; 2) arborete derivate - includ, atât arborete naturale, cât și artificiale, constituite din specii secundare, însoțitoare sau de amestec; 3) arborete degradate - încadrează toate arboretele cu consistența sub 0,3, indiferent de caracterul pădurii (natural sau artificial); 4) arborete brăcuite - însumează toate arboretele cu consistența cuprinsă între 0,4 și 0,6; 5) arborete artificiale necorespunzătoare stațional - prevede toate tipurile de arborete constituite din specii necorespunzătoare condițiilor de creștere, îndeosebi salcâmetele, din interiorul trupurilor de pădure natural-fundamentale, culturile silvice de salcâm create în stațiuni de stejărete etc.

Reconstrucția ecologică a cvercineelor presupune un set complex de intervenții silvotehnice. Intervențiile respective conțin măsuri privind ajutorarea regenerării naturale, ameliorarea compoziției prin introducerea în amestec a unor specii valoroase și sporirea proporției speciilor valoroase. Pentru menținerea, conservarea și ameliorarea biodiversității forestiere și a stării de sănătate a arboretelor de cvercinee se vor aplica: 1) conversiuni (de la regimul crâng la codru); 2) refaceri sau ameliorări (arborete degradate și brăcuite; arborete slab productive situate în stațiuni de productivitate superioară și mijlocie specifice cvercineelor); 3) substituiri (arborete derivate: cărpinete, acerete, teșuri și frășinete) situate în stațiuni de stejărete.

Reconstrucția ecologică a pădurilor de cvercinee trebuie să se realizeze prin tehnologii adecvate care să asigure continuitatea pădurii. Aceste tehnologii presupun crearea unor puncte de regenerare în ochiuri de forme și dimensiuni diferite, precum și coridoare sau benzi de diferite lățimi, alternate cu coridoare sau benzi netăiate, iar regenerarea naturală trebuie combinată întotdeauna cu lucrări de ajutorare a regenerării naturale. În cadrul procesului de reconstrucție ecologică, se va utiliza la maxim adăpostul oferit de arboretul matur existent.

Refacerea sau ameliorarea arboretelor degradate, brăcuite și slab productive se va realiza prin adaptarea corespunzătoare a tratamentelor existente la starea arboretului și a obiectivelor urmărite. În cadrul acestor lucrări se va urmări realizarea de compoziții care să corespundă condițiilor staționale, promovându-se speciile autohtone valoroase ca stejarul pedunculat și cel pufos, gorunul, fagul, paltinii, cireșul, teii și frasinul.

Refacerea arboretelor slab productive cu consistență normală și sol neîntelenit se va realiza sub masiv, folosindu-se la maximum semințișul existent și preexistent de specii principale, de ajutor și de amestec valoroase și după necesitate în ochiurile deschise se vor efectua semănături directe sau plantații, aplicându-se tehnicile tăierilor progresive.

Refacerea arboretelor slab productive, cu consistență redusă și sol înțelenit se va realiza prin deschiderea de coridoare cu lățimi de 4-6 m sau prin parchete mici cu suprafețe de până la 2 ha, cu pregătirea corespunzătoare a solului, executarea de semănături sau de plantații cu puiți de cvercinee și de specii valoroase de ajutor și de amestec corespunzătoare condițiilor staționale, după caz.

În arboretele slab productive cu consistența sub 0,3, precum și în arboretele derivate care nu pot fi refăcute prin aplicarea unor tratamente cu regenerare sub masiv se vor aplica tăieri rase cu aplicarea ulterioară a tehnicilor și tehnologiilor de împăduriri.

Substituirea arboretelor de cvercinee derivate (cărpinete, acerete, teșuri și frășinete) situate în stațiuni de păduri de cvercinee se va realiza prin tăieri rase în benzi sau coridoare, cu regenerare artificială sau mixtă a suprafețelor dezgolite, prin semănături directe, plantări sau completări. Tehnicile și tehnologiile de instalare a culturilor silvice în arboretele derivate supuse procesului de substituire, corespund în mare măsură celor aplicate în condițiile terenului descoperit, cu unele modificări care derivă din forma de substituire (coridoare, benzi sau parchete mici).

În Republica Moldova, majoritatea arboretelor de fag sunt la vârsta exploatabilității și preexploatabilității, regenerarea realizându-se cu ușurință, însă în unele arborete se manifestă o intensificare a procesului de cărpinizare. De aceea, principala măsură ce se presupune în aceste arborete constă în ameliorarea structurii și compoziției arboretelor în procesul aplicării lucrărilor de exploatare-regenerare, prin promovarea insistentă a fagului în amestec cu gorunul în proporție de 60-70%. Totodată, se recomandă eliminarea semințișului preexistent de carpen acolo unde împiedică diseminarea, creșterea și dezvoltarea semințișului de fag și gorun. Acest lucru se poate realiza prin extragerea semințișului de carpen sau receparea acestuia. Acolo unde semințișul de fag sau gorun lipsește sau este insuficient, în ochiurile deschise se va introduce

prin semănături directe sau plantări de puieti. Introducerea fagului sub masiv se va face doar în ochiuri.

Reconstrucția ecologică a salcâmetelor degradate, brăcuite, slab productive și necorespunzătoare stațional se realizează prin aplicarea tehnicilor și tehnologiilor silvotehnice în mod diferențiat de la caz la caz, în urma unei profunde studieri a stării arboretului, condițiilor staționale, a factorului antropogen, a obiectivelor fixate și a particularităților bioecologice a speciilor.

În funcție de amplasarea arboretelor de salcâm, de starea de sănătate și de productivitatea acestora, de obiectivele fixate și de metodele și procedeele de reconstrucție ecologică adoptate, salcâmetele pot fi încadrate în următoarele categorii: 1) salcâmete de productivitate superioară și mijlocie, amplasate în interiorul trupurilor de pădure natural-fundamentale, pe stațiuni favorabile speciilor de cvercinee; 2) salcâmete de productivitate superioară și mijlocie, amplasate pe terenuri degradate, dar cu un potențial stațional favorabil altor specii mai valoroase economic; 3) salcâmete de productivitate inferioară, situate în condiții staționale improprii acestora, dar favorabile pentru alte specii indiferent de valoarea lor economică.

În cazul salcâmetelor de productivitate superioară și mijlocie, amplasate în interiorul trupurilor de pădure natural-fundamentale, pe stațiuni favorabile speciilor de cvercinee, arboretele vor fi parcurse cu lucrări de substituire cu specii corespunzătoare condițiilor staționale date. În astfel de condiții, nu se poate interveni cu lucrări de substituire după prima și chiar după a doua generație, în virtutea capacității foarte viguroase de lăstărire a salcâmetelor. Este recomandabil ca aceste arborete să se conducă mai mult de două generații în crâng pentru a slăbi capacitatea de lăstărire a cioatelor. Aplicarea tehnicilor și tehnologiilor de substituire a salcâmetelor presupun tăieri rase în parchete, mobilizarea integrală a solului și semănături directe sau plantări de puieti în condițiile de teren descoperit. Pentru diminuarea costurilor lucrărilor este necesară utilizarea terenului respectiv sub culturi agricole 2-3 ani și întreruperea stării de masiv pe această perioadă. Substituirea salcâmetelor poate fi realizată după 2-3 generații de vegetație prin aplicarea doar a lucrărilor manuale de împădurire (semănături directe) cu specii corespunzătoare condițiilor staționale (ex.: stejar pedunculat) a parchetelor exploatare. Această procedură necesită intervenții de descopelire și îngrijire a semințului de stejar pedunculat în următorii 3-4 ani. Un procedeu de substituire a salcâmetelor constă în secuirea (decojire sub formă de inel) arborilor ajunși sau trecuți de vârsta exploatabilității și tăierea lăstarilor apăruiți după această intervenție în primul an de vegetație. S-a constatat că în al doilea an de vegetație după această intervenție, arborii supuși lucrării se usucă integral și nu mai au vigoare de lăstărire. Sunt efectuate concomitent și semănături sau plantări în rânduri cu specii corespunzătoare stațiunii. După uscarea arborilor, aceștia se extrag.

Pentru salcâmetele de productivitate superioară și mijlocie, amplasate pe terenuri degradate, dar cu un potențial stațional favorabil altor specii mai valoroase economic sunt aplicabile aceleași procedee de substituire menționate pentru prima categorie, cu excepția, că lucrările preconizate se efectuează nu pe întreaga suprafață, ci pe parchete mici (până la 1 ha), dată fiind așezarea acestor arborete în marea lor majoritate pe pante, ceea ce ar putea duce la reluarea procesului de eroziune sau alunecare. Aceste parchete se amplasează de-a lungul curbei de nivel sub formă de coridoare cu lățimea de 20-25 m, repetându-se peste 40-50 m. Prin efectuarea a 2-3 intervenții în timp de 10-12 ani se poate substitui întregul arboret.

În cazul salcâmetelor de productivitate inferioară, situate în condiții staționale improprii, dar favorabile pentru alte specii indiferent de valoarea lor economică dată, sunt încadrate salcâmetele situate în condiții staționale improprii salcâmului, de regulă cu soluri carbonatice, tasate, etc., dar proprii altor specii. Ca și în cazul terenurilor acoperite cu salcâmete încadrate

în categoriile anterioare, arboretele de productivitate inferioară necesită lucrări de reconstrucție ecologică prin substituiți. În acest caz însă, se poate interveni cu substituiți chiar și după generația a doua de vegetație, reieșind atât din capacitatea slabă de lăstărire a arborilor și de intensificarea procesului de uscare a acestora, cât și de potențialul stațional nefavorabil creșterii și dezvoltării salcâmului.

5.5. Tehnici de gospodărire adaptate necesității conservării stocurilor de carbon subteran și suprateran

Autori: Laura Bouriaud și Olivier Bouriaud

Pădurile au un rol recunoscut, de mult timp, în efortul de limitare a consecințelor emisiilor de gaze cu efect de seră în atmosferă (emisiile dominante fiind cele de dioxid de carbon, apoi într-o măsură mai mică metanul și produse complexe rezultate din hidrocarburi). Vegetația are puterea de a prelua dioxidul de carbon din atmosferă și de a-l fixa producând biomasă, prin procesul de fotosinteză. Cantitatea de carbon pe care vegetația terestră o captează din atmosferă este destul de mare: se estimează că ea reprezintă până la 30% din emisiile de CO₂. Stocul de carbon al vegetației terestre este estimat la 450 miliarde de tone, adică echivalentul a 50 de ani de emisii dacă nivelul actual de emisii este menținut. Acesta este motivul pentru care pădurile joacă un rol semnificativ în ciclul global al carbonului și în compensarea emisiilor, prin producerea și stocarea biomasei. Conștienți de importanța acestui serviciu ecosistemic, personalul implicat în gestionarea pădurilor a luat în considerare schimbarea metodelor de tehnică silvică pentru a face posibilă atât creșterea capacității pădurilor de a stoca carbon, cât și asigurarea stabilității acestora în timp.

Silvicultura afectează bilanțul de carbon și stocul de carbon al pădurilor. Exploatățile reprezintă o scădere, adeseori temporară, a stocurilor. Încălzirea globală aduce un element de complexitate pentru gestiunea pădurilor deoarece ea poate avea efecte contradictorii. În viitor, temperaturile mai ridicate vor crește durata sezonului de vegetație, element care ar putea spori productivitatea. De asemenea, mai multe procese metabolice și de mineralizare a azotului la latitudini și altitudini mari vor avea rate mai mari, astfel crescând productivitatea arborilor. Cu toate acestea, o evapotranspirație mai mare poate avea efecte negative puternice, în sensul scăderii productivității. Managementul pădurilor se confruntă cu mecanisme care vor influența dezvoltarea pădurilor într-o direcție care este greu de prezis cantitativ. Prin urmare, una dintre provocările strategiei de stocare a carbonului în arbori este asigurarea unei stabilități cât mai mari a arboretelor.

Asigurarea menținerii productivității este unul dintre obiectivele managementului orientat spre stocarea carbonului. Printre elementele principale se pot enumera:

- compatibilitatea climatică a speciilor;
- managementul arboretelor conform unor standarde tehnice care permit inginerilor să intervină rapid;
- evitarea intervențiilor care ar putea destabiliza arboretele.

Elementele care permit o stocare mai mare de carbon sunt :

- alegerea speciilor cu compatibilitatea climatică cea mai probabilă pe un termen lung;
- păstrarea intensităților tăierilor care să asigure i) că nu sunt pierderi prea mari de producție prin aplicarea unor tăieri cu intensități ridicate și că ii) intensitatea intervențiilor permite dezvoltarea arborilor;
- crearea unei rețele de drumuri care să permită accesul pompierilor în pădure în cazul unui incendiu, aprovizionarea cu apă și realizarea unor rezerve de apă.

Impactul tăierilor este un subiect controversat, dar majoritatea autorilor recomandă realizarea unor rărituri cu intensități suficient de mari pentru combaterea secetei prin scăderea competiției dintre arbori (Schmitt et al. 2020) în particular pentru ecosisteme semi-aride (Sankey și Tatum 2022, Tonelli 2023). Într-un arboret rărit, ploile pot pătrunde mai bine la sol iar competiția arborilor va fi mai scăzută. Pe de altă parte, unii autori sugerează faptul că un coronament bine închis are un efect protectiv deoarece se creează un microclimat care ajută arborii să suporte temperaturi foarte mari pe timpul verii. Ambele soluții sunt plauzibile. În cazul în care arborii au un sistem radicular adânc, reducerea competiției pare a fi mai indicată, mai ales pentru speciile termofile. Studii precum Schmitt et al. (2020) arată faptul că arboretele care au fost rărite pot să se recupereze mai repede după un episod de secetă.

În contextul schimbărilor climatice, o modalitate eficientă pentru a păstra o productivitate și stocuri de biomasă ridicată este de a lucra prin selectarea și favorizarea unor arbori de viitor, identificați ca indivizi izolați sau în grupuri (biogrupe). Lucrările silvice vor fi realizate pentru conducerea la maturitate și regenerarea acestor arbori viguroși.

Impactul incendiilor asupra carbonului este unul devastator. Carbonul stocat în pădure este adeseori descris a fi „slow-in, fast-out”: intră greu (prin procese încete, fotosinteză), dar se elimină repede, deoarece un incendiu poate elibera rapid tot carbonul stocat. Astfel, lupta împotriva incendiilor este un element de mare importanță, care se efectuează în principal prin prevenție, dar și printr-o planificare a mijloacelor necesare pentru a opri focul cât de repede posibil.

Tăierile rase sunt considerate, de asemenea, perturbări majore care ar trebui să fie evitate. Consecințele tăierilor pentru sol sunt foarte mari, cu pierderi de carbon importante. După o tăiere rasă, microclimatul este schimbat drastic, temperatura la sol crește mult. Amplitudinea termică devine foarte mare. Materia organică va fi descompusă prin creșterea temperaturilor, dar și prin spălarea solurilor. Prin urmare, creșterea temperaturilor și evapotranspirația foarte mare a unui sol dezgolit printr-o tăiere rasă sunt factori care cresc puternic emisiile de carbon

Concluzii

Adaptarea sectorului forestier sau dezvoltarea managementului adaptativ al pădurilor pentru a sprijini adaptarea pădurilor la efectele schimbărilor climatice urmărește câteva aspecte cheie în ceea ce privește regenerarea pădurilor, identificate de mai mulți specialiști: selecția unor specii sau proveniențe de arbori mai bine adaptate, îmbunătățirea infrastructurii de obținere a materialului forestier de reproducere, pregătirea terenului în vederea instalării culturilor și adaptarea tehnicilor și tehnologiilor de instalare a vegetației.

Deși dezbaterile actuale referitoare la adaptarea pădurilor la noile condiții climatice se concentrează de multe ori doar pe înlocuirea speciilor de arbori mai sensibile la presiunile schimbărilor climatice, există o mare varietate de opțiuni de management silvic, multe dintre ele referindu-se la practicile de regenerare. Este foarte dificil totuși de introdus sau susținut măsuri locale țintite, foarte specifice, în lipsa unor rezultate ale cercetărilor și experimentelor practice, care să arate efectul real al acestor măsuri de management forestier adaptativ asupra ecosistemelor forestiere situate în condițiile respective.



Rezumat

Regenerarea pădurilor constituie procesul de înlocuire a vechii generații de arbori prin una nouă, implicând acțiunea rațională, conștientă, planificată și sistematică a silvicultorului dar și influența condițiilor de mediu. Schimbările climatice adaugă un plus de instabilitate efortului de regenerare a pădurilor, crescând stresul culturilor instalate și reducând supraviețuirea și creșterea puietilor. Pentru a limita influența negativă a provocărilor climatice, o reconsiderare a tehnicilor de regenerare este necesară.

Regenerarea naturală are limitări semnificative mai ales în cazul foioaselor, cu precădere a cvercineelor, în contextul tendinței de reducere a frecvenței fructificațiilor abundente. Practica forestieră ar putea modifica tehnicile de aplicare a tratamentelor și tăierilor de regenerare, adaptând modul de deschidere al ochiurilor, amplasarea și dimensiunea acestora și integrând informațiile referitoare la episoadele de fructificație abundentă pentru sincronizarea tăierilor de regenerare cu aceste evenimente.

Regenerarea artificială permite intervenții specifice, mai diverse și adaptate condițiilor locale. Există trei modalități de a instala culturile forestiere – prin plantații, semănături directe sau prin butășiri directe. În condițiile presiunii exercitate de efectele schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere, metoda plantațiilor oferă rezultate mai bune datorită versatilității procedeelelor folosite și ratei mai mari de supraviețuire a puietilor.

Există procedee adaptate unor condiții speciale, cum ar fi procedeul plantării în cavități sau procedeul plantării puietilor containerizați, care ar putea să ofere rezultate superioare în condiții de risc climatic.

Majoritatea studiilor consideră că direcțiile esențiale ce trebuie urmărite pentru creșterea succesului în activitatea de regenerare sau instalare a pădurilor, în condițiile prognozate ale schimbărilor climatice sunt:

- selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate – trebuie integrate în procesul decizional informațiile provenite din studii, experimente sau experiențe locale relevante.
- creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere (MFR) adaptat condițiilor locale - creșterea capacității de producție a pepinierelor implică investiții în linii tehnologice de actualitate, echipamente performante pentru prelucrarea solului, precum și pentru instalarea și întreținerea culturilor forestiere, dar și diversificarea producției de puieti la nivel de specii produse.
- îmbunătățirea tehnicilor de pregătire a solului și instalare a vegetației lemnoase – reflectate în pregătirea suplimentară a terenului și lucrarea solului, adaptarea tehnicilor de instalare a vegetației sau optimizarea eficienței colectării apei de ploaie în plantațiile din zonele mai aride.

Practicile intensive din agricultură, ce abuzează uneori de folosirea de irigații, pesticide, fertilizatori și lucrări agrotehnice, pot conduce în timp la probleme ale solului legate de

destructurare, acidifiere, compactare sau salinizare. Suplimentar, eroziunea produsă de poluare, pășunat excesiv, sau îndepărtarea vegetației protectoare a solului contribuie la extinderea fenomenelor de degradare. Tendința de aridizare din ultimele decenii și modificările climatice accentuează unele procese sau fenomene cu potențial erozional de degradare. De aceea, restaurarea terenurilor degradate este esențială pentru asigurarea sustenabilității activităților din sectorul agricol și forestier, cu implicații directe asupra conservării resurselor de mediu.

Degradarea terenurilor este un proces determinat, de cele mai multe ori, de acțiunea concomitentă a mai multor procese, precum: eroziunea pluvială (de suprafață și în adâncime), eroziunea eoliană, alunecarea terenurilor, sărăturarea terenurilor, înmlăștinarea terenurilor, diferitele activități antropice conștiente sau inconștiente ori seceta.

În Republica Moldova peste 1,8 milioane de hectare de teren sunt expuse pericolului eroziunii și peste un milion de hectare sunt deja afectate de eroziunea de suprafață. Suplimentar, aproape 800 mii ha sunt afectate de fenomene de alunecare. În contextul aridizării și schimbărilor climatice se apreciază că va crește riscul avansării fenomenelor de degradare. Revegetarea terenurilor prin împădurirea cu specii potrivite condițiilor locale și tipului de degradare este cea mai eficientă modalitate de a limita avansarea fenomenelor de degradare și de a stabili terenurile deja afectate de aceste procese.

Ameliorarea silvică a terenurilor degradate reclamă existența unui complex ameliorativ, care presupune un set de măsuri și operații, veriga cea mai importantă fiind cea de împădurire a acestor terenuri. Împădurirea se realizează în conformitate cu prevederile legale specifice, în cadrul perimetrelor de ameliorare, de cele mai multe ori, în condiții grele și foarte grele.

Proiectele de împădurire se realizează în baza datelor, informațiilor și studiilor realizate cu ocazia cercetării și cartării terenurilor degradate, fiecare proiect de împădurire propunând acele seturi de lucrări specifice și necesare pentru stoparea proceselor de degradare din cuprinsul perimetrelor de ameliorare.

Lansarea în anul 2023 a Programului Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor 2023-2032 (Hotărârea 55/2023) include obiective ce urmăresc reducerea suprafeței de terenuri degradate cu 45 mii ha până în anul 2032 și crearea sau reabilitarea a 10 mii de hectare de perdele forestiere de protecție.

În Republica Moldova au fost elaborate în anul 2014 și ulterior utilizate recomandări tehnice referitoare la împădurirea terenurilor degradate, iar materialul de față extinde reglementările naționale cu soluții tehnice mai complexe, bazate pe recomandările elaborate în România pentru situații similare “Ghidul de bune practici privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate”, elaborat de Ministerul mediului, apelor și pădurilor în anul 2022.

Înainte de ameliorarea terenurilor degradate prin împădurire este necesară o cartare a acestora, în scopul identificării de unități distincte și omogene sub raportul tipului de degradare și pentru a interveni cu soluții specifice, adaptate condițiilor locale. Au fost selectate doar acele soluții considerate adecvate pentru categoriile de tipuri de eroziune specifice Republicii Moldova, fiind precizate detalii legate de asortimentul de specii ce poate fi utilizat și desimea recomandată a culturilor ce vor fi instalate.

Principalele forme de culturi forestiere care se înființează constă culturi masive și culturi în benzi. Primele se instalează pe întreaga suprafață, iar cele în benzi vor avea forma de fâșii lungi cu unul sau mai multe rânduri de puiți din specii arborescente și arbustive. Cele mai întâlnite

culturi în benzi sunt perdelele forestiere de protecție, care la rândul lor, se împart în mai multe categorii în funcție de obiectivul de protejat.

Beneficiile pe care le generează perdelele forestiere de protecție rezultă din rolurile multiple pe care acestea le exercită și constă în: mijloc de combatere a eroziunii solului; fixarea și luarea în cultură a nisipurilor; reducerea luminii directe și a celei reflectate; filtrarea particulelor în suspensie și a prafului; stocarea carbonului și economisirea energiei; îmbunătățirea condițiilor de creștere și dezvoltare a culturilor agricole limitrofe; creșterea condițiilor de fertilitate și conservare a solului; reducerea eroziunii și a scurgerilor de apă pe pante; reducerea până la oprirea totală a deflației; sporirea umidității solului și a aerului; îmbogățirea solului în humus și alte substanțe nutritive; creșterea producției de masă lemnoasă și de produse nelemnoase; sporirea suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră; protecția obiectivelor economico-sociale și a căilor de comunicații (perdelele forestiere de protecție previn înzăpezirile prin acumularea zăpezii în interiorul în imediata apropiere a acestora); crearea condițiilor favorabile pentru dezvoltarea faunei; sporirea biodiversității zonale; reconstrucția și îmbunătățirea peisajului; reducerea costurilor irigațiilor; atenuarea zgomotului.

Având în vedere suprafața însemnată de terenuri agricole, coroborată cu suprafețele scăzute de terenuri cu păduri și cu schimbările climatice concretizate prin aridizarea multor zone, în Republica Moldova, o atenție deosebită este acordată perdelelor forestiere de protecție a câmpurilor agricole, menite, în primul rând, să protejeze culturile agricole de acțiunea vânturilor puternice.

Mesajul cheie

În condițiile schimbărilor climatice regenerarea pădurilor trebuie să fie concentrată pe trei direcții principale:

- selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate;
- creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere (MFR) adaptat condițiilor locale;
- îmbunătățirea tehnicilor de pregătire a solului și instalare a vegetației lemnoase.

În Republica Moldova, există suprafețe însemnate de terenuri degradate, iar modalitatea cea mai eficientă de limitare a tendinței de avansare a fenomenelor de degradare și de stabilizare a terenurilor deja afectate de aceste fenomene este reprezentată de revegetarea terenurilor, prin împădurirea cu specii adecvate condițiilor locale și tipului de degradare. Tendința de aridizare din ultimele decenii și modificările climatice accentuează unele procese sau fenomene cu potențial erozional de degradare. De aceea, restaurarea terenurilor degradate este esențială pentru asigurarea sustenabilității activităților din sectorul agricol și forestier, cu implicații directe asupra conservării resurselor de mediu.

Perdelele forestiere de protecție joacă un rol important în controlul avansării eroziunii, în mod special perdelele destinate protejării culturilor agricole. Perdelele forestiere de protecție a câmpurilor agricole reprezintă cele mai importante culturi forestiere în benzi din Republica Moldova. Mulțumită multiplelor beneficii furnizate de către acestea și având în vedere provocările climatice, extinderea suprafețelor ocupate cu perdele forestiere de protecție trebuie susținută pe viitor. Tehnicile de gospodărire au un impact important asupra stocurilor de carbon ale pădurilor. Alegerea speciilor este unul din mijloacele prin care se poate asigura aceste condiții. Efectuarea răriturilor are un impact pozitiv asupra stocurilor de carbon ale arboretele, pe când tăierile rase conduc la deprecierea ale capacității de stocare.

Noțiuni fundamentale

- Ameliorațiile silvice reprezintă o diviziune a îmbunătățirilor funciare, fiind atât o disciplină științifică de interes, în mod special, pentru silvicultori, cât și o ramură a activității forestiere;
- Combaterea proceselor de degradare a terenurilor prezintă două laturi: una preventivă și alta curativă (combatere propriu-zisă). Latura preventivă vizează preîntâmpinarea declanșării proceselor de degradare a terenurilor, iar latura curativă urmărește atât stăvilirea acestor procese, cât și ameliorarea și valorificarea terenurilor afectate;
- Ameliorarea silvică a terenurilor degradate reprezintă o acțiune inginerească, reclamând cunoștințe complexe și desfășurându-se în cadrul unor suprafețe delimitate numite perimetre de ameliorare, care au la bază documentații tehnico-economice;
- Reconstrucția habitatelor forestiere reprezintă refacerea, pe cât posibil, a structurii arboretelor deteriorate de factori antropici sau naturali la stările structurale existente înaintea impactului acestora.
- Biomasa este constituită din circa 50% carbon. De aceea, stocarea de carbon în păduri este foarte importantă pentru ciclul de carbon la nivel global.
- Carbonul este stocat lent, iar un incendiu sau o tăiere rasă pot să reducă aceste stocuri rapid. Stocarea de carbon presupune arborete stabile și reziliente. Măsurile menite să sporească productivitatea arboretelor și rezistența lor față de temperaturi ridicate și secetă au un beneficiu direct în stocarea de carbon.



Dicționar de termeni

- Arborete artificiale necorespunzătoare stațional - arborete constituite din specii necorespunzătoare condițiilor de creștere, îndeosebi salcâmetele, din interiorul trupurilor de pădure natural-fundamentale (ex. culturile silvice de salcâm create în stațiuni de stejărete);
- Arborete brăcuite - arborete cu consistența cuprinsă între 0,4 și 0,6;
- Arborete degradate - arborete cu consistența sub 0,3, indiferent de caracterul pădurii (natural sau artificial);
- Arborete derivate - arborete naturale sau artificiale, constituite din specii secundare, însoțitoare sau de amestec;
- Ameliorarea solului - ansamblu de măsuri care permit ameliorarea calității unui sol din punct de vedere al caracteristicilor lui fizice, mecanice, pedologice etc., în scopul măririi fertilității și facilitării exploatarei acestuia.
- Cartarea terenurilor degradate – ansamblul de operații prin care sunt separate unități distincte și omogene sub raportul formei și intensității de manifestare a proceselor de degradare și a potențialului productiv al solului;
- Codru - pădure provenită din sămânță destinată să fie condusă până când se poate regenera pe cale naturală din sămânță proprie;
- Conversie - proces complex și îndelungat de trecere a unei păduri de la forma specifică unui regim de regenerare la forma altui regim. În practică, se aplică, de obicei, trecerea de la regimul crângului la regimul codrului;

- Degradare - proces complex fizico-chimic de schimbare a calității unor componente ale mediului cu urmări negative (degradarea mediului), de distrugere parțială a solului prin îndepărtarea stratului superior al acestuia în urma eroziunii, prin sărăturare, acidifiere, compactare, poluare chimică, înmlăștinare ș.a. (degradarea terenurilor);
- Degradarea solului - deteriorarea accentuată a solului prin diferite procedee la o intensitate mai mare decât cea la care acesta s-a format;
- Degradarea terenurilor - deteriorarea progresivă a calității solurilor sau peisajelor ca urmare a unor acțiuni naturale sau antropice;
- Fructificație abundentă – producția masivă de semințe dintr-un anumit an, ce definește comportamentul unor specii de arbori de producție a unor cantități mari de semințe cu o anumită periodicitate multianuală, sincronizate la nivel regional.
- Material forestier de reproducere (MFR) - material biologic vegetal, constituit din semințe, puiți sau părți de plante, prin care se realizează reproducerea arborilor din speciile și hibridii artificiali, importanți pentru scopuri forestiere.
- Metoda plantațiilor – metoda de instalare a culturilor forestiere prin plantarea de puiți
- Metoda semănăturilor directe – metoda de instalare a culturilor forestiere prin semănarea de semințe
- Micorizarea - tehnică de inoculare a ciupercilor nepatogene la nivelul sistemului radicular al puiților, ce favorizează absorbția nutrienților.
- Modele de distribuție a speciilor (SDM) - modele ecologice ce utilizează algoritmi complecși ce combină date despre localizarea speciilor și factorii de mediu pentru a genera predicții spațiale ale distribuției habitatelor unor specii.
- Mulcirea - operația de acoperire a solului cu un strat protector (mulci), pe întreaga suprafață sau doar între rândurile de puiți, preîntâmpinând înghețarea timpurie și adâncă a solului iarna și reducând parțial evapotranspirația și împiedicând apariția buruienilor în sezonul de vegetație.
- Pepinieră – cultură intensivă de plante tinere destinate transplantării ulterioare pe alte terenuri, în vederea împăduririi, reîmpăduririi sau instalării în spații verzi urbane și periurbane.
- Perdea forestieră de protecție - cultură forestieră de forma unei benzi înguste și lungi, amplasată la marginea unor obiective de protejat împotriva: climatului nefavorabil, influenței negative a unor adversități naturale (vânturi puternice, calde și uscate, viscole etc.), activităților umane cu efecte nefavorabile asupra mediului înconjurător;
- Perimetru de ameliorare – suprafață ce cuprinde terenuri degradate sau neproductive agricole care pot fi ameliorate prin împădurire, pe care se vor aplica măsuri de prevenire și combatere a proceselor de degradare, și a căror punere în valoare este necesară din punctul de vedere al protecției solului, al regimului apelor, al îmbunătățirii condițiilor de mediu și al diversității biologice;
- Plantaj - cultură forestieră, denumită și livadă semincă, constituită din arbori proveniți din mai multe clone sau familii, identificate, în proporții definite, izolată față de surse de polen străin și care este condusă astfel încât să producă în mod frecvent recolte abundente de semințe, ușor de recoltat;
- Puiet - organism aparținând speciilor lemnoase, foarte tânăr stadial și calendaristic, cu tulpina lignificată, apărut spontan sau cultivat.
- Puiți cu rădăcină nudă – puiți rădăcini neprotejate, la care substratul nutritiv se îndepărtează în momentul extragerii rădăcinilor din sol
- Puiți containerizați – puiți obținuți în recipiente de diferite forme și mărimi, reutilizabile sau confecționate din materiale biodegradabile.

- Refacere - prevede înlăturarea integrală a arboretului slab productiv și reinstalarea artificială a unui nou arboret, folosind specia sau speciile din vechiul arboret, după ce în prealabil s-au luat măsuri eficiente de lucrare și ameliorare a solului;
- Terenuri degradate - terenurile care prin eroziune, poluare sau acțiunea distructivă a unor factori antropici și-au pierdut definitiv capacitatea de producție, dar pot fi ameliorate prin împădurire
- Secuire - operație de îndepărtare a scoarței și îndepărtarea zonei cambiale la baza trunchiului arborilor în scopul devitalizării;
- Substituire - metoda de înlocuire integrală sau în cea mai mare parte a speciei, respectiv a speciilor din componența arboretelor de productivitate redusă, cu alte specii corespunzătoare stațiunii, dar mai productive și de valoare economică mai mare.



Verificați-vă cunoștințele!

1. Care sunt cei trei pași esențiali recomandați de specialiști pentru creșterea succesului în activitatea de regenerare sau instalare a pădurilor, în condițiile prognozate ale schimbărilor climatice?
2. Ce reprezintă materialul forestier de reproducere?
3. În ce constă procedeul plantării în cavități?
4. Care este cea mai eficientă și rapidă modalitate de restaurare a terenurilor degradate?
5. Ce trebuie să urmărească planificarea și implementarea activităților de împădurire a terenurilor degradate?
6. Enumerați câteva tipuri de degradare a terenurilor.
7. Ce reprezintă grupa stațională?
8. Care sunt principalele specii de rășinoase folosite în împădurirea terenurilor degradate prin eroziune de suprafață din Republica Moldova?
9. Care sunt principalele specii de arbuști folosite în compoziția de împădurire a terenurilor degradate prin salinizare ?



Aplicație

- ⇒ Cum stabilim o compoziție de împădurire pentru un teren cu folosința forestieră?
- ⇒ Cum stabilim o compoziție de împădurire specifică unui perimetru de ameliorare?

Adam I., Ivanschii T., Merce O., Turcu D., Cadar N., Cântar I. 2012. Înființarea perdelelor forestiere de protecție în zona de câmpie a județului Mehedinți. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 30: 23-26.

Andrieș, S., Cerbari, V., și Filipciuc, V. 2012. Calitatea solurilor în Moldova, probleme și soluții. In *Academicianul I.A. Krupenikov – 100 ani: Culegerea de articole științifice*, pp. 53-59.

Andrieș S., Filipciuc V. 2016. Cercetări în domeniul eroziunii solului. *Realizări și probleme. Akademos*, 4: 22-28.

Anderson, D. C., și Ostler, W. K. 2002. Revegetation of degraded lands at US Department of Energy and US Department of Defense installations: strategies and successes. *Arid Land Research and Management*, 16(3), 197-212.

Bacal, P., și Bejan, I. 2007. Analiza spațială a terenurilor erodate și a măsurilor de restabilire a acestora în Republica Moldova. *Analele Universității „Ștefan cel Mare”, Suceava, Secțiunea Geografie*. Suceava, 47-55.

Băloiu V. 1955. Ameliorarea terenurilor erodate. Editura Agro-silvică de Stat, București.

Bratu I.A. 2022. Îmbunătățiri funciare. Editura Universitară, București, 182p, ISBN 978-606-28-1527-1.

Bogdziewicz, M. 2022. How will global change affect plant reproduction? A framework for mast seeding trends. *New Phytologist*, 234(1), 14-20.

Bolte, A., Ammer, C., Löf, M., Nabuurs, G. J., Schall, P., și Spathelf, P. 2009. Adaptive forest management: a prerequisite for sustainable forestry in the face of climate change. *Sustainable forest management in a changing world: a European perspective*, 115-139.

Buma, B., și Wessman, C. A. 2013. Forest resilience, climate change, and opportunities for adaptation: a specific case of a general problem. *Forest Ecology and Management*, 306, 216-225.

Bunduc, T., Jechiu, I., Bejan, I., și Angheluța, V. 2022. Assessment of degraded land in Republic of Moldova: a case study on Tigheci catchment. *Present Environment and Sustainable Development*, (1), 155-169.

Caudullo G., de Rigo, D., 2016. *Fraxinus ornus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01435d+.

Caudullo G., Welk E., San-Miguel-Ayanz J., 2017. Chorological maps for the main European woody species. *Data in Brief* 12, 662-666. DOI: 10.1016/j.dib.2017.05.007, data: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5110726>.

Catrina I. 2007. Bazele științifice și perspectivele înființării perdelelor forestiere de protecție în România. *Revista Pădurilor* 122(6): 3-12.

Cazac V., Daradur M., Nedealcov M. 2005. Clima actuală în Republica Moldova și tendințele ei de schimbare (temperatura aerului). *Mediul Ambient* 4(22): 39-41.

Chetrea A. 2020. Îndrumar Stațiuni forestiere din Republica Moldova, UASM, Facultatea Științe Agricole, Silvicultură și ale Mediului (manuscris în curs de publicare).

Ciortuz I., Pădurar V.D. 2004. Ameliorații silvice. Editura LUX LIBRIS, 231p., ISBN 973-9458-13-0.

Clinovschi F. 2005. Dendrologie, Editura Universității din Suceava, ISBN 973-666-157-1.

Clinovschi, F., Roșu, C., Palaghianu, C. 2007. Specii lemnoase utilizate la împădurirea terenurilor degradate din silvostepa nordică a Moldovei. Studiu de caz. Analele Universității Ștefan cel Mare Suceava – Secțiunea Silvicultura, 9 (2), 5-12.

Costăchescu C., Dănescu F., Mihăilă E. 2010. Perdele forestiere de protecție. Editura Silvică, București, 261p, ISBN 978-606-8020-02-0.

Crîșmaru V. 2018. Studiu privind impactul natural și antropic asupra solului în regiunile de dezvoltare: Centru, Nord și Sud. Conferința “Biodiversitatea în contextul schimbărilor climatice”, Chișinău, Moldova, 23 noiembrie 2018.

Crîșmaru V., Crețu I. 2023. Rolul multifuncțional de protecție a perdelelor forestiere în regiunile de dezvoltare: nord, centru, sud. Conferința “Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”, 19-20 mai 2023, Bălți, Moldova, p. 455-458.

Donica A., Răileanu V., Grigoraș N. 2022. Vulnerabilitatea ecosistemelor forestiere a sitului smarald „Pădurea Hîncești” la schimbările climatice. În: Buletinul AȘM. Științele vieții . Nr 1(345). P. 125-127. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/125-127_26.pdf

Donica, A., Cojocari, R., Raileanu, V. și Grigoras, N. 2023. Evaluarea impactului aridizării asupra ecosistemelor forestiere: studiu de caz în podișul de silvostepă al Nistrului. Revista Pădurilor, 138(2), 001-010.

Enescu C.M., de Rigo, D., Caudullo G., Mauri A., Houston Durrant T., 2016. *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e015138+.

Enescu C.M. 2021. Ameliorații silvice. Îndrumar lucrări practice. Editura EX TERRA AURUM, București, ISBN 978-606-072-054-6.

Galupa, D., Talmaci, I., Florență, G. 2023 Aspects regarding the contribution of the National Forest Extension and Rehabilitation Program PNERP to the sustainable development of the Republic of Moldova, 6th IMER Conference, Suceava, 2023

Galupa D., Sverdluc V., 2007. Problemele și perspectivele sectorului forestier autohton. Revista Științifică Meridian Ingineresc, 2: 115-116.

Galupa D., Talmaci I., 2021. Înființarea perdelelor forestiere de protecție în calitate de măsură de adaptare la schimbările climatice: Ghid practic pentru producătorii agricoli. Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD), Chișinău, Tipografia “Bons Offices”, 60p, ISBN 978-9975-87-683-4.

Galupa D., Talmaci I., Șpitoc L., Vedutenco D. 2023. Aspecte privind reabilitarea perdelelor forestiere de protecție în cadrul Proiectului Agricultură Competitivă în Moldova (MACP), Chișinău, 39p.

Giurgiu V. 2012. Perdelele forestiere de protecție în contextul asigurării securității ecologice și alimentare. Constrângeri și perspective. Revista Pădurilor, 127(6): 7-18.

Gogu V. 2018. Reconstrucția ecologică a arboretelor necorespunzătoare în Rezervația Științifică “Codrii”. Teză de doctor în științe biologice, Grădina Botanică (Institut), Chișinău.

Grossnickle, S. C., și El-Kassaby, Y. A. 2016. Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. *New Forests*, 47(1), 1-51.

Hacket-Pain, A., și Bogdziewicz, M. 2021. Climate change and plant reproduction: trends and drivers of mast seeding change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376(1839), 20200379.

Houston Durrant T., Caudullo G. 2016. *Prunus padus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e011e89+.

ICPA (Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie), 1986). Metodologia elaborării studiilor pedologice, partea a II-a, București.

Jigău Gh., Leșanu M. 2021. Reabilitarea ecologică a terenurilor agricole: Manual pentru producătorii agricoli și consultanți; coordonator: Constantin Ojog; responsabil tehnic: Anatolie Fala; Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD (UCIP IFAD), Chișinău, 200p, ISBN 978-9975-87-786-2.

Joint Research Center JRC, 2000. Soil erosion risk assessment for Europe for the year 2000. Hartă disponibilă la: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/soil-erosion-risk-assessment-for-europe-for-the-year-2000>

Lațo K.I. 2012. Pedologie forestieră, Editura EUROBIT, Timișoara, ISBN 978-973-620-946-8.

Leah, T. 2012. Land resources management and soil degradation factors in the Republic of Moldova. In *Agrarian Economy and Rural Development-Realities and Perspectives for Romania*. 3rd Edition of the International Symposium, October 2012, Bucharest (pp. 194-200). Bucharest: The Research Institute for Agricultural Economy and Rural Development (ICEADR).

Leah, T. 2016. Măsuri necesare pentru reducerea impactului secetei și prevenirea degradării terenurilor în Moldova. In *Cadastru și Drept* (Vol. 46, pp. 196-199).

Lindner, M., Schwarz, M., Spathelf, P., de Koning, J. H. C., Jandl, R., Viszlai, I., și Vančo, M. 2020. Adaptation to climate change in sustainable forest management in Europe. *FOREST EUROPE*, Liaison Unit Bratislava, Zvolen.

Lupe I.Z. 1986. Perdelele forestiere de protecție a solului agricol. *Revista Pădurilor*, 4: 174-177.

MacKenzie, W. H., și Mahony, C. R. 2021. An ecological approach to climate change-informed tree species selection for reforestation. *Forest Ecology and Management*, 481, 118705.

Magni D., Caudullo G. 2016. *Celtis australis* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e0145f9+.

Manea S. 1998. Evaluarea riscului de alunecare a versanților. Editura Conspress, București, 192p, ISBN 973-98749-1-6.

Micliuc D.M. 2017. Perdele de vegetație pentru izolarea zgomotului din traficul rutier. A XVII-a Conferință internațională - multidisciplinară "Profesorul Dorin Pavel - fondatorul hidroenergeticii românești", Sebeș, 1-6.

Mihăilă, E., Costăchescu C., Dănescu F., Drăgoi S. 2010. Sisteme agrosilvice. Editura Silvică, București, 189p, ISBN 978-606-8020-06-8.

Monitorul Oficial al Republicii Moldova 2023. Hotărâre nr. 55 din 17-02-2023 cu privire la aprobarea Programului național de extindere și reabilitare a pădurilor pentru perioada 2023-2032 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acestuia pe perioada 2023-2027, Publicat : 14-03-2023 în Monitorul Oficial Nr. 85-86 art. 167

Muller, J. J., Nagel, L. M., și Palik, B. J. 2019. Forest adaptation strategies aimed at climate change: Assessing the performance of future climate-adapted tree species in a northern Minnesota pine ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 451, 117539.

Nedealcov M., Răileanu V., Chirică L. ș.a., 2013; red. șt.: Liviu Apostol, Valentin Sofroni; Acad. de Științe a Moldovei, Ministerul Mediului al Rep. Moldova, Inst. de Ecologie și Geografie, 76 pag, ISBN 978-9975-67-894-0.

Nedealcov, M. 2017. Impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier. *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 44(1), 54-57.

Nedealcov, M., Donica, A., și Grigoraș, N. 2019. Explicarea vulnerabilității pădurilor față de aridizarea climei prin indici ecoclimatici (studiu de caz). *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 55(4), 57-63.

Nedealcov, M., Donica, A., și Grigoraș, N. 2021. Vulnerabilitatea ecosistemelor silvice sub impactul schimbărilor climatice (studiu de caz Sud-Estul Republicii Moldova). *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții*, 343(1), 157-165.

Novac, G., 2023. Răspândirea mojdreanului (*Fraxinus ornus* L.) în condițiile ecologice din Republica Moldova. *Revista Pădurilor*, (1), pp.15-32.

Nichiforel, L., și Palaghianu, C. 2023. Forest Landscape Restoration in the Republic of Moldova - Feasibility study on the production of forest reproductive material, UNECE Workshop, Chisinau, <https://unece.org/sites/default/files/2023-10/Moldova%20workshop.pdf>

Oleiniciuc I. 2017. Variația și repartitia spațială a cantității medii anuale de precipitații atmosferice în Republica Moldova. Conferința “Viitorul ne aparține”, Chișinău, Moldova, 5-6 octombrie 2017.

Palaghianu, C. 2015. Analiza regenerării pădurii: perspective statistice și informatice (Forest regeneration analyses: computational and statistical perspectives), Editura Universității Ștefan cel Mare Suceava, 415p. ISBN 978-973-666-466-3

Palaghianu, C., Negruțiu, F. 2015. Împăduriri. Suport electronic de curs. Universitatea Ștefan cel Mare Suceava

Palaghianu, C. 2018. Afforestation and reforestation management in Romania - migrating to sustainability and responsibility. *Proceedings of the 4th International Conference Integrated Management of Environmental Resources*, (3), 46-52.

Postolache Gh., Ciubotaru A., Galupa D., Begu A. 2005. Resursele vegetale: starea actuală, protecția și folosirea rațională. *Mediul Ambient*, 4: 16-20.

Postolache Gh. 2006. Aria protejată “Sistemul de perdele forestiere de protecție Bălți”. *Mediul Ambient* 1: 9-14.

Postolache Gh. 2007. Pădurile și perdelele forestiere din raionul Drochia. *Realizări și perspective în horticultură, viticultură, vinificație și silvicultură*, 15(3): 6-14.

- Postolache Gh. 2008. Cu privire la crearea carcasei forestiere. *Revista Botanică*, 1(1): 139-148.
- Postolache, G., și Ghendov, V. 2020. Flora și vegetația Republicii Moldova în contextul impacturilor naturale și antropice. *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akademos”*, 57(2), 22-31.
- Proiectul The Green Deserts - The Green Deserts: new planting techniques for tree cultivation in desertified environments to face Climate Change LIFE09 ENV/ES/000447 (<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE09-ENV-ES-000447/the-green-deserts-new-planting-techniques-for-tree-cultivation-in-desertified-environments-to-face-climate-change>)
- Roibu, C. C., Palaghianu, C., Nagavciuc, V., Ionita, M., Sfecla, V., Mursa, A., ..., Popa, I. 2022. The Response of Beech (*Fagus sylvatica* L.) Populations to Climate in the Easternmost Sites of Its European Distribution. *Plants*, 11(23), 3310.
- Vallejo, R., Smanis, A., Chirino, E., Fuentes, D., Valdecantos, A., Vilagrosa, A. 2012. Perspectives in dryland restoration: approaches for climate change adaptation. *New Forests*, 43(5-6), 561-579.
- Sandoval-Martínez, J., Badano, E. I., Guerra-Coss, F. A., Cano, J. A. F., Flores, J., Gelviz-Gelvez, S. M., Barragán-Torres, F. 2023. Selecting tree species to restore forest under climate change conditions: Complementing species distribution models with field experimentation. *Journal of Environmental Management*, 329, 117038.
- Sankey, T., și Tatum, J. 2022. Thinning increases forest resiliency during unprecedented drought. *Scientific Reports*, 12(1), 9041.
- Saturday, A. 2018. Restoration of degraded agricultural land: a review. *Journal of Environment and Health Science*, 4(2), 44-51.
- Schmitt, A., Trouvé, R., Seynave, I., Lebourgeois, F. 2020. Decreasing stand density favors resistance, resilience, and recovery of *Quercus petraea* trees to a severe drought, particularly on dry sites. *Annals of Forest Science*, 77(2), 1-21.
- Sfeclă, V., și Popa, B. 2016. Impact of climate change on forests of the Republic of Moldova. In Sustainable use, protection of animal world and forest management in the context of climate change (pp. 275-276). <https://doi.org/10.53937/9789975302272.141>
- Sîrbu R., Cujbă V. 2022. Schimbările climatice și dezvoltarea durabilă în Republica Moldova. *Cadastru și Drept*, 55: 326-330.
- Șofletea N., Curtu L. 2008. Dendrologie. Editura Universității *Transilvania* din Brașov, 418 pag.
- Stănescu V., Șofletea N., Popescu O. 1997. Flora lemnoasă a României. Editura Ceres, 452p, ISBN 9734003836.
- Talmaci, I., Proșii, E., Mardari, A., Varzari, A., și Galupa, A. 2018. Raport tehnic: Pădurile din Republica Moldova: Starea actuală, indicatori calitativi și cantitativi. *Revista Pădurilor*, 3, 7-20.
- Tonelli E., Vitali A., Brega F., Gazol A., Colangelo M., Urbinati C. și Camarero, J. J. 2023. Thinning improves growth and resilience after severe droughts in *Quercus subpyrenaica* coppice forests in the Spanish Pre-Pyrenees. *Dendrochronologia*, 77, 126042.

Țiței V., Roșca I. 2021. Bunele practici de utilizare a terenurilor degradate în cultivarea culturilor cu potențial de biomasă energetică: Ghid practic pentru producătorii agricole. IFAD, Chișinău, Tipografia "Bons Offices", 80 p, ISBN 978-9975-87-778-7.

Wagner, R. G., Gonzalez-Benecke, C. A., Nelson, A. S., și Jacobs, D. F. 2018. Forest regeneration in changing environments. *New Forests*, 49, 699-703.

Wischmeier W.H., Smith, D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. The USDA Agricultural Handbook No. 537, Maryland.

Zamfir, N. 2019. Cadrul politic și legal privind adaptarea la schimbările climatice. *Revista Națională de Drept* 225 (7-9), 23-33

Agenția Moldsilva - Institutul de cercetări și amenajări silvice. 2014. Ghid tehnic privind împădurirea terenurilor degradate.

Agenția Moldsilva – Ordinul nr. 90 din 04 aprilie 2012 (Anexa 5) - Norme tehnice privind reconstrucția ecologică a arboretelor.

Ministerul mediului, apelor și pădurilor. 2022. Ghid de bune practici privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate

Legea nr. 1041 din 15-06-2000 pentru ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate

Hotărârea Guvernului nr. 864 din 09-12-2020 cu privire la aprobarea Programului de îmbunătățiri funciare în scopul asigurării managementului durabil al resurselor de sol pentru anii 2021-2025 și a Planului de acțiuni pentru anii 2021-2023 privind implementarea acestuia.

ANEXE

ANEXA 1. Răspunsuri la întrebările de verificare

Capitolul 1. Schimbările climatice pe teritoriul Republicii Moldova și tendințele acestora

1. Care este cel mai optimist scenariu RCP? Și care este cel mai pesimist? Cum se deosebesc cele două scenarii?

R: Scenariul RCP 2.6 este scenariul cel mai optimist, care reprezintă o scădere a concentrațiilor de gaze cu efect de seră după 2050. Scenariul RCP 8.5 este considerat pesimist, deoarece prevede o creștere continuă a concentrațiilor gazelor cu efect de seră. Cele două scenarii se deosebesc prin forțarea radiativă în 2100, concentrația ppm și tendința.

2. Care este valoarea minimă a indicelui de Martonne pentru zona aridă? Dar pentru o zonă semiaridă?

R: Indicele de Martonne variază de la valori tipice zonelor semi-aride (indicele variind între 10-25) și moderat arid (indicele variind între 25 și 30).

3. Ce parametri se includ în modelele climatice globale pentru a furniza estimări cât mai precise?

R: Modelele climatice globale iau în considerare un număr mare de parametri, printre care se numără, în primul rând, modificările concentrației de gaze cu efect de seră din atmosferă. Modelele climatice globale transferă simulările către așa-numitele modele regionale, care iau în considerare alți parametri suplimentari pentru a îmbunătăți pe o bază regională previziunile făcute la scară largă. Parametrii suplimentari sunt topografia, acoperirea solului sau hidrologia.

Capitolul 2. Impactul schimbărilor climatice asupra sectorului forestier din Republica Moldova

2.1 Descrierea pădurilor din Republica Moldova; 2.2. Favorabilitatea condițiilor de climă și de sol în dezvoltarea speciilor forestiere

1. Care sunt speciile forestiere care se pretează pentru înființarea de culturi forestiere în terenuri cu soluri cu textură nisipoasă?

R: Salcâmul, Pinul negru și Pinul silvestru

2. Ce reprezintă cele trei simboluri (optim, suboptim, limita) din fișa ecologică a speciei?

R: optim-o: fără limitări de ordin fiziologic și productiv, suboptim-s: cu condiții care afectează productivitatea și perpetuarea speciei și limită-l: situată la limita existenței taxonului.

3. Care specie suportă bine solurile compacte?

R: Aninul negru (*Alnus glutinosa*)

4. Care dintre cele două specii ale genului *Quercus*, stejarul și gorunul, este mai pretențioasă față de calitatea humusului (tipul de humus)?

R: Stejarul (*Quercus robur*)

5. Care sunt cele mai răspândite tipuri de sol din zona forestieră a Republicii Moldova?

R: Cernoziomul, Faeoziomul și Luvosolul

2.3 Vulnerabilitatea sectorului forestier din R. Moldova la schimbările climatice și impactul asupra pădurilor

1. Care sunt cele mai frecvente fenomene meteo extreme?

R: Republica Moldova este expusă frecvent fenomenelor meteo extreme (grindina, înghețurile târzii de primăvară, valurile de frig, valurile de căldură, secetele, chiciura, intensificarea ploilor torențiale).

2. Care sunt factorii principali care expun pădurile la atacuri insecte dăunătoare?

R: Creșterea temperaturilor și modificarea regimului de precipitații sunt factorii principali care expun pădurile la atacuri de insecte dăunătoare și boli fungice.

3. Ce este modelul IKS?

R: Modelul IKS (model dezvoltat de echipe franceze, numele și acronimul lui sugerând o combinație dintre vegetație, climat și sol) este un model de potrivire climatic dezvoltat pentru a furniza sugestii cu privire la speciile potrivite climatului viitor, și a celor care nu vor mai fi potrivite.

4. Ce este modelul LandClim?

R: Modelul LandClim (dezvoltat de ETH Zurich) este un model care simulează la nivel de peisaj procese precum dispersia semințelor, exploatarea și vântul cu o rezoluție temporală decenală și regenerarea, creșterea, mortalitatea și competiția cu o rezoluție temporală anuală.

2.4. Pădurea și seceta

1. Care este perioada critică de vegetație la cvercinee, în contextul manifestării secetei?

R: Perioada critică de vegetație la cvercinee este în lunile iunie-august.

2. Prin ce se concretizează, în general, efectele secetelor asupra pădurilor?

R: În general, efectele secetelor asupra pădurilor se concretizează prin declinul și uscarea arborilor.

3. Care sunt principalele măsuri silvice care trebuie întreprinse în Republica Moldova pentru diminuarea efectelor secetelor?

R: Principalele măsuri silvice care trebuie întreprinse constă în extinderea suprafețelor ocupate cu păduri și reducerea competiției dintre arbori, păstrând în același timp cu mare atenție starea de masiv închisă, pentru a evita dezgolirea solului și pierderea umidității reținute sub coronamentul arborilor.

2.5 Fauna sălbatică și schimbările climatice

1. Pentru vânatul sedentar de pe fondul cinegetic pe care îl gestionează, Moldsilva indică o creștere sau o scădere a efectivului de cerb comun și de căprior?

R: Statisticile prezentate de Agența Moldsilva indică o creștere a efectivului de cerb comun și de căprior.

2. Care este evoluția efectivului de cerb cu pete și cum poate aceasta afecta regenerarea pădurilor?

R. Efectivul de cerb cu pete s-a dublat și astfel se produc foarte multe pagube în regenerarea pădurilor. Este împiedicată regenerarea unor foioase, mai ales a acelor care se instalează natural în anumite zone, pentru că acestea vor fi roase sau păscute cu precădere.

3. Explicați cum sunt afectate animalele sălbatice de fenomenul de aridizare.

R. Animalele sălbatice au nevoie de apă, și sunt afectate de secarea izvoarelor. Ele sunt de asemenea afectate nu numai de împușinarea adăpătorilor, dar și de dispariția unor băltoace care reprezintă mediu de viață pentru unele animale sau scăldători pentru altele.

Capitolul 3. Experiența europeană și regională în ceea ce privește adaptarea ecosistemelor forestiere la schimbările climatice

3.1 Ce măsuri prevăd Ghidurile de adaptare a pădurilor la schimbările climatice

Care este prima și cea mai importantă măsură de adaptare din Strategia ONF (Office National des Forêts) de combatere a schimbărilor climatice în pădurile din domeniul public?

R. Creșterea rezilienței pădurilor și prioritizarea rezilienței comparativ cu performanțele de producție, inclusiv prin restabilirea echilibrului pădure-vânat.

3.2. Recomandări din literatura științifică referitoare la măsurile de adaptare la schimbările climatice

1. Cum se gestionează competiția intraspecifică și interspecifică în contextul schimbărilor climatice?

R: Competiția se dirijează prin reglarea numărului de exemplare de lăstari prezenți la cioată; prin reglarea numărului de indivizi dintr-o anumită specie, sau din mai multe specii, însă fără a afecta starea de masiv.

2. De ce arboretele mixte sunt considerate a fi mai adaptate la schimbările climatice?

R: Arboretele mixte sunt considerate mai adaptate la schimbările climatice pentru că promovează variația genetică, pentru că pot fi gestionate mai ușor focarele de insecte și de patogeni și pentru că au dovedit o rezistență și reziliență mai mare la schimbările climatice.

3.3 Ce cred proprietarii și gestionarii de păduri despre posibilitatea de adaptare?

1. Cunoașteți vreun fenomen pe care să-l numiți ca fiind un efect direct al schimbărilor climatice asupra pădurilor?

R: Schimbări ale climatului actual, creșterea temperaturilor, variații extreme ale temperaturilor, scăderea cantității medii de precipitații și apariția unor schimbări în regimul hidrologic.

2. Cum influențează convingerile personale despre existența schimbărilor climatice modul de acțiune pentru prevenirea sau atenuarea impactului schimbărilor climatice asupra pădurilor?

R: Moduri de atenuare a impactului schimbărilor climatice: împădurirea în general, regenerarea, împădurirea terenurilor degradate, îndepărtarea arborilor uscați, conservarea habitatelor, protejarea arborilor rămași în timpul procesului de exploatare, creșterea accesibilității fondului forestier, promovarea regenerării naturale, promovarea utilizării tehnologiilor cu impact redus (instalații de transport pe cablu), asigurarea respectării întocmai de către operatorii economici a normelor de protecție a mediului, contribuie la reducerea vulnerabilității pădurilor la efectele schimbărilor climatice.

3.4 Experiența de adaptare la schimbările climatice a arboretelor vulnerabile și a celor cu probleme de uscare

Care sunt speciile potențiale de însoțire sau înlocuire pentru arboretele de stejar pufos afectate de declin?

R: *Pinus halepensis* (Pin de Alep), *Pinus brutia*, *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Calocedrus decurrens*, *Cedrus atlantica*, *Acer campestre*, *Alnus cordata*, *Sorbus domestica*, *Pinus pinea*

3.5. Silvicultura salcâmului în condiții staționale extreme

1. Ce studiază silvobiologia, respectiv silvotehnica?

R: Silvobiologia se ocupă cu structura și funcționarea pădurii, incluzând: i) studiul părților componente ale acesteia și modului său de regenerare și ii) studiul proceselor și legilor care guvernează viața pădurii.

Silvotehnica include practica instalării, îngrijirii și regenerării pădurilor în scopul creării de arborete care servesc pentru realizarea anumitor obiective de gospodărire.

2. Cum se realizează regenerarea vegetativă a salcâmului?

R: Regenerarea vegetativă a salcâmului se realizează din drajoni (lăstari de rădăcină) și/sau din lăstari de cioată.

3. Cum se realizează instalarea arboretelor de salcâm?

R: Instalarea arboretelor de salcâm se realizează prin plantații (regenerare artificială) sau prin regenerare din drajoni/lăstari.

4. Ce presupune tehnologia de obținere a puietilor din sămânță?

R: Tehnologia de obținere a puietilor din sămânță presupune ca sămânța să fie în prealabil pregătită, prin scarificare, prin tratare cu acid sulfuric concentrat/diluat ori prin introducere în apă cu temperatura de minimum 70-80°C pentru îndepărtarea dormanței embrionare, prin spargerea tegumentului gros.

5. Ce este receperea și de ce se aplică?

R: Receperea reprezintă lucrarea prin care tulpinile puietilor se retează la 1-2 cm deasupra solului, în scopul atenuării dezechilibrului fiziologic dintre absorbția apei de către sistemul radicular mai redus, ca urmare a toaletării rădăcinilor sau vătămărilor provocate de la extragerea lor până la plantarea și pierderea apei prin transpirația părților aeriene, în special a frunzelor.

Capitolul 4. Politici și strategii privind adaptarea sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice

1. Care este una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre pădure și societate?

R. Una dintre cele mai eficiente modalități de reglementare a relațiilor dintre mediu și societate este stabilirea unor norme de drept în acest domeniu la toate nivelurile – global, regional, național și local.

2. Care este scopul legislației silvice?

R. Cadrul legal trebuie să susțină principiile ecologice pentru a asigura stabilitatea genetică a ecosistemelor forestiere și dezvoltarea durabilă a resurselor forestiere. Mai mult, cadrul legal

trebuie să promoveze reformele instituționale necesare în ce privește separarea funcțiilor economice de cele de politică și de reglementare, dezvoltarea sectorului forestier comunal, participarea sectorului privat, armonizarea cadrului legal cu legislația UE, și alte provocări. Legislația favorizează extinderea suprafețelor acoperite cu vegetație forestieră prin împădurirea terenurilor degradate, a ravenelor, a pantelor, a terenurilor afectate de alunecări, crearea fâșiilor forestiere de protecție a apelor râurilor și bazinelor de apă.

3. Care sunt cele trei aspecte ale calității pădurii?

R. Cele trei aspecte ale calității pădurilor sunt: calitatea biologică, calitatea socioeconomică și calitatea ecologică.

4. Care este obiectivul Uniunii Europene de reducere a gazelor cu efect de seră?

R. Liderii UE au aprobat un obiectiv obligatoriu al UE de reducere internă netă de cel puțin 55% a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2030, comparativ cu 1990. Legea Europeană privind Clima (Regulamentul UE 2021/1119) a legiferat obiectivul de neutralitate climatică, precum și ținta intermediară de reducere ale emisiilor de gaze cu efect de seră corespunzătoare anului 2030, respectiv reducerea cu cel puțin 55% a emisiilor de gaze cu efect de seră comparativ cu nivelurile din anul 1990.

5. Enumerați câteva acte relevante pentru domeniul climei din R. Moldova.

R. Strategia națională de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” (Legea 315/2022); Programul Național de Adaptare la Schimbările Climatice până în 2030 și Planul de Acțiuni al acestuia (august 2023)

Capitolul 5. Măsurile practice de adaptare a sectorului forestier din Republica Moldova la schimbările climatice

1. Care sunt cei trei pași esențiali recomandați de specialiști pentru creșterea succesului în activitatea de regenerare sau instalare a pădurilor, în condițiile prognozate ale schimbărilor climatice?

R: Specialiștii consideră că în vederea creșterii succesului în activitatea de regenerare sau instalare a pădurilor, în condițiile prognozate ale schimbărilor climatice, trebuie urmați trei pași esențiali: selecția unor specii sau proveniențe mai bine adaptate, creșterea capacității de producție a materialului forestier de reproducere adaptat condițiilor locale și îmbunătățirea tehnicilor de pregătire a solului și instalare a vegetației lemnoase.

2. Ce reprezintă materialul forestier de reproducere?

R: Material forestier de reproducere (MFR) - material biologic vegetal, constituit din semințe, puiți sau părți de plante, prin care se realizează reproducerea arborilor din speciile și hibridii artificiali, importanți pentru scopuri forestiere.

3. În ce constă procedeul plantării în cavități?

R: Procedeul plantării în cavități este un procedeu de plantare aplicabil în zone aride, expuse insolației, cu soluri care sunt afectate de uscure la suprafață, procedeu caracterizat de plantarea în cavități ce vor proteja puiții de expunerea directă la arșiță, oferind beneficii și din perspectiva faptului că sistemul radicular va avea acces la straturile situate la o adâncime mai mare, cu un plus de umiditate.

4. Care este cea mai eficientă și rapidă modalitate de restaurare a terenurilor degradate?

R: O modalitate rapidă și eficientă de restaurare a terenurilor degradate este reprezentată de revegetarea terenurilor degradate folosind vegetația lemnoasă, modalitate ce va permite consolidarea acestora prin stoparea fenomenelor de degradare și asigurarea unui suport fizic benefic refacerii capacității terenului de a asigura servicii ecosistemice.

5. Ce trebuie să urmărească planificarea și implementarea activităților de împădurire a terenurilor degradate?

R: Planificarea și implementarea acestor activități trebuie să urmărească obiective și standarde, cu criterii specifice de determinare a cerințelor de pregătire a terenurilor, selectare a speciilor, tehnicilor de revegetare și ulterior a celor de îngrijire și întreținere.

6. Enumerați câteva tipuri de degradare a terenurilor.

R: Din punctul de vedere al tipurilor de degradare, se pot diferenția situații diferite, cu terenuri: cu eroziune de suprafață; cu eroziune de adâncime (de tipul ogașelor, ravenelor, torenților); afectate de alunecări active (cu prăbușiri, surpări sau scurgeri noroioase); cu exces permanent de umiditate; cu fenomene de sărăturare; cu aglomerări de pietriș, bolovăniș, grohotiș sau depozite de aluviuni torențiale; poluate cu substanțe chimice sau petroliere; ocupate cu halde miniere sau deșeuri industriale sau menajere.

7. Ce reprezintă grupa stațională?

R: Grupa stațională reprezintă un ansamblu convențional ce reunește suprafețe omogene din punctul de vedere al condițiilor fitoclimatice și al tipurilor de sol, degradare și eroziune, pentru care se recomandă aceleași soluții tehnice (compoziții de împădurire și desimea culturilor) pentru acțiunile de revegetare a terenurilor.

8. Care sunt principalele specii de rășinoase folosite în împădurirea terenurilor degradate prin eroziune de suprafață din Republica Moldova?

R: Speciile de rășinoase folosite în compoziția de împădurire a terenurilor degradate prin eroziune de suprafață aparțin genului *Pinus*. Pe terenurile degradate aflate în etajul FD2 se va folosi pinul negru și pinul silvestru, iar în etajele FD1 și Ss, exclusiv pinul negru.

9. Care sunt principalele specii de arbuști folosite în compoziția de împădurire a terenurilor degradate prin salinizare ?

R: Pe terenurile degradate afectate de salinizare slabă la moderată se va folosi în compoziția de împădurire cățina roșie, iar pe terenuri cu soluri intens salinizate se vor planta cățina albă și sălcioara.

ANEXA 2. Compoziții, scheme și tehnologii de împădurire a terenurilor degradate pe categorii de terenuri degradate și grupe staționale

Materialul de mai jos prezintă grupate mai multe soluții alternative, preluate din *Ghidul de bune practici** privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate. Soluțiile tehnice prezentate sunt extrase doar pentru acele categorii de tipuri de eroziune care sunt specifice Republicii Moldova, fiind grupate pe grupe staționale.

*) *Ghidul de bune practici a fost emis de către Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor din România în 2022, fiind aprobat prin Ordinul nr. 2.533 din 28 septembrie 2022, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 1000 din 14 octombrie 2022.*

Terenuri erodate (terenuri cu eroziune în suprafață) – E

Regiuni de dealuri din câmpia forestieră (CF) subzonele de cvercete (stejar, cer, gârniță și șleauri-etajele FD1; FD2) și regiuni de dealuri din subzona gorunului (etajul FD3)

Grupa stațională G.S - 8	
Descriere: Terenuri cu eroziune slabă la moderată (e0...e1), cu soluri zonale luvisoluri, cambisoluri, rendzine, faeziomuri s.a., moderat profunde la profunde (peste 75 cm), fără schelet sau cu schelet puțin (sub 25%) în primii 50...75 cm.	Tipuri de vegetație: Plantații de cvercinee, amestec de stejar (gorun) cu specii principale și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață moderată Plantații de salcâm, amestec cu specii de ajutor și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață moderată
	Compoziții de împădurire: a) 50 St (Go, Str) 25 Fr (Te.a; Ci; Pa) 25 Sa (Lc, Co, Mc); b) 75 Sc, 12,5 Fr (Ml, Ci, Mj) 12,5 Lc (So, Sâ, Co) pe soluri nisipo-lutoase la lutoase, slab carbonatate, pante mai mari de 15 grade.
	Desimea culturilor: a) 6700/ha. b) 5000/ha

Grupa stațională G.S - 9	
Descriere: Terenuri cu eroziune puternică (e2), cu cambisoluri, luvisoluri, rendzine, faeziomuri, trunchiate în urma eroziunii sau regosoluri bine dezvoltate, uneori și coluvisoluri, fără schelet sau cu schelet mult (până la 50%), cu grosimea de 50...100 cm, rar 150 cm.	Tipuri de vegetație: Plantații de salcâm, amestec cu specii de ajutor și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică. Plantații de cvercinee, amestec de stejar (gorun) cu specii principale și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică–Plantații de pin în amestec cu foioase specii principale și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc, 12,5 Fr (Ml, Ci, Mj) 12,5 Lc (So, Sâ, Co) pe soluri nisipo-lutoase la lutoase, slab carbonatate;

	<p>b) 25 St (Go) 50 Fr (Ci, Pa) 25 Lc (Co, Sâ, Pd), pe soluri fertile, peste 75 cm grosime, cu schelet sub 25%;</p> <p>c) 25 Pi. n (Pi) 50 Ci (MI, Vi.t, Fr) 25 Lc (Co, Sâ, Pd), pe soluri luto-argiloase la argiloase, și pe soluri cu 25-50% schelet.</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 5000/ha.</p> <p>b) 6700/ha.</p> <p>c) 5000/ha</p>

Grupa stațională G.S - 11

<p>Descriere:</p> <p>Terenuri cu eroziune foarte puternică și excesivă (e3...e4), predominant cu erodosoluri pararendzinice și tipice sau regosoluri slab la moderat dezvoltate, cu textura luto-argiloasă la argiloasă, fără schelet sau cu schelet puțin (0...25%), cu grosimea de 21...50 cm (uneori până la 75 cm), formate pe marne, argile sau complexe de marne, calcare și gresii.</p>	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Plantații de pin în amestec cu foioase specii de ajutor și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă</p> <p>Plantații de pin în amestec cu cătina, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă</p>
	<p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 50 Pi.n 25 Mj (Vi.t) 25 Lc (Sp; Pd);</p> <p>b) 50 Pi.n 50Ct.</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 5000/ha.</p> <p>b) 6700/ha.</p>

Grupa stațională G.S - 12

<p>Descriere:</p> <p>Stâncării cu soluri în petice (erodosoluri tipice, calcarice, litosoluri și mai rar erodosoluri cambice, argiloiluviale sau regosoluri slab dezvoltate) cu grosimea de 21...50 cm, nisipoase la nisipolutoase, cu 25...75% schelet (uneori până la 90%), pe terenuri cu multe aflorimente stâncoase, foarte puternic la excesiv erodate</p>	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Plantații de pin în amestec cu foioase specii de ajutor și arbuști, din zona de deal, CF, FD1, FD2 și FD3, pe stâncării cu soluri în petice (eroziune de suprafață excesivă).</p>
	<p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 50 Pi. n (Pi) 25 Mj (Vi. t, Fr) 25 Pd (Sp, Co, Ll).</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 5000/ha.</p>

Regiuni de câmpie, coline și dealuri din stepă și silvostepă

Grupa stațională G.S - 14

Descriere: Terenuri cu eroziune slabă la moderată (e0...e1), cu soluri zonale (cernoziomuri, faeoziomuri s.a.), nisipolutoase la lutoase, moderat profunde la profunde (peste 75 cm), fără schelet sau cu schelet puțin în primii 50...75 cm (sub 25%) precum și pseudorendzine, luto-argiloase la argiloase, fără schelet sau cu schelet puțin, cu grosimea de 75...150 cm, formate pe marno-argile.	Tipuri de vegetație: Plantații de cvercinee, amestec de stejar brumăriu (stejar, cer, gârniță, stejar pufos, după caz) cu specii principale și arbuști, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață slabă și moderată. Plantații de salcâm, amestec cu specii principale și/sau de ajutor, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață slabă și moderată
	Compoziții de împădurire: a) 40 St.b (St., Ce, Gâ, Str) 30 Fr (Mj; Vi.t; Pr; Te.a; Ju; Dd; I.v) 30 Pd (Lc; Co; Mc; Sp; Ll), pe soluri fertile, la pante sub 20 grade; b) 75 Sc, 25 G1 (M1; Ul. t; Ju; Vi. t), în stațiuni cu soluri nisipolutoase la lutoase, slab carbonatate; c) 60 Fr.î (Te.a, Ul.c) 30 Pă, Cd, Ju, Dd) 10 Arb (Pd,Po,Mc), în stațiuni cu soluri compacte, luto-argiloase la argiloase
	Desimea culturilor: a) 6700/ha; b) 4000/ha (2,5 x 1 m) cu deosebire în cazul compoziției "b", pe pante mai reduse (sub 15 grade). c) 5000/ha

Grupa stațională G.S - 15

Descriere: Terenuri puternic erodate (e2), cu soluri zonale trunchiate în urma erodării (cernoziomuri, faeoziomuri ș.a.), nisipolutoase la lutoase, fără schelet sau cu schelet puțin (sub 25%), cu grosimea de 50...100 cm (150 cm), formate pe loess, luturi, nisipuri, pietrișuri cu nisip.	Tipuri de vegetație: Plantații de salcâm, amestec cu specii principale și/sau de ajutor, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică. Amestec de foioase xerofite din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc(Gl) 25 G1(Mj; Vi.t; Dd; Sp; Ll) pentru solurile fără carbonați sau cu carbonați puțini b) 50 Fr.î (Te.a, Ul.c) 30 Pă, Cd, Ju, Dd) 20 Arb (Pd, Po, Mc)
	Desimea culturilor: a) 5000/ha; b) 5000/ha.

Grupa stațională G.S - 16

Descriere: Terenuri puternic erodate (e2), cu soluri rendzinice, brune, cernoziomice s.a., trunchiate în urma erodării sau regosoluri bine dezvoltate, nisipoase la luto-nisipoase, cu schelet mult (25...50%), puțin profunde (50 ...75 cm, rar	Tipuri de vegetație: Plantații de pin în amestec cu foioase specii principale și arbuști, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață puternică
	Compoziții de împădurire: a) 25 Pi.n 50 Fr (Mj; Mi;Ci;Vi.t), 25 Lc (Pd, Co;Sp;Ll)
	Desimea culturilor: a) 5000/ha;

100 cm), formate pe calcare, roci eruptive și metamorfice dure (granit, cuarțit, șisturi), pietriș cu puțin nisip ș.a.

Grupa stațională G.S - 18

Descriere:

Terenuri foarte puternic și excesiv erodate (e3...e4) cu erodosoluri tipice, cambice sau argice și regosoluri slab la moderat dezvoltate, nisipo-lutoase la lutoase, fără schelet sau cu schelet puțin (0...25 %), superficiale la puțin profunde (21...50, rar 75cm), formate pe loess, nisipuri, luturi, nisip cu pietriș ș.a.

Tipuri de vegetație:

Plantații de salcâm, amestec cu specii de ajutor, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă

Plantații de specii xerofite (sălcioara ș.a.), din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă

Compoziții de împădurire:

a) 75Sc12,5 Mj (Vi.t)12,5 Pd (Sp, Ll), pe soluri slab carbonatate
b) 100 Sl, în condițiile unui conținut ridicat de CaCO₃

Desimea culturilor:

a) 5.000 / ha
b) 6.700 / ha

Grupa stațională G.S - 19

Descriere:

Terenuri foarte puternic și excesiv erodate (e3...e4), cu regosoluri și erodosoluri luto-argiloase la argiloase, superficiale, rar puțin profunde (21...50 cm, rar 75 cm), fără schelet sau cu schelet foarte puțin (sub 10 %), formate pe marno-argile, uneori cu intercalații de pietriș sau gresii.

Tipuri de vegetație:

Plantații de specii xerofite, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă

Plantații de cătina albă, din zona de câmpie, silvostepă pe substrate marno-argiloase, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică și excesivă

Compoziții de împădurire:

a) 50 Mj (Vi.t;S1) 50Ll (Sp;Pd)
b) 100 Ct, în silvostepă, pe substrate marno-argiloase, în treimea inferioară a versanților

Desimea culturilor:

a) 5.000 / ha
b) 6.700 / ha

Grupa stațională G.S - 20

Descriere:

Terenuri foarte puternic erodate (e3), frecvent cu aflorimente stâncoase, cu erodosoluri calcarice, litice, regosoluri moderat dezvoltate, nisipo-lutoase la lutoase, cu schelet mult

Tipuri de vegetație:

Plantații de pin în amestec cu foioase specii de ajutor și arbuști, din zona de câmpie, silvostepă și stepă, pe terenuri cu eroziune de suprafață foarte puternică

Compoziții de împădurire:

a) 25 Pi.n (Pi.p;L.v) 50 Mj (Vi.t; Pr) 25 Pd (Sp; Ll)

Desimea culturilor:

a) 5.000 / ha

(26...50 %), superficiale (21...50 cm grosime, rar mai mult), formate pe roci dure.

Râpe și taluzuri naturale - R

Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete (stejar, cer, gârniță și șleauri-etajele FD1; FD2) și regiuni de dealuri din subzona gorunului (etajul FD3)

Grupa stațională G.S - 29

Descriere:

Taluzuri de ravene și ogașe, formate în roci slab consolidate (loess, nisipuri, luturi, pietriș cu nisip, complexe de gresii, nisipuri, luturi și marne etc.), cu un strat superficial de rocă dezagregată sau cu erodosoluri tipice, cambice, argice, spodice etc., uneori și regosoluri slab erodate, cu grosimea de 20...30 cm, fără schelet sau cu schelet până la 50%

Tipuri de vegetație:

Asociații de sălcioara și alte foioase xerofite din zona de dealuri pe taluzuri de ravenă, pe substrat din roci slab consolidate;
Salcâmete din zona de dealuri pe taluzuri de ravenă, pe substrat din roci slab consolidate;
Cătinișuri din zona de dealuri pe taluzuri de ravenă, pe substrat din roci slab consolidate.

Compoziții de împădurire:

- a) 75 Sc 12,5 Vi.t (Mj) 12,5 Pd (Ct) (pe depozite cu puțini carbonați); 3 rânduri salcâm, un rând specie de ajutor + arbust;
- b) 100 Sl (pe roci bogate în carbonați de calciu);
- c) 100 Ct (predominant pe taluzuri de peste 25 grade, formate pe marne).

Desimea culturilor:

- a) 6.700/ha (1,5 x 1 m)
- b) 10.000/ha (1 x 1 m)
- c) 10.000/ha (3 x 0,33 m)

Grupa stațională G.S - 30

Descriere:

Taluzuri de ravene și ogașe formate în roci moderat consolidate (marne, argile, complexe de marne, argile și gresii), cu un strat superficial de rocă dezagregată și alterată sau cu erodosoluri tipice sau pararendzinice, uneori și regosoluri slab dezvoltate, groase de 20...40 cm (rareori mai puțin sau mai mult), fără schelet sau cu schelet puțin.

Tipuri de vegetație:

Asociații de sălcioara și alte foioase xerofite din zona de dealuri pe taluzuri de ravenă, pe substrat din roci moderat consolidate;
Cătinișuri din zona de dealuri pe taluzuri de ravenă, pe substrat din roci moderat consolidate.

Compoziții de împădurire:

- a) 100 Ct;
- b) 100 Sl (Ct.r) cu deosebire pe roci slab la moderat salifere.

Desimea culturilor:

- a) 6700/ha (1,5 x 1 m),
- b) 10.000/ha (1 x 1 m)

Regiuni de câmpie, coline și dealuri din stepă și silvostepă (CF, S, Ss)

Grupa stațională G.S - 34

Descriere:

Tipuri de vegetație:

<p>Taluzuri de ravene și ogașe, formate în roci slab consolidate (loess, nisipuri, pietrișuri cu nisip, luturi, complexe de nisipuri cu puține marne sau gresii etc), cu un strat superficial de rocă dezagregată sau cu erodosoluri tipice, cambice sau argice, cu grosimea de aproximativ 20...30 cm, fără schelet sau schelet până la cel mult 50%.</p>	<p>Salcâmet în zona de coline și dealuri din silvostepă, pe râpe și taluzuri naturale cu substrat din roci sedimentare neconsolidate sau slab consolidate;</p> <p>Asociații de sălcioara și alte foioase xerofite din zona de câmpie, silvostepă și stepă pe râpe și taluzuri de ravenă cu substrat din roci slab consolidate;</p>
	<p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 75Sc 12,5(Mj; Vi.t) 12,5Pd (Sp; Ll), pe depozite afânate, slab carbonatate;</p> <p>b) 100 Sl (Vi.t, Ct) pe depozite sau roci cu un conținut ridicat de carbonați de calciu.</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 5.000/ha (2 x 1 m),</p> <p>b) 6.700/ha (1,5 x 1 m)</p>

Grupa stațională G.S - 35

<p>Descriere:</p> <p>Taluzuri de ogașe și ravene, formate în roci moderat consolidate (marne, argile, complexe de marne, argile și gresii) cu un strat superficial de roca alterată sau cu erodosoluri tipice sau pararendzinice, groase de 20...40 cm, fără schelet sau cu schelet până la 50%.</p>	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Cătinișuri din zona de câmpie, silvostepă și stepă pe râpe și taluzuri de ravenă cu substrat din roci moderat consolidate;</p> <p>Asociații de sălcioara și alte foioase xerofite din zona de câmpie, silvostepă și stepă pe râpe și taluzuri de ravenă cu substrat din roci moderat consolidate;</p>
	<p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 100 Ct (în silvostepă, în treimea inferioară a versanților);</p> <p>b) 100 Sl (Vi.t, Ct. r), în stepă și silvostepă, inclusiv pe roci slab salifere.</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 10.000/ha, la 1 x 1 m</p> <p>b) 10.000/ha,</p>

Grupa stațională G.S - 36

<p>Descriere:</p> <p>Taluzuri de ravenă și de ogașe, formate predominant în roci dure, (calcare, șisturi cristaline, roci eruptive, ș.a.), cu petice de sol printre aflorimentele stâncoase (erodisoluri), cu grosimea de cel puțin 20 cm, cu schelet mult la excesiv (26 - 90%).</p>	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Asociații de mojdrean și alte foioase xerofite din zona de câmpie, silvostepă și stepă pe taluzuri de ravenă pe substrat din roci dure;</p>
	<p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 50 Mj (Pi, Vi.t; Ml) 50 Sp (Ll; Pd); amestec intim și în buchete mici.</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) 5.000/ha</p>

Depozite naturale – D

Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete (stejar, cer, gârnița - etajele FD1; FD2) și din subzona gorunului (etajul FD3)

Grupa stațională (G.S - 42)

Nisipuri și maluri, uneori și nisipuri cu pietriș (sub 50%), reprezentate prin depozite aluviale recente, nesolificate sau cu protosoluri aluviale stratificate, uneori slab înierbate.

Grupa stațională G.S – 42.1 Depozite cu apa accesibilă

Descriere: Nisipuri și maluri, uneori și nisipuri cu pietriș (sub 50%), reprezentate prin depozite aluviale recente, nesolificate sau cu protosoluri aluviale stratificate, uneori slab înierbate - apa accesibilă	Tipuri de vegetație: Plantații de plop/salcie din zona de dealuri pe protosoluri aluviale sau depozite aluviale cu nisipuri și mături cu apa accesibilă.
	Compoziții de împădurire: a) 100 Pl. ea (An.n); b) 100 Să pe depozite inundabile sau expuse la viituri
	Desimea culturilor: a) 2.000/ha (2,5 x 2 m), în cazul plantării cu puiți de talie mare (Pl.ea, Să) b) 5.000/ha (2 x 1 m), în cazul plantării cu puiți de talie mică (An.n).

Grupa stațională G.S – 42.2 Depozite cu apa inaccesibilă

Descriere: Nisipuri și maluri, uneori și nisipuri cu pietriș (sub 50%), reprezentate prin depozite aluviale recente, nesolificate sau cu protosoluri aluviale stratificate, uneori slab înierbate - apa inaccesibilă	Tipuri de vegetație: Cătinșuri din zona de dealuri pe protosoluri aluviale sau depozite aluviale cu nisipuri și mături cu apa inaccesibilă.
	Compoziții de împădurire: a) 100 Ct (Pl.t);
	Desimea culturilor: a) 5.000/ha (2 x 1 m)

Regiuni de câmpie forestieră, stepă și silvostepă.

Grupa stațională G.S – 44

Descriere: Nisipuri sau mături, uneori cu pietriș mărunț (sub 50%), reprezentate prin depozite aluviale recente, nesolificate sau cu protosoluri aluviale stratificate, slab înierbate, cu apa accesibilă pentru plante din cursul de apă sau din pânza freatică.	Tipuri de vegetație: Plantații de plop, salcie sau anin din zona silvostepă și câmpie forestieră pe protosoluri aluviale sau depozite aluviale cu nisipuri și mături cu apa accesibilă.
	Compoziții de împădurire: a) 100 Pl.ea±Am, soluri aluviale stratificate, relativ fertile; b) 100 Să, aluviuni reavăn-umede, relativ fertile, inundabile; c) 100 An.n, pe aluviuni reavăn-umede, sărace.
	Desimea culturilor: a) 1.670/ha (2x3 m), în cazul Pl.ea cu puiți de talie mare; b) 2.500/ha (2x2 m), în cazul Să, cu puiți de talie mare; 10.000/ha, (1x1m), în cazul sadelor de Să c) 5.000/ha (2x1 m), în cazul An. n;

Grupa stațională G.S – 45

Descriere:	Tipuri de vegetație:
-------------------	-----------------------------

Nisipuri sau maluri, uneori cu pietriș mărunț (sub 50%), reprezentate prin depozite aluviale recente, nesolificate, sau cu protosoluri aluviale stratificate, slab carbonatate, cu apa freatică neaccesibilă pentru plante.	Plantații de salcâm (glădiță) din zona silvostepă și câmpie forestieră pe protosoluri aluviale sau depozite aluviale cu nisipuri și mături cu apa neaccesibilă.
	Compoziții de împădurire: a) 100 Sc b) 100Gl, pe depozite bogate în carbonați.
	Desimea culturilor: a) 5.000/ha (2x1 m)

Terenuri fugitive (afectate de procese de deplasare) – F

Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete (stejar, cer - etajele FD1; FD2) și din subzona gorunului (etajul FD3).

Grupa stațională G.S – 54	
Descriere: Terenuri alunecătoare cu masa alunecată slab la moderat fragmentată, cu insule de soluri zonale (luvisoluri, faeziomuri /pseudorendzine, deseori pseudogleizate s.a.) nederanjate sau slab la moderat fragmentate dar cu orizontul de humus rămas predominant la suprafața terenului, cu grosimea de peste 75 cm, fără exces de apă.	Tipuri de vegetație: Amestec cvercinee (mezofite) ± foioase zonale (Pa, Ci, Fr, Te.a ș.a) din zona de deal pe terenuri alunecătoare slab-moderat fragmentate; Salcâmet din zona de deal pe terenuri alunecătoare slab-moderat fragmentate;
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc 25 Gl (Dd; Vi. t; Ml; Cd), pe soluri slab carbonatate, cu textura nisipo-lutoasă la lutoasă, afânate b) 25 St (Go, St.r) 50 Pa (Ci; Te.a; Vi.t) 25 Sâ (Pd, Co), pe terenuri stabilizate, cu soluri fertile, practic nederanjate; c) 25 St (Ce) 50 Mj (Ul.t; Ju, Vi. t) 25 Sâ (Co, Al, Po) pe soluri cu textura luto-argiloasă la argiloasă;
	Desimea culturilor: a) 5.000/ha (2x1 m)

Grupa stațională G.S – 55	
Descriere: Terenuri alunecătoare cu masa alunecată puternic și foarte puternic fragmentată, cu regosoluri, soluri foarte puternic erodate și/sau amestecuri de sol cu roca dar cu predominarea rocii la suprafața sau mase de pământ puternic fragmentate, provenite din surpări sau din curgeri noroioase, drenate.	Tipuri de vegetație: Diverse foioase xerofite (sălcioara, ulm de Turkestan ș.a.) din zona de deal pe terenuri alunecătoare puternic-foarte puternic fragmentate; Salcâmete din zona de deal pe terenuri alunecătoare puternic-foarte puternic fragmentate; Arbuști (cățina albă) din zona de deal pe terenuri alunecătoare puternic-foarte puternic fragmentate
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc 25 Sl (Ul.t, Vi.t, Cd), pe soluri ușoare și depozite slab carbonatate, cu textură nisipo-lutoasă la lutoasă b) 100 Sl (Cd) (pe soluri bogate în CaCO ₃); c) 100 Ct, pe depozite sau roci marno-argiloase.
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m)

b) 6.700 / ha (1,5 x 1 m)

Regiuni de câmpie (CF), coline și dealuri, din stepă și silvostepă (S; Ss)

Grupa stațională G.S – 59

Descriere:

Terenuri alunecătoare cu masa alunecată slab la moderat fragmentată, cu soluri zonale (faeziomuri s.a.), nederanjate sau slab la moderat fragmentate, deseori slab la moderat erodate, dar cu predominarea orizontului cu humus la suprafața terenului, cu grosimea de peste 75 cm, fără exces de apă.

Tipuri de vegetație:

Amestec cvercinee și foioase (xerofite) din regiuni de câmpie, coline și dealuri pe terenuri alunecătoare slab-moderat fragmentate;

Salcâmet în amestec, în regiuni de câmpie, coline și dealuri pe terenuri alunecătoare slab-moderat fragmentate;

Compoziții de împădurire:

a) 75 Sc 25 Gl (Dd; Vi.t; Ul.t, Cd), pe soluri slab carbonatate,
b) 25 St. b (Ce) 50 Pa (Te.a; Ul.t; Pă; Ju, Ar) 25 Sâ (Ll, Pd, Sp, Co), pe soluri fertile

Desimea culturilor:

a) 5.000 / ha (2 x 1 m)

Grupa stațională G.S – 61

Descriere:

Terenuri curgătoare sau depozite de curgeri plastice sau noroioase situate în microdepresiuni cu exces temporar de apă.

Tipuri de vegetație:

Foioase mezofite (Fr), mezohigrofite (An) și higrofite (Sa) în regiuni de câmpie, coline și dealuri pe terenuri curgătoare și microdepresiuni cu exces de apă;

Arbuști în regiuni de câmpie, coline și dealuri pe terenuri curgătoare și microdepresiuni cu exces de apă;

Compoziții de împădurire:

a) 100 An.n, pe terenuri cu exces de apă, cu deosebire în silvostepă;

b) 100 Sa; pe terenuri cu exces prelungit de apă;

c) 100 Fr, pe terenuri fără exces de apă dar cu umiditatea asigurată și soluri mai bogate;

d) 100 Sl (Ct.r; Ct), pe soluri sărace, inclusiv cu salinizare slabă la moderată

Desimea culturilor:

a) 3.300 / ha (2 x 1,5 m), în cazul plantațiilor cu anin și salcie;

b) 5.000 / ha (2 x 1 m), în cazul plantațiilor cu frasin;

c) 6.700 / ha (1,5 x 1 m), în cazul plantațiilor cu sălcioara, cătina albă și cătina roșie

Terenuri sărăturate – H

Terenuri salinizate – S

Grupa stațională G.S – 82b

Descriere:

Tipuri de vegetație:

Salinizare în profunzime sau ușoară, cu factori limitativi severi. Terenuri cu soluri zonale (luvisoluri, cernoziomuri, aluviosoluri, psamosoluri) salinizate în profunzime sau slab salinizate de la suprafață, salinizarea provenind, în cele mai multe cazuri, din apa freatică salinizată, dar și din inundare cu apă salină, sau din roca mama saliferă aflată mai jos de 50 cm.

Plantații de glădiță în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare ușoară, cu factori limitativi severi asociați
 Plantații de sălcioara în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare ușoară, cu factori limitativi severi asociați.
 Plantații de anin negru în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare ușoară, cu factori limitativi severi asociați)

Compoziții de împădurire:

- a) 50 Gl (Dd; Ul.t.; Fr.p) 50 Ct.r (Ct);
- b) 50 Sl (An.n) 50 Ct.r

Desimea culturilor:

- a) 5.000 / ha (2 x 1 m);
- b) 5.000 / ha (2,25 x 0,9 m)

Grupa stațională G.S – 83a

Descriere:

Salinizare medie, fără alți factori limitativi severi. Terenuri cu soluri zonale (cernoziomuri, aluviosoluri, psamosoluri s.a.) moderat salinizate de la suprafață sau de la mică adâncime, salinizarea provenind din apa freatică, izvoare sărate de coastă, roci salifere la adâncime mică (mai jos de 30 cm).

Tipuri de vegetație:

Plantații de glădiță în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare medie, fără factori limitativi severi asociați
 Plantații de sălcioara în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare medie, fără factori limitativi severi asociați.
 Plantații de anin negru în amestec cu cățina, pe terenuri cu salinizare medie, fără factori limitativi severi asociați)

Compoziții de împădurire:

- a) 50 Gl (Dd; Ul.t.; Fr.p) 50 Ct.r (Ct);
- b) 50 Sl (An.n) 50 Ct.r

Desimea culturilor:

- a) 5.000 / ha (2 x 1 m);
- b) 5.000 / ha (2,25 x 0,9 m)

Grupa stațională G.S – 83b

Descriere:

Salinizare medie, cu factori limitativi severi suplimentari. Terenuri cu soluri zonale (cernoziomuri, aluviosoluri, psamosoluri s.a.) moderat salinizate de la suprafață sau de la mică adâncime, salinizarea provenind din apa freatică, izvoare sărate de coastă, roci salifere la adâncime mică (mai jos de 30 cm).

Tipuri de vegetație:

Plantații de cățina roșie, pe terenuri cu salinizare medie, cu factori limitativi severi asociați
 Plantații de sălcioara, pe terenuri cu salinizare medie, cu factori limitativi severi asociați

Compoziții de împădurire:

- a) 100 Ct. r;
- b) 100 Sl (Ct; H. h).

Desimea culturilor:

- a) 5.000 / ha (2 x 1 m);
- b) 5.000 / ha (2,25 x 0,9 m)

Grupa stațională G.S – 84a

Descriere: Salinizare puternică / foarte puternică, fără alți factori limitativi severi. Terenuri cu soluri puternic și foarte puternic salinizate, de la suprafață sau de la mica adâncime (frecvent solonceacuri), cu salinizarea provenind din apa freatică, din izvoare sărate de coasta sau din roca mamă salifera, situată la sub 30 cm adâncime.	Tipuri de vegetație: Plantații de cățina roșie, pe terenuri cu salinizare puternică, fără factori limitativi severi asociați Plantații de sălchioara, pe terenuri cu salinizare puternică, fără factori limitativi severi asociați
	Compoziții de împădurire: a) 100 Ct. r; b) 100 SI (Ct; H. h)
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m); b) 5.000 / ha (2,25 x 0,9 m)

Terenuri alcalizate - A**Grupa stațională G.S – 85a**

Descriere: Alcalizare în profunzime / alcalizare ușoară, fără alți factori limitativi severi. Terenuri cu soluri zonale (kastanoziom, cernoziomuri, aluviosoluri s.a.), alcalizate în profunzime (la peste 30 cm) sau cu alcalizare slabă de la suprafață	Tipuri de vegetație: Plantații de glădiță în amestec cu specii de ajutor, pe terenuri cu alcalizare în profunzime, fără alți factori limitativi severi Plantații de foioase xerofite în amestec cu cățina roșie, pe terenuri cu alcalizare ușoară, fără alți factori limitativi severi.
	Compoziții de împădurire: a) 50Gl (Sc; Sf) 50 Fr.p; Ul.c), pe terenuri cu alcalizare în profunzime (peste 30 cm); b) 50 Pl (Fr.p;Gl;) 25 SI 25 Ct.r (Ct)
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m); b) 5.000 / ha (2,25 x 0,9 m)

Grupa stațională G.S – 85b

Descriere: Alcalizare în profunzime/ alcalizare ușoară, cu factori limitativi severi suplimentari. Terenuri cu soluri zonale (kastanoziom, cernoziomuri, aluviosoluri s.a.), alcalizate în profunzime (la peste 30 cm) sau cu alcalizare slabă de la suprafață.	Tipuri de vegetație: Plantații de foioase xerofite în amestec cu cățina roșie, pe terenuri cu alcalizare ușoară, cu alți factori limitativi severi suplimentari.
	Compoziții de împădurire: a) 25Gl(Fr.p) 25SI 50Ct.r
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m);

Grupa stațională G.S – 86a

Descriere:	Tipuri de vegetație:
-------------------	-----------------------------

Alcalizare medie, fără alți factori limitativi severi. Terenuri cu soluri zonale (kastanoziom, cernoziomuri, aluviosoluri ș.a.), moderat alcalizate de la suprafață sau de la mică adâncime (sub 30 cm).	Plantații de foioase xerofite în amestec cu cățina roșie, pe terenuri cu alcalizare medie, fără alți factori limitativi severi suplimentari
	Compoziții de împădurire: a) 25G1(Fr.p) 25S1 50Ct.r
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m);

Grupa stațională G.S – 86b

Descriere: Alcalizare medie, cu factori limitativi severi suplimentari. Terenuri cu soluri zonale (kastanoziom, cernoziomuri, aluviosoluri ș.a.), moderat alcalizate de la suprafață sau de la mică adâncime (sub 30 cm).	Tipuri de vegetație: Plantații de sălchioara, pe terenuri cu alcalizare medie, cu alți factori limitativi severi suplimentari Plantații de cățina, pe terenuri cu alcalizare medie, cu alți factori limitativi severi suplimentari)
	Compoziții de împădurire: a) 100 S1 (Ct;Ct.r)
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m);

Grupa stațională G.S – 87a

Descriere: Alcalizare puternică / foarte puternică, fără alți factori limitativi severi. Terenuri cu soluri puternic și foarte puternic alcalizate, de la suprafață sau de la mică adâncime (în cele mai multe cazuri solonețuri)	Tipuri de vegetație: Plantații de sălchioara, pe terenuri cu alcalizare puternică, fără alți factori limitativi severi suplimentari. Plantații de cățina, pe terenuri cu alcalizare puternică, fără alți factori limitativi severi suplimentari)
	Compoziții de împădurire: a) 100 S1 (Ct;Ct.r)
	Desimea culturilor: a) 5.000 / ha (2 x 1 m);

Terenuri cu exces de apă

Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete (stejar, cer, gârnița - etajele FD1; FD2) și din subzona gorunului (etajul FD3)

Grupa stațională G.S – 100

Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din precipitații, cu stagnosoluri proxistagnice din zona de dealuri.	Tipuri de vegetație: Aninișuri și amestecuri de anini sau frasin cu alte foioase, în zona de deal pe soluri excesiv stagnogleizate; Amestec cu plop și diverse foioase din zona de deal pe soluri excesiv stagnogleizate.
	Compoziții de împădurire: a) 50 An.n (An) 50Fr, Me, P1.a, Sa.p b) 100 An.n (An)

	c) 50 Fr 50 An.n, An, Me, P1.a, Sa.p d) 50P1.a 25 An.n, Fr, Me, Sa.p 2 5Că, Ct.r, Sâ
	Desimea culturilor: 5.000 / ha (2 x 1 m);

Grupa stațională G.S – 101

Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din freatic, cu soluri gleice din zona de dealuri.	Tipuri de vegetație: Amestecuri de cvercinee cu diverse foioase sau rășinoase, din zona de deal pe soluri gleice; Plantații de plop și plop euramericani din zona de deal pe soluri gleice;– 5DM3 - Plantații de nuc negru din zona de deal pe soluri gleice.
	Compoziții de împădurire: a) 60Go (St, Ce, Gâ) 15Dr, Df 10Aj 15Arb; b) 100P1.ea c) 100 Nu.n– Df - Ci, Fr, Pa, Me, St.r– Aj - Ca, Ju, Mj, M1, Ma– Arb - A1, Lc, Pd, S.m, Pt;– Dr - La, Pi, Pi.s, Pi.n
	Desimea culturilor: a) 5000/ha (2x1 m); b) 2500/ha (2x2 m); c) 3333/ha (2x1,5 m).

Grupa stațională G.S – 103

Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din pânza freatică, cu gleiosoluri proxigleice din zona de dealuri.	Tipuri de vegetație: Amestecuri cu cvercinee din zona de deal pe gleiosoluri proxigleice; Amestecuri cu pin și diverse foioase din zona de deal pe gleiosoluri proxigleice; Aninișuri și amestecuri anin, frasin și diverse foioase din zona de deal pe gleiosoluri proxigleice; Amestecuri de plop alb și diverse foioase hidrofile din zona de deal pe gleiosoluri proxigleice.
	Compoziții de împădurire: a) 50Go (St, Ce, Gâ) 30Dr 10Aj 10Arb; b) 50Pi(Pi.n) 50Df; c) 50An.n (An) 50Fr, Me, P1.a, Sa.p; d) 100An.n (An); e) 50Fr 50An.n, An, Me, P1.a, Sa.p; f) 50P1.a 25Am.a, An.n, Fr, Me, Sa.p 25Că, Ct.r, Sâ.– Df - Ci, Fr, Pa, Me, St.r– Aj - Ca, Ju, Mj, Ml, Ma– Arb - A1, Lc
	Desimea culturilor: 5000/ha (2x1 m);

Grupa stațională G.S – 104

Descriere: Mlaștini eutrofe (bahne) cu hidrosoluri histice	Tipuri de vegetație: Amestecuri cu pin și diverse foioase din zona de deal pe bahne cu hidrosoluri histice
--	--

(orizont de turbă sub 0,5 m grosime) din zona de dealuri.	Aninișuri și amestecuri anin, frasin și diverse foioase din zona de deal pe bahnuri cu hidrosoluri histice.
	Compoziții de împădurire: a) 50Pi(Pi.n) 50FR, Ci, Me, Pa; b) 50An.n (An) 50Fr, Me, Pl.a, Sa.p; c) 100An.n (An);
	Desimea culturilor: 5000/ha (2x1 m);

Regiuni de câmpie, coline și dealuri din stepă și silvostepă (CF, S, Ss)

Grupa stațională G.S – 106	
Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din precipitații și soluri stagnice din zona de câmpie și silvostepă.	Tipuri de vegetație: Amestec cu stejar din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe soluri puternic stagnogleizate
	Compoziții de împădurire: a) 70St 10Df 10Aj 10Arb; b) 60St 15Dr 10Aj 15Arb; c) 50St (St.b, Ce, Gâ) 30Dr, Df 10Aj 10Arb;– Df - Ci, Fr, Pa, Me, St.r, Fr.p– Aj - Ca, Ju, Mj, Ml, Ma– Arb - A1, Lc, Că, Sâ, S.m, Pt;– Dr - La, Pi, Pi.s, Pi.n
	Desimea culturilor: 6000/ha (2x0,83 m)

Grupa stațională G.S – 108	
Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din precipitații, cu stagnosoluri proxistagnice din zona de câmpie și silvostepă.	Tipuri de vegetație: Aninișuri și amestecuri de anini și frasin din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe soluri excesiv stagnogleizate; Amestec cu plop și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe soluri excesiv stagnogleizate.
	Compoziții de împădurire: a) 50An.n 50Df b) 100An.n (An) c) 50Fr 25An.n, S1, 25Arb d) 50Pl.a 25Aa.n, S1 25Arb– Df - Ci, Fr, Pa, Me, St.r, Fr.p– Aj - Ca, Ju, Mj, Ml, Ma– Arb - A1, Lc, Pd, S.m, Pt;– Dr - La, Pi, Pi.s, Pi.n
	Desimea culturilor: a) 6000/ha (2x0,83m) b) 3300/ha (2x1,5m) c) 5000/ha (2x1 m) d) 3300/ha (2x1,5m)

Grupa stațională G.S – 109	
Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din freatic, cu	Tipuri de vegetație: Amestecuri de stejar din zona de câmpie și stepă pe soluri gleice; Plantații de plop și plop euramericani din zona de

soluri gleice din zona de câmpie și silvostepă.	câmpie, silvostepă/stepă pe soluri gleice; Plantații de nuc negru din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe soluri gleice.
	Compoziții de împădurire: a) 70St (Ce, Gâ) 10Df 10Aj 10Arb; b) 60St (Ce, Gâ) 15Dr 10Aj 15Arb c) 100P1.ea (P1.a) d) 100 Nu.n– Df - Fr, Fr.î, Fr.p, Te, Ve, St.r– Aj - Ca, Ju, Mj, Ml, Pa, Ar– Arb - Al, Lc, Că, Sâ, S.m, Pt;– Dr - La, Pi.s/n
	Desimea culturilor: a), b) 6000/ha (2x0,83 m) c), d) 3333/ha (2x1,5 m)

Grupa stațională G.S – 110

Descriere: Terenuri cu exces de apă provenită din pânza freatică, cu gleiosoluri epigleice din zona de câmpie și silvostepă.	Tipuri de vegetație: Amestecuri cu cvercinee din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe gleiosoluri epigleice; Amestecuri cu larice și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe gleiosoluri epigleice; Amestecuri cu pin și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe gleiosoluri epigleice; Plantații cu chiparos de baltă din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe gleiosoluri epigleice.
	Compoziții de împădurire: a) 50 St (Go, Ce, Gâ) 30Dr,Df 10Aj 10Arb; b) 50La (Pi) 30Df 20Arb; c) 50Pi(Pi.n) 50Df; d) 100Ch.b.– Df - Fr, Fr.p, Fr.î, Te, Ve, St.r– Aj - Ca, Ju, Mj, Ml, Ar– Arb - Al, Lc, Că, Sâ, S.m, Pt;– Dr - La, Pi, Pi.s, Pi.n
	Desimea culturilor: a), b), c) 6000/ha (2x0,83 m) d) 3333/ha (2x1,5 m)

Grupa stațională G.S – 112

Descriere: Mlaștini eutrofe (bahne) cu hidrosoluri histice (orizont de turbă sub 0,5 m grosime) din zona de câmpie și silvostepă.	Tipuri de vegetație: Amestecuri cu pin și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe bahne cu hidrosoluri histice; Aninișuri și amestecuri anin, frasin și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe bahne cu hidrosoluri histice.
	Compoziții de împădurire: a) 50-75Pi(Pi.n) 50-25Df; b) 50An.n (An) 50Df; c) 100An.n (An);– Df - Fr, Fr.p, Fr.î, Te, Ve, St.r, An.n
	Desimea culturilor: 6000/ha (2x0,83 m)

Grupa stațională G.S – 113

Descriere:	Tipuri de vegetație:
-------------------	-----------------------------

Mlaștini eutrofe (bahne) cu histosoluri eutrice (orizont de turbă peste 0,5 m grosime) din zona de câmpie și silvostepă.	Amestecuri cu pin și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe bahne cu histosoluri eutrice; Aninișuri și amestecuri anin, frasin și diverse foioase din zona de câmpie, silvostepă/stepă pe bahne cu histosoluri eutrice.
	Compoziții de împădurire: a) 50-75Pi(Pi.n) 50-25Df; b) 50An.n (An) 50Df; c) 100An.n (An); – Df - Fr, Fr.p, Fr.î, Te, Ve, St.r, An.n
	Desimea culturilor: 5000/ha (2x1 m)

Terenuri afectate de degradare antropică

Halde miniere - 1

Regiuni de câmpie și coline din stepă și silvostepă (S; Ss); regiuni de câmpie și dealuri din subzonele de cvercete și din subzona gorunului (etajele CF1, FD1 FD2, FD3).

Grupa stațională G.S – 117

Descriere: Halde miniere formate din materiale de rocă (nisipuri grosiere, nisipuri fine cu praf, luturi, marno-argile, loessuri, nisipuri cu puțin pietriș etc.), cu textura nisipoasă la nisipo-prăfoasă, provenind de regulă din măcinarea rocilor dure și flotarea acestora pentru extragerea minereurilor utile.	Tipuri de vegetație: Pinete în amestec cu foioase în zone de deal (câmpie), pe halde miniere de steril brut; Plantații de sălcioara în zone de deal (câmpie), pe halde miniere de steril brut; Salcâmet în amestec cu diverse foioase xerofite în zone de deal (câmpie), pe halde miniere de steril brut; Asociații de foioase mezohigrofitice (An, Pl) sau mezofite (Fr.p) în zone de deal, pe halde miniere de steril brut;
	Compoziții de împădurire: a) 25 Sc 50 S1 (U1.t, Mj) 25 Am (Sp, Ct.r), pe halde cu pH sub 7; b) 50 Pi. n (Pi) 25 Mj (Cd, Vi.t) 25 Am (Lc, Ct, L1), pe halde cu pH peste 7; c) 100 S1 (Ct), cu deosebire pe halde de flotare cu nisipuri fine, umezite; d) 50 An. a 50 Pl (Fr.p), pe halde umede din zona forestieră
	Desimea culturilor: a) și b) 5000/ha (2x1 m) c) 6 700 / ha (1,5 x 1 m), în special în cazul utilizării Ct d) 4 000 / ha (2 x 1,25 m)

Halde industriale - 2

Regiuni de câmpie și dealuri din subzona de cvercete și din subzona gorunului (etajele CF1; FD1; FD2; FD3); regiuni de câmpie și coline din stepă și silvostepă

Grupa stațională G.S – 119

Descriere: Halde industriale formate din zgură cu cenușă (de la	Tipuri de vegetație: Pinet de pin negru în amestec cu foioase în zone de deal și câmpie, pe halde industriale;
---	--

industria siderurgică), din cenușă cu pământ (provenite cu deosebire din arderea cărbunilor inferiori - lignit, în termocentrale) și din alte deșeuri și reziduuri industriale, unele conținând substanțe nocive pentru plante.	Salcâmet în amestec cu diverse foioase xerofite în zone de deal și câmpie, pe halde industriale;
	Compoziții de împădurire: a) 25 Sc 50 Cd (Mj; Vi.t) 25 Am (L1, Sp); b) 25 Pi.n 50 U1.t (Mj; Vi. t) 25 Po (L1, Sp);
	Desimea culturilor: a) 5 000 / ha (2 x 1 m) b) 6 700 / ha (1,5 x 1 m)

Halde menajere - 3

Regiuni de câmpie și dealuri din subzonele de cvercete și regiuni de dealuri din subzona gorunului.

Grupa stațională G.S – 136	
Descriere: Terenuri decopertate de stratul de sol și taluzuri de debleu formate predominant în sol, cu textura nisipo-lutoasă până la argiloasă și conținut variabil de schelet.	Tipuri de vegetație: Salcâmet în amestec cu diverse foioase xerofite în zone de deal sau câmpie, pe taluzuri în sol sau în roci moi; Asociații de foioase xerofite și arbuști în zone de deal sau câmpie, pe taluzuri în sol sau în roci moi; arbuști în zone de deal sau câmpie pe taluzuri în sol sau în roci moi.
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc 12,5 M1 (Vi. t, G1) 12,5 Pd (Sp, L1, Po), în condiții de textură nisipo-lutoasă la lutoasă și conținut redus de carbonați de calciu - TSD: WD1A; b) 50 Mj (Vi.t, S1) 50 L1 (Co, Pd), în condiții de textură mai grea, conținut ridicat de schelet și conținut ridicat de carbonați de calciu; c) 100 arbuști (Ct, Pd, L1, Co), pe taluzuri care nu permit plantarea de specii arborescente
	Desimea culturilor: a) 5 000/ha (2 x 1 m) b) 6 700/ha (1,5 x 1 m)

Grupa stațională G.S – 137	
Descriere: Terenuri decopertate de stratul de sol și taluzuri de debleu în roci slab și moderat consolidate (loess, luturi, nisipuri, pietrișuri, argile, marne, gresii s.a.);	Tipuri de vegetație: Pinet (pin negru) în amestec de cu arbuști în zone de deal sau câmpie, pe terenuri decopertate sau taluzuri de debleu în roci moi; Salcâmet în amestec cu diverse foioase xerofite în zone de deal sau câmpie, pe terenuri decopertate sau taluzuri de debleu în roci moi; Asociații de foioase xerofite și arbuști în zone de deal sau câmpie, pe terenuri decopertate sau taluzuri de debleu în roci moi; Arbuști în zone de deal sau câmpie pe terenuri decopertate sau taluzuri de debleu în roci moi;
	Compoziții de împădurire:

	<p>a) 50Sc 25 M1 (Vi. t, Cd, S1) 25 Pd (Sp, Po, L1) pe substrat cu textura nisipo-lutoasă la lutoasă, puțin schelet și conținut redus de carbonați - WD2A;</p> <p>b) 100 S1 (Sm, Cd) pe substrat nisipo-lutoos cu carbonați de calciu - WD2A;</p> <p>c) 100 Ct (L1, Pd, Po, Sâ), pe substrat marno-argiloso, taluzuri care nu permit plantarea speciilor arborescente;</p> <p>d) 25 Pi.n 75 Ct, pe substrat predominant marnos.</p> <p>e) 50 Mj (Vi.t, U1.t, S1) 50 L1 (Pd, Po, Sâ) - în condiții de textură luto-argiloso la argiloso, conținut ridicat de schelet sau de carbonați</p>
	<p>Desimea culturilor:</p> <p>a) b) 5 000/ha (2 x 1 m)</p> <p>c) d) 10 000/ha (1 x 1 m)</p> <p>e) 6 700/ha (1,5 x 1 m)</p>

Regiuni de câmpie, coline și dealuri din stepă și silvostepă (S; Ss)

Grupa stațională G.S – 140	
Descriere: Taluzuri de debleu formate predominant în sol, cu textura nisipo-lutoasă până la argiloso și conținut variabil de schelet.	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Salcâmet în amestec cu diverse foioase xerofite în zone de silvostepă, pe taluzuri în sol sau în roci moi;</p> <p>Asociații de foioase xerofite și arbuști în zone de silvostepă, pe taluzuri în sol sau în roci moi;</p> <p>Arbuști în zone de silvostepă pe taluzuri în sol sau în roci moi;</p> <p>Compoziții de împădurire:</p> <p>a) 75 Sc (Sf) 12,5 Vi. t (Cd, Sm) 12,5 L1 (Sp, Po), în cazul solurilor cu textura nisipo-lutoasă la lutoasă, cu schelet sub 25% în primii 30 - 50 cm și conținut redus de carbonați de calciu</p> <p>b) 50 Mj (U1.t, Vi. t, S1) 50 L1 (Sp, Po), în cazul solurilor cu textura luto-argiloso la argiloso și schelet peste 25%; R1 = Mj (U1.t, Vi. t, S1); R2 = L1 (Sp, Po);</p> <p>c) 100 arbuști (Po, Sp, L1, Am), pe taluzuri de drumuri și căi ferate care nu permit o încărcare exagerată cu greutatea vegetației.</p> <p>Desimea culturilor:</p> <p>a) și b) 5 000/ha (2 x 1 m)</p> <p>c) 10 000/ha (1 x 1 m)</p>

Terenuri deranjate sau desfundate și taluzuri de rambleu - X

Regiuni de câmpie și dealuri din subzonele de cvercete și regiuni de dealuri din subzona gorunului

Grupa stațională G.S – 129	
Descriere: Terenuri cu soluri deranjate sau desfundate și taluzuri de rambleu, cu	<p>Tipuri de vegetație:</p> <p>Salcâmet pur sau în amestec cu diverse foioase în zone de deal, pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu;</p> <p>Compoziții de împădurire:</p>

amestec de sol și rocă, cu predominarea solului în primii 30...50 cm și textura nisipo-lutoasă la luto-argiloasă.	a) 100 Sc, pe soluri nisipo-lutoase la lutoase; b) 75 Sc 12,5 G1 (M1; Vi.t; Mj) 12,5 Lc (So; Sâ; Co), pe soluri nisipo-lutoase la lutoase și conținut redus de carbonați (<3%); c) 25 Pi. n (Pi) 50 Ci (Mj; Vi.t) 25 Lc (Co; Sâ; Pd), pe soluri luto-argiloase la argiloase și schelet mult;
	Desimea culturilor: 5 000/ha (2 x 1 m)

Grupa stațională G.S – 130

Descriere: Terenuri cu soluri deranjate sau desfundate și taluzuri de rambleu, cu amestec de sol și rocă, cu predominarea rocii în primii 30...50 cm.	Tipuri de vegetație: Pinet (pin negru) în amestec cu foioase și arbuști în zone de deal, pe terenuri pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu; Salcâmet în amestec cu foioase în zone de deal, pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu; Asociații de diverse foioase xerofite și arbuști în zone de deal pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu;
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc 12,5 G1 (Vi.t, M1) 12,5 Lc (Sâ; Pd; Co), pe soluri nisipo-lutoase la lutoase fără sau cu puțin carbonat de calciu (max. 3%); b) 50 Pi. n 25 Mj (U1.t, Vi.t) 25 Ct (Sâ, Pd, Co), pe substrat marno-argiloase; c) 25 Pi. n 25 Mj (U1.t, Vi.t) 50 Ct (Sâ, Pd, Co), pe terenuri cu schelet mult la excesiv; d) 50 S1 (Sm) 50 Po (Sp, L1), pe terenuri cu panta mare și taluzuri cu soluri carbonatice
	Desimea culturilor: a), b), c) 5 000/ha (2 x 1 m) d) 6 700/ha (1,5 x 1 m)

Regiuni de câmpie, coline și dealuri din stepă și silvostepă.

Grupa stațională G.S – 131

Descriere: Terenuri cu soluri deranjate sau desfundate și taluzuri de rambleu, cu amestec de sol și rocă, cu predominarea solului în primii 30 - 50 cm și textura nisipo-lutoasă la luto-argiloasă.	Tipuri de vegetație: Pinete (pin negru, pin galben) în amestec cu arbuști în zone de silvostepă, pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu Salcâmet în amestec cu diverse foioase în zone de silvostepă, pe terenuri deranjate, desfundate sau taluzuri de rambleu;
	Compoziții de împădurire: a) 75 Sc 25 G1 (Mj; Vi.t; Dd), pe soluri nisipo-lutoase și lutoase cu conținut redus de carbonați de calciu (<3%); b) 25 Pi. n (Pi. p) 50 Mj (U1.t, Vi.t) 25 Lc (Pd, Po), pe soluri luto-argiloase la argiloase
	Desimea culturilor: 5 000/ha (2 x 1 m)

Lista speciilor utilizate în compozițiile de împădurire:

AJ-specii de ajutor,	LL-liliac;
AL-alun,	MA- Mălin american;
AM -amorfă,	ME-mesteacăn,
AN-anin,	MJ-mojdrean,
AN.N-anin negru,	ML-mălin american,
AN.V-anin verde,	MO-molid,
AR-arțar,	NU.N-nuc negru,
ARB-specii de arbuști,	PA-paltin de câmp,
BR-brad,	PA.M-paltin de munte,
CA-carpen,	PD-păducel,
CĂ-călin,	PI-pin silvestru,
CE-cer,	PI.N-pin negru,
CH.B-chiparos de baltă,	PLS-pin strob,
CI-cireș,	PL.A-plop alb,
CT - cătina albă;	PL.EA - plop euramerican;
CT.R -cătina roșie,	PL.T-plop tremurător,
CZ.N-coacăz negru,	PT-pațachină,
DD-dud;	S.M-salbă moale,
DF-diverse foioase,	SA-salcie albă,
DR-diverse rășinoase,	SÂ-sânger,
FR-frasin,	SA.P-salcie plesnitoare,
FR.I-frasin cu frunza îngustă,	SC - salcâm;
FR.P-frasin pufos,	SL -sălcioara,
GA-gâmiță,	SP-scumpie;
GL - glădiță;	ST-stejar,
GO-gorun,	ST.B-stejar brumăriu,
JU-jugastru,	ST.R-stejar roșu,
LA-larice,	VE-velniș,
LC-lemn câinesc,	VI. T - vișin turcesc.

Abrevierea etajelor de vegetație:

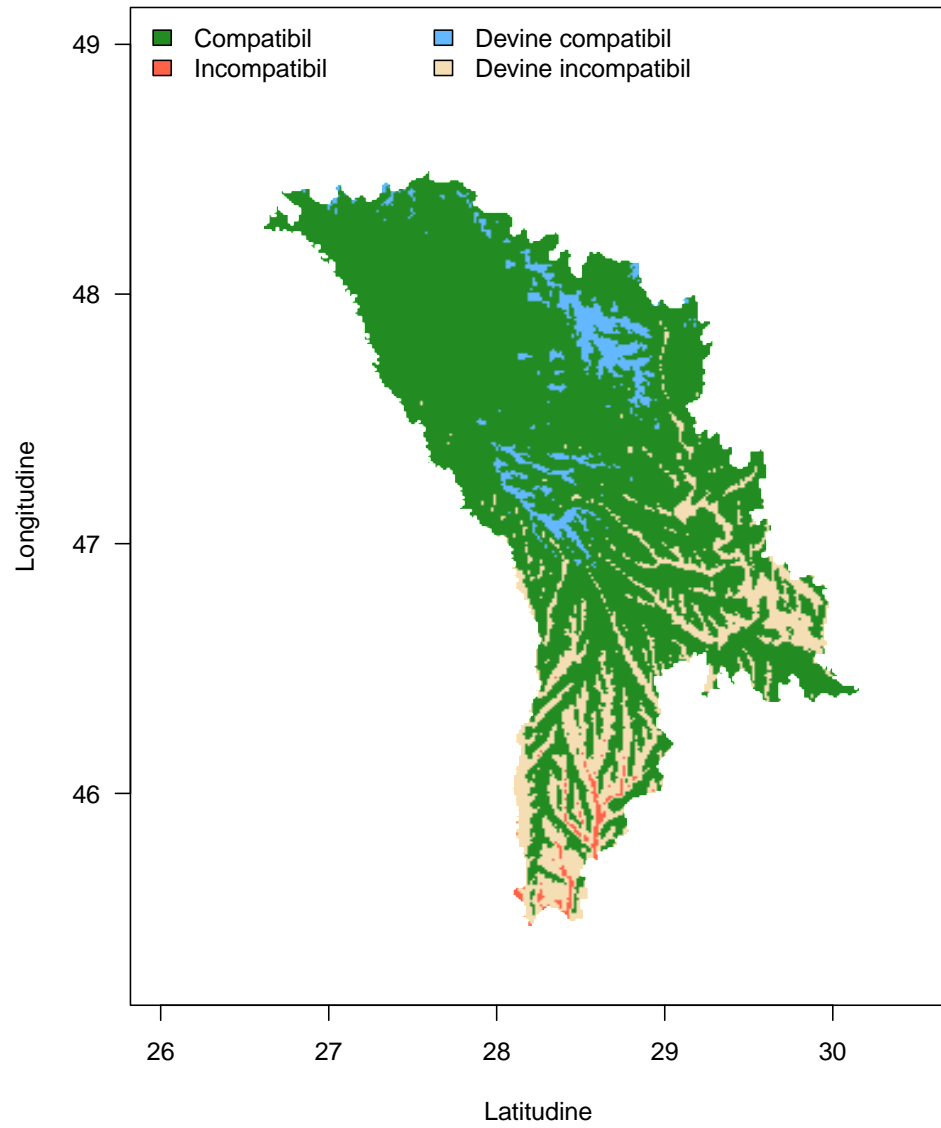
Regiuni de câmpie și coline din stepă (S) și silvostepă (Ss);

Regiuni de câmpie forestieră (CF)

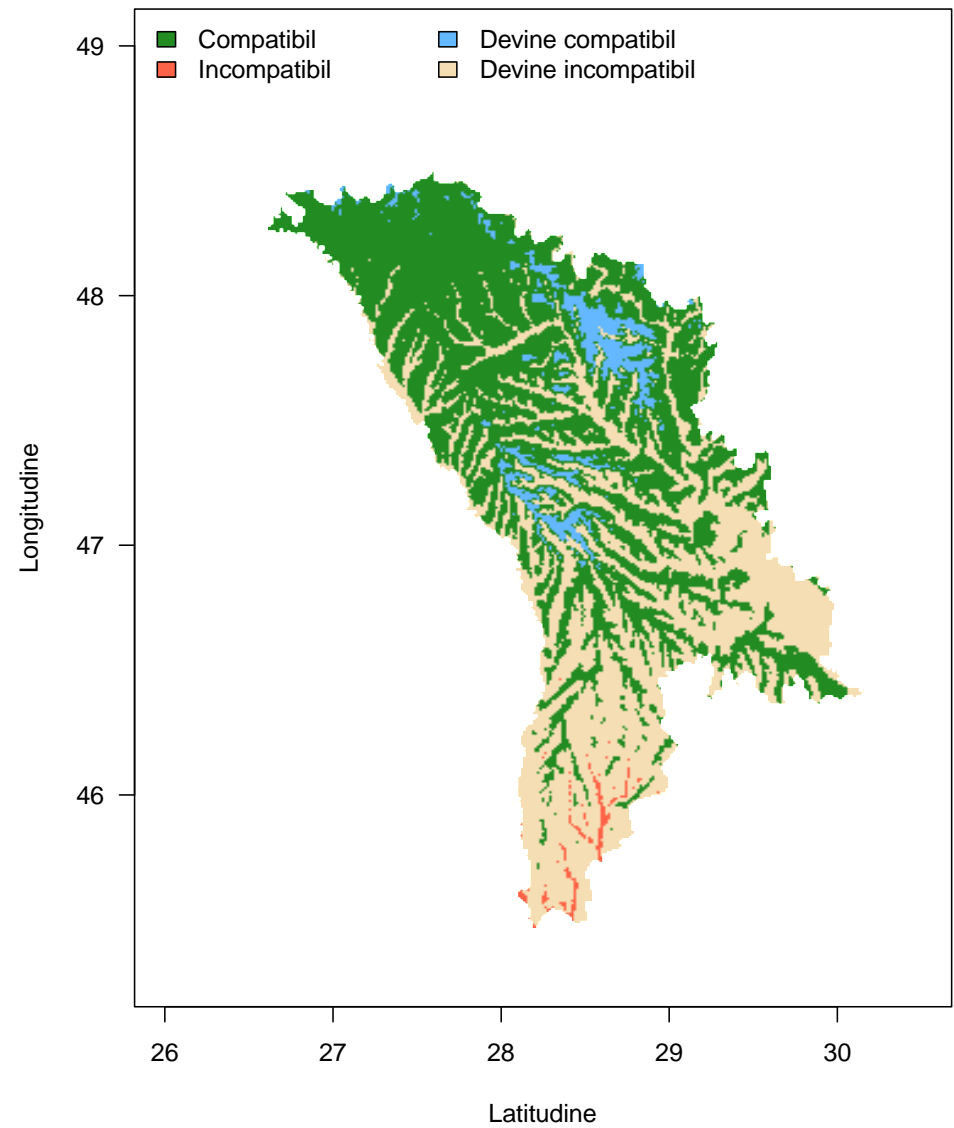
Regiuni de dealuri din subzonele de cvercete cu stejar și din subzona gorunului (FD1 FD2, FD3).

**ANEXA 3. Compatibilitatea climatică pentru principalele specii forestiere,
în scenariile RCP4.5 și RCP8.5, proiecții pentru anul 2070**

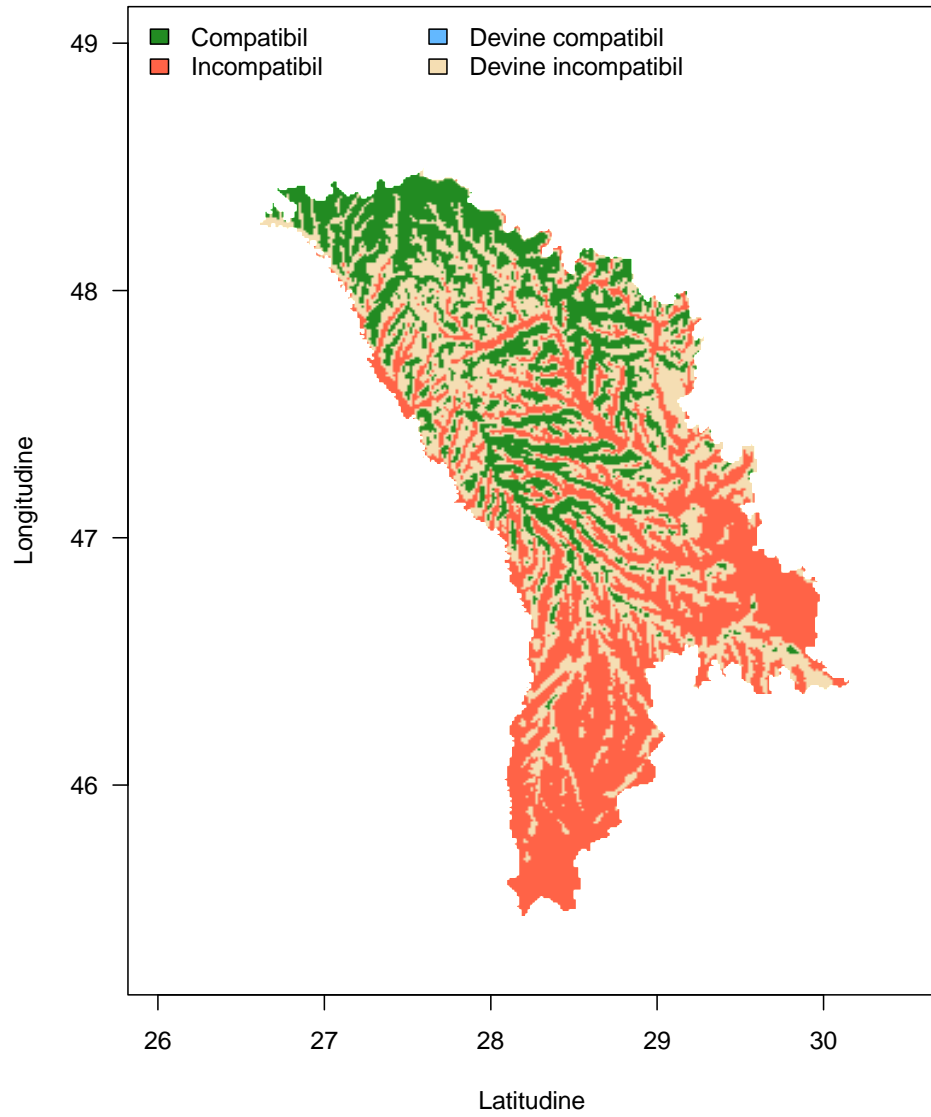
Robinia pseudoacacia – RCP4.5 (2070)



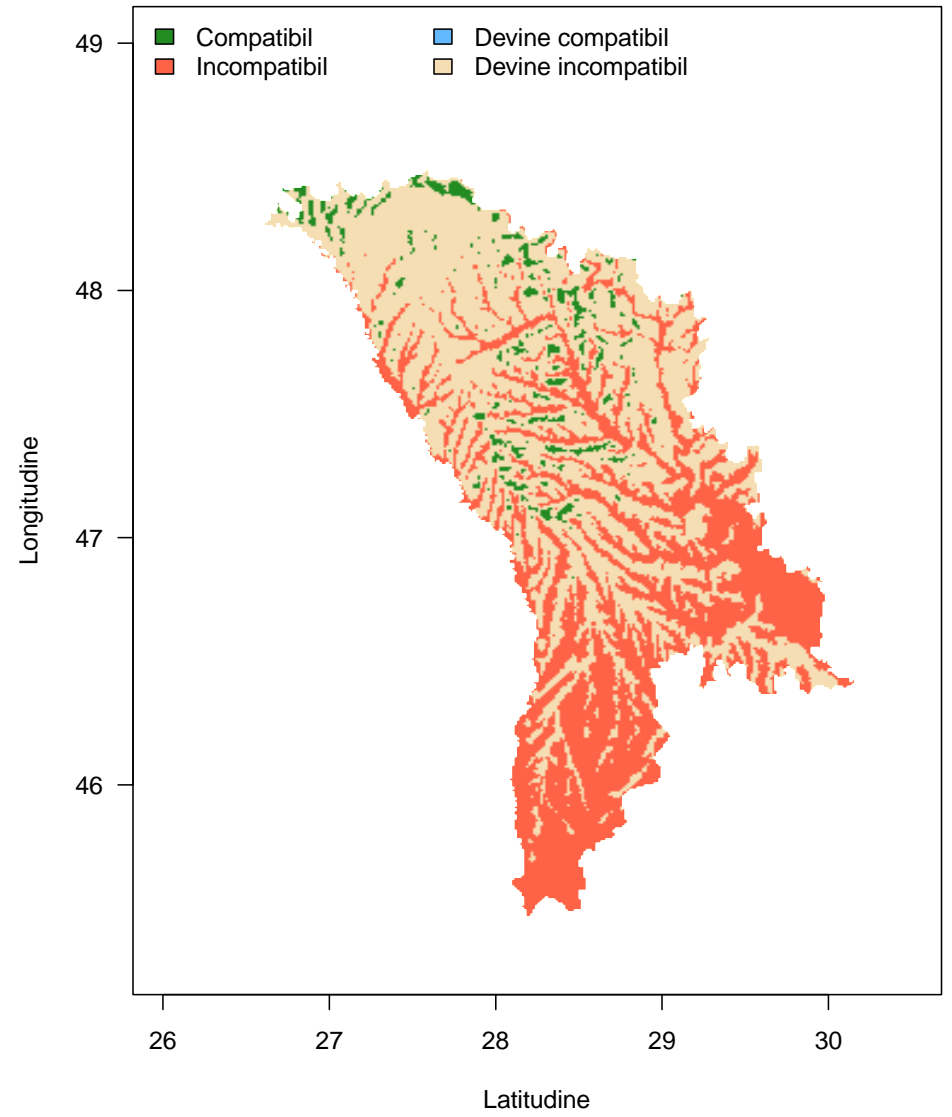
Robinia pseudoacacia – RCP8.5 (2070)



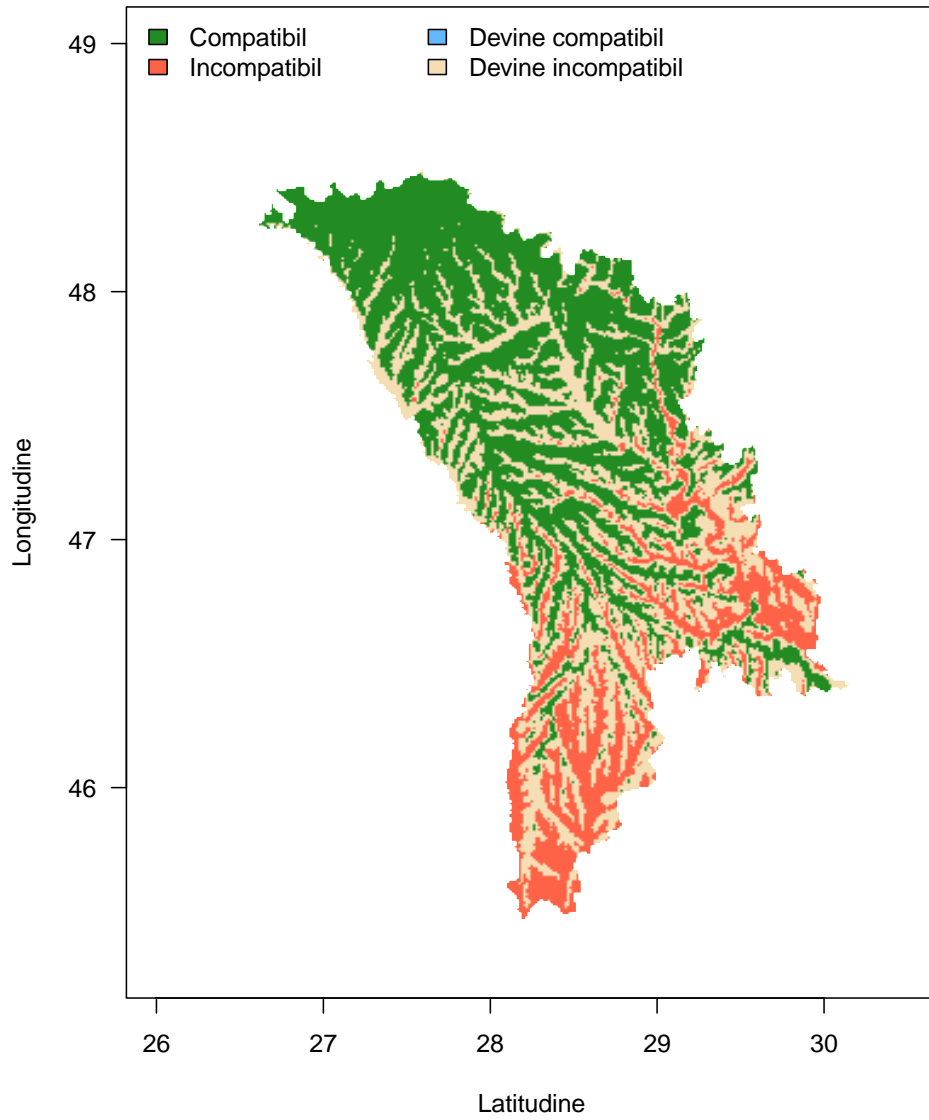
Quercus petraea – RCP4.5 (2070)



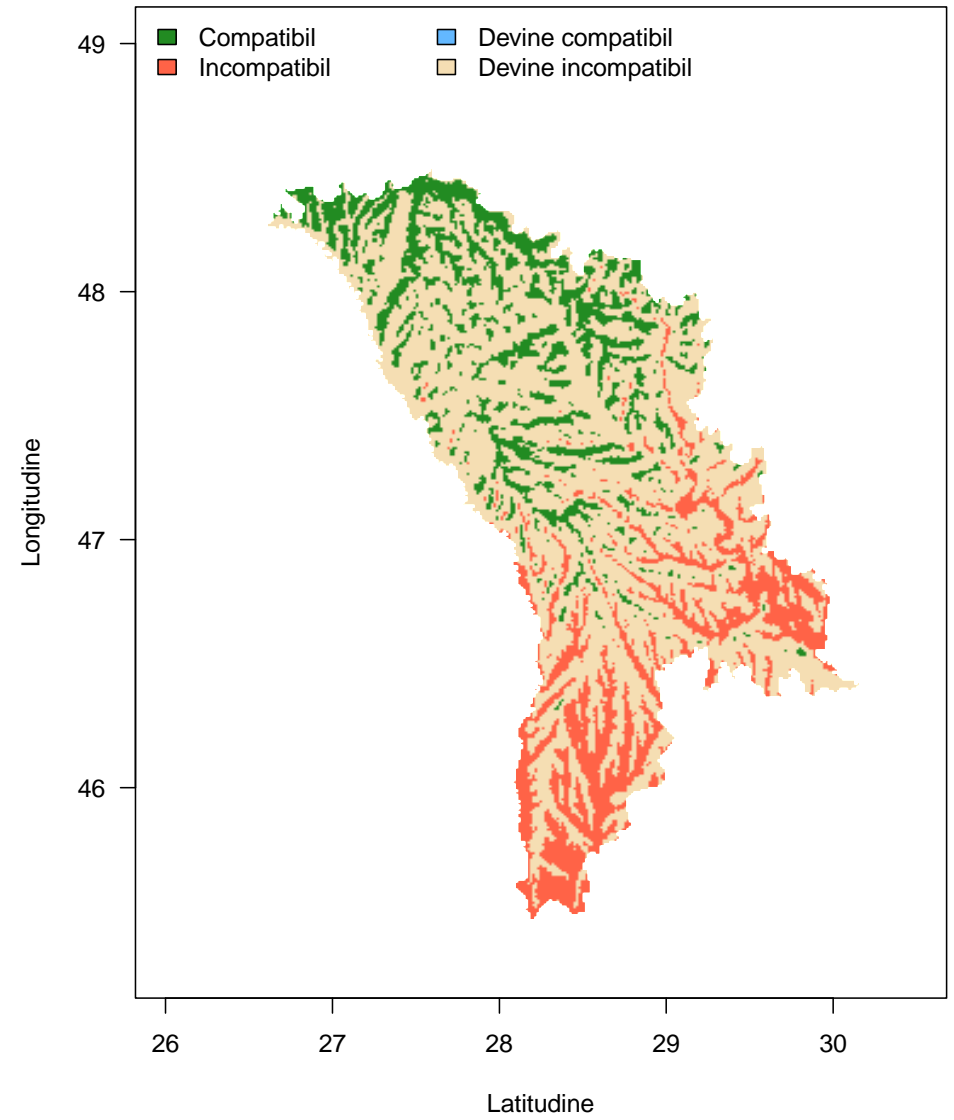
Quercus petraea – RCP8.5 (2070)



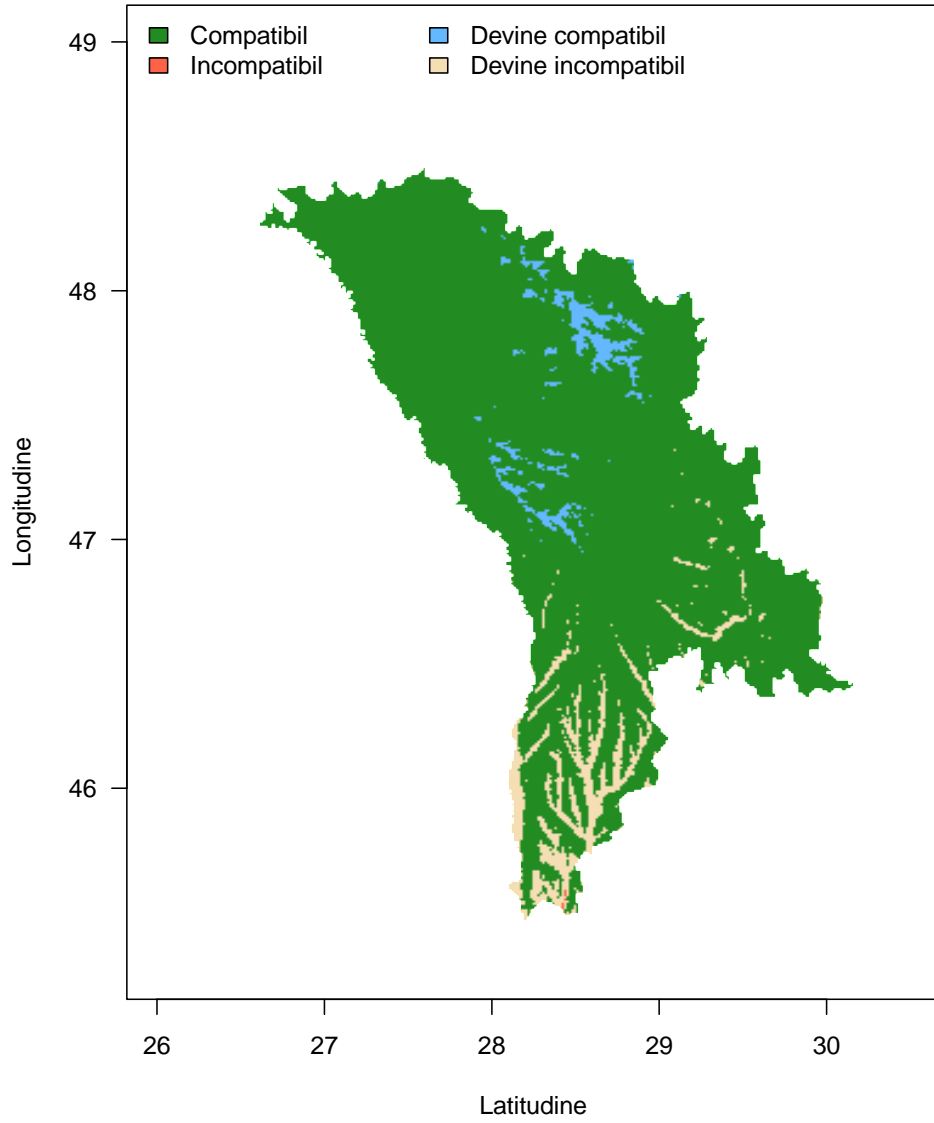
Quercus robur – RCP4.5 (2070)



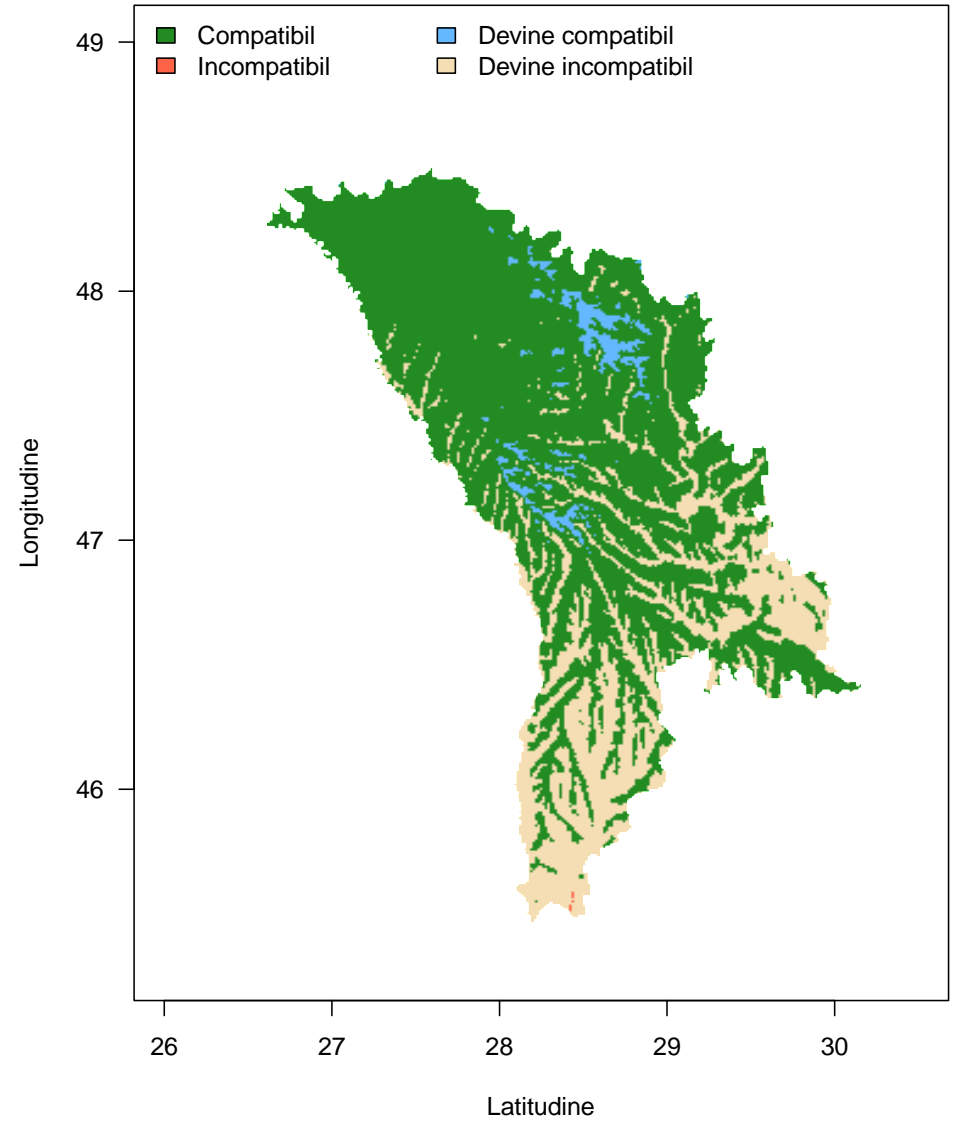
Quercus robur – RCP8.5 (2070)



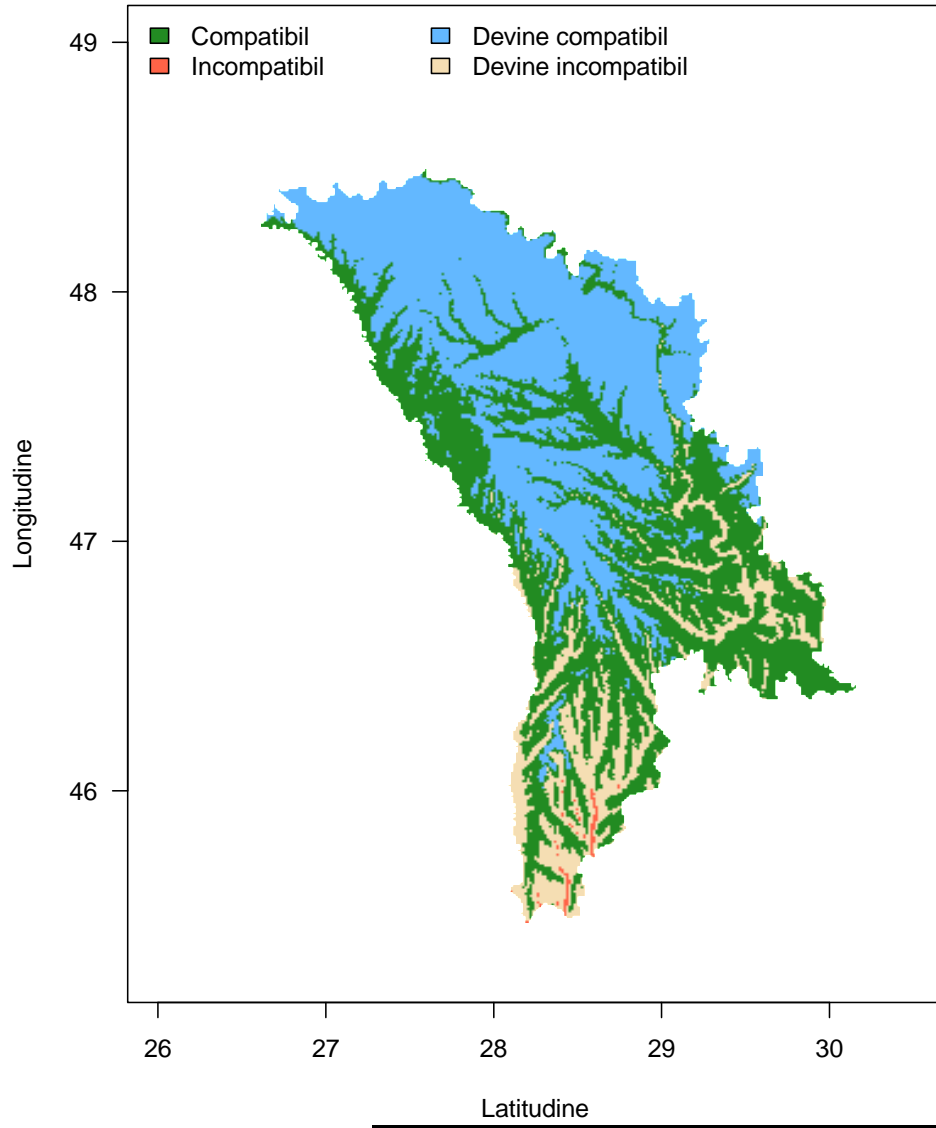
Quercus cerris – RCP4.5 (2070)



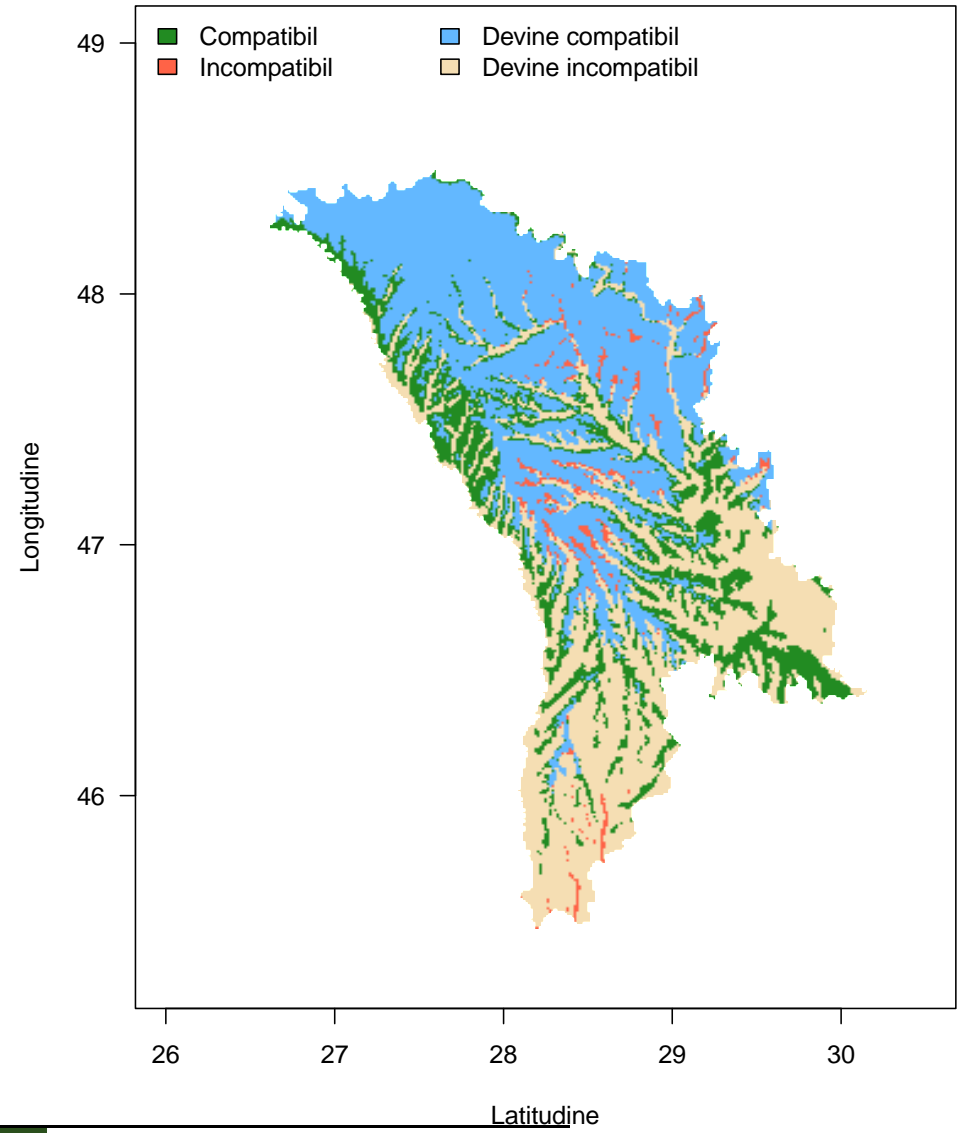
Quercus cerris – RCP8.5 (2070)



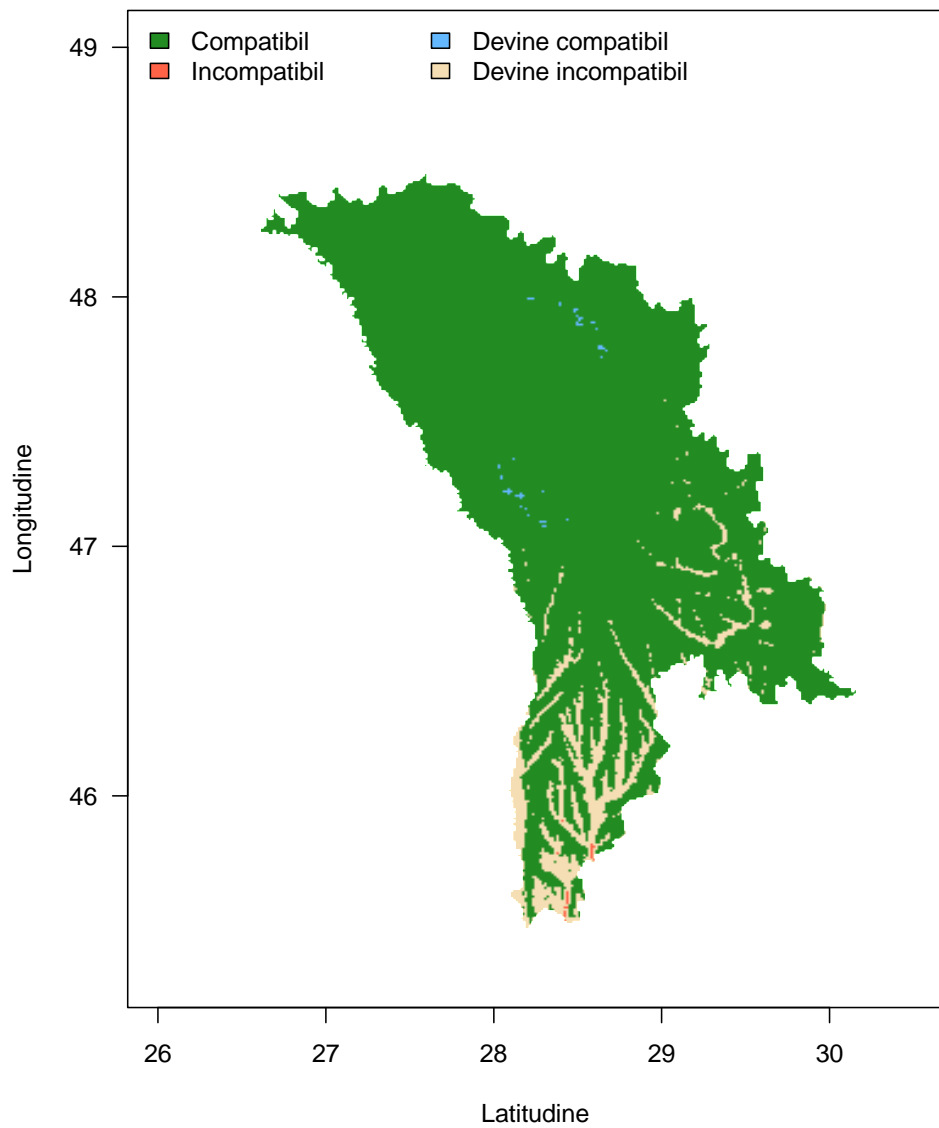
Quercus pubescens – RCP4.5 (2070)



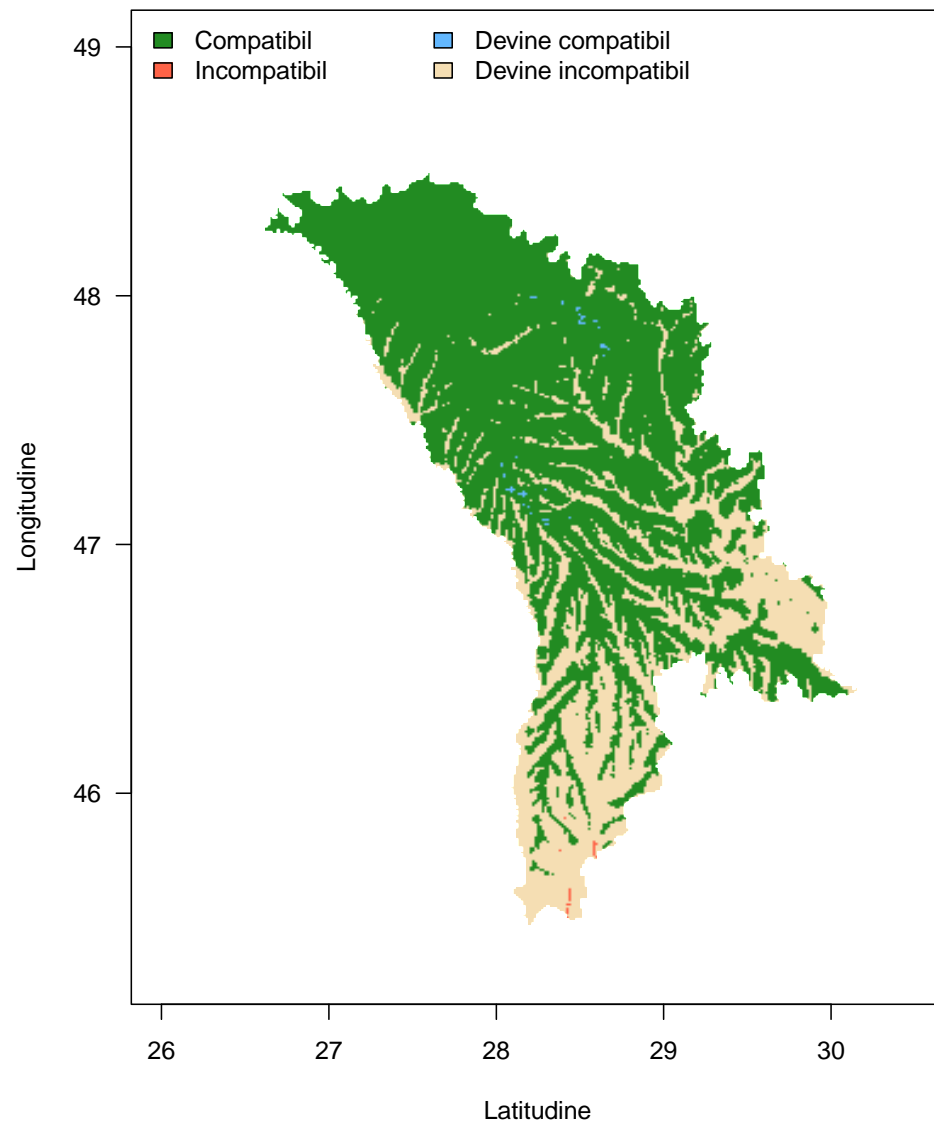
Quercus pubescens – RCP8.5 (2070)



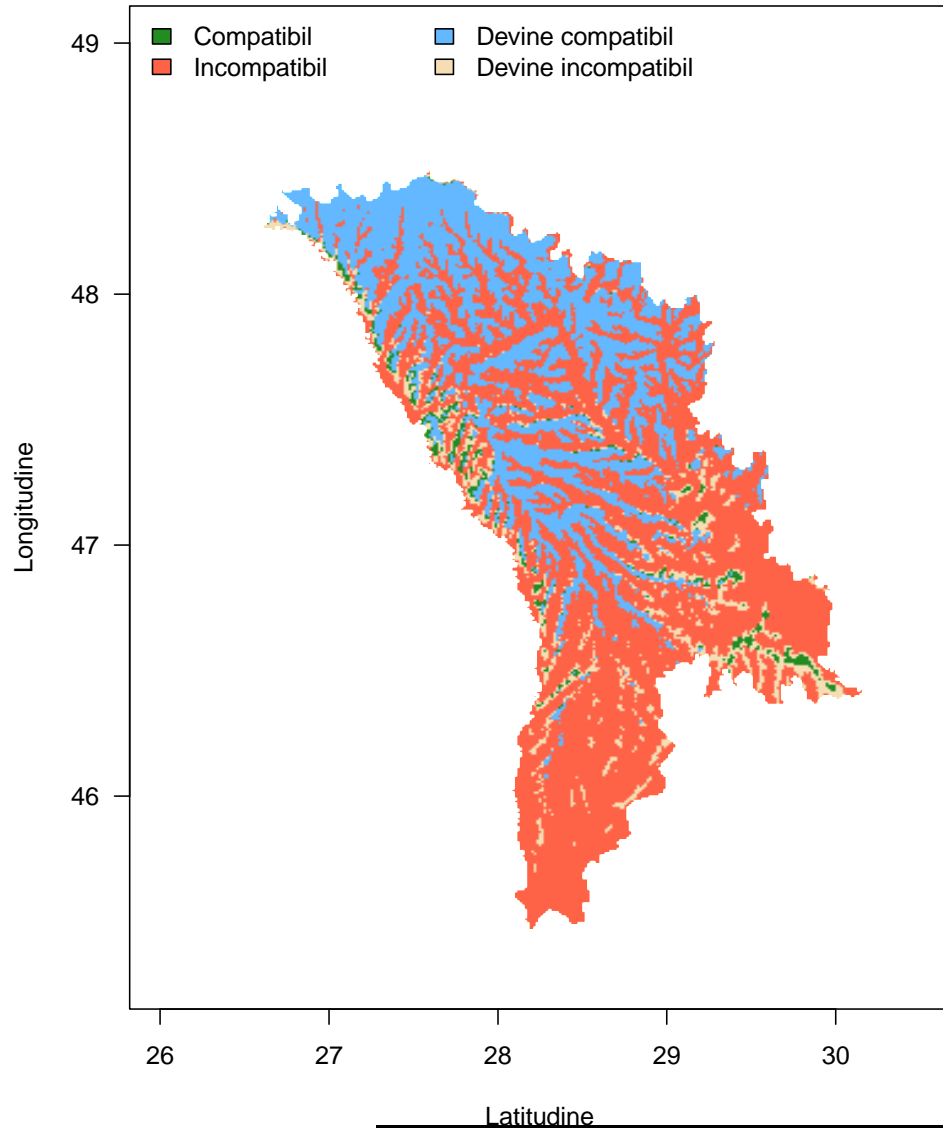
Quercus frainetto – RCP4.5 (2070)



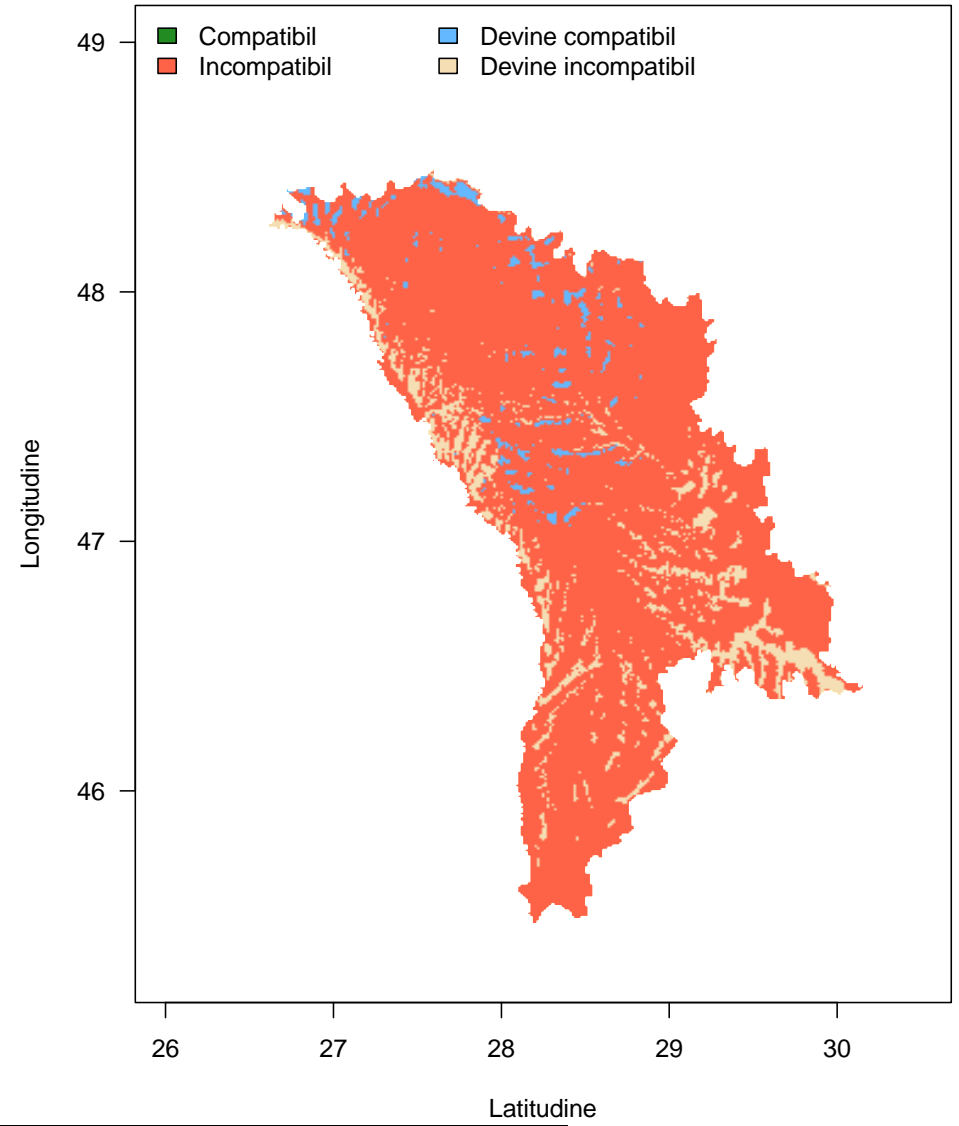
Quercus frainetto – RCP8.5 (2070)



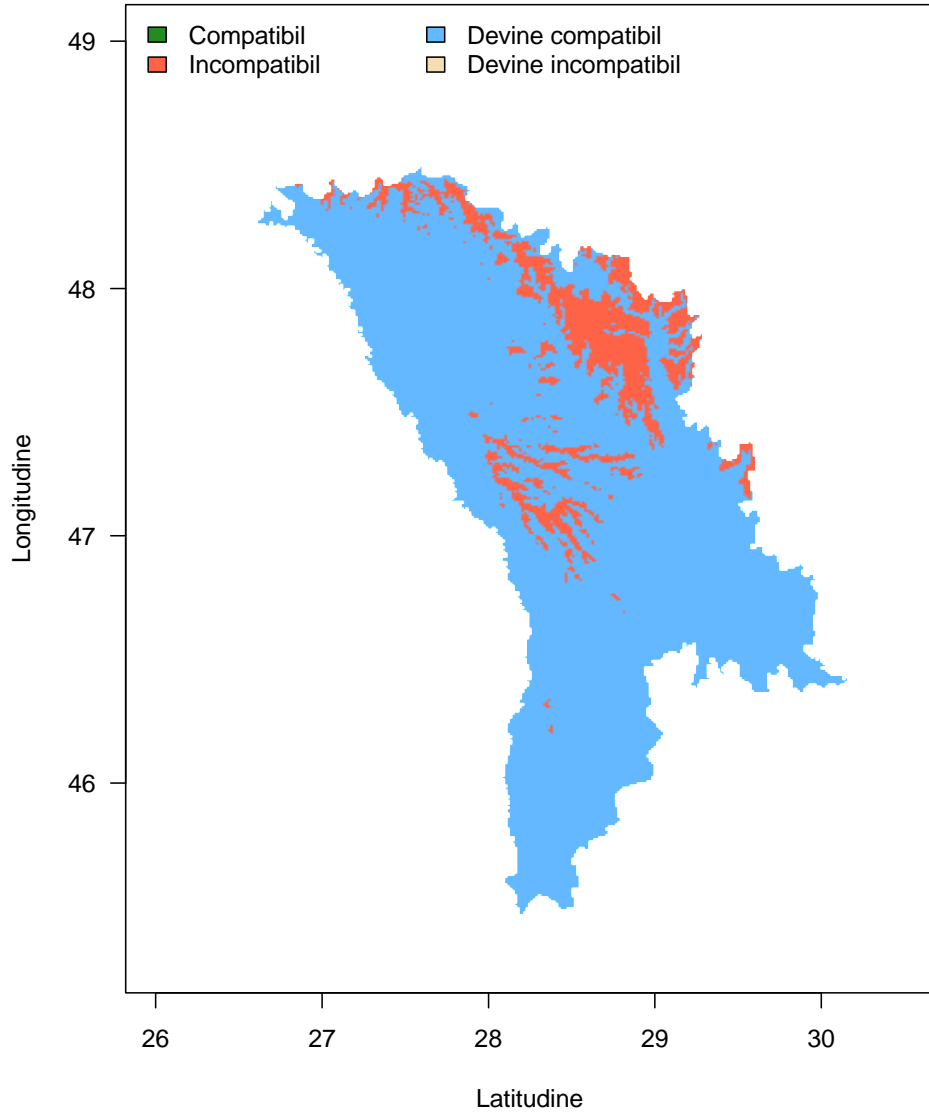
Quercus rubra - RCP4.5 (2070)



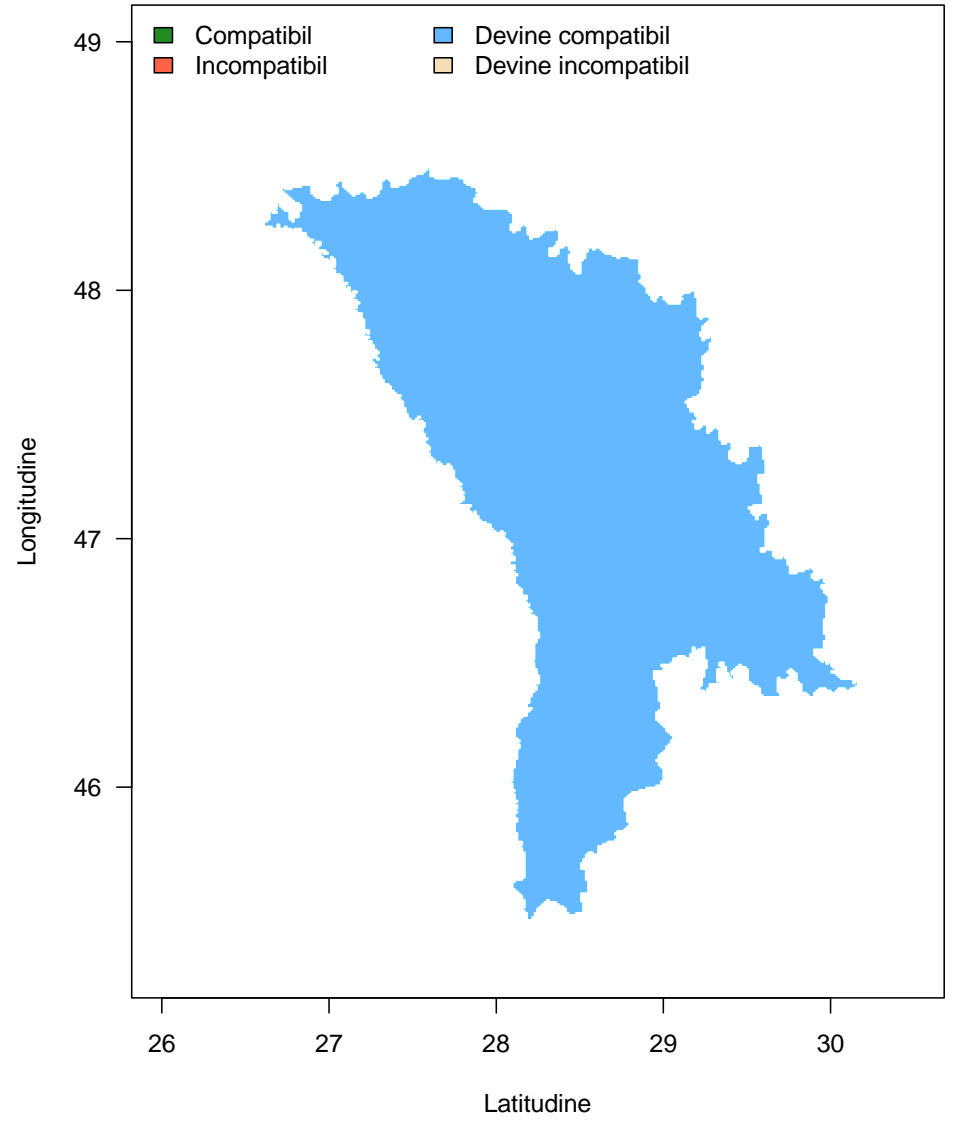
Quercus rubra - RCP8.5 (2070)



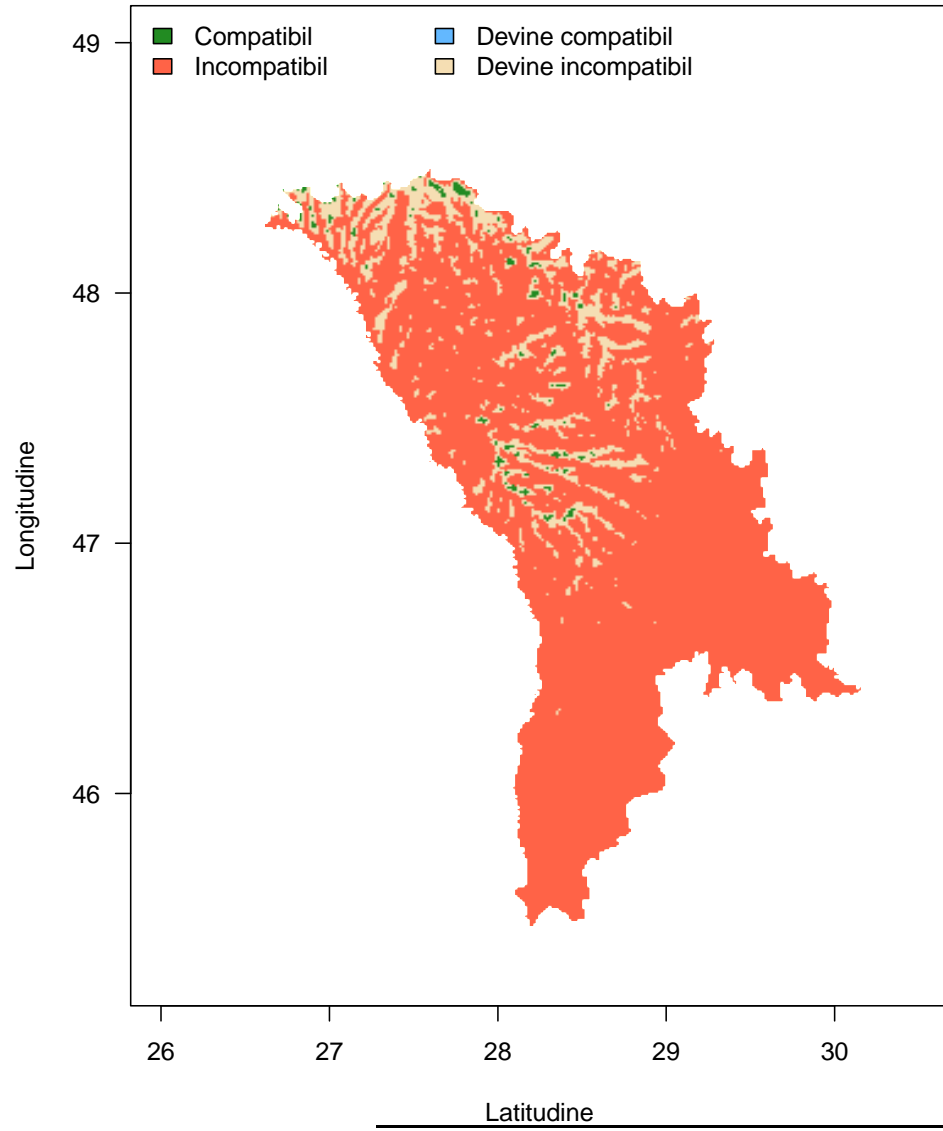
Quercus ilex – RCP4.5 (2070)



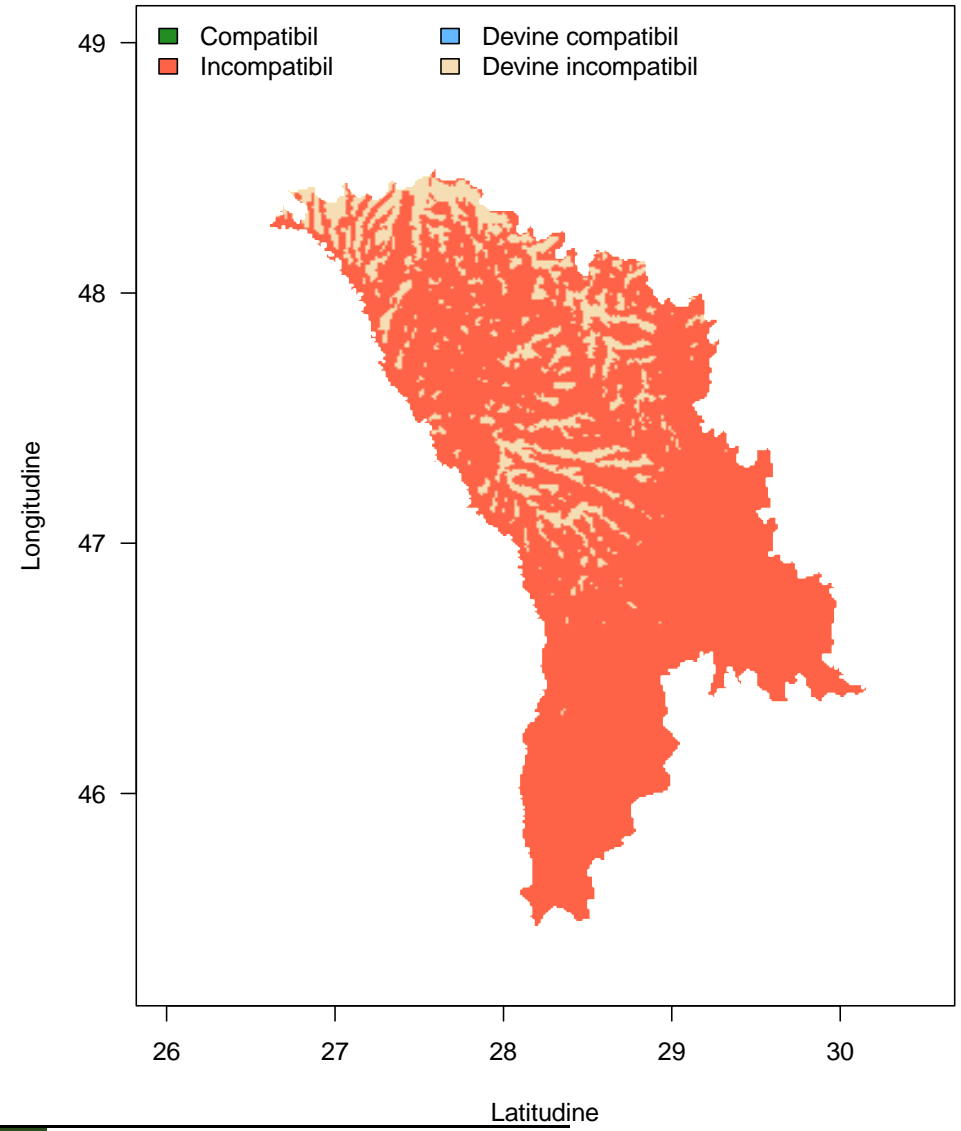
Quercus ilex – RCP8.5 (2070)



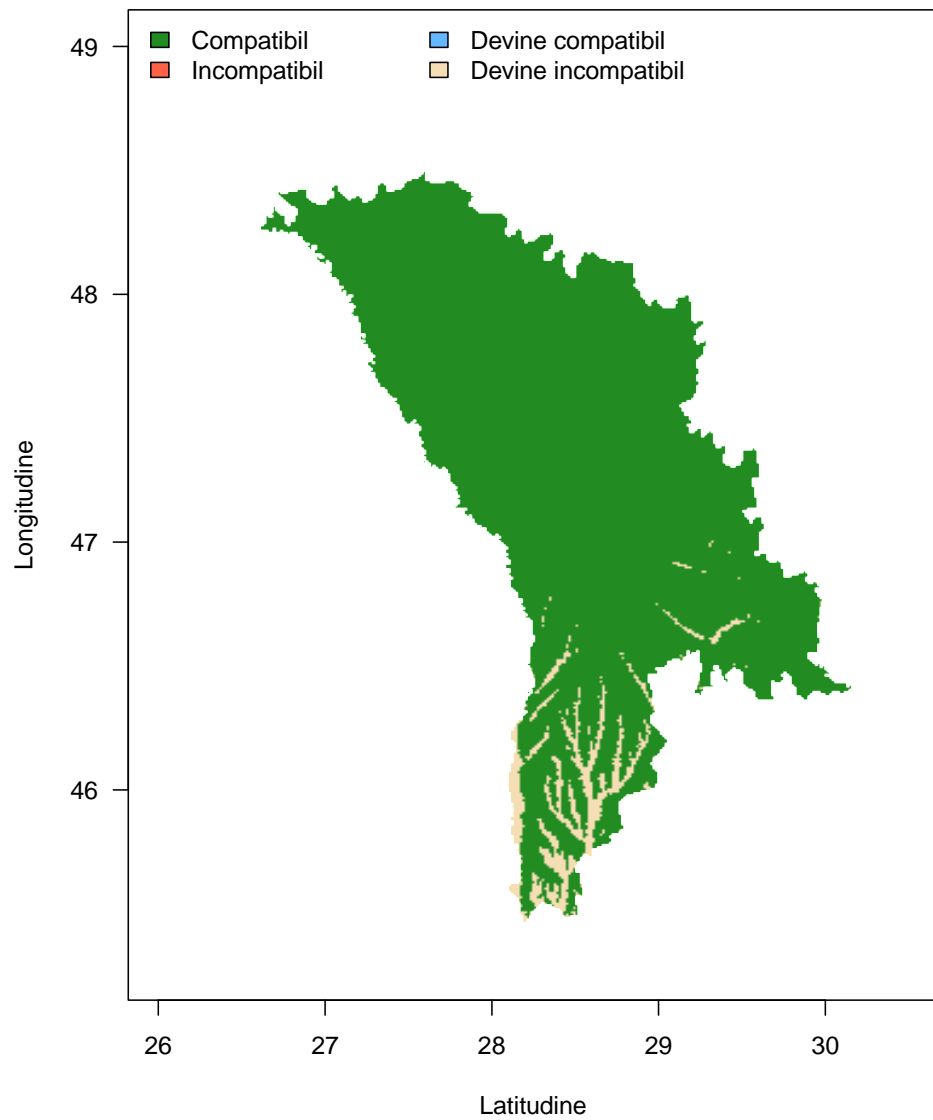
Sorbus aucuparia – RCP4.5 (2070)



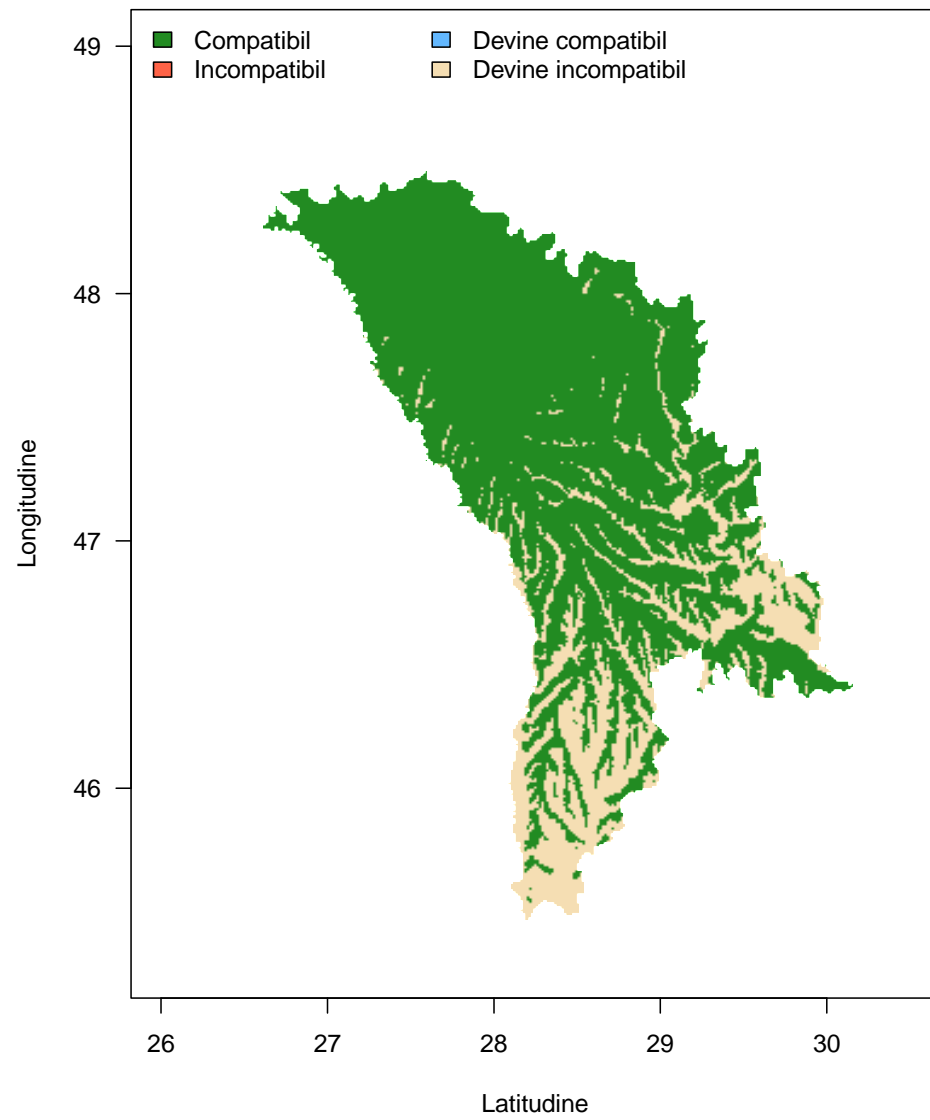
Sorbus aucuparia – RCP8.5 (2070)



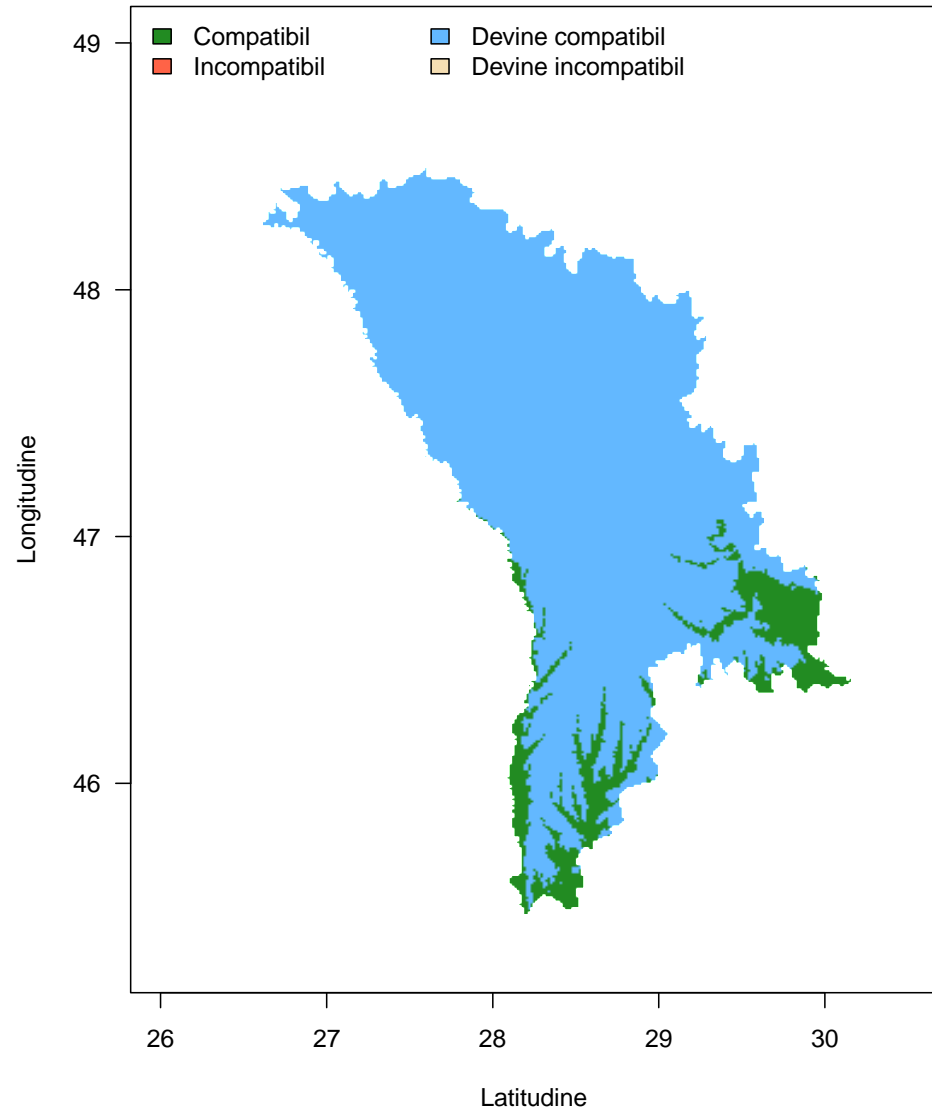
Sorbus domestica – RCP4.5 (2070)



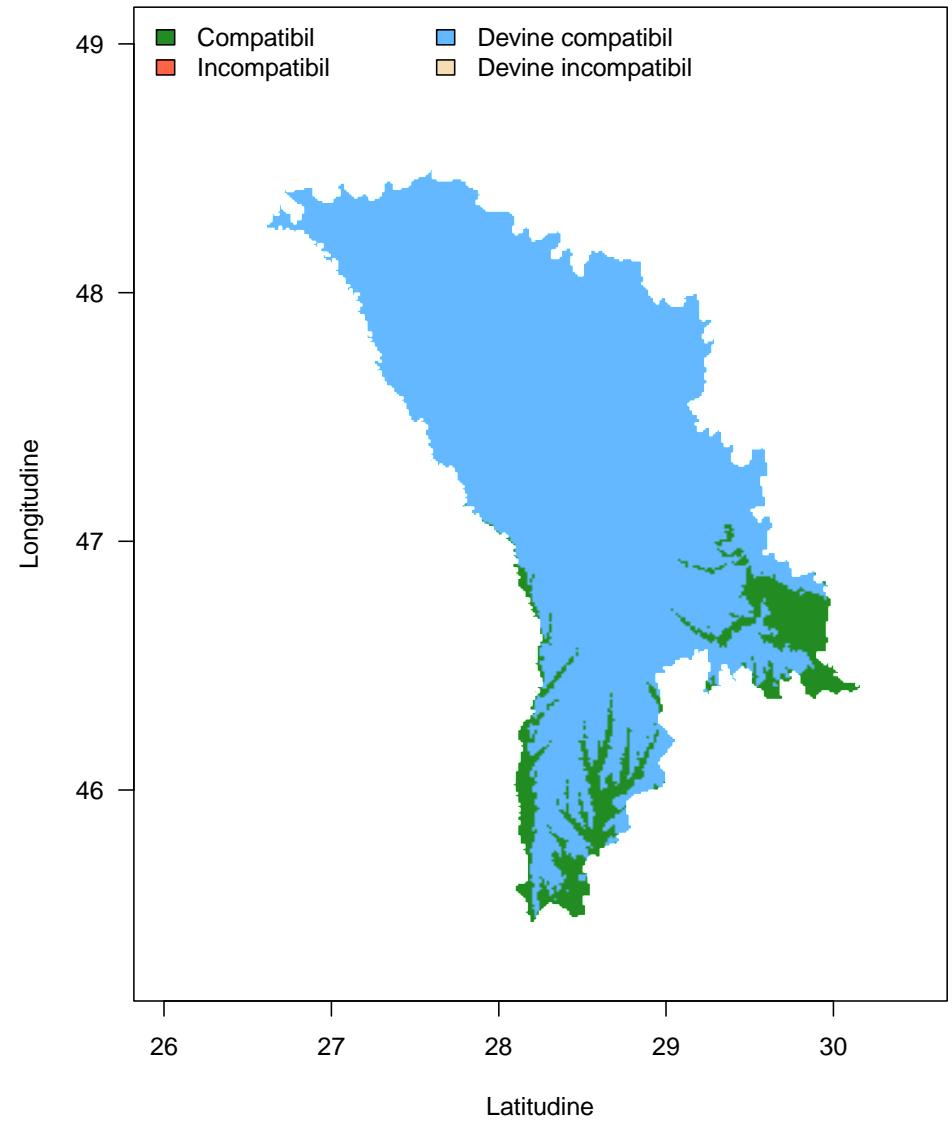
Sorbus domestica – RCP8.5 (2070)



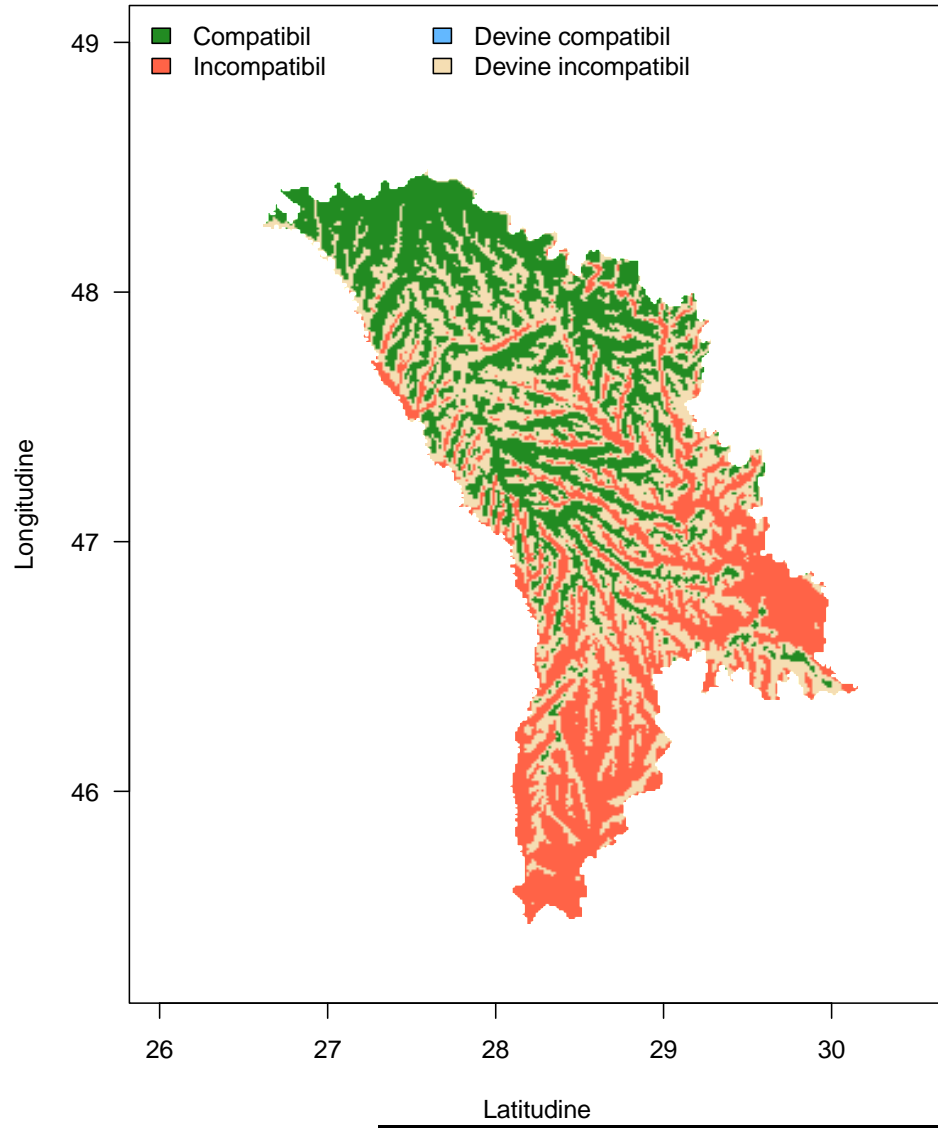
Fraxinus angustifolia – RCP4.5 (2070)



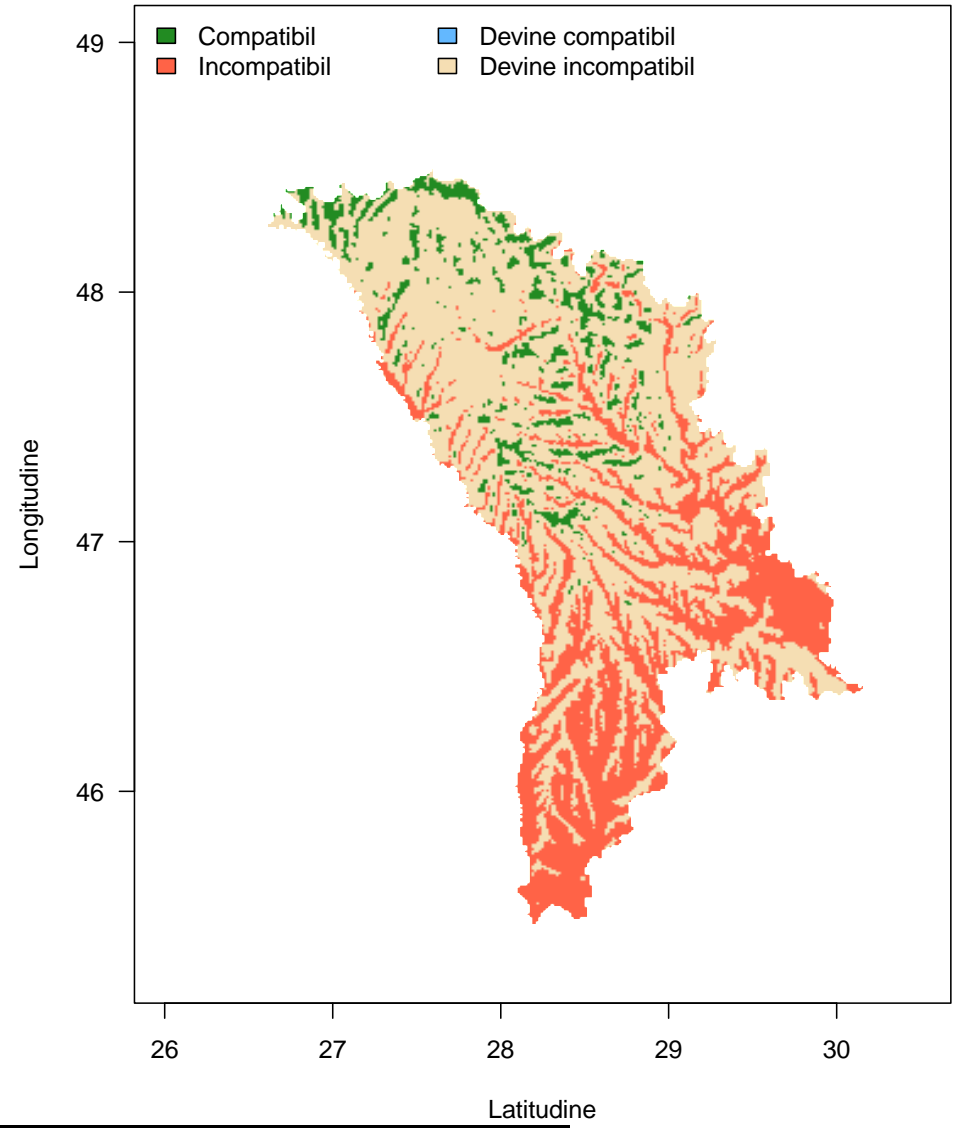
Fraxinus angustifolia – RCP8.5 (2070)



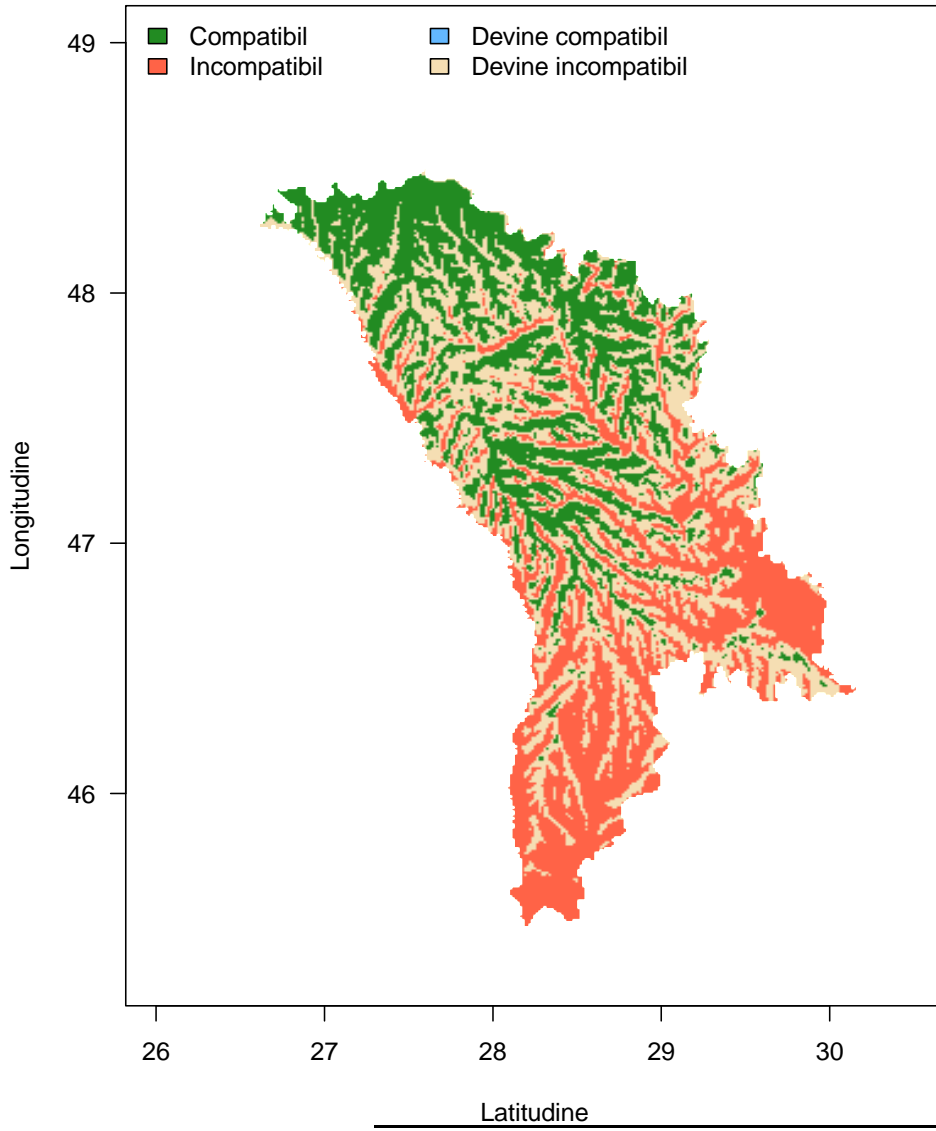
Fraxinus excelsior – RCP4.5 (2070)



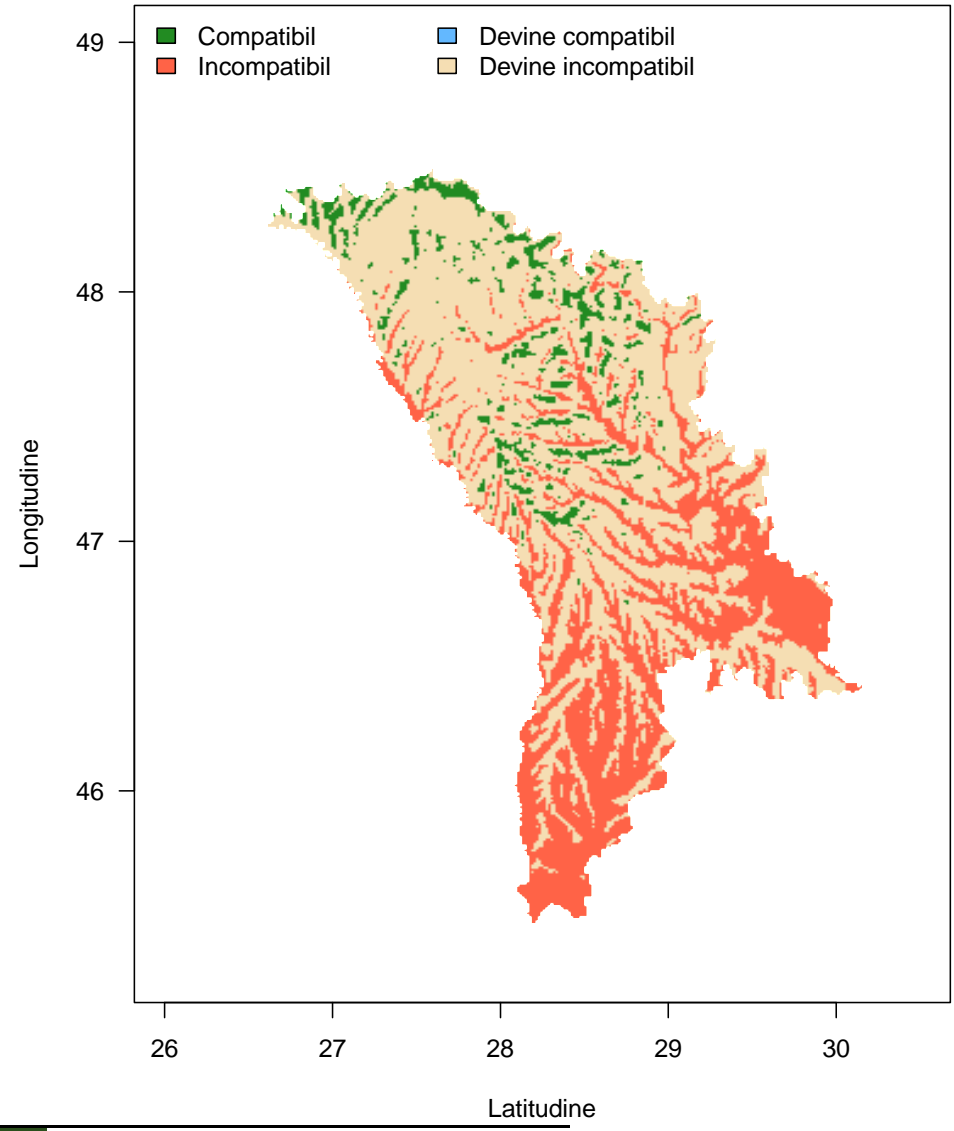
Fraxinus excelsior – RCP8.5 (2070)



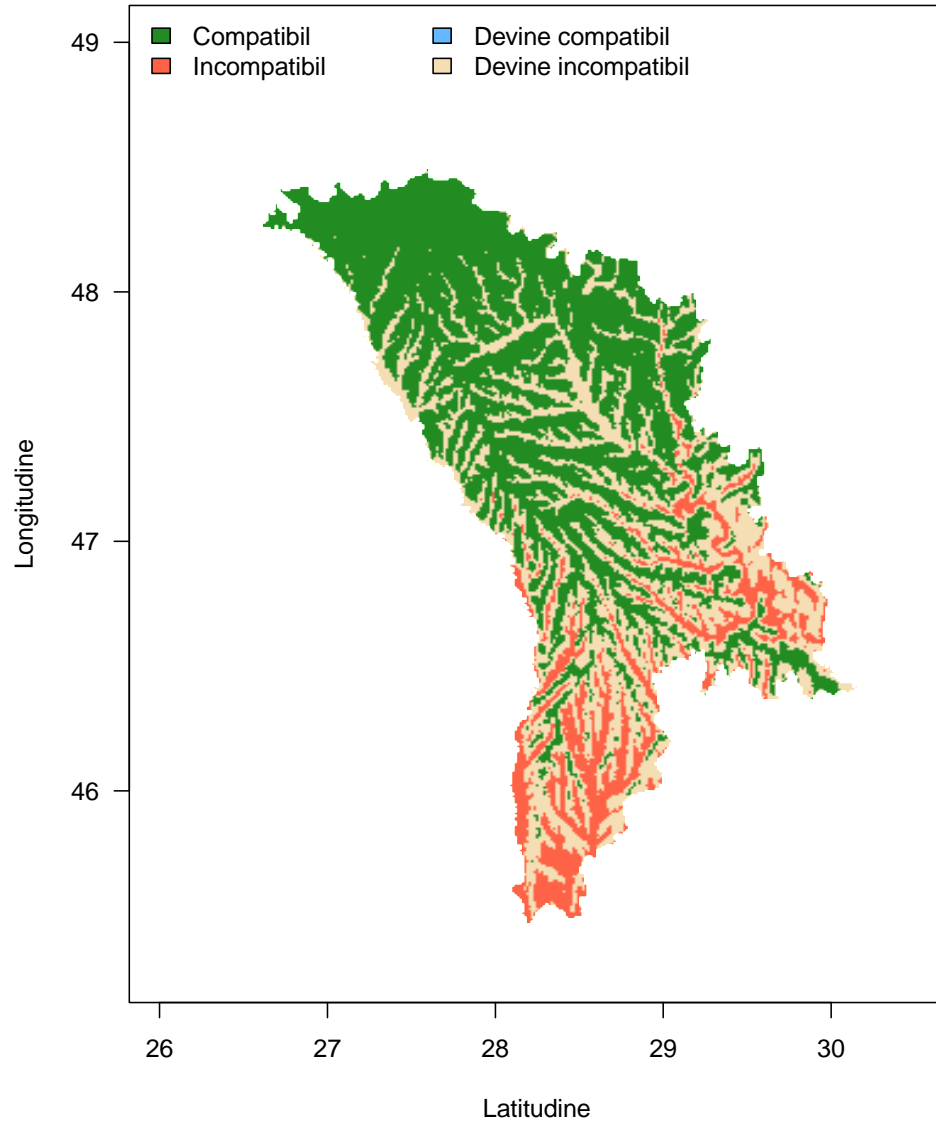
Tilia cordata – RCP4.5 (2070)



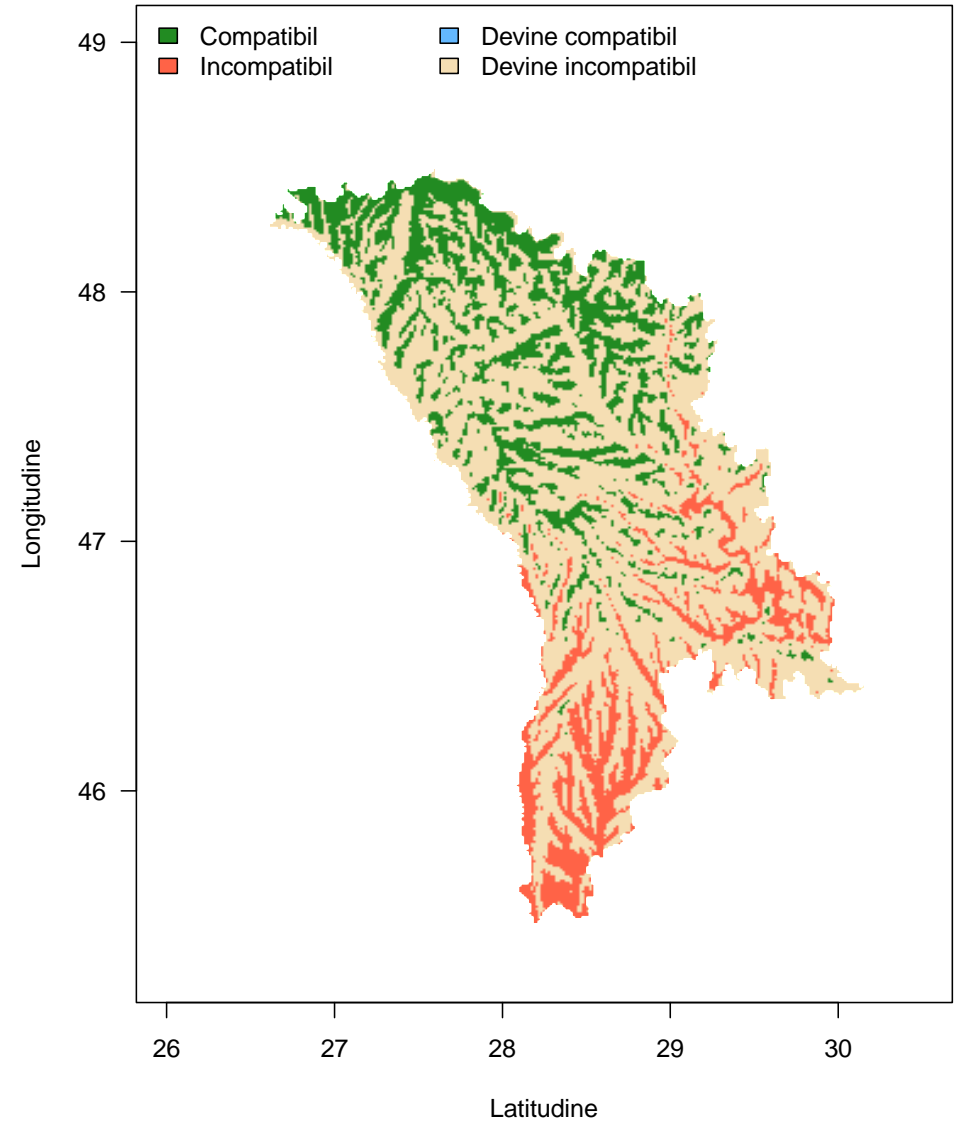
Tilia cordata – RCP8.5 (2070)



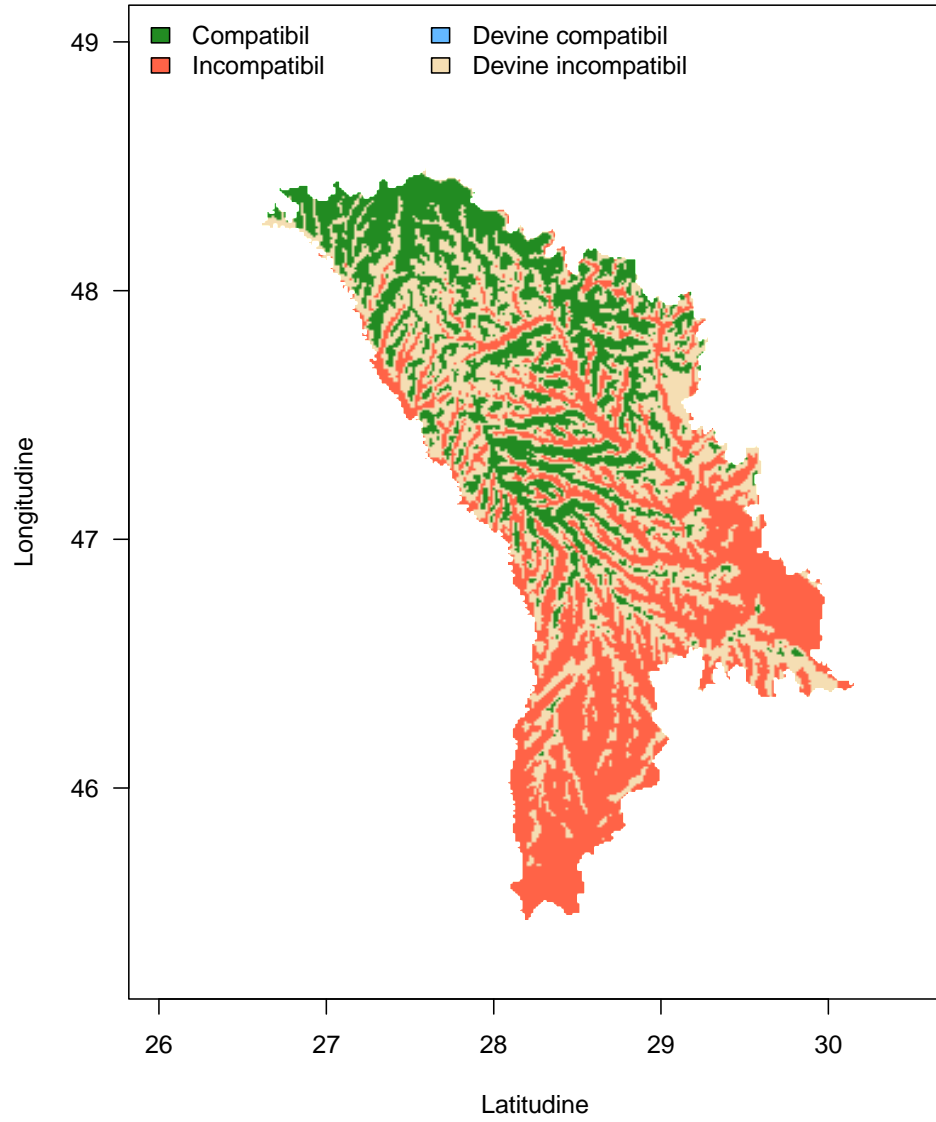
Tilia platyphyllos - RCP4.5 (2070)



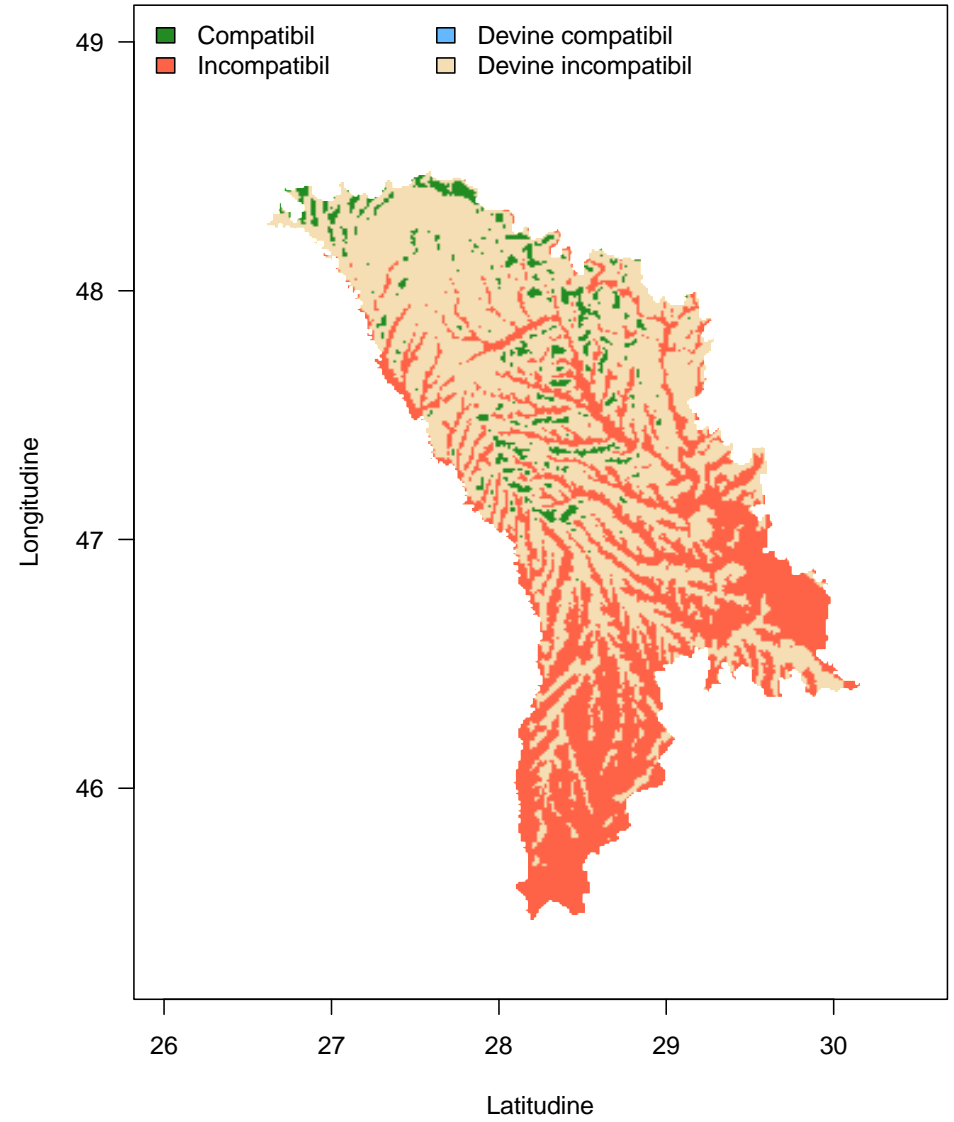
Tilia platyphyllos - RCP8.5 (2070)



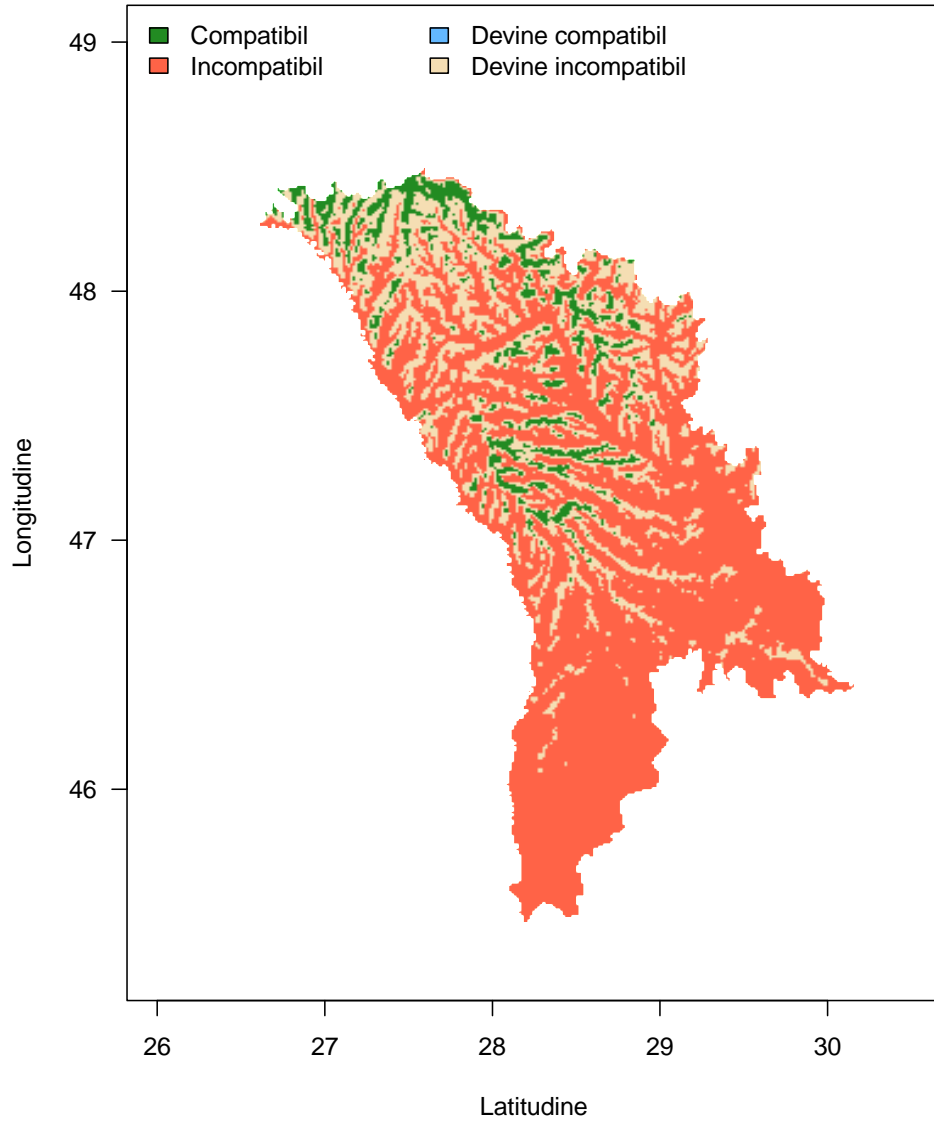
Carpinus betulus – RCP4.5 (2070)



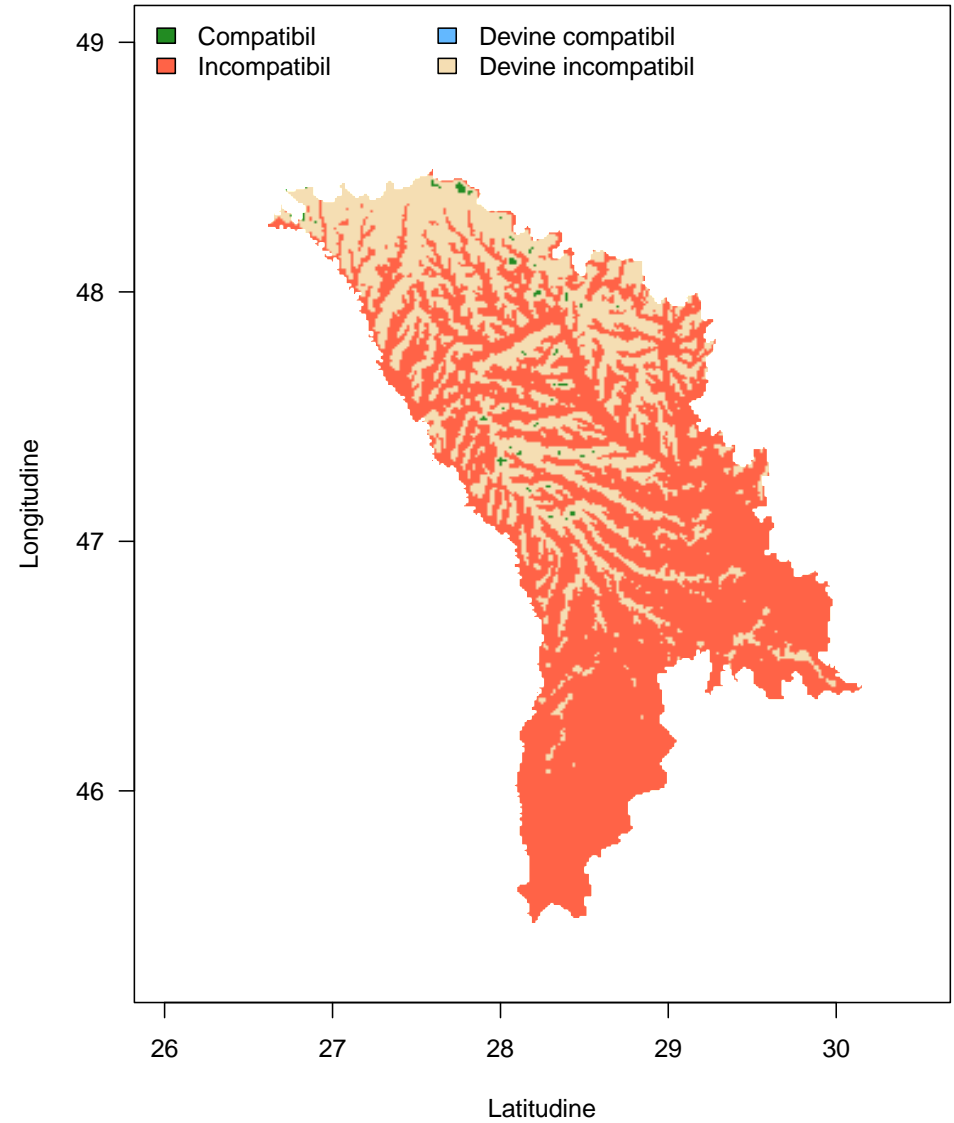
Carpinus betulus – RCP8.5 (2070)



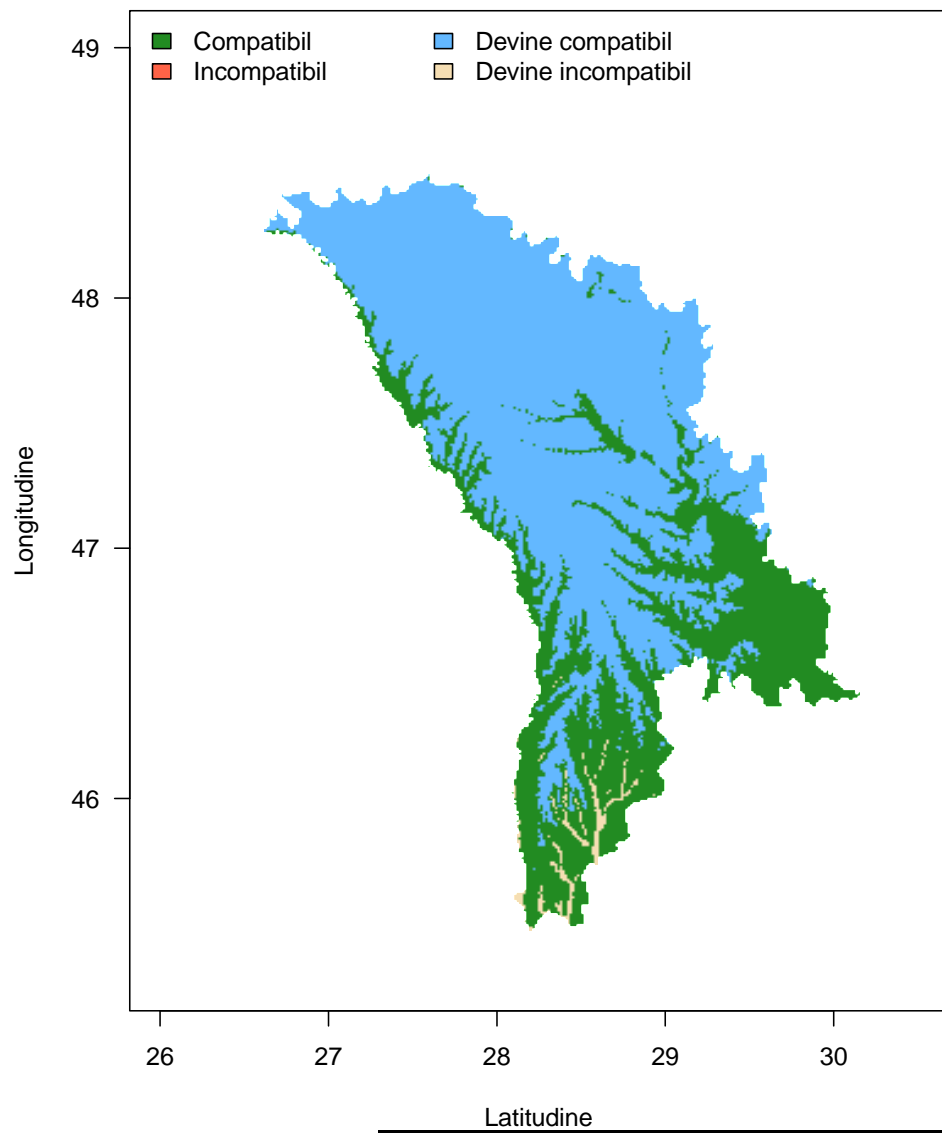
Fagus sylvatica - RCP4.5 (2070)



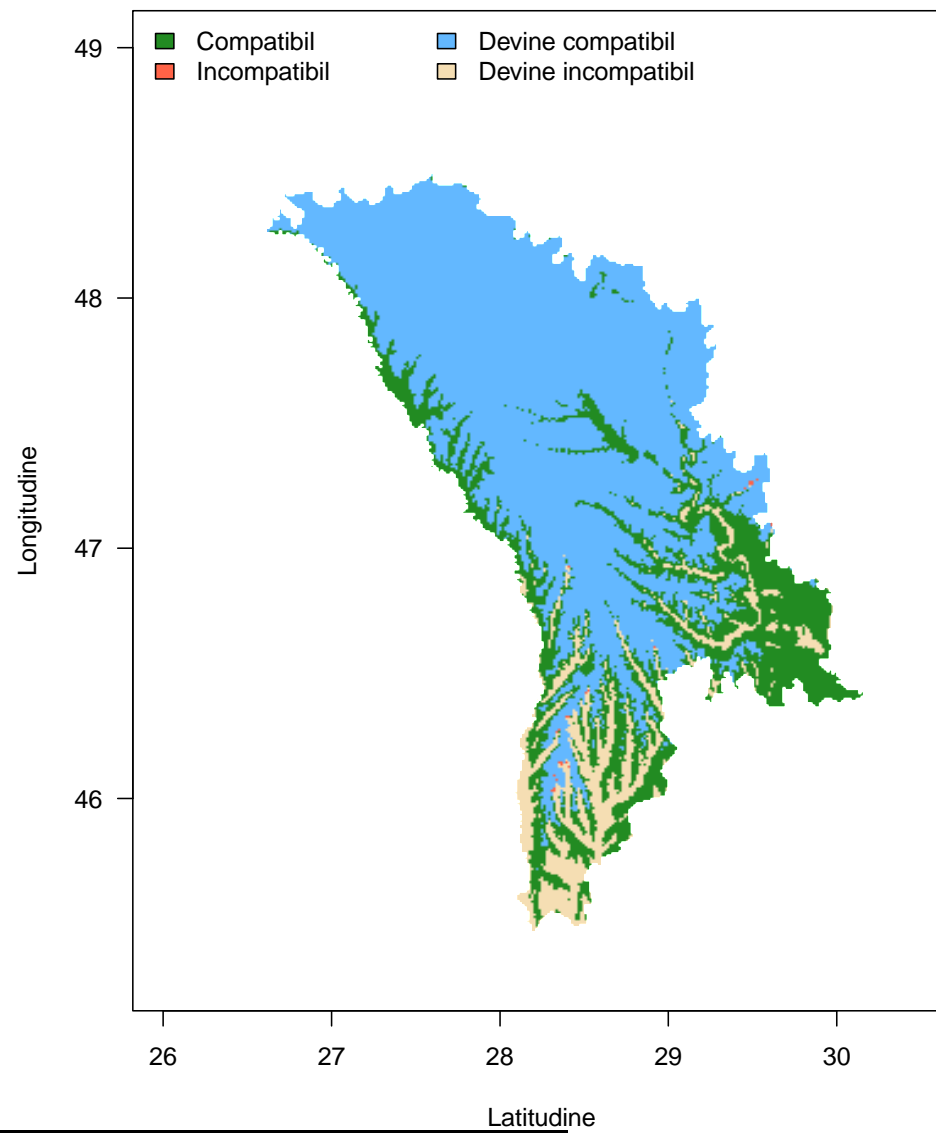
Fagus sylvatica - RCP8.5 (2070)



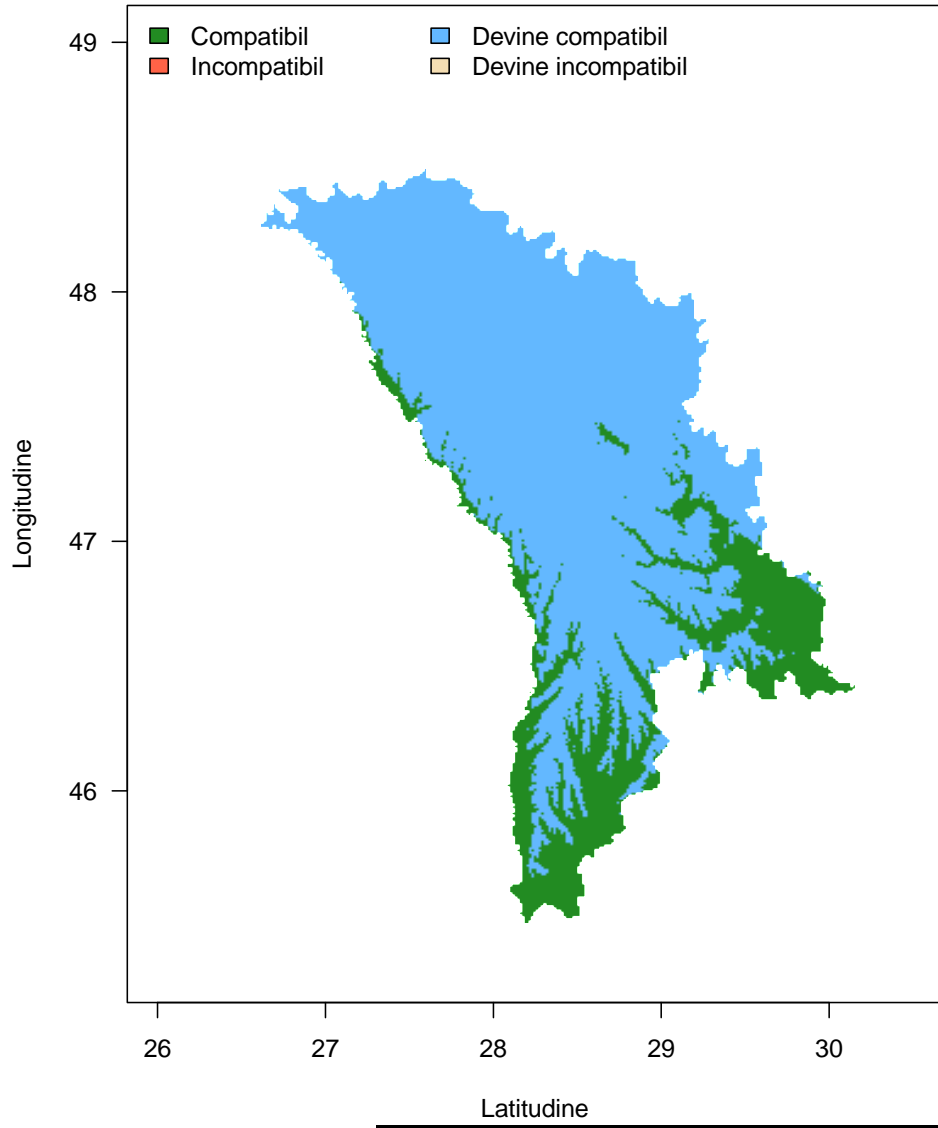
Castanea sativa – RCP4.5 (2070)



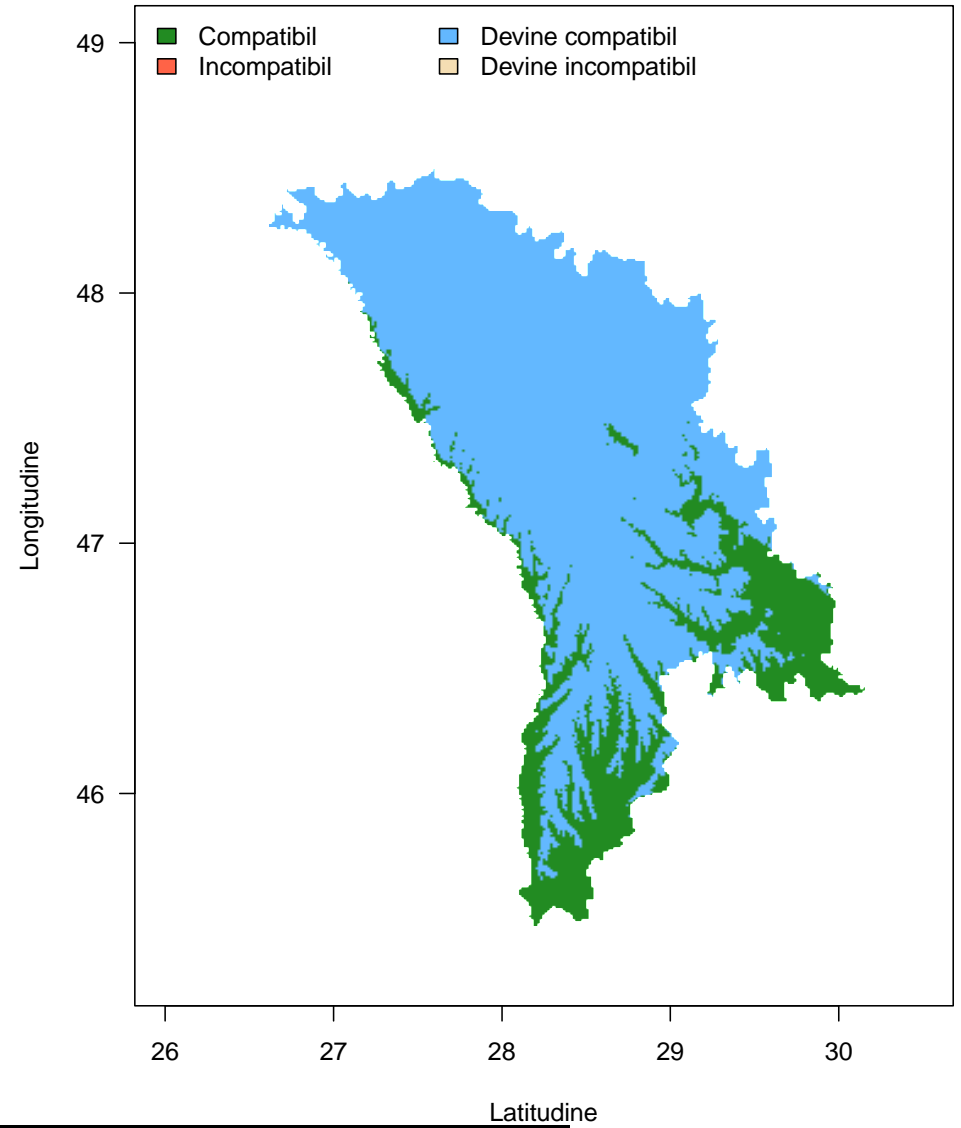
Castanea sativa – RCP8.5 (2070)



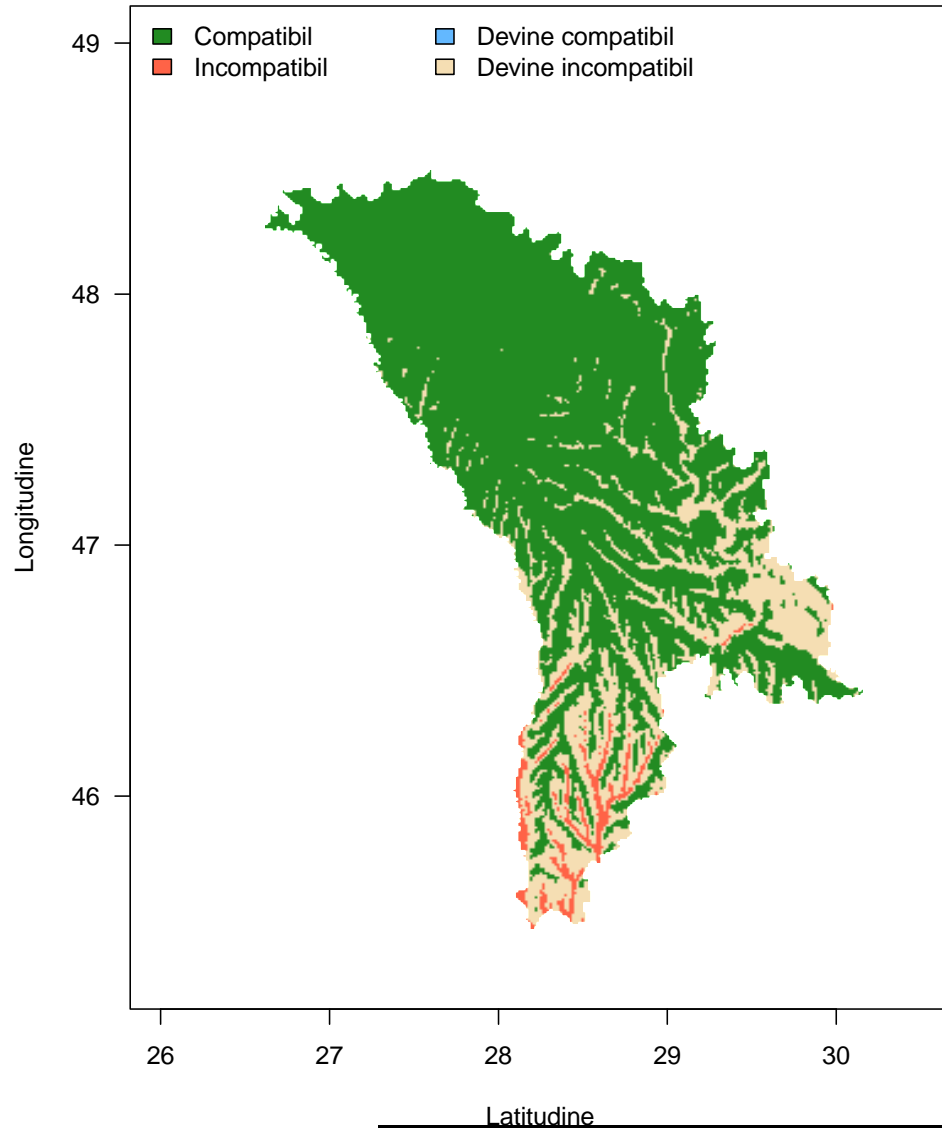
Celtis australis - RCP4.5 (2070)



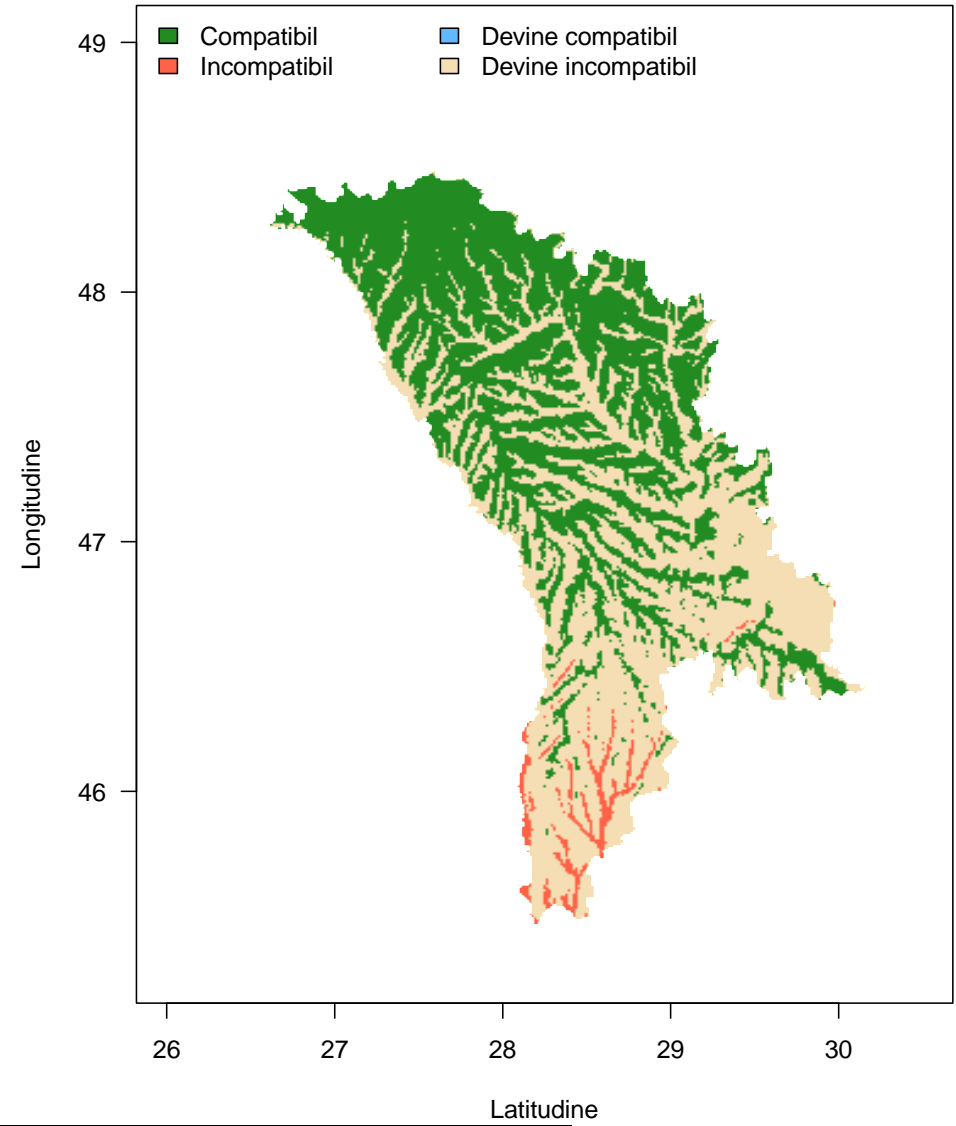
Celtis australis - RCP8.5 (2070)



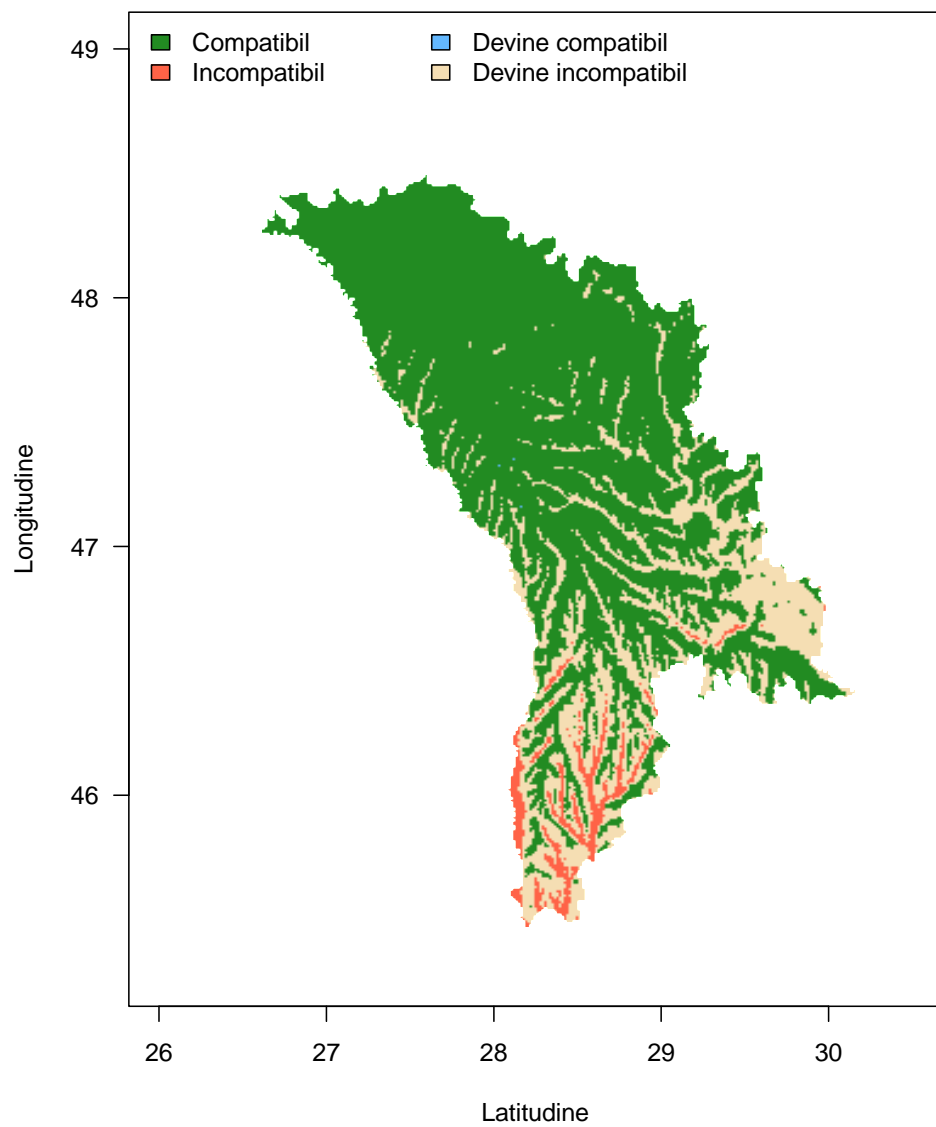
***Ostrya carpinifolia* – RCP4.5 (2070)**



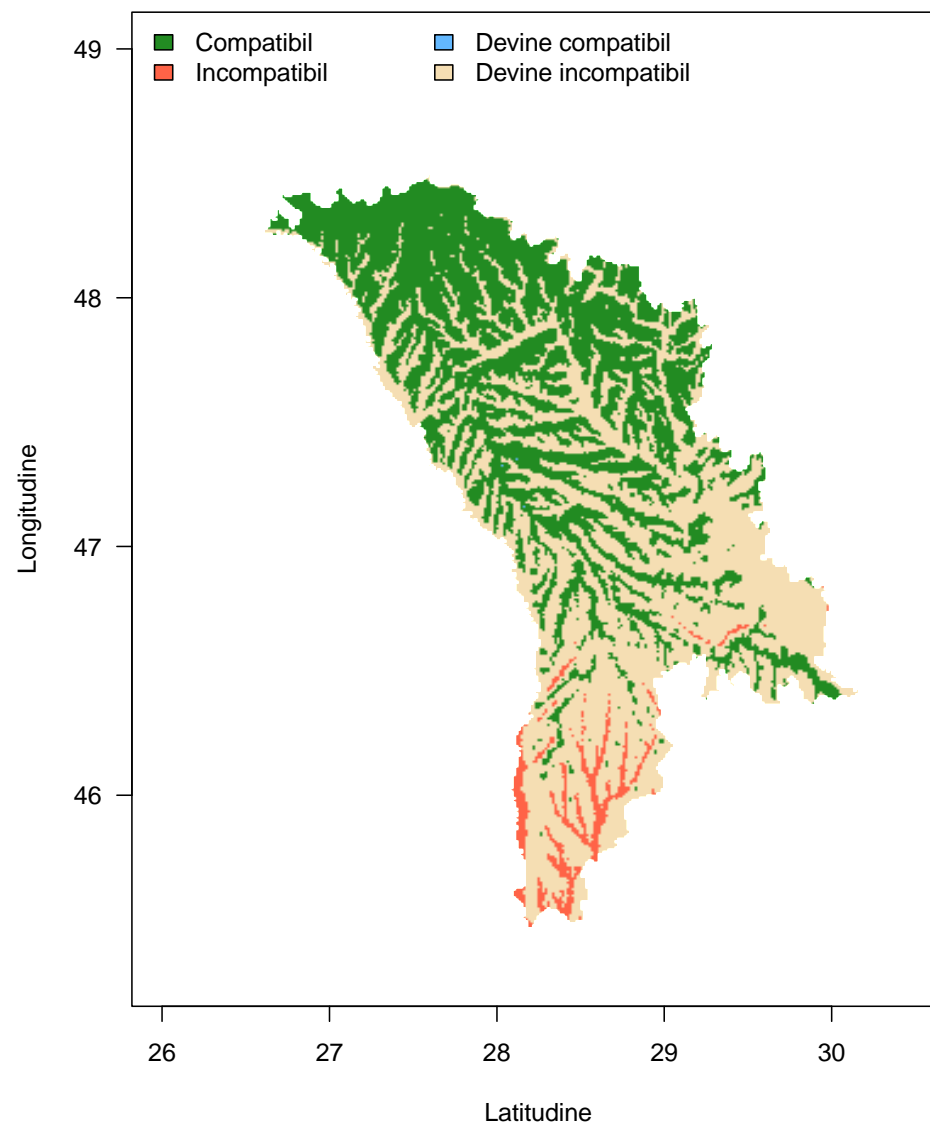
***Ostrya carpinifolia* – RCP8.5 (2070)**



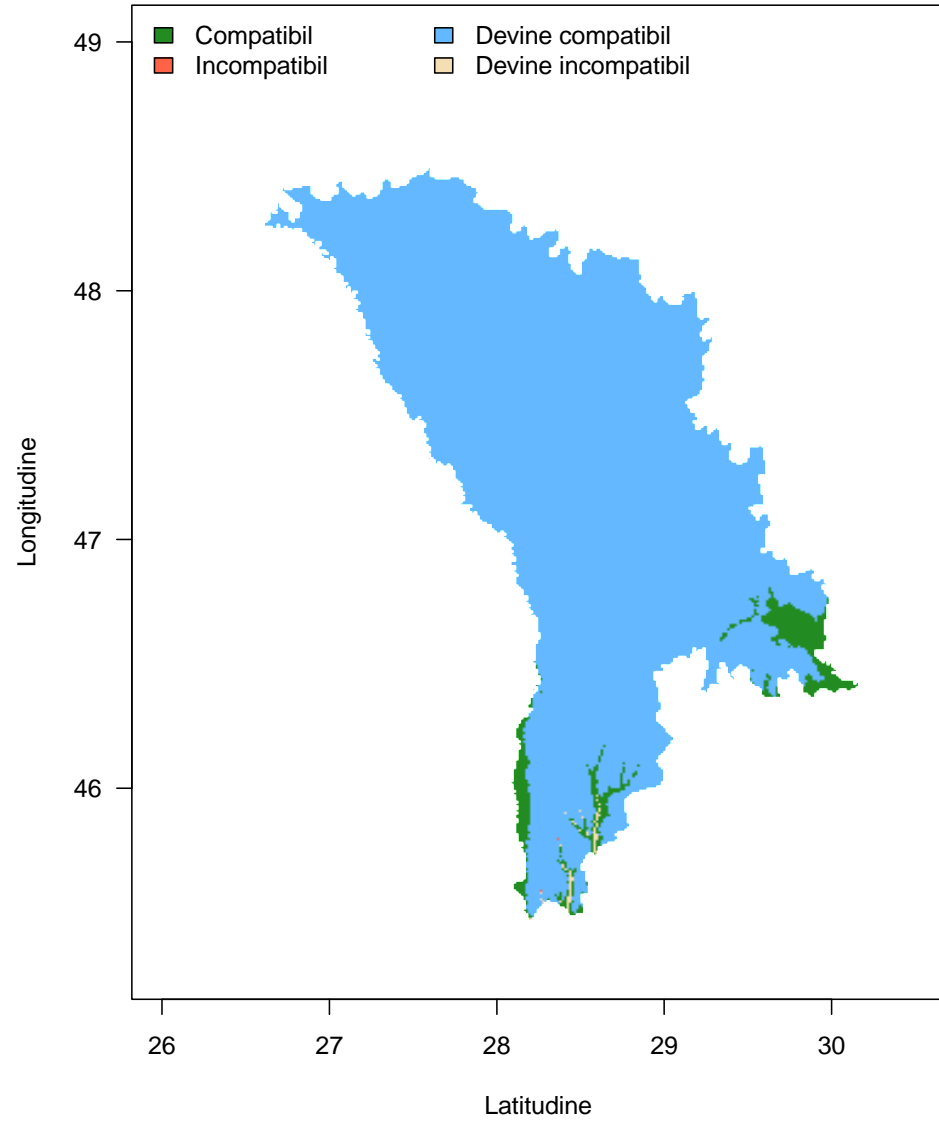
Acer campestre – RCP4.5 (2070)



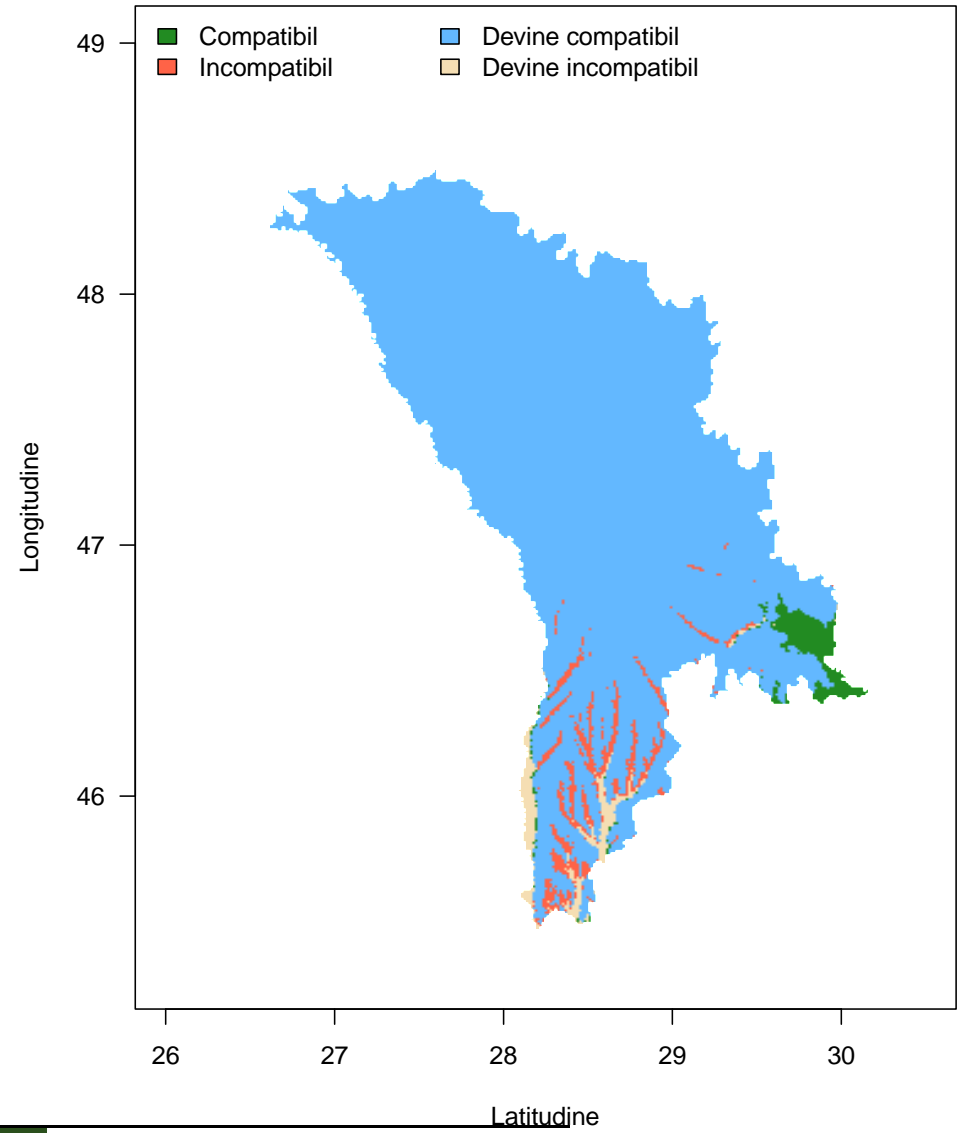
Acer campestre – RCP8.5 (2070)



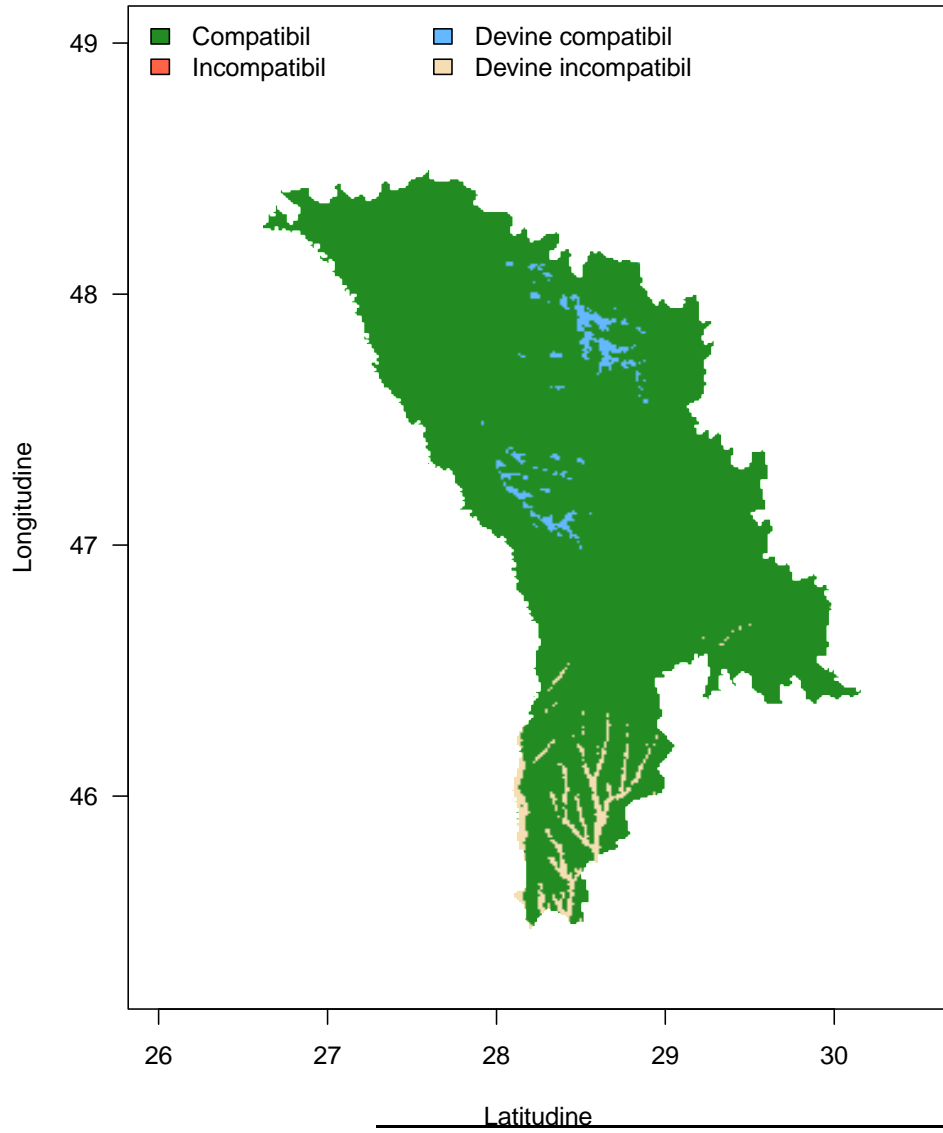
Acer monspessulanom – RCP4.5 (2070)



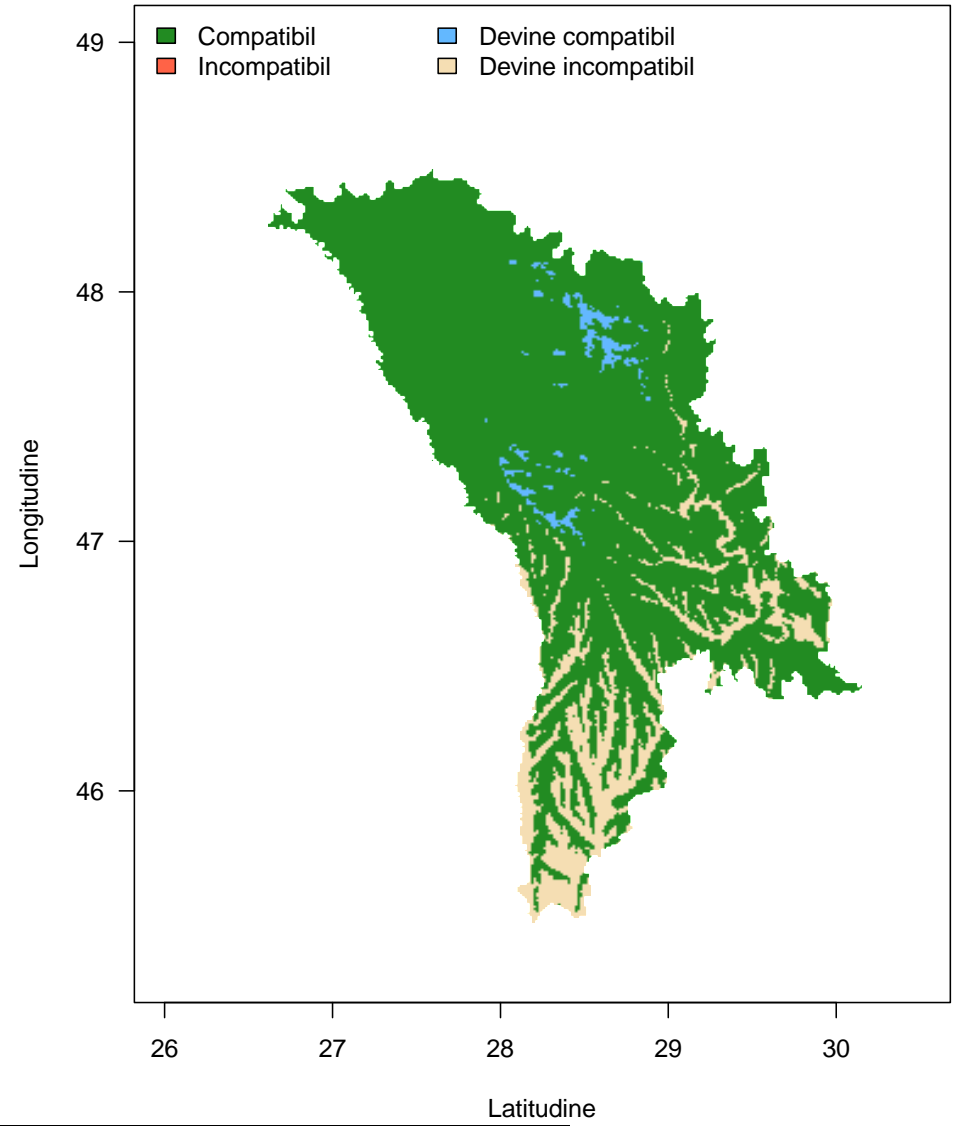
Acer monspessulanom – RCP8.5 (2070)



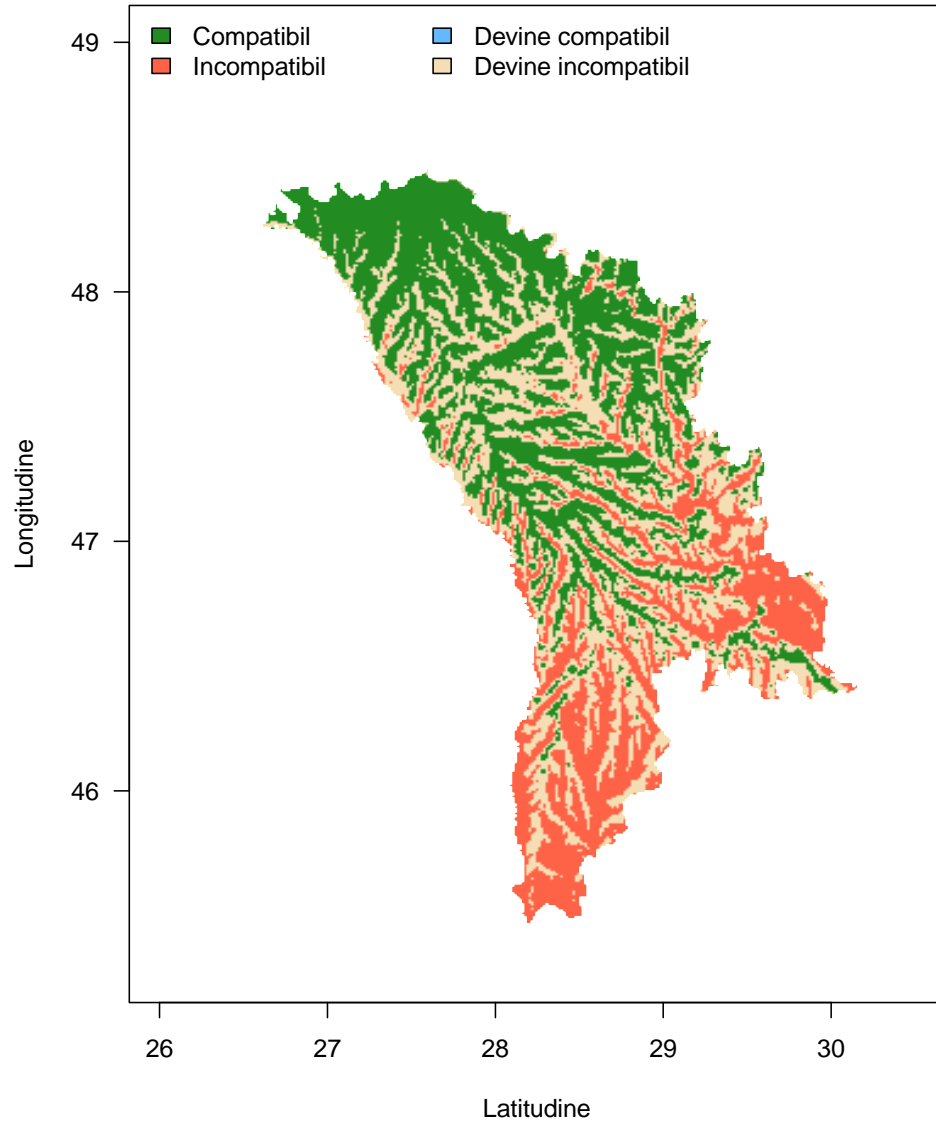
Acer negundo – RCP4.5 (2070)



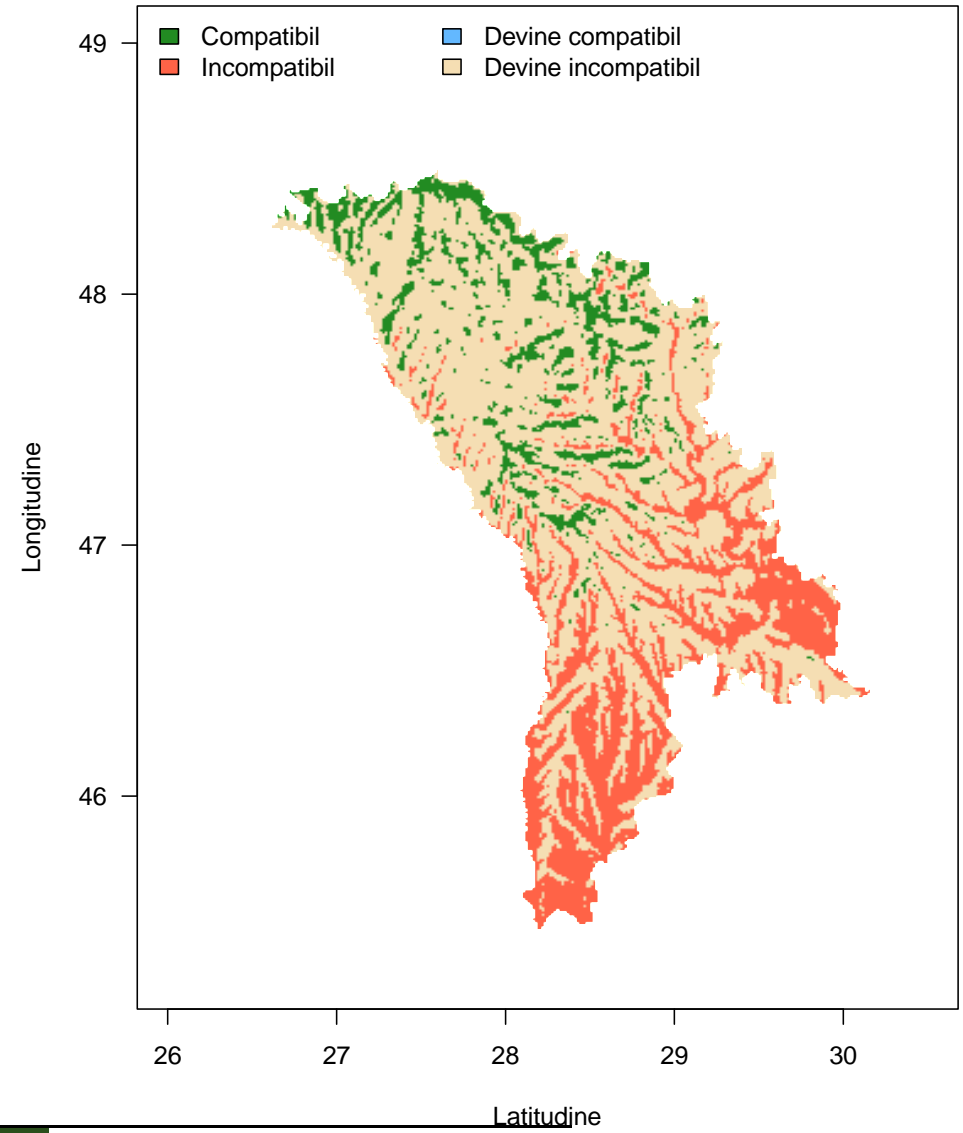
Acer negundo – RCP8.5 (2070)



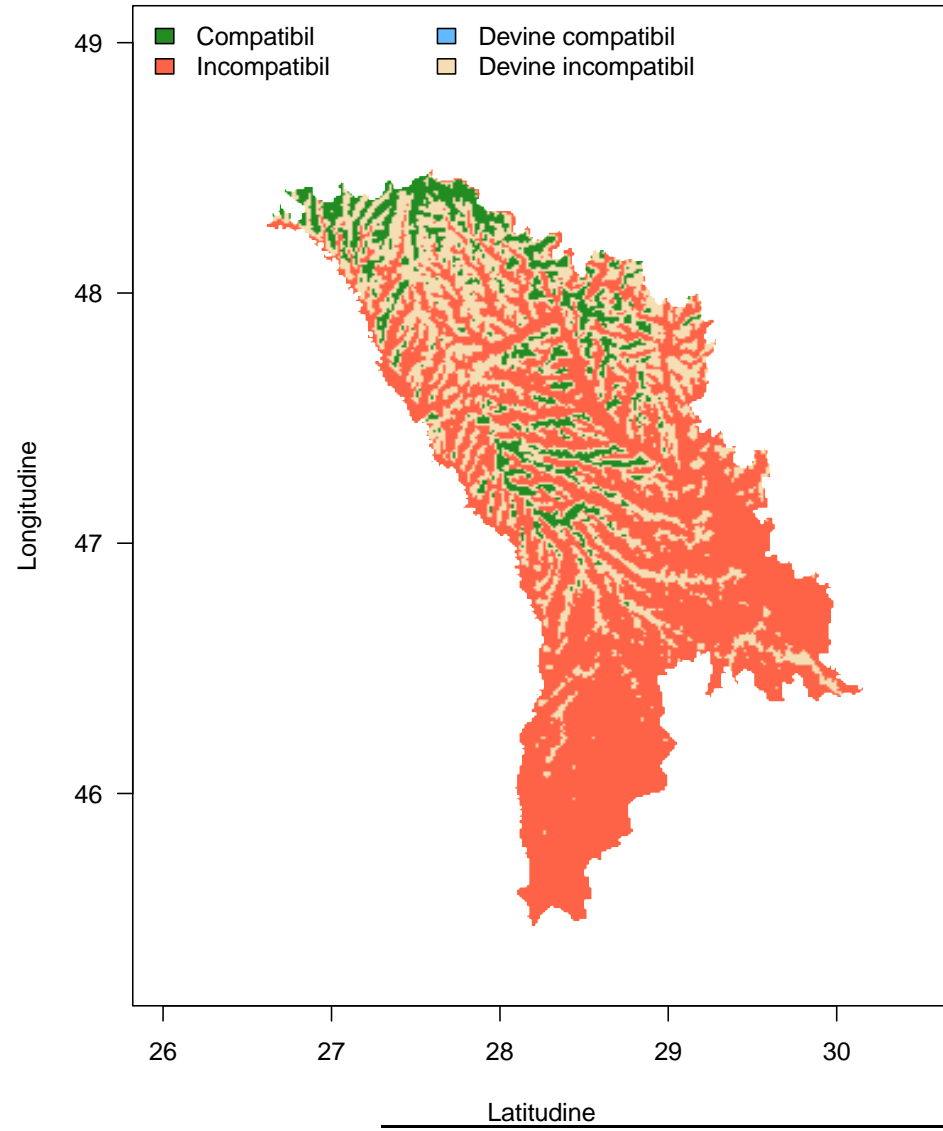
Acer platanoides – RCP4.5 (2070)



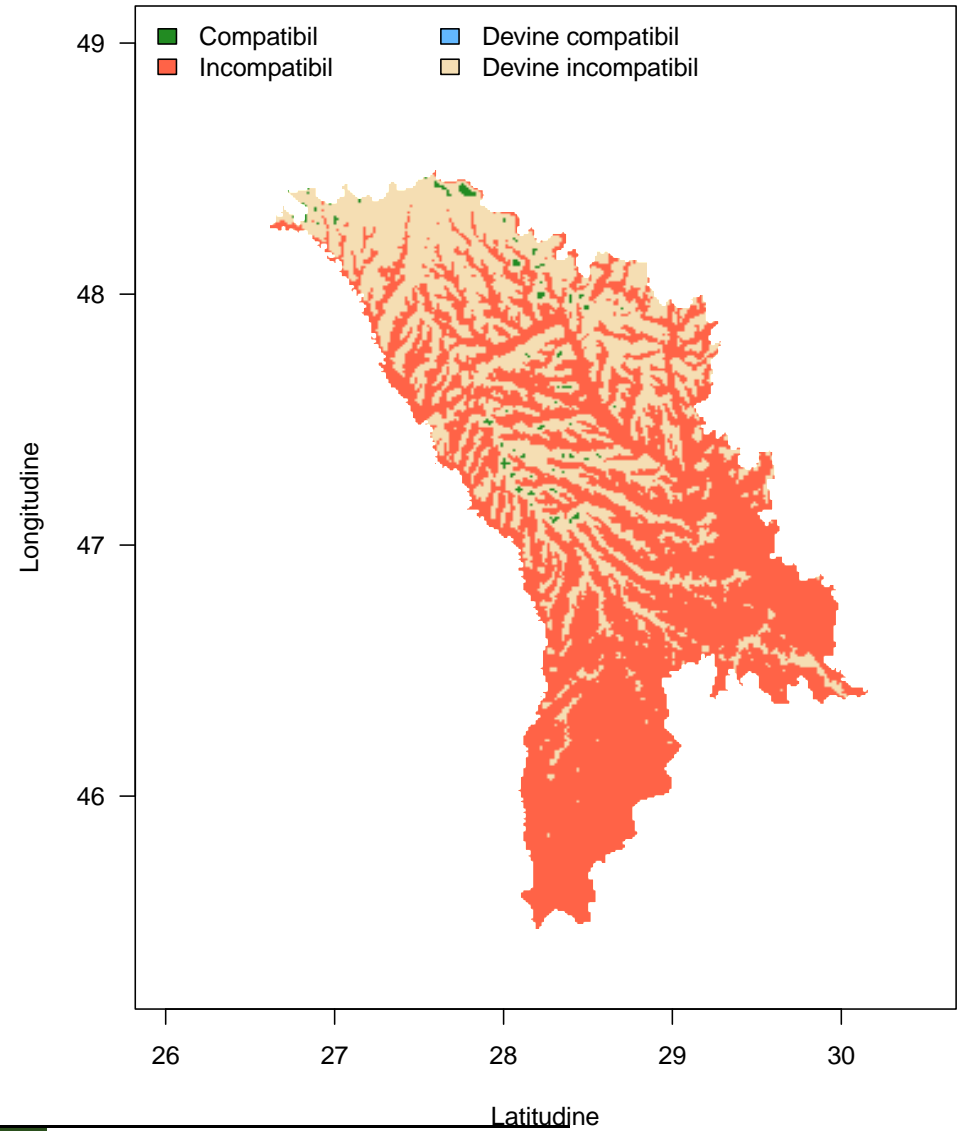
Acer platanoides – RCP8.5 (2070)



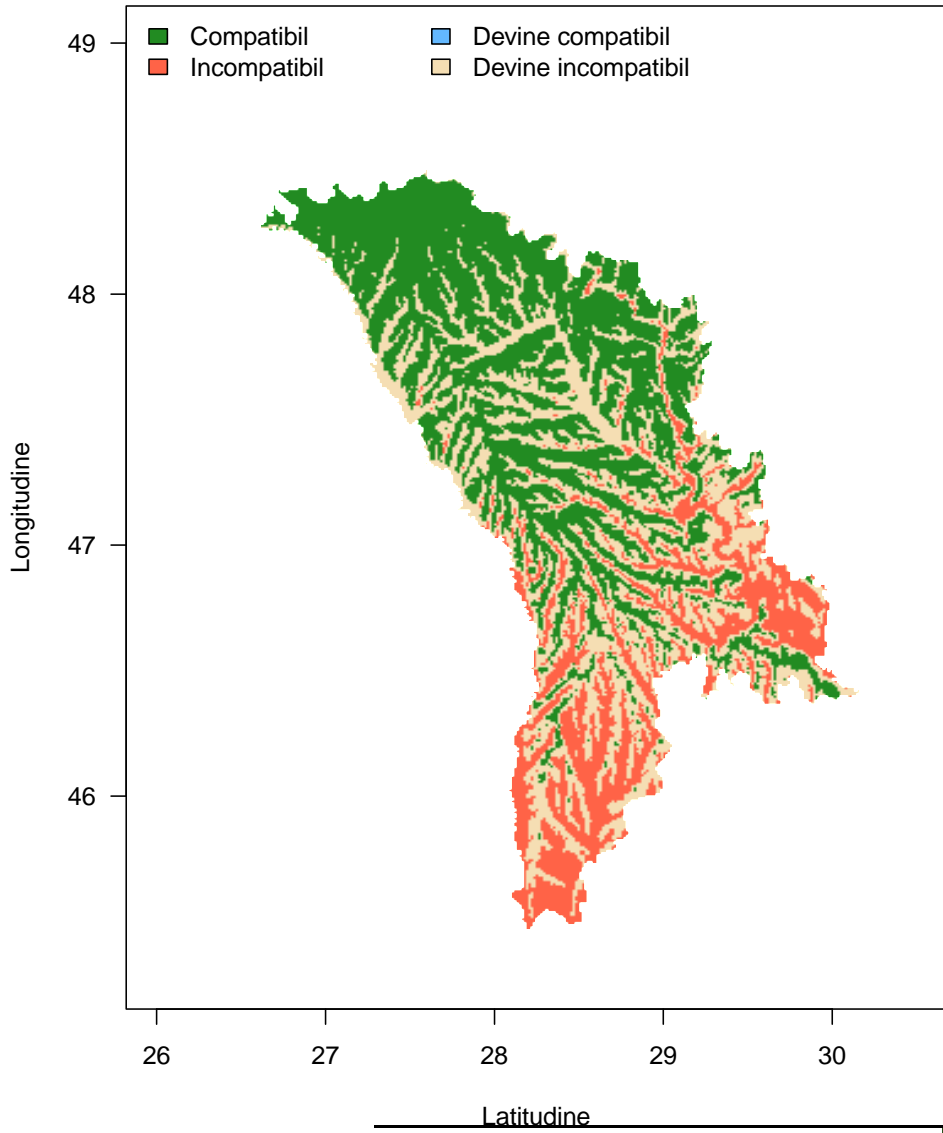
Acer pseudoplatanus – RCP4.5 (2070)



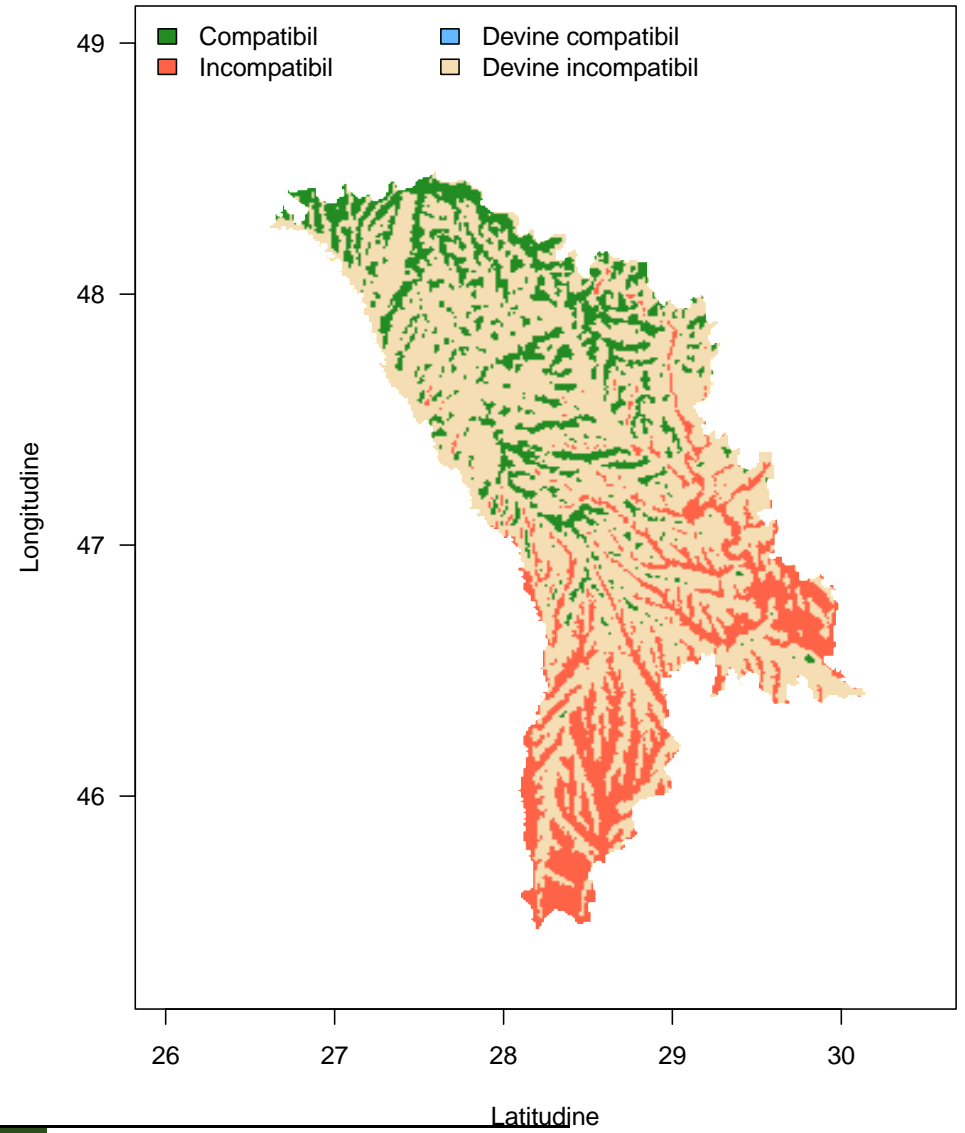
Acer pseudoplatanus – RCP8.5 (2070)



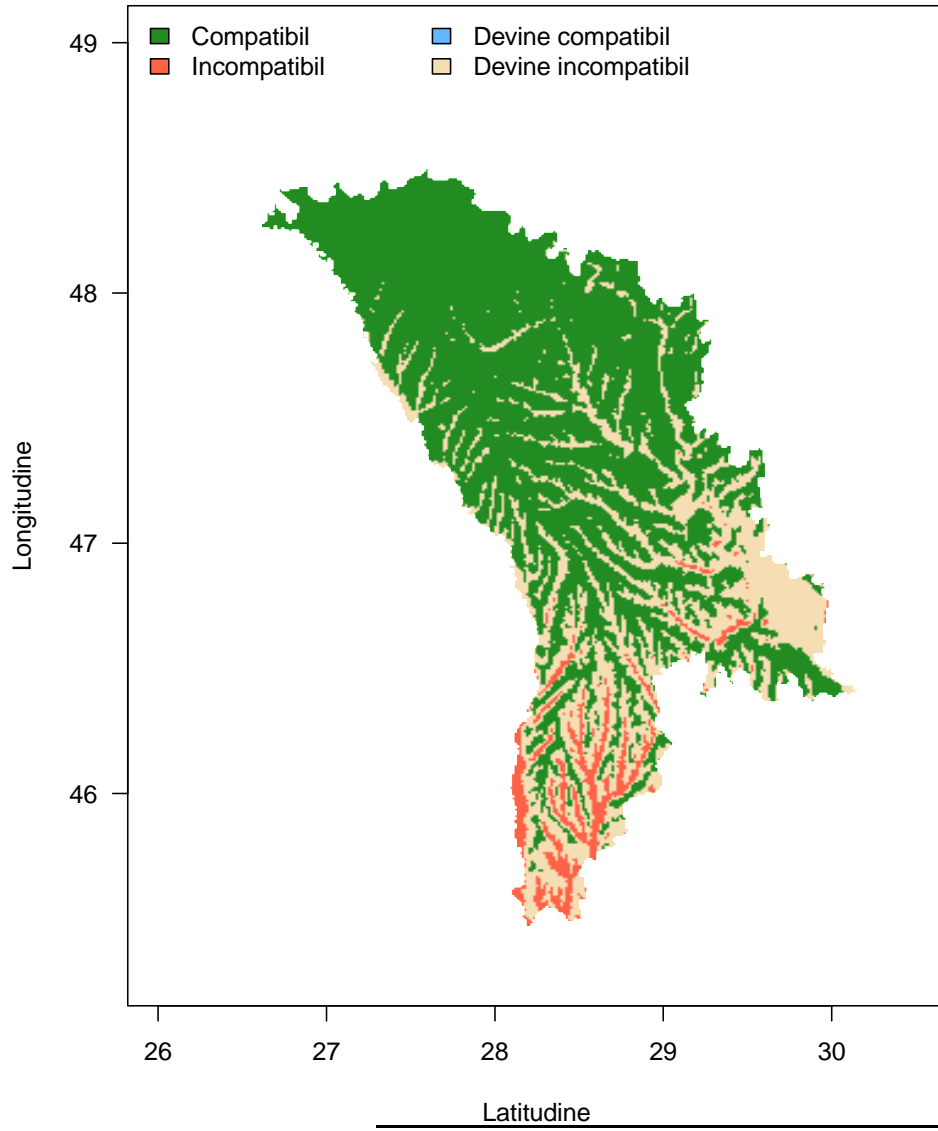
Prunus avium – RCP4.5 (2070)



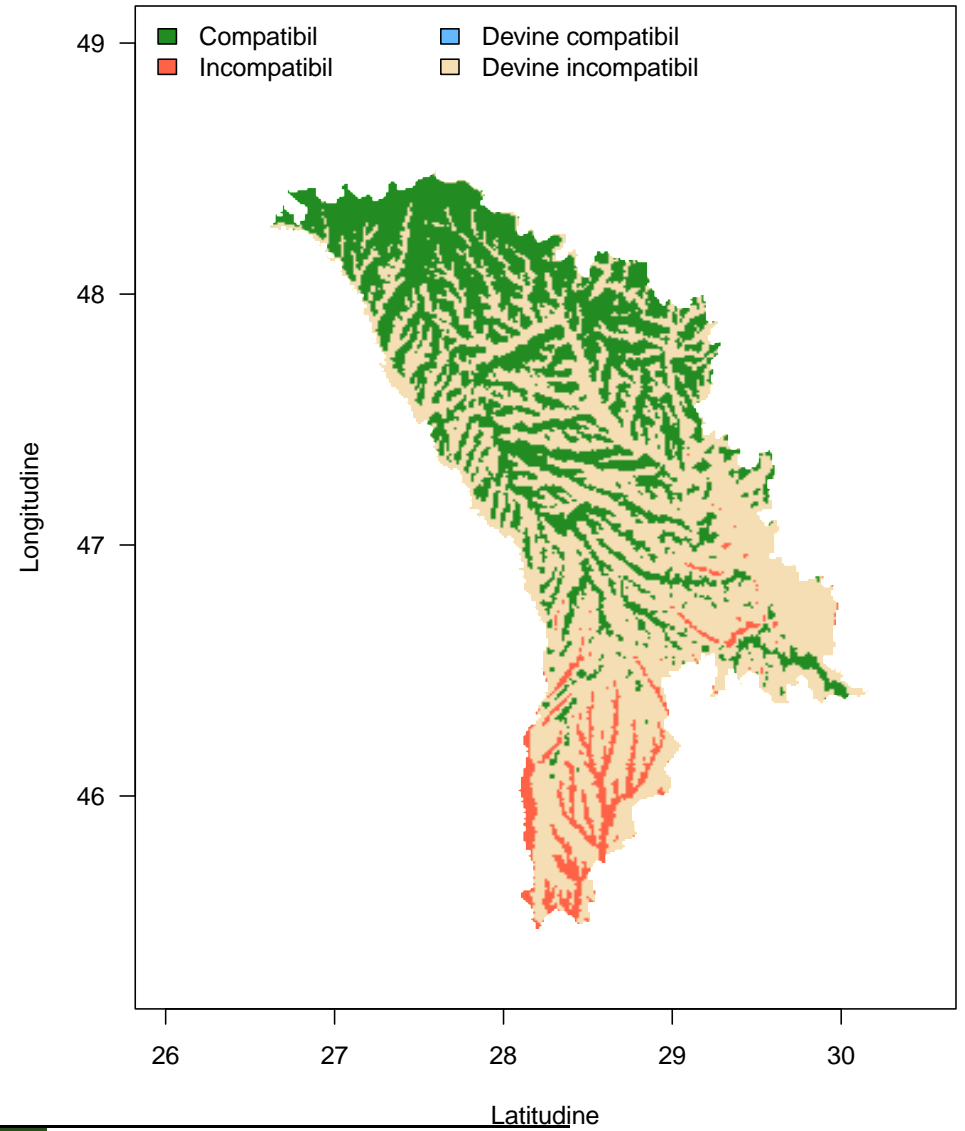
Prunus avium – RCP8.5 (2070)



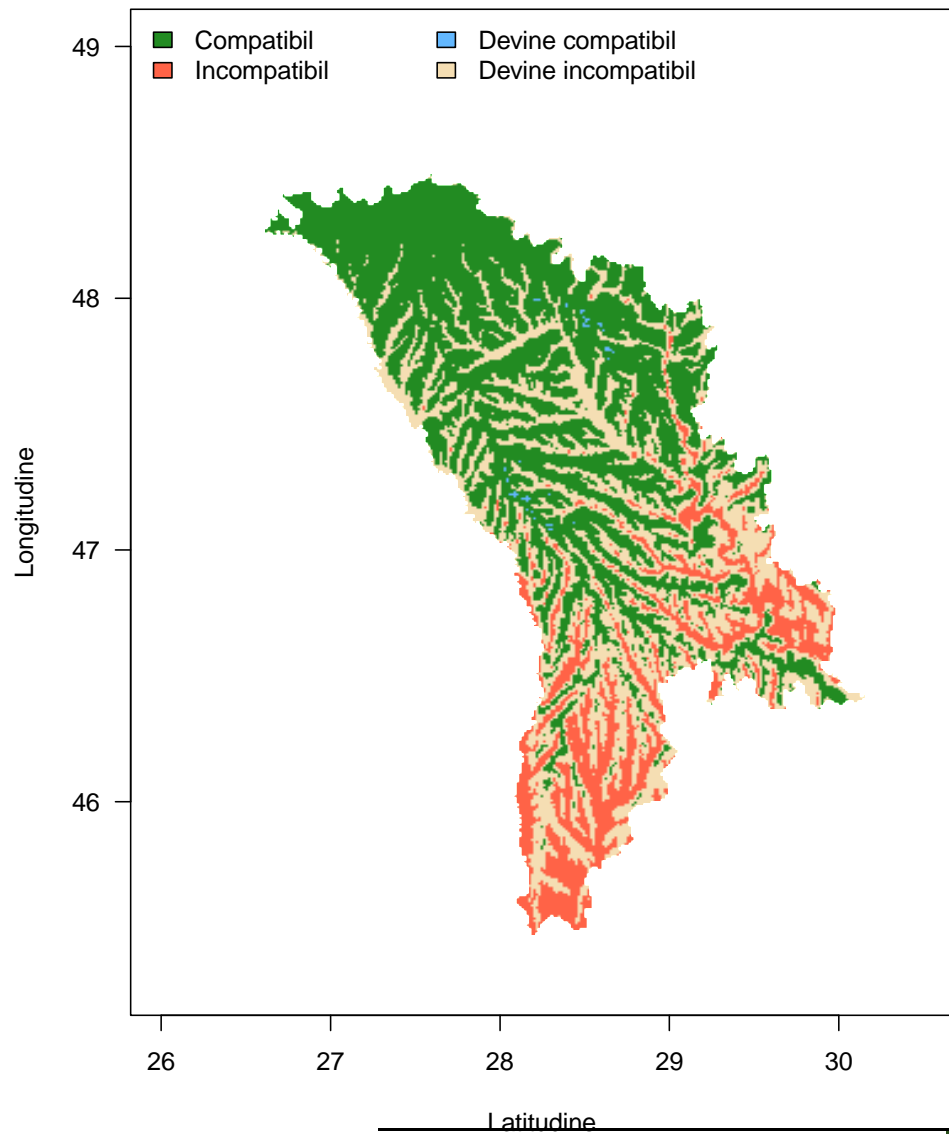
Pinus sylvestris – RCP4.5 (2070)



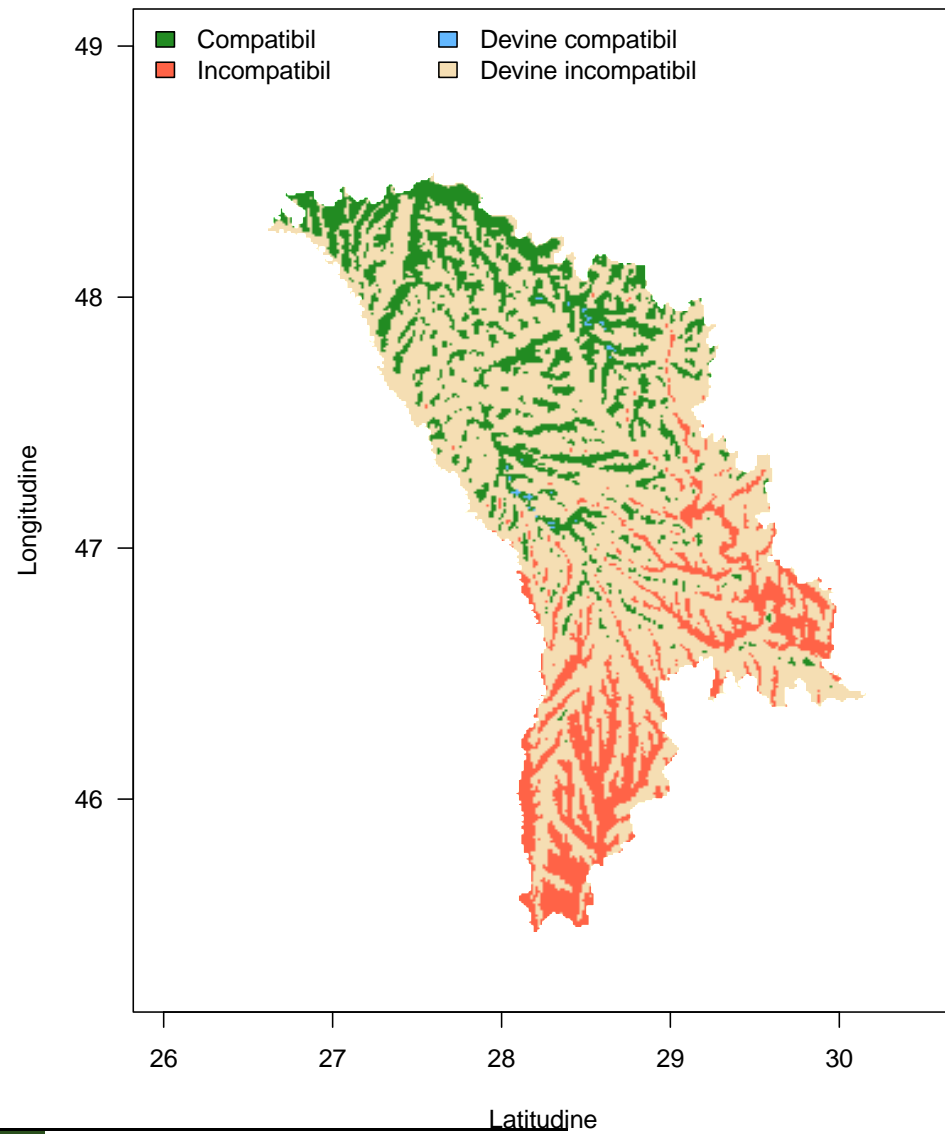
Pinus sylvestris – RCP8.5 (2070)



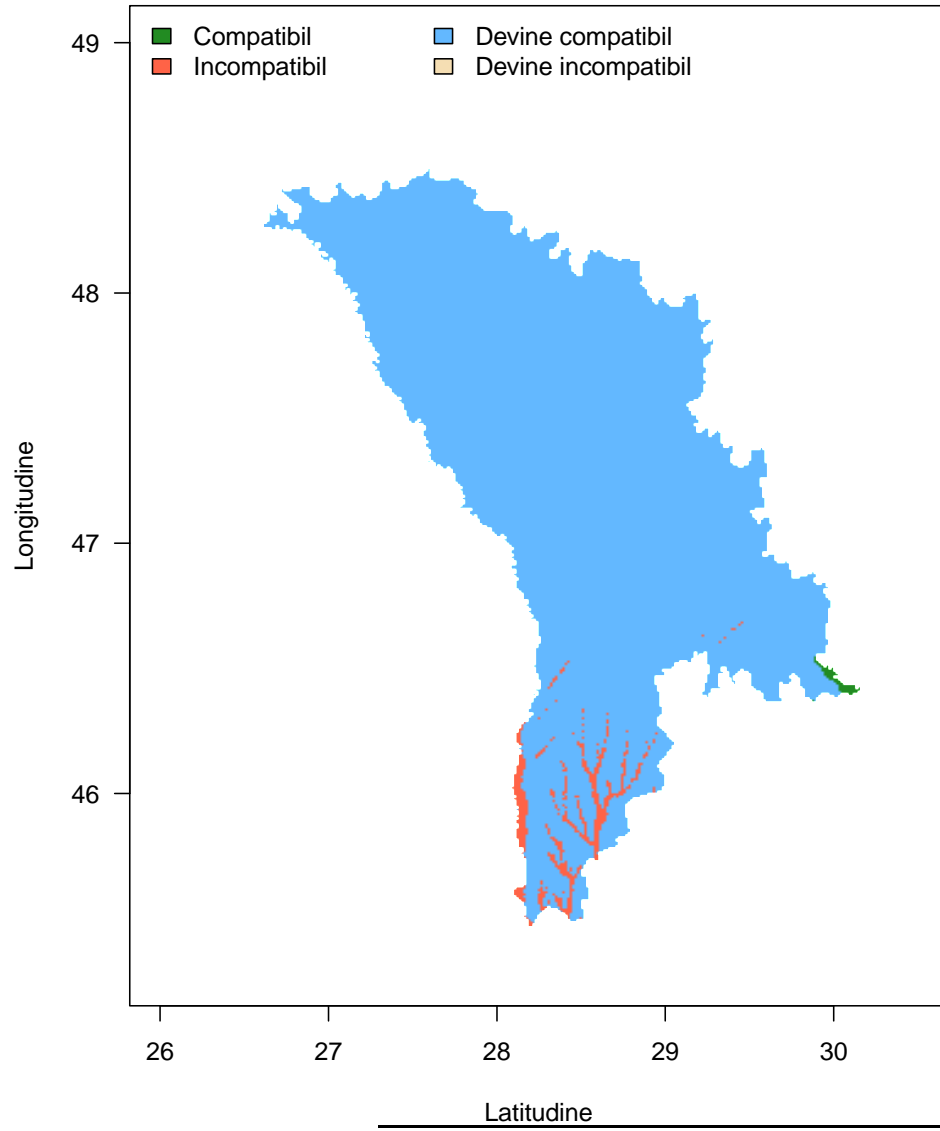
Pinus nigra - RCP4.5 (2070)



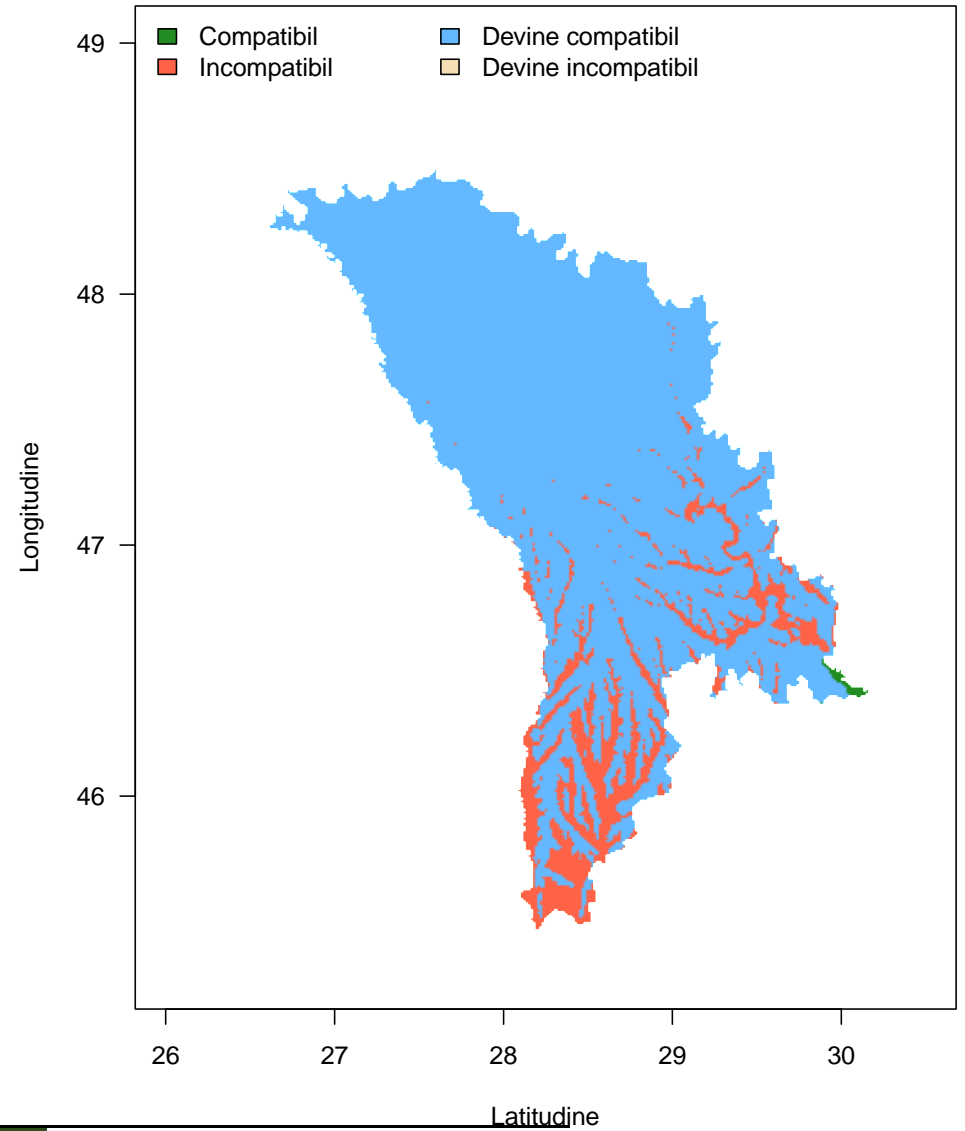
Pinus nigra - RCP8.5 (2070)



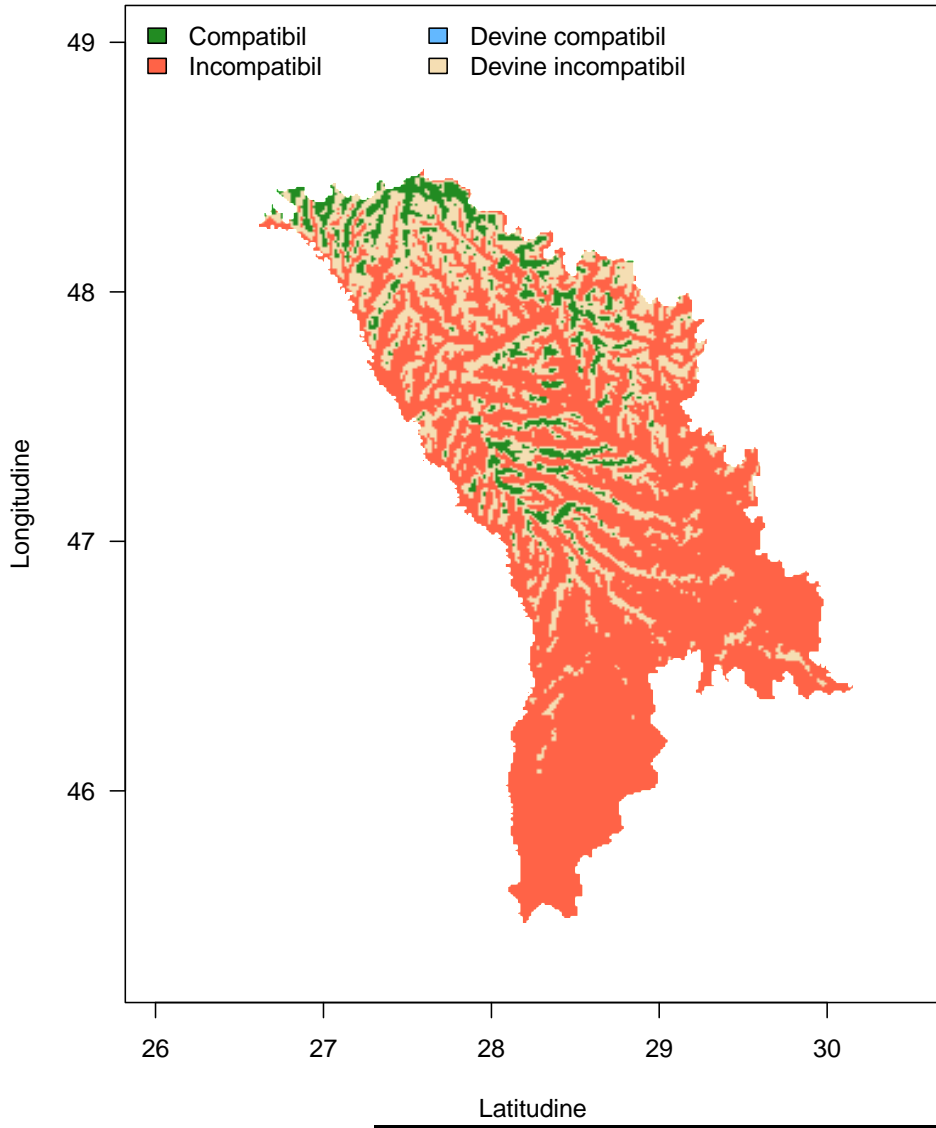
Cedrus atlantica – RCP4.5 (2070)



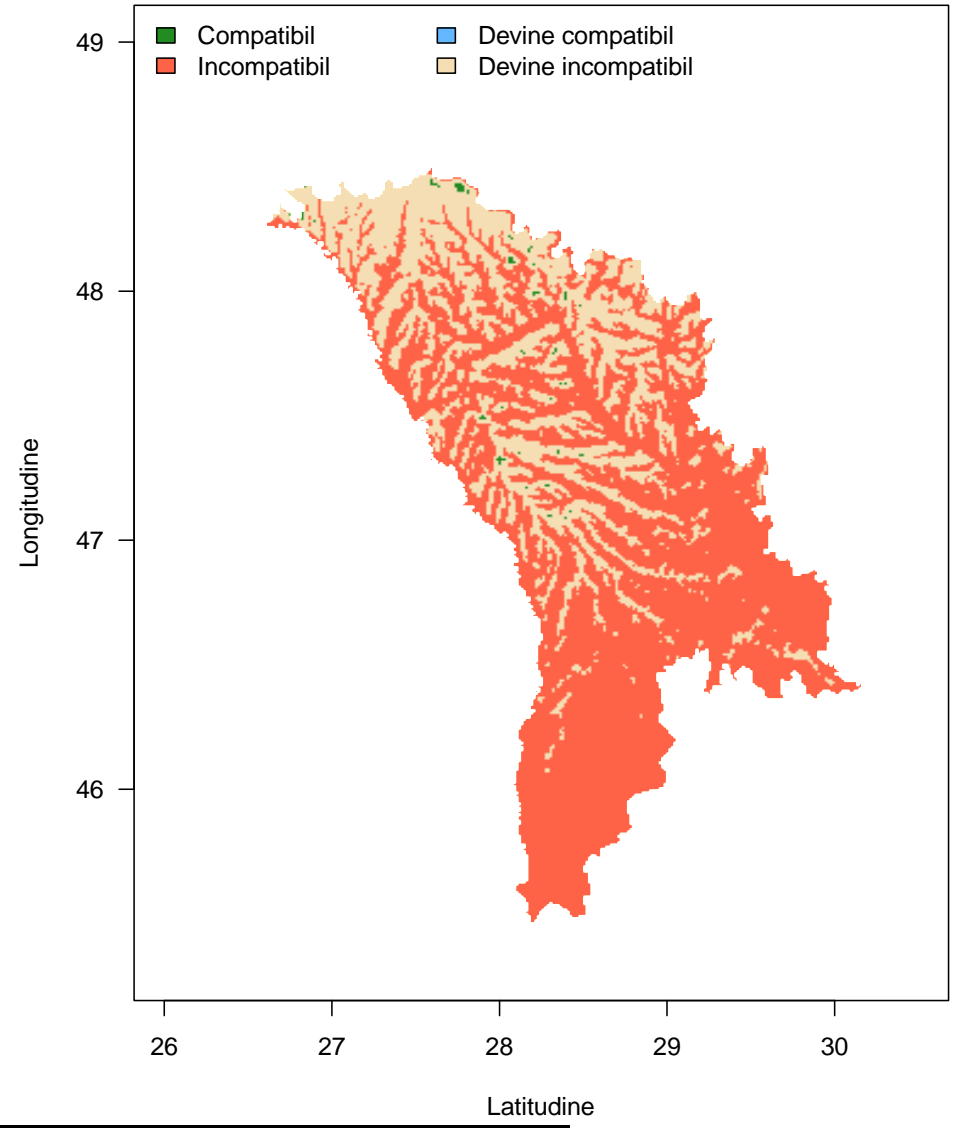
Cedrus atlantica – RCP8.5 (2070)



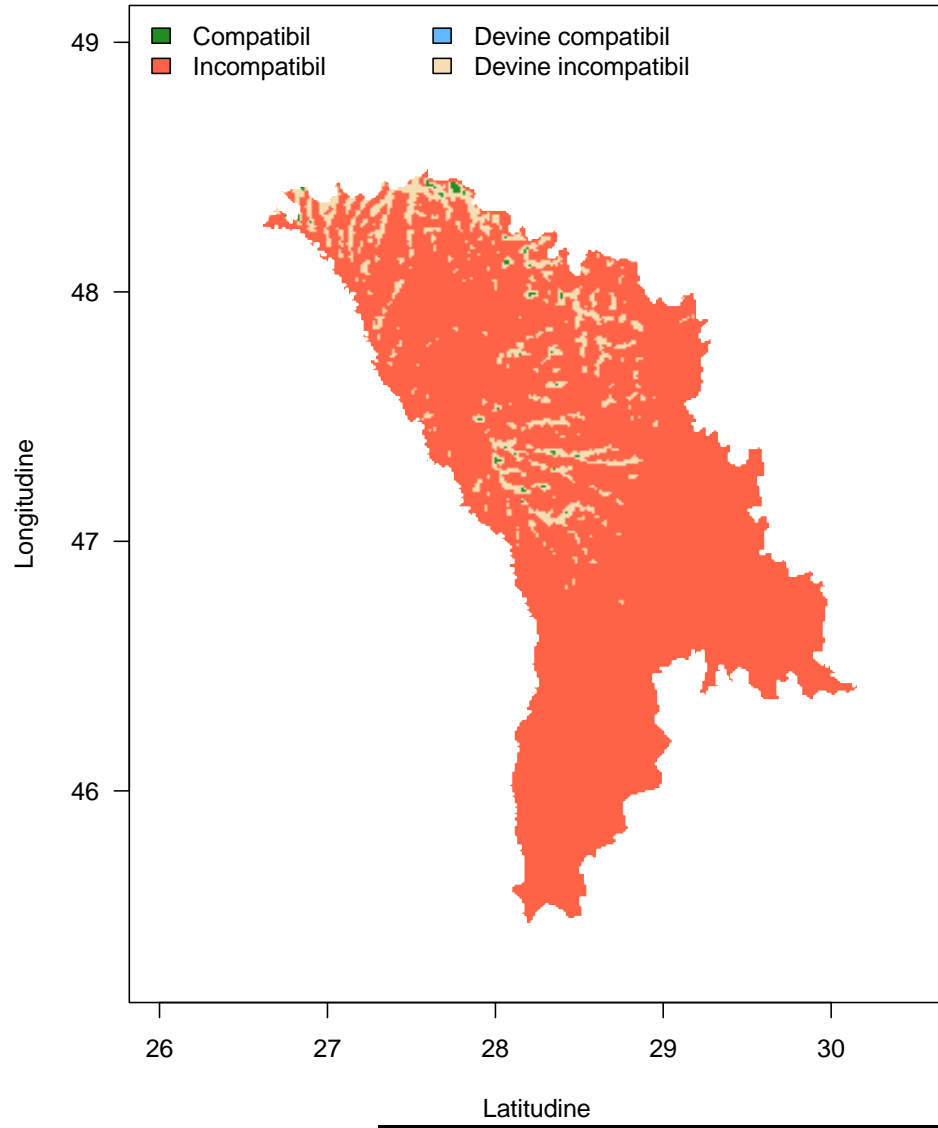
Larix decidua – RCP4.5 (2070)



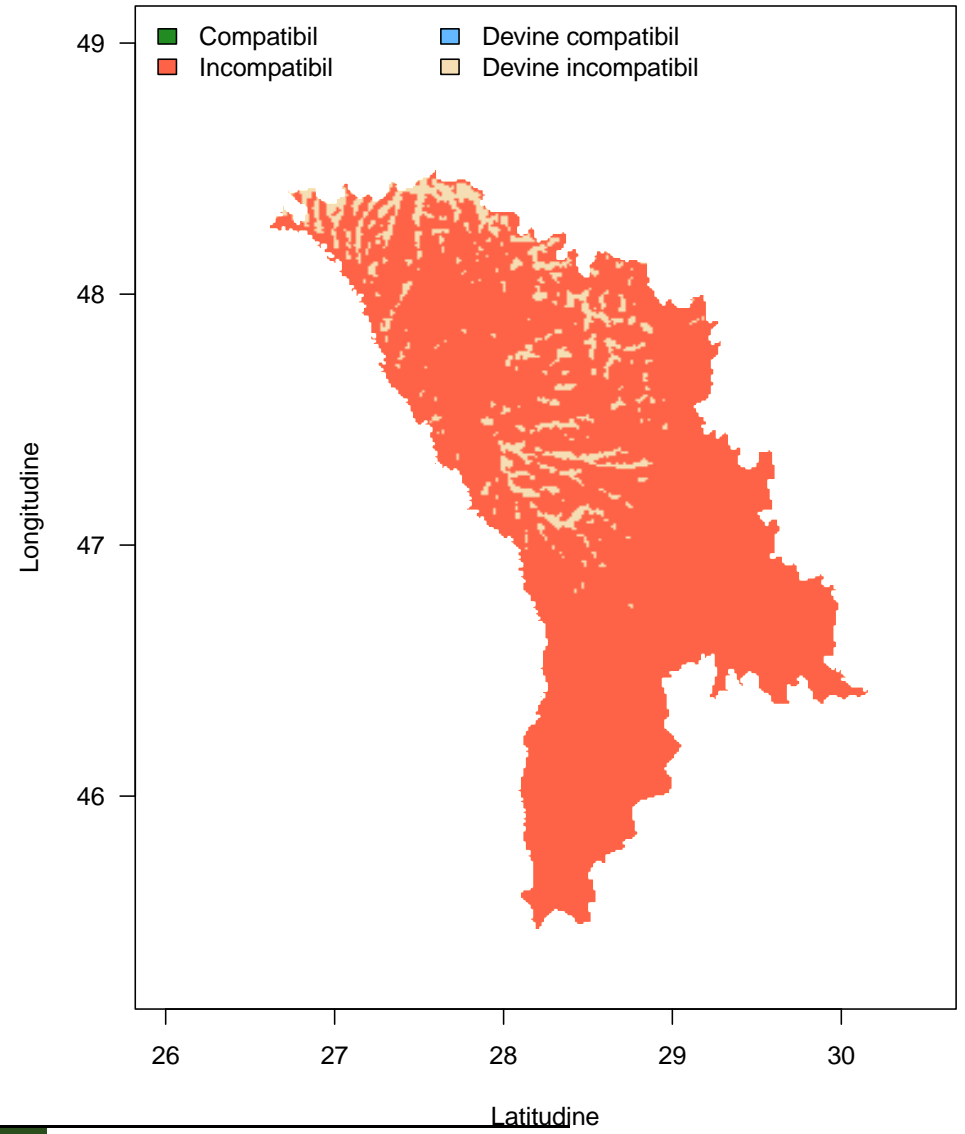
Larix decidua – RCP8.5 (2070)



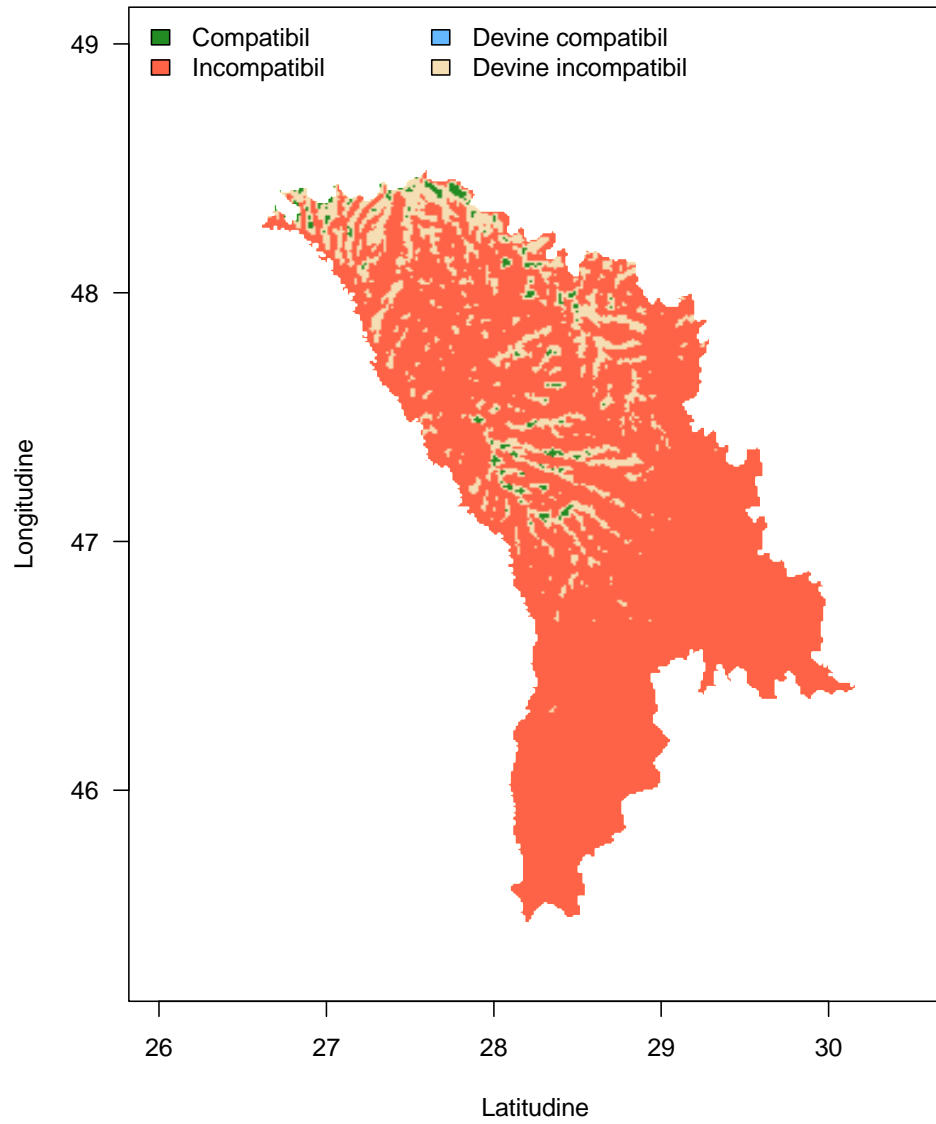
Picea abies – RCP4.5 (2070)



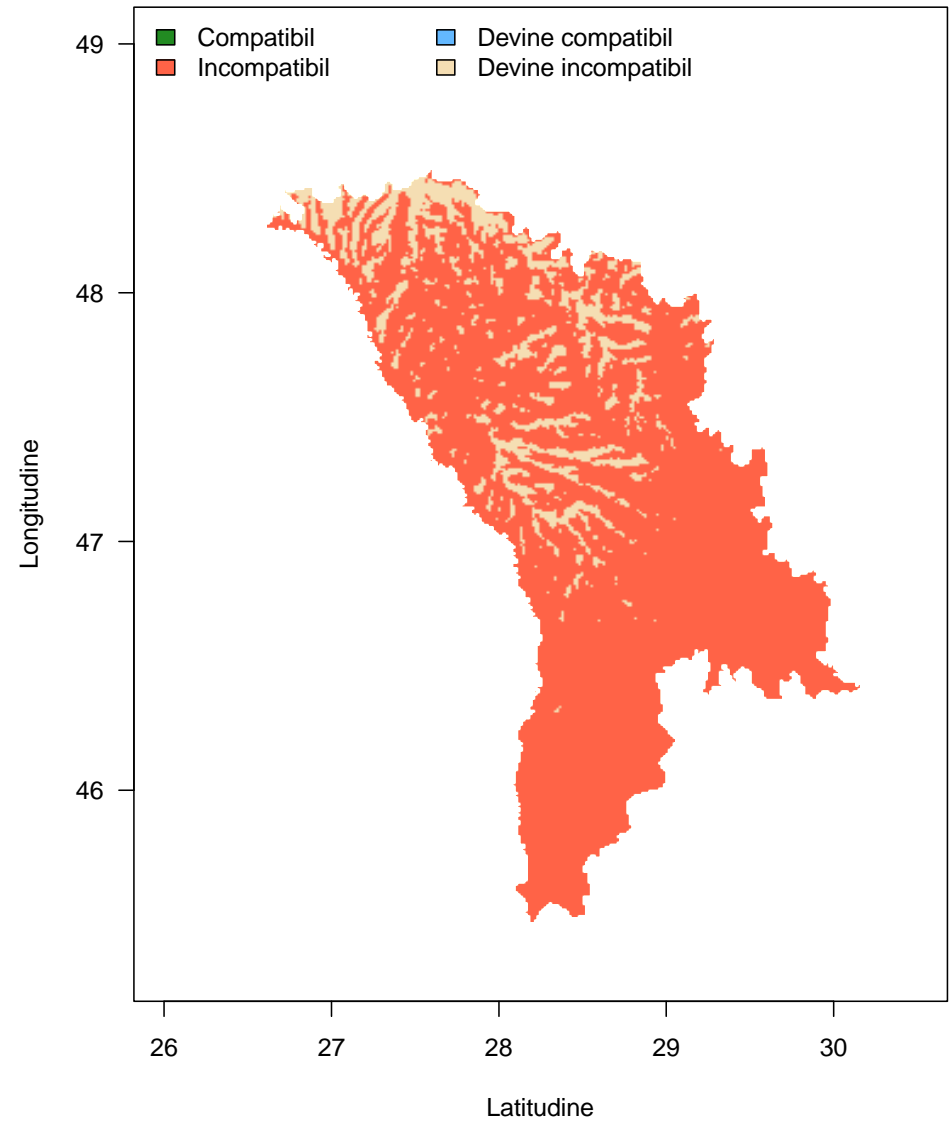
Picea abies – RCP8.5 (2070)



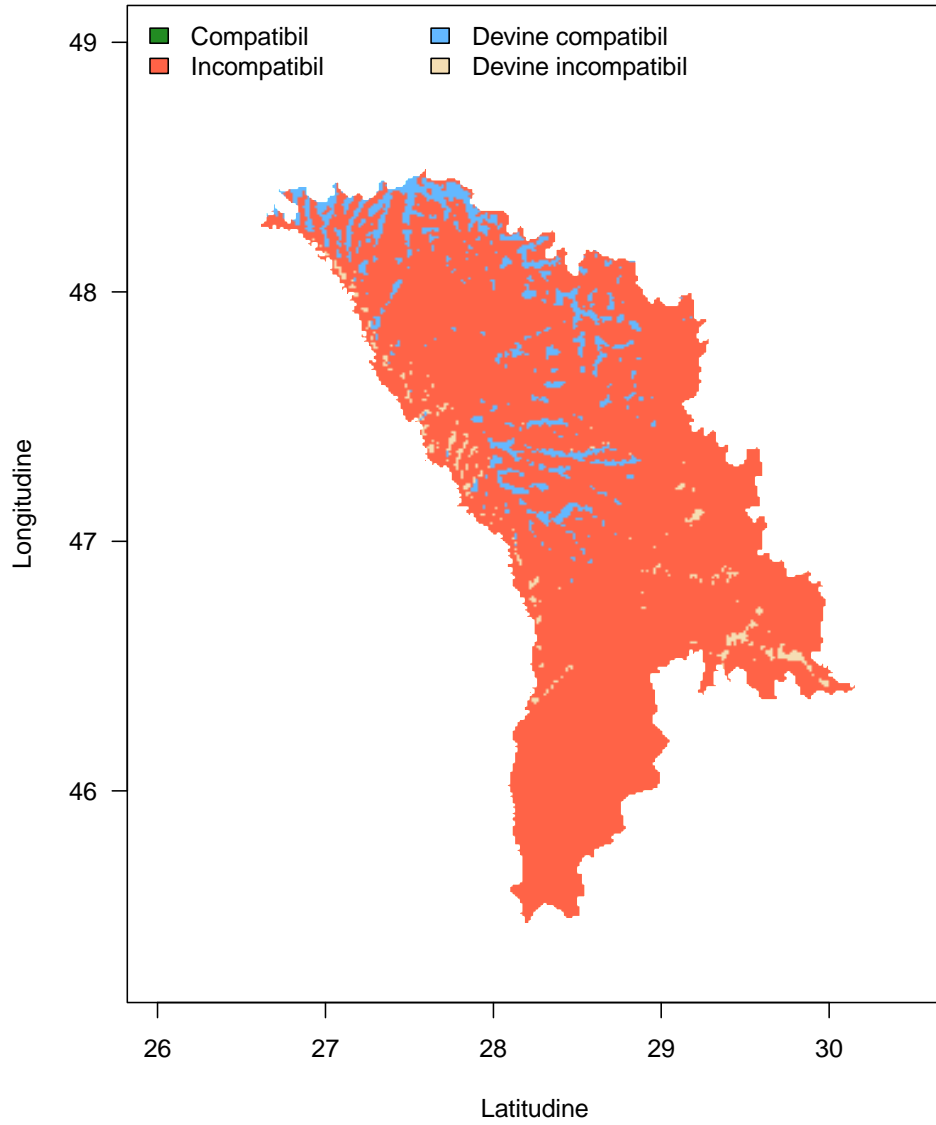
Abies alba - RCP4.5 (2070)



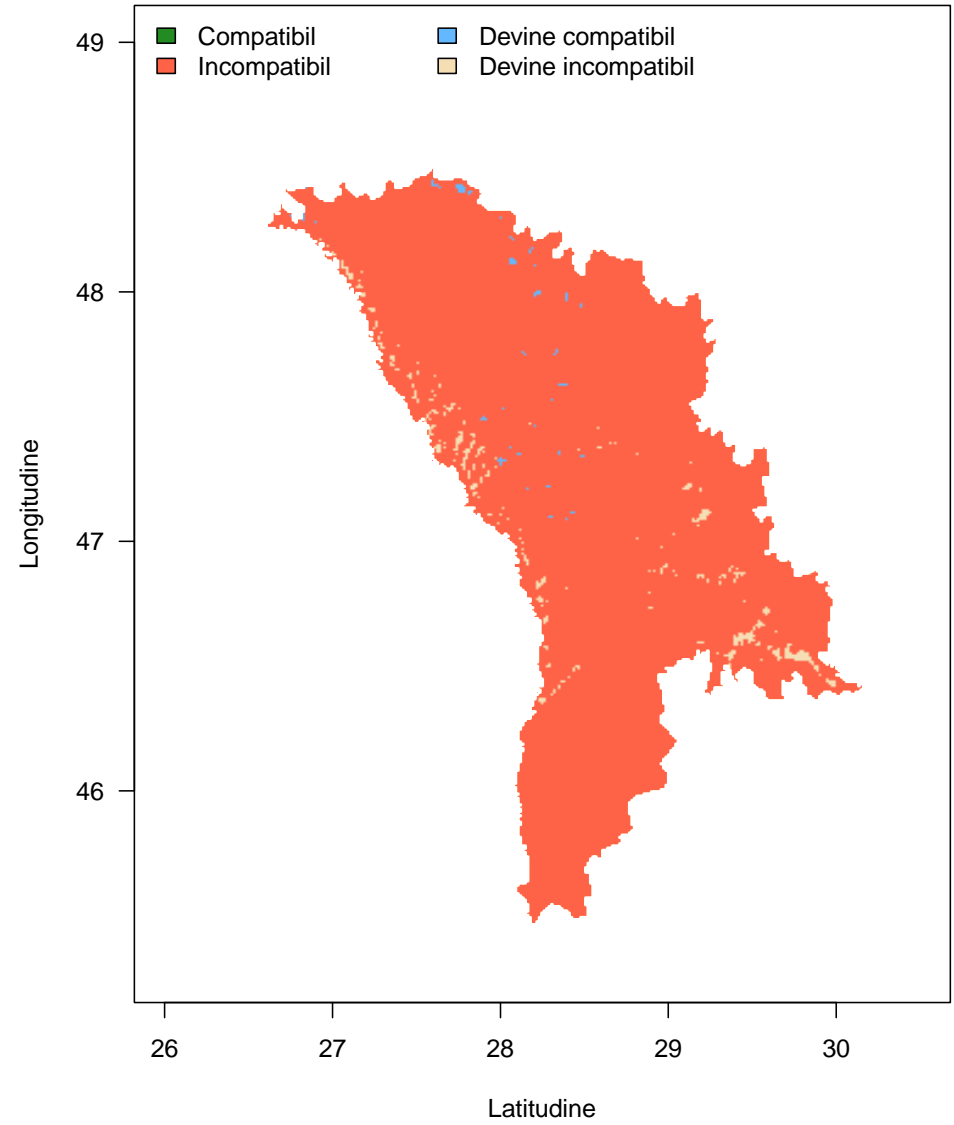
Abies alba - RCP8.5 (2070)



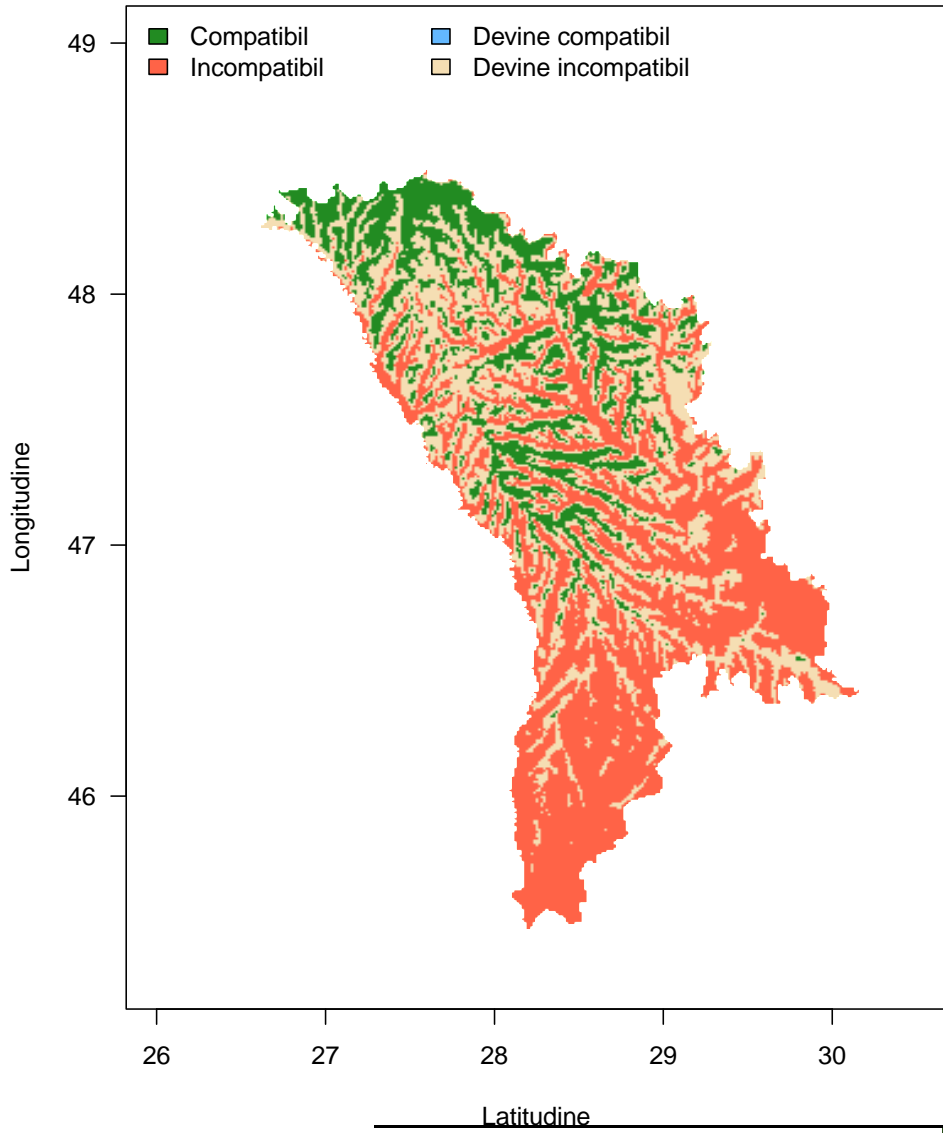
Pseudotsuga menziesii – RCP4.5 (2070)



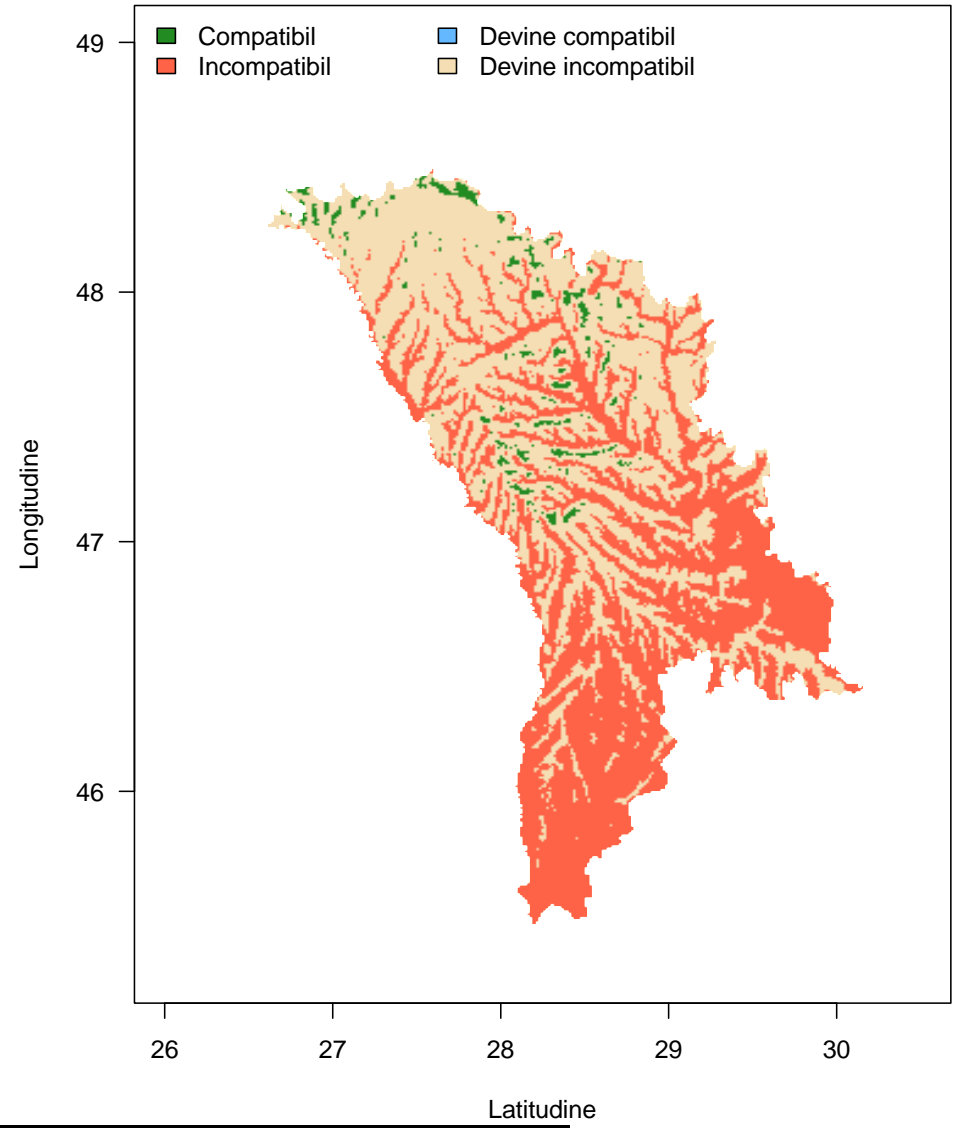
Pseudotsuga menziesii – RCP8.5 (2070)



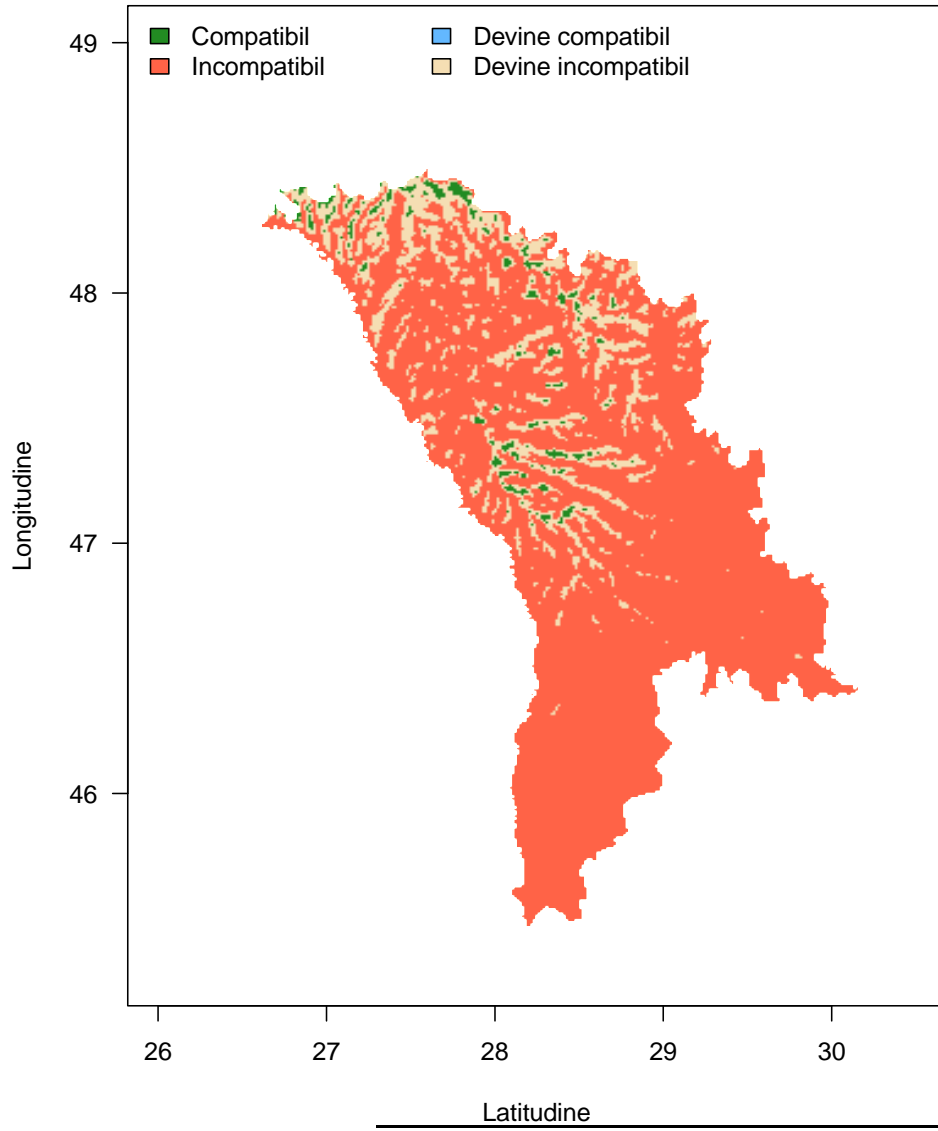
Salix caprea – RCP4.5 (2070)



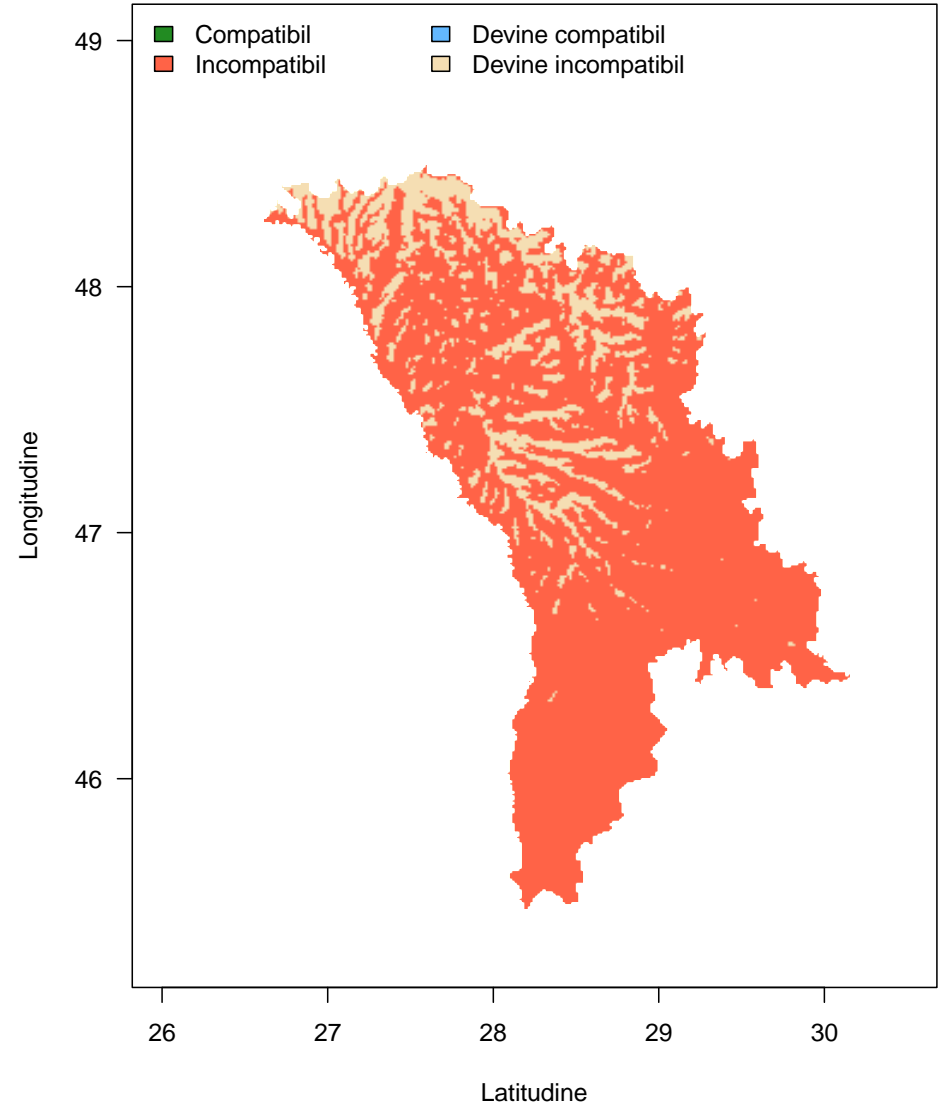
Salix caprea – RCP8.5 (2070)



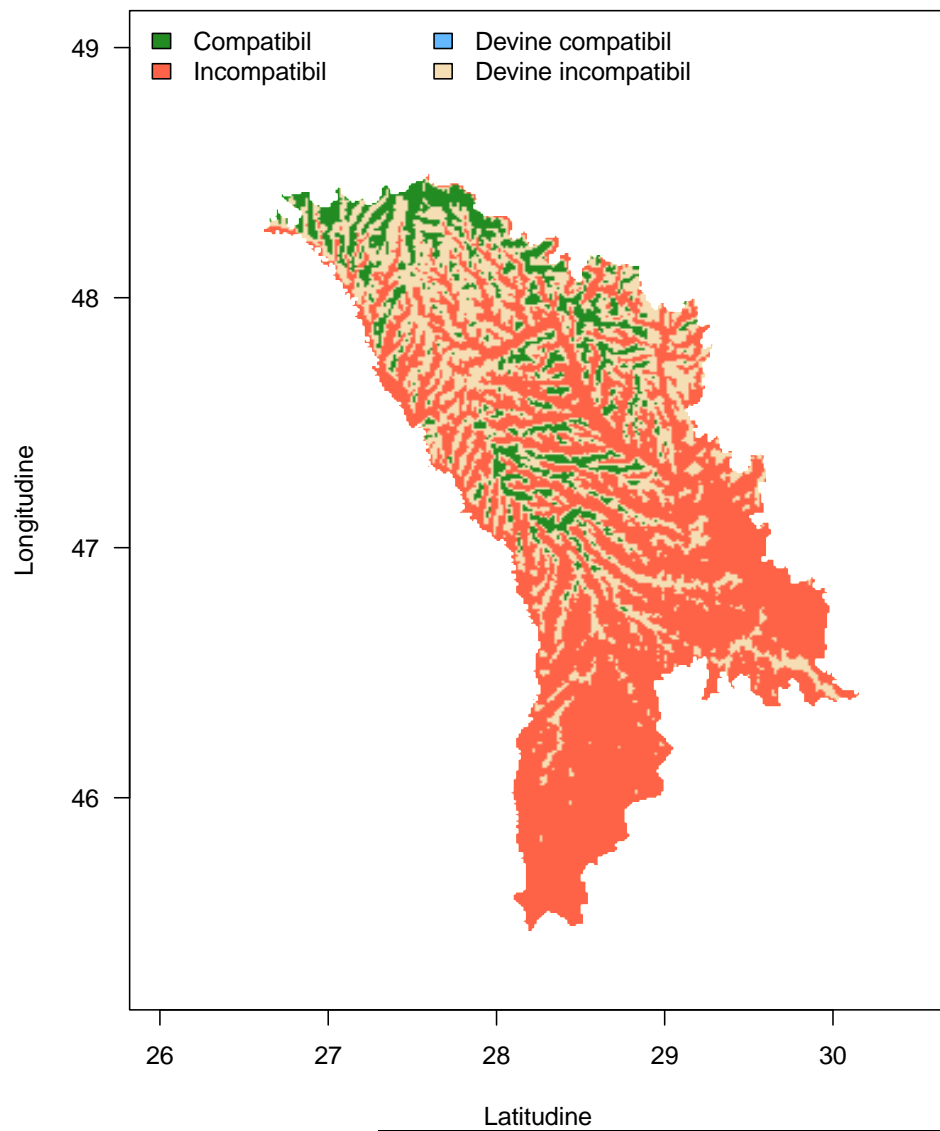
Betula pendula – RCP4.5 (2070)



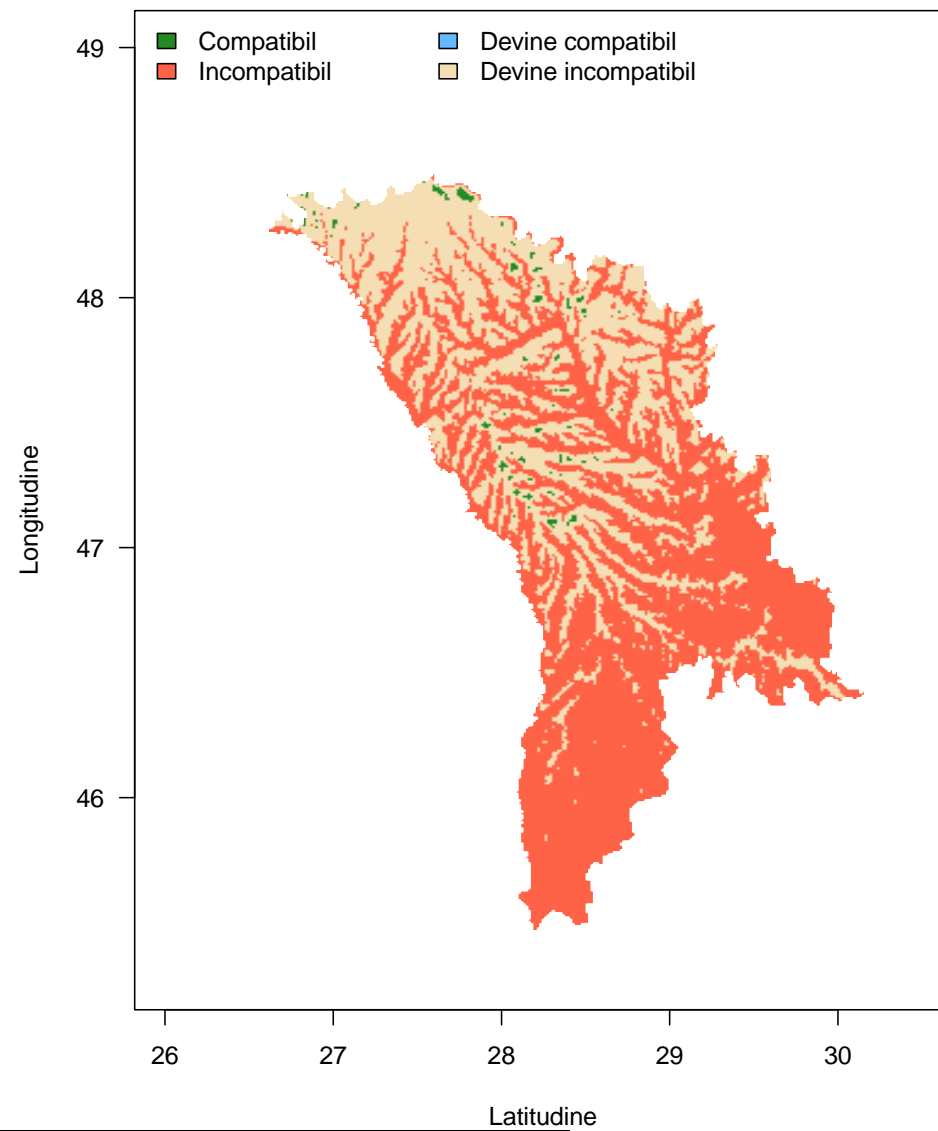
Betula pendula – RCP8.5 (2070)



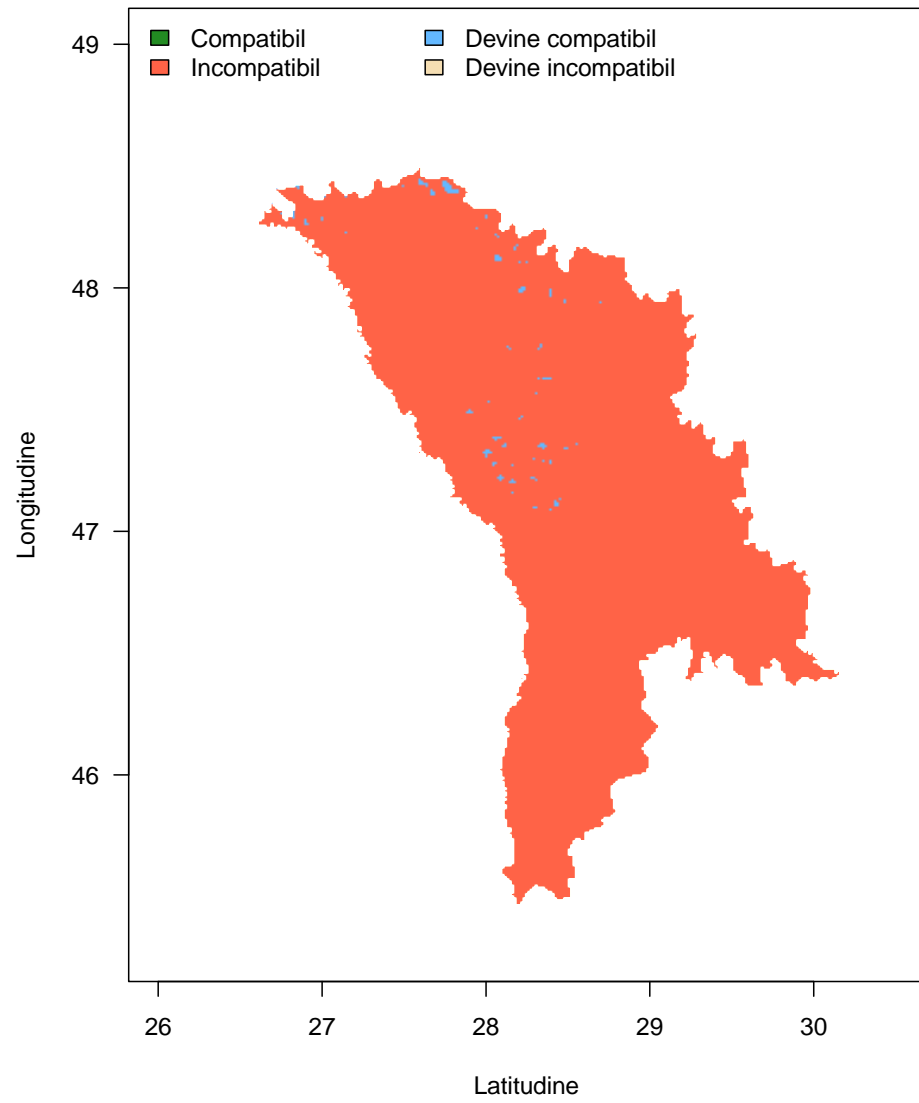
Populus tremula – RCP4.5 (2070)



Populus tremula – RCP8.5 (2070)



Abies grandis – RCP4.5 (2070)



Abies grandis – RCP8.5 (2070)

