



# Recomandări și concluzii privind adaptarea gestionării pădurilor la schimbările climatice

## Raport tematic final cu rol de informare a specialiștilor silvici

Proiect HubforClimate, Contract PN-II-RU-TE-2011-3-0222, nr. 116/5.10.2011, finanțat de UEFISCDI, 5.10.2011-4.04.2014, cu titlul: Studiarea rolului comportamentului uman în adaptarea gestionării pădurilor la schimbările climatice

Persoana de contact: **Laura Bouriaud**, [bouriaud@usv.ro](mailto:bouriaud@usv.ro)

1	Scopul cercetării.....	2
2	Obiectivul acestui document.....	2
3	Context general.....	2
3.1	Care sunt tendințele climatice prevăzute pentru România?.....	2
3.2	Ce riscuri apar pentru stabilitatea ecosistemelor forestiere?.....	3
3.3	Ce înseamnă adaptarea la schimbările climatice? .....	3
3.4	Adaptarea este diferită de atenuare .....	4
3.5	Intensificarea lucrărilor silvice ca măsură de adaptare .....	4
4	Ce opinie au inginerii silvici? .....	4
4.1	Cum percep inginerii silvici riscul schimbărilor climatice? .....	4
4.2	Cum percep inginerii silvici posibilitatea de adaptare la schimbările climatice?.....	5
4.3	Ce anume condiționează adaptarea la riscul schimbările climatice în percepția inginerilor silvici?.....	6
5	Studiu de caz: Evoluția arboretelor din O.S. Frasin sub diferite scenarii climatice..	7
5.1	Aparatul statistico-matematic .....	7
5.2	Scenariile climatice și de gestionare considerate .....	8
5.3	Rezultate ale modelării și recomandări de adaptare la schimbările climatice bazate pe studiul de caz .....	9
6	Concluzii.....	10

## 1 Scopul cercetării

Scopul proiectului a fost să identifice care sunt atitudinile și percepțiile gestionarilor și proprietarilor de păduri cu privire la schimbările climatice și la posibilitățile de adaptare a gestionării silvice la schimbările climatice. Într-o a doua etapă, proiectul a inclus aceste preferințe și atitudini în modelarea dinamicii ecosistemului forestier (modelul LandClim, elaborat de cercetători elvețieni) la nivelul unui ocol silvic.

## 2 Obiectivul acestui document

Să prezinte succint rezultatele proiectului și concluziile ce se desprind din analiza rezultatelor.

Să informeze gestionarii de pădure și specialiștii silvici cu funcții de decizie despre contextul schimbărilor climatice și percepția fenomenului în general printre inginerii silvici.

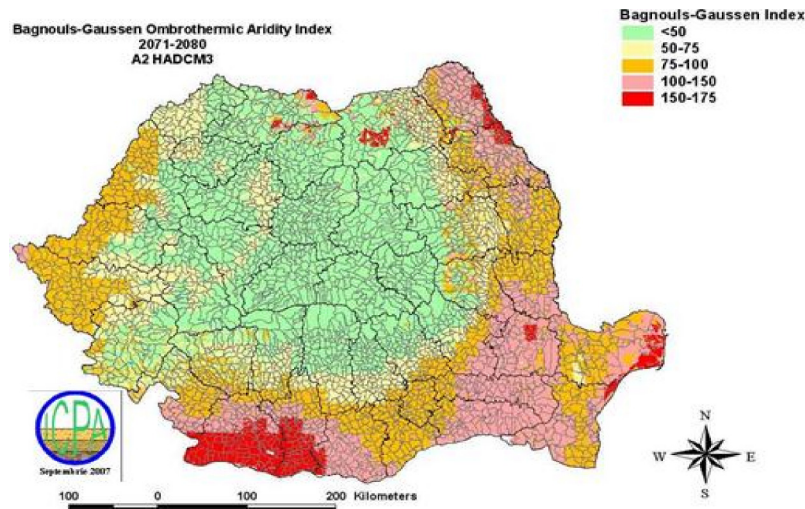
Să ilustreze prin modelarea dinamicii ecosistemului forestier într-un ocol silvic care pot fi consecințele luării sau neluării unor măsuri de adaptare.

## 3 Context general

### 3.1 Care sunt tendințele climatice prevăzute pentru România?

Conform Agenției Naționale de Meteorologie și datelor ce fundamentează Strategia națională privind schimbările climatice (2014):

- temperatura medie la începutul sezonului de vegetație a crescut pe parcursul ultimelor patru decenii, cu o maximă de 1°C în regiunile de sud-est;
- cuantumul precipitațiilor în sezonul de vegetație s-a redus cu cca. 25-75 mm în ultimele patru decenii;
- temperatura medie minimă vara este deja mai mare;
- grosimea straturilor de zăpadă a scăzut semnificativ în nord-estul, centrul și vestul României;
- temperaturile medii anuale în România vor continua să crească constant, mai ales vara și iarna;
- se poate ca regimul precipitațiilor să nu se schimbe semnificativ în anotimpul de iarnă, cu excepția unei ușoare creșteri în nord-vestul țării și ușoare scăderi în sud-vest;
- se preconizează o scădere generală a precipitațiilor în anotimpul de vară de până la 40%, mai ales în sudul și sud-estul țării.
- rata zilnică medie a precipitațiilor pentru România se va reduce cu circa 20%.



**Figura 1. Indicele de ariditate, în scenariul climatic cu modificările cele mai importante sub aspectul precipitațiilor (HadCM3). Studiul de caz este amplasat într-o zonă cu ariditate preconizată maximă în județul Suceava. Sursa: World Bank, 2014**

### **3.2 Ce riscuri apar pentru stabilitatea ecosistemelor forestiere?**

- Destructurarea și destabilizarea arboretelor vulnerabile (cele din zonele afectate de aridizare sau situate în condiții edafice cu deficit hidric).
- Scăderea considerabilă a productivității pădurilor, datorită creșterii temperaturilor medii și scăderii volumului precipitațiilor, precum și a creșterii incidenței atacurilor de insecte.
- Pe termen lung și foarte lung va avea loc o migrație a arealului pădurii la nivel altitudinal însoțită de o translație altitudinală a zonalității naturale (Ordinul Ministrului nr. 1170/29.09.2008 - Ghid privind Adaptarea la efectele schimbărilor climatice).
- Stabilitatea ecosistemelor forestiere va fi însă cel mai mult afectată de creșterea incidenței fenomenelor extreme precum vânt foarte puternic, zăpadă abundentă, secetă extremă, valuri de căldură extremă, ierni deosebit de calde sau deosebit de reci, etc., având ca efect doborâturi de vânt, rupturi de zăpadă, atacuri de insecte sau incendii de pădure (Papp et al. 2011).

### **3.3 Ce înseamnă adaptarea la schimbările climatice?**

Sunt acele opțiuni de gestionare care conduc la (Milar et al. 2007):

1. **creșterea rezistenței ecosistemului la perturbări** precum secetă, doborâturi de vânt sau atacuri de insecte;
2. **creșterea rezilienței ecosistemului**, respectiv a capacității sale de a reveni la starea optimă după un eveniment perturbator;
3. **creșterea capacității de răspuns a ecosistemului**, respectiv facilitarea tranziției ecosistemelor de la starea curentă la o nouă stare, ca în cazul schimbării compoziției speciilor datorită modificării optimului climatic.

### 3.4 Adaptarea este diferită de atenuare

Strategiile de **atenuare** a efectului schimbărilor climatice sunt concentrate pe dezvoltarea funcției de sechestrare a carbonului (promovarea împăduririlor, adaptarea ciclurilor de producție pentru a optimiza funcția de stocare) și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră (evitarea “dezgolirii” terenurilor forestiere și interdicția schimbării categoriei de folosință).

### 3.5 Intensificarea lucrărilor silvice ca măsură de adaptare

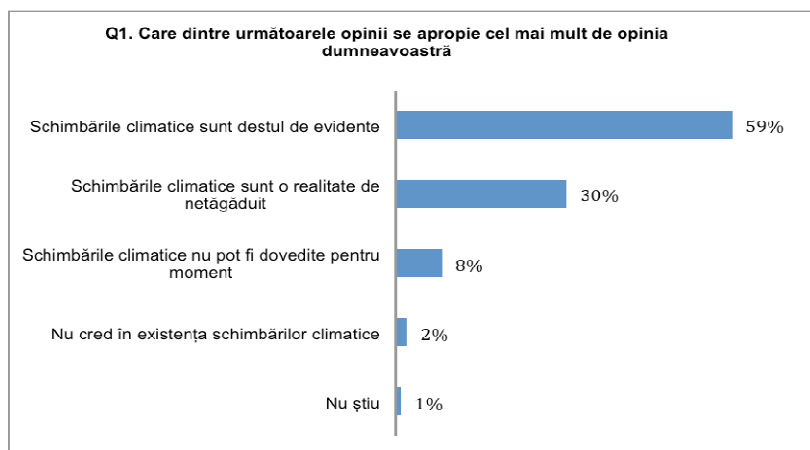
Intensificarea lucrărilor face referire la reducerea vârstelor de tăiere și intervenirea mai devreme, mai frecvent și mai intens cu lucrări în arboret.

- Efectul urmărit, conform literaturii de specialitate este pregătirea arboretelor pentru condiții de risc, de exemplu, creșterea rezistenței la doborâturi de vânt prin intervenirea mai devreme și mai intens asupra consistenței arboretelor vulnerabile, sau diminuarea stresului hidric prin reducerea competiției dintre indivizi pentru resursa apă (Granier et al. 1999; Morán-López et al. 2013).
- Regenerarea naturală (sub masiv) este preferată celei artificiale pentru a facilita successiunea naturală a speciilor (migrația altitudinală potrivit noilor condiții de optim stațional).
- Intensificarea lucrărilor silvice este în același timp o măsură de atenuare, deoarece permite optimizarea stocării carbonului. Ciclurile mai scurte de producție, cu extrageri mai importante pe parcursul vieții arboretului, permit o acumulare totală mai mare de biomasă – deci mai mult carbon atmosferic captat.

## 4 Ce opinie au inginerii silvici?

### 4.1 Cum percep inginerii silvici riscul schimbărilor climatice?

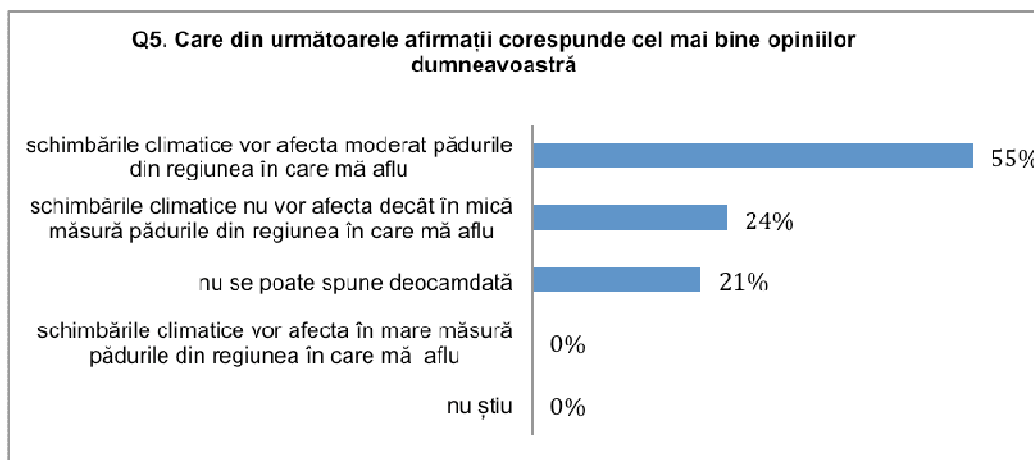
Ancheta desfășurată la scară națională (N=198 respondenți) arată că inginerii silvici sunt conștienți de realitatea schimbărilor climatice (84%), doar 16% dintre ei fiind sceptici sau neîncredători (Figura 2).



**Figura 2. Realitatea schimbărilor climatice în opinia inginerilor silvici**

Proporția scepticilor este ceva mai mare însă atunci când vine vorba despre efectele schimbărilor climatice asupra ecosistemului forestier. Astfel, aproape jumătate dintre cei care au răspuns (N=157) apreciază că pădurile nu vor fi afectate decât în mică măsură, sau că nu se poate spune deocamdată care va fi efectul schimbărilor climatice asupra pădurii (Figura

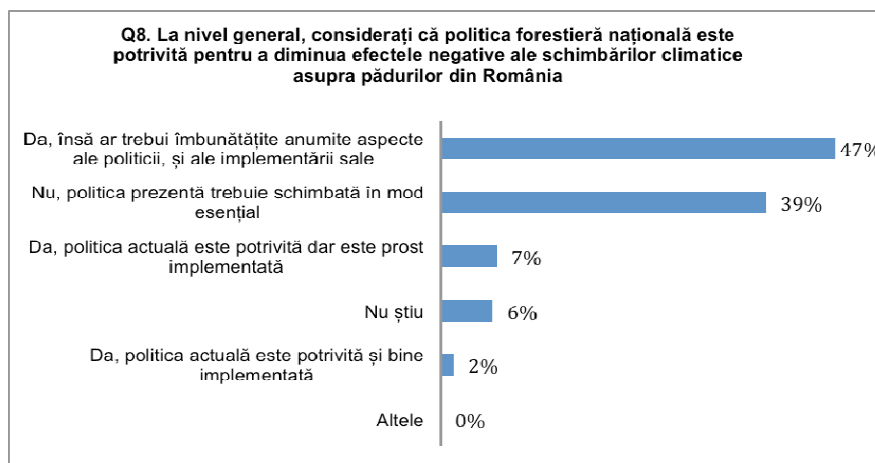
3). Răspunsurile inginerilor silvici arată de asemeni că nu există o conștientizare a costurilor asociate lipsei de strategii de adaptare la schimbările climatice.



**Figura 3. Impactul schimbărilor climatice în opinia inginerilor silvici**

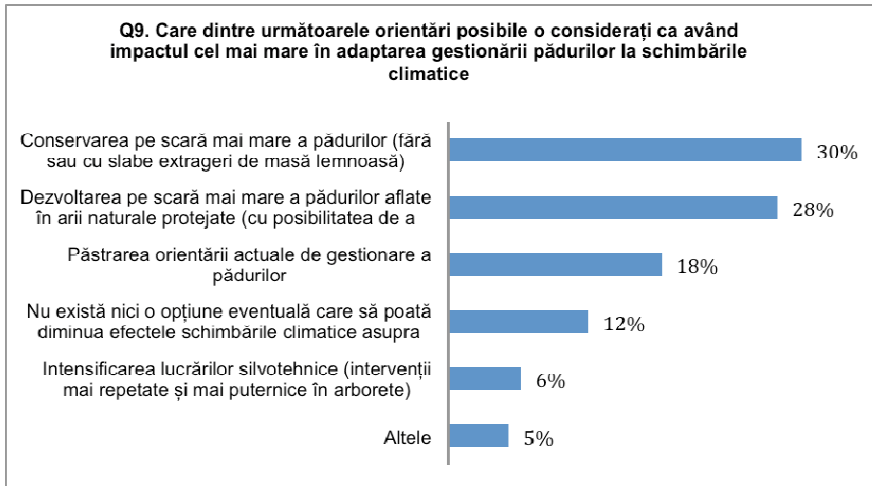
#### **4.2 Cum percep inginerii silvici posibilitatea de adaptare la schimbările climatice?**

Inginerii silvici au opinii diferite asupra capacității politicii forestiere practicate în prezent pentru a permite adaptarea pădurilor la schimbările climatice (Figura 4). 47% par să aprecieze că politica actuală este, în general, potrivită, însă tot cam atâția ar dori schimbarea politicii prezente (fie în integralitatea ei, fie ca modalitate de implementare).



**Figura 4. Evaluarea capacității de adaptare în condițiile politicii forestiere actuale**

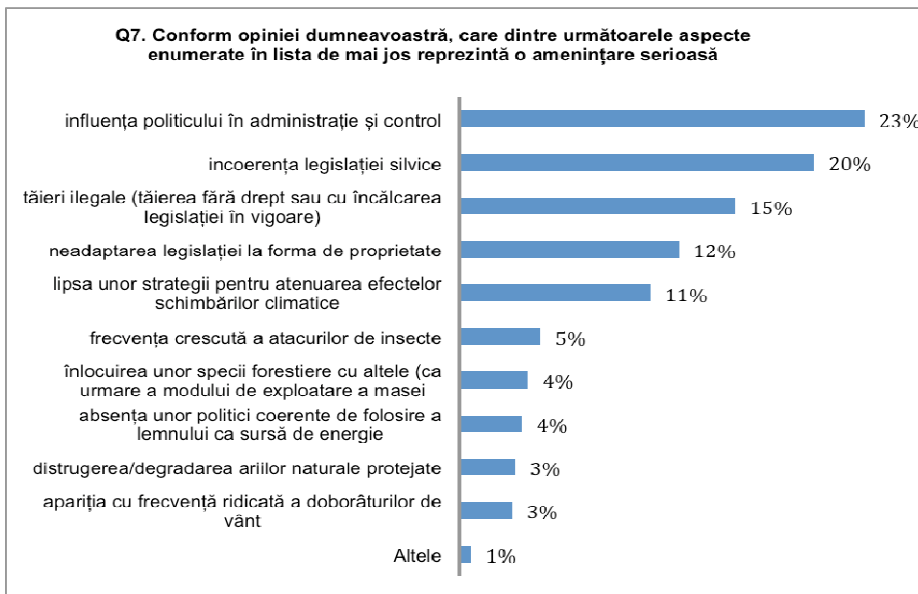
Acest lucru se reflectă și în alegerea opțiunilor considerate potrivite pentru adaptare: conservarea pădurilor cu limitarea drastică a extragerilor de masă lemnoasă este o opțiune preferată aproape la fel de mult ca și opțiunea de continuare a extragerii de masă lemnoasă, dar cu includerea pădurilor în arii naturale protejate (Figura 5).



**Figura 5. Adaptarea politicii generale la schimbările climatice în opinia inginerilor silvici**

### **4.3 Ce anume condiționează adaptarea la riscul schimbărilor climatice în percepția inginerilor silvici?**

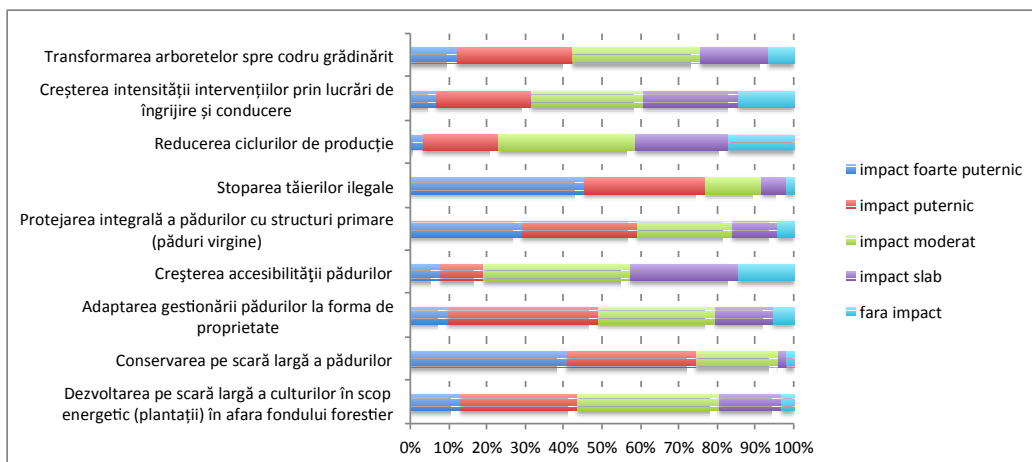
Un prim factor este dat de prioritățile curente ale gestionarului silvic. Astfel, schimbările climatice nu sunt văzute ca o amenințare serioasă și imediată asupra ecosistemelor forestiere, patru altele probleme fiind nominalizate în prioritate: influența politicului în administrație și control, incoerența legislației silvice, tăierile ilegale și neadaptarea legislației la forma de proprietate (Figura 6).



**Figura 6. Locul schimbărilor climatice în lista de amenințări la adresa ecosistemului forestier în opinia inginerilor silvici**

În deplin acord cu amenințările identificate, impactul cel mai puternic în adaptarea la schimbările climatice îl au măsurile de stopare a tăierilor ilegale, ca și cele de conservare pe scară largă a pădurilor și de protejare a pădurilor cu structuri primare (păduri virgine). În jur de o treime din inginerii silvici au apreciat că reducerea ciclurilor de producție sau creșterea intensității intervențiilor prin lucrări de îngrijire și conducere ar avea un impact semnificativ

în adaptarea pădurilor la schimbările climatice (Figura 7). Lipsa de informație suficientă cu privire la strategiile de adaptare și atenuare pare a fi al doilea factor care condiționează atitudinea inginerilor silvici cu privire la adaptarea la schimbările climatice. În fapt, intensificarea lucrărilor silvice și reducerea vârstelor de tăiere au o anumită conotație negativă și conflictuală, datorită contextului politic și economic al sectorului forestier. Rolul unei silviculturi mai dinamice în adaptarea la schimbările climatice este total ignorat datorită lipsei de informație și cadrului legislativ deosebit de strict.

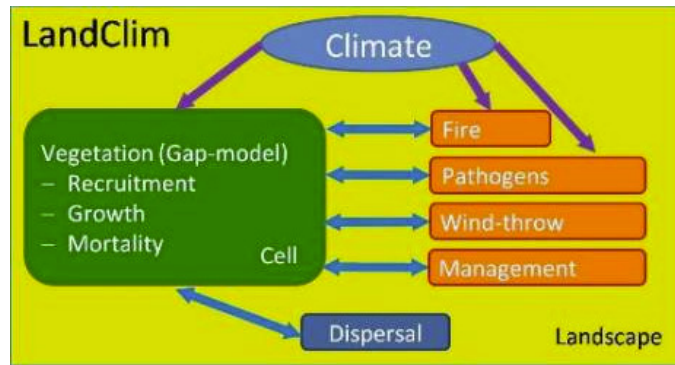


**Figura 7. Aprecierea impactului diferitelor măsuri de gestionare asupra adaptării ecosistemului forestier la schimbările climatice, în opinia inginerilor silvici**

## 5 Studiu de caz: Evoluția arboretelor din O.S. Frasin sub diferite scenarii climatice

### 5.1 Aparatul statistico-matematic

Modelul LandClim este un model dezvoltat la ETH, Elveția. Modelul este aplicabil la nivel de peisaj, acoperind o scară spațială și temporală destul de extinsă (de ordinul a 20-30 km<sup>2</sup> și, respectiv, sute de ani). LandClim simulează dinamica vegetației în regiunile de munte, luând în considerare patru tipuri de perturbări/intervenții, activate selectiv ca module în cursul modelării: incendii, atacuri de agenți patogeni, doborâturi de vânt și gestionare silvică (Figura 8). În cazul ocolului silvic Frasin, s-a activat modulul de gestionare silvică, pe baza ipotezei că gestionarea silvică are capacitatea de a diminua sau preveni efectele celorlalte trei tipuri de perturbări. Simulările sunt realizate la nivelul întregului ocol silvic, proiectate cu ajutorul modelului digital al terenului (MDT), caracteristicilor arboretelor și solului, datelor climatice și structurii proprietății asupra pădurii. Toate aceste informații au fost prelucrate și transformate în fișiere de intrare, la început pentru un canevas de 25x25 m, iar în final pentru un canevas de 100x100m. Pentru parametrizarea modelului și adaptarea lui la condițiile locale, s-a procedat la inventarieri pe teren pentru înregistrarea compoziției, structurii și distribuției diametrelor pentru fiecare tip de arboret din toate clasele de vârstă.



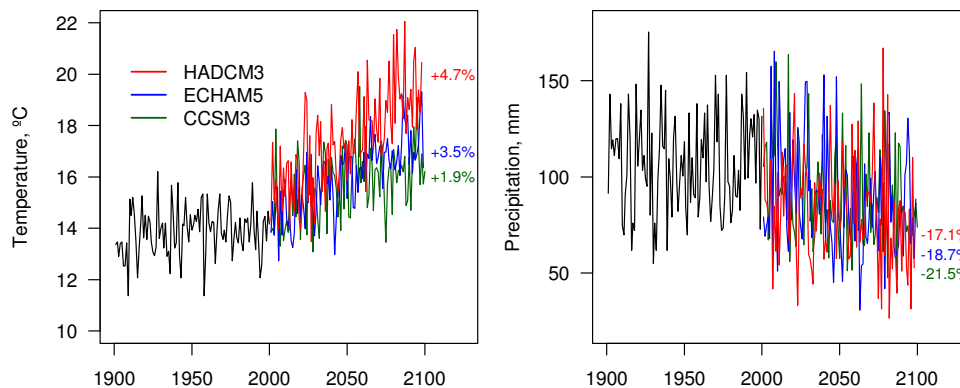
**Figura 8. Modelul LandClim**

(Sursa: [http://www.fe.ethz.ch/research/disturbance/landclim/index\\_EN](http://www.fe.ethz.ch/research/disturbance/landclim/index_EN), modificat)

## 5.2 Scenariile climatice și de gestionare considerate

Cele trei scenarii climatice considerate (moderat: CCSM3, puternic: ECHAM5 și foarte puternic: HADCM3) vor aduce o creștere a temperaturii concomitent cu o scădere a precipitațiilor.

Scenariul de încălzire minimă (+1.9%) este în fapt scenariul cel mai secetos, preconizându-se o scădere a precipitațiilor cu 21.5% față de nivelul prezent (Figura 9).



**Figura 9. Variații ale temperaturilor (stânga) și ale precipitațiilor (dreapta) din cursul sezonului de vegetație pentru studiul de caz în cele trei scenarii climatice considerate.**

Sursa: proiect Motive, Contract nr. 124-1/EU/12.07.2011 (Motive)

Managementul adaptiv este explorat prin intermediul unor module de recoltare a lemnului, cu respectarea tendințelor silviculturale actuale și a rezultatelor anchetei efectuate asupra opiniilor, percepțiilor și atitudinilor inginerilor silvici.

1. Scenariul BAU (business as usual): la parametrizarea modelului s-a ținut cont de recomandările personalului de specialitate și de normele tehnice în vigoare, modul actual de gestionare fiind considerat corespunzător.
2. Scenariul AM1 (Management adaptativ 1): reducerea vârstei de tăiere cu 10 ani.
3. Scenariul AM2 (Management adaptativ 2): reducerea vârstei de tăiere cu 20 de ani.
4. Scenariul AM3 (Management adaptativ 3): primele patru decade se aplică business as usual, apoi se aplică scenariul AM2.



Pentru arboretele dominante de Molid s-a simulat tăierea rasă, pe cel mult 3 ha, urmată de plantarea a 5000 puieti de molid la ha și de completări, de asemeni cu molid, chiar și atunci când scenariul climatic ales pare să elimine sistematic molidul.

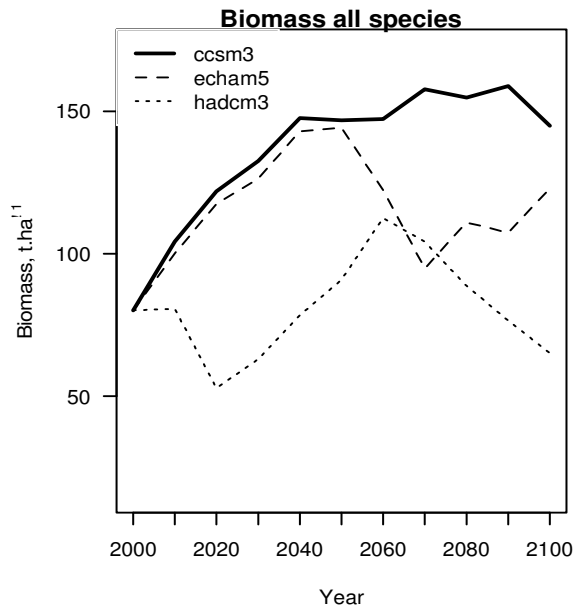
Pentru arboretele de amestecuri, s-au simulat tăieri cu regenerare sub masiv, extrăgându-se maxim o treime din masa lemnoasă pe picior pe decadă.

Pentru implementarea răriturilor, consistența arboretelor a fost redusă conform regulilor din normele tehnice. Arborii de extras au fost desemnați aleatoriu, respectându-se volumul maxim admis de extras la o intervenție, conform normelor tehnice.

### **5.3 Rezultate ale modelării și recomandări de adaptare la schimbările climatice bazate pe studiul de caz**

Modelul a realizat simularea pe perioada a 100 de ani. Durata perioadei nu este suficientă pentru a se putea vorbi de o adaptare a compoziției de specii la noul climat, ci mai degrabă de o perioadă de tranziție, fapt confirmat și de prezența puternică, mai ales la altitudinile joase, a speciilor pionere și post-pionere, care apar indiferent de scenariul de gestionare considerat.

Dominanța arboretelor exploatabile și trecute de vârsta exploatabilității în OS Frasin duce la o descreștere a biomasei totală datorită trecerii acestor arborete în clasa de regenerare (Figura 10). Cu toate acestea, translația altitudinală a speciilor face ca, în total, biomasa să fie mai mare în climatul de schimbări moderate sau puternice și să descrească sensibil în cel deal treilea scenariu, de modificări foarte puternice (HadCM3).



**Figura 10. Evoluția biomasei totale în cele trei scenarii climatice considerate** (Sursa: Bouriaud et al., trimis spre publicare)

Apariția arboretelor mai rezistente la secetă și cu specii mai termofile se va face mult mai lent decât schimbarea climatului în sine. De exemplu, scenariile de schimbare climatică moderat (CCSM3) și puternic (ECHAM5) nu vor influența compoziția de specii a arboretelor care nu vor fi parcurse cu tăieri de regenerare. Pe măsură însă ce arboretele ajung să fie exploatare, compoziția de specii se modifică în mod esențial, și mai cu seamă la altitudini joase.

Ca și în studiile efectuate în Alpi sau în Germania (Lévesque et al. 2013, Reif et al. 2010, Temperli et al. 2012), molidul este specia cea mai afectată de schimbările climatice, ea fiind practic eliminată din regenerarea arboretelor, chiar dacă s-au efectuat plantări și completări cu molid până la închiderea stării de masiv.

Aplicarea managementului adaptativ preconizat nu influențează compoziția de specii finală, și modifică foarte puțin biomasa totală obținută, comparativ cu scenariul de bază business as usual.

Este de remarcat faptul că dispariția sau diminuarea proporției speciilor dominante în prezent (molid, brad, fag), mai ales la altitudini joase, este asociată cu o prezență puternică a speciilor pionere și post-pionere precum *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Betula pendula*. Prin urmare, chiar și în primele două scenarii climatice care nu reduc volumul masei lemnoase totale produse de arboret, valoarea economică a arboretelor s-ar putea să se reducă drastic.

Modelarea nu a luat în considerare și alți factori perturbatori, precum doborâturile de vânt sau atacurile de insecte.

#### **Recomandările ce apar în urma acestor rezultate sunt:**

1. modificarea vârstei de tăiere cu 10 până la 20 de ani și a intensității lucrărilor silvotehnice cu respectarea normelor tehnice actuale nu influențează decât în mică măsură biomasa totală, și nu are nici un efect asupra modificării compoziției speciilor;
2. modificarea drastică a compoziției speciilor mai ales în zonele de altitudine joasă va interveni în toate scenariile climatice;
3. gestionarii pădurii vor trebui să prevadă o scădere drastică a proporției speciilor valoroase economic în acest moment, mai ales a molidului;
4. pentru a crește **rezistența** ecosistemului forestier, vor trebui promovate speciile cu toleranță față de deficitul hidric estival și amestecurile de specii capabile să reducă riscul doborâturilor de vânt;
5. pentru a crește **reziliența** ecosistemului forestier (capacitatea de a-și reveni după un eveniment perturbator), investiții masive în infrastructură ar fi necesare, de exemplu, pentru a se putea interveni rapid în caz de incendii de pădure sau în caz de doborâturi de vânt pe scară mare, ori atacuri puternice de insecte în vederea limitării efectelor acestora;
6. pentru a crește capacitatea de **răspuns** a ecosistemului forestier, sunt de preferat regenerarea naturală a arboretelor și promovarea diversității de specii.

## **6 Concluzii**

Cei aproape 200 de ingineri silvici care au răspuns la sondaj percep schimbările climatice ca fiind evidente, însă nu le consideră a fi o amenințare serioasă la adresa ecosistemelor forestiere. Patru alte obstacole de natură legislativă și politică sunt văzute de inginerii silvici ca adevărate amenințări la adresa stabilității ecosistemelor forestiere, cu mult mai serioase decât schimbările climatice.

În aceste condiții, opțiunile de adaptare se concentrează asupra nevoii de a proteja pădurile și de a reduce tăierile ilegale. Contrar rezultatelor din literatura străină, creșterea intensității intervențiilor în arboret nu este văzută ca o măsură cu impact semnificativ asupra adaptării ecosistemului forestier la schimbările climatice. În contextul economic și politic al sectorului forestier în România, apare ca improbabilă orice măsură de adaptare care ar fi bazată pe extrageri mai importante de masă lemnoasă. Deși productivitatea arboretelor va fi puternic afectată de schimbările climatice, chiar și în cazul unui scenariu moderat, datorită schimbărilor esențiale în compoziția noilor arborete, nu există o percepție a costurilor asociate neadaptării gestionării silvice la condițiile de risc specifice schimbărilor climatice.

Practicarea regenerării naturale este un avantaj în creșterea capacității de răspuns a ecosistemului la variațiile naturale ale climatului. Din păcate, atât opiniile inginerilor silvici cât și rezultatul modelării în studiul de caz arată o capacitate de adaptare foarte redusă în privința creșterii rezilienței și rezistenței ecosistemului forestier la perturbările legate de schimbările climatice.

## Bibliografie

Bouriaud, Laura, Olivier Bouriaud, Ché Elkin, Christian Temperli, Christopher Reyer, Gabriel Duduman, Ionuț Barnoaiea, Liviu Nichiforel, Niklaus Zimmermann, Harald Bugmann. Age-class disequilibrium as an opportunity for adaptive forest management. A case study in Carpathian Mountains. Manuscris REEC-S-14-00146\_Age\_Frasin submitted to Regional Environmental Change, Aprilie 2014.

Granier A, Bréda N, Biron P, Villette S (1999). A lumped water balance model to evaluate duration and intensity of drought constraints in forest stands. *Ecol Modell*, 116(2-3):269-283

Lévesque M, Saurer M, Siegwolf R, Eilmann B, Brang P, Bugmann H, Rigling A (2013) Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. *Global Change Biology* doi: 10.1111/gcb.12268

Millar, C. I., Stephenson, N. L., & Stephens, S. L. (2007) Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological applications*, 17(8), 2145-2151.

Morán-López T, Poyatos R, Llorens P, Sabaté S (2013) Effects of past growth trends and current water use strategies on Scots pine and pubescent oak drought sensitivity. *European Journal of Forest Research*, 133:369-382

Papp CR., Bouriaud L., Bouriaud O., 2011; Schimbările climatice și pădurile, Brașov: Green Steps

Reif A, Brucker U, Kratzer R, Schmiedinger A, Bauhus J (2010) Forest management in times of climate change-synergies and potential conflicts between forestry and nature conservation. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42(9):261-266

Temperli C, Bugmann H, Elkin C (2012) Adaptive management for competing forest goods and services under climate change. *Ecological Applications* 22(8):2065-2077

Ordinul Ministrului nr. 1170/29.09.2008 - Ghid privind Adaptarea la efectele schimbărilor climatice

Strategia națională privind schimbările climatice (2014). Disponibila la adresa: [http://mmediu.ro/new/?page\\_id=2816](http://mmediu.ro/new/?page_id=2816)

World Bank, 2014. Behr, Diji Chandrasekharan; Popa, Bogdan; Mitchell, Andrew; Stewart, John Fraser; Johansson, Stig. 2014. Romania - Climate change and low carbon green growth program : component B sector report - forest sector rapid assessment. Washington DC ; World Bank Group.  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/01/18863004/romania-climate-change-low-carbon-green-growth-program-component-b-sector-report-forest-sector-rapid-assessment>

<http://www.silvic.usv.ro/motive/index.php> (proiect Motive, Contract nr. 124-1/EU/12.07.2011)

[http://www.fe.ethz.ch/research/disturbance/landclim/index\\_EN](http://www.fe.ethz.ch/research/disturbance/landclim/index_EN)