

ELABORAREA UNEI METODOLOGII DE EVALUARE ECONOMICĂ A FUNCȚIEI ANTIEROZIONALE A PĂDURII

MARIAN DRAGOI, IOAN CIORNEI, OVIDIU IACOBESCU, DAN ZAROJANU

Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava

REZUMAT

Cercetările au fost orientate spre elaborarea a două procedee complementare de evaluare economică a funcției antierozionale a pădurii: primul permite estimarea costului de oportunitate al schimbării folosinței forestiere, prin internalizarea valorii economice a funcției antierozionale, în timp ce al doilea permite estimarea aceluiași cost de oportunitate, pornind însă de la externalitățile asociate reducerii procentului de împădurire, respectiv valoarea pagubelor produse de inundații, în sisteme hidrografice cu diverse grade de complexitate. Costul de oportunitate internalizat de administrația silvică este estimat indirect, definind o funcție de regresie între volumul construcțiilor necesare corectării torenților, ca variabile rezultative, și caracteristicile morfometrice ale bazinetelor și procentul de împădurire, ca variabile explicative. Costul de oportunitate ce apare datorită externalităților negative – pagube produse de inundații – se stabilește prin analiza sensibilității, pornind de la diferențierea valorii pagubelor produse în trecut, în funcție de ponderea diferitelor folosințe și coeficienții medii de scurgere asociați acestora.

Cuvinte cheie: evaluare economică, funcție antierozională;

1. INTRODUCERE

Atât în fond forestier cât și în afara acestuia, rolul oricărei lucrări de corectare a torenților sau de ameliorare a terenurilor degradate este acela de a diminua intensitatea proceselor erozionale. În mod natural, o astfel de funcție este îndeplinită cel mai bine chiar de pădure, în măsura în care structura acesteia este capabilă să asigure funcționarea la parametri normali a armăturii biologice pe care o formează sistemul radicular.

2. SCOP ȘI OBIECTIVE

Scopul cercetărilor a fost de a estima indirect valoarea funcției antierozionale și de regularizare a regimului hidrologic, fie prin costul marginal al lucrărilor de corectare a torenților, fie prin diferențierea, în funcție de coeficientul mediu de scurgere, a valorii pagubelor din aval, raportată la unitatea de suprafață în bazinul de interceptie. În prima variantă de abordare, prin cost marginal se înțelege costul lucrărilor de artă suplimentare, ce vor fi necesare în viitor, presupunând că suprafața fondului forestier se reduce cu un anumit procent; în a doua ipoteză de lucru se presupune că schimbarea folosinței forestiere în orice altă folosință alternativă modifică, într-o oarecare măsură, coeficientul mediu de scurgere, pe bazin. Conform primei abordări, administrația silvică internalizează costul schimbării folosinței forestiere – prin lucrările de corectare a torenților și ameliorare a terenurilor degradate – în timp ce a doua permite aprecierea gradului în care costurile schimbării folosinței sunt externalizate – externalizare ce este percepută doar în cazul producerii unor inundații.

3. METODA DE CERCETARE

Pentru a estima costul de oportunitate al folosinței forestiere, se determină o relație statistică (regresie lineară multiplă) între volumul lucrărilor existente deja, caracteristicile morfometrice ale bazinetelor în care acestea sunt situate și procentul de împădurire al respectivelor bazinete. Structura bazei de date ce a fost prelucrată statistic este prezentată în tabelul 1.

Aceste date se regăsesc în toate proiectele de execuție existente în arhiva ICAS sau în arhivele tehnice ale direcțiilor silvice. Pentru a anula efectul multicolarității dintre caracteristicile morfometrice ale bazinetelor, s-au calculat componentele principale ale variabilelor explicative (în care este inclus și procentul de împădurire), iar analiza regresiei s-a făcut pe componente, pentru fiecare variabilă rezultativă în parte. Prelu

Tabelul 1. Variabilele explicative și rezultative utilizate la analiza regresiei lineare multiple dintre parametrii morfometrici ai bazinului, procentul de împădurire și volumul construcțiilor de corectare a torenților

Variables used to set up a regression function between watersheds morphometry, forest percentage and the main features of torrent control works

| Variabila | Semnificația reală a variabilei |
|-----------------------|--|
| Variabile explicative | |
| SUPRAF | Suprafața bazinului (hectare) |
| FONDFOR | Procentul de împădurire a bazinului |
| Lungime RP | Lungimea rețelei hidrografice principale (km) |
| Lungime RS | Lungimea rețelei hidrografice secundare (km) |
| PANTAMED | Panta medie a rețelei hidrografice (%) |
| Variabile rezultative | |
| Baraje | Volumul construcțiilor transversale |
| Drum | Lungimea drumului de acces la șantierul de construcție (hm) |
| Teras | Volumul terasamentelor (m ³) |
| Volum zid | Volumul zidăriei de piatră (m ³) necesară în operă |

crările efectuate pe baza de date inițială, ce cuprinde 56 înregistrări, au dus la concluzia că primele trei componente preiau 88% din variabilitatea datelor inițiale; în continuare s-au formulat patru funcții de regresie, ce permit estimarea, în funcție de variabilele explicative a variabilelor rezultative prezentate în tabelul 1.

Pe baza estimărilor statistice, este posibilă o evaluare monetară a costului de oportunitate al schimbării folosinței forestiere, pentru diferite procente de împădurire, în orice alt bazin în care nu există la ora actuală lucrări de corectare a torenților, dar ar putea exista în viitor, ca urmare a fenomenelor torențiale.

Costul de oportunitate al schimbării folosinței forestiere în orice altă folosință alternativă poate fi estimat și din perspectiva modului în care diferitele folosințe, caracterizate prin diferiți coeficienți de scurgere, influențează valoarea medie la hectar a pagubelor produse în aval. Metoda de modelare utilizată în acest caz este „cutia neagră”. Potrivit acestei abordări, se face abstracție de modul în care interacționează diverse folosințe adiacente, se face abstracție de dispunerea spațială, în raport cu rețeaua hidrografică, a diverselor folosințe, precum și de caracteristicile hidrologice și morfometrice ale bazinului (lungimea rețelei principale, a rețelei secundare, panta medie a bazinului și a albiilor, rugozitatea albiilor ș.a.m.d.). Toate aceste particularități sunt neglijate întrucât ele sunt relativ invariabile în timp.

Dezavantajul acestei metode este acela de a nu permite evaluări decât acolo unde au avut loc inundații. Avantajul este simplitatea evaluării și, în cele din urmă, costul foarte redus al acesteia.

Date primare sunt următoarele: (i) estimații ale coeficienților de scurgere, pe categorii de folosință; (ii) valoarea pagubelor produse în aval, într-un anumit interval de timp; (iii) distribuția actuală a folosințelor în bazin.

Se poate considera că valoarea medie a costului de oportunitate (P) al diminuării protecției exercitate de vegetația forestieră și de fânețe¹⁾ este pierderea economică medie ponderată pe suprafață, datorată înlocuirii vegetației forestiere și a fânețelor cu alte folosințe, mai puțin eficiente din punct de vedere al măsurii în care acestea previn fenomenele nedorite (alunecări, eroziune, etc.). S-a pornit de la relația 1:

$$P = \sum_{i=1}^n c_i k_i \quad (1)$$

în care: c_i este costul de oportunitate al protecției exercitate de folosința i , iar k_i coe-

1)Fânețele au coeficient de scurgere mai mic decât cel al pădurii

ficientul de risc asociat folosinței i în bazinetul de referință. Din punct de vedere matematic, acest coeficient de risc (k_{ij}) este dat de următoarea relație:

$$k_{i,j} = \frac{\delta_i}{\sum_j \delta_i \gamma_{i,j}} \quad (2)$$

în care δ_i este de coeficientul de scurgere pentru folosința i , iar δ_j este ponderea suprafeței (s_j) deținută de folosința i în suprafața totală a bazinului; așadar:

$$\gamma_{i,j} = \frac{s_j}{\sum_j s_{ij}}$$

Ceea ce nu se cunoaște suficient de precis în această expresie este chiar coeficientul de scurgere δ_i , ce depinde de o serie de factori nesurprinși încă în model: panta terenului, profunzimea și susceptibilitatea solului la eroziune, frecvența și intensitatea precipitațiilor, chiar dispunerea spațială a diferitelor folosințe. Dar, așa cum s-a precizat deja, aceste elemente sunt constante în timp; singura variabilă în funcție de care se calculează efectul schimbării folosinței funciare este suprafața pe categorii de folosință.

4. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Aplicând prima metodă, s-a ajuns la concluzia că o diminuare cu 1% a procentului de împădurire, va conduce la o creștere cu 0,1% a volumului lucrărilor necesare reducerii eroziunii. Întrucât se folosesc patru funcții de regresie, este posibilă estimarea valorii cumulate a viitoarelor lucrări de corectare a torenților, ce este compusă din: valoarea de investiție a construcțiilor transversale, costul construirii drumurilor de acces la șantierul de construcție, valoarea de investiție a terasamentelor, respectiv valoarea de investiție a zidăriei de piatră. Acest procedeu permite o estimare rapidă a costului de oportunitate a reducerii suprafeței fondului forestier în orice bazinet, dar cu o singură condiție: aceea de a nu face extrapolări. Mai precis, înainte de a utiliza funcția de regresie definită la un moment dat, pe un set de date primare, trebuie să se verifice condiția ca valorile variabilelor explicative să se situeze în intervalele de variație ale datelor inițiale, folosite la estimarea coeficienților de regresie.

A doua metodă a fost concepută pentru a utiliza datele existente în sistemul cadastral. Cunoscând distribuția suprafețelor pe categorii de folosință, unele valori orientative ale coeficienților de scurgere pe folosințe, precum valori ale pagubelor produse în

fiecare bazin hidrografic în parte ca urmare a inundațiilor, metoda permite estimarea pagubele suplimentare ce ar putea să apară în fiecare bazin în parte, în eventualitatea schimbării folosinței forestiere în orice altă folosință caracterizată printr-un coeficient de scurgere mai mare decât cel caracteristic suprafețelor acoperite cu pădure. De asemenea, în măsura în care fondul forestier este cartat pe categorii de consistență (cartări existente în amenajamentele silvice) și în măsura în care există date privind corelația dintre consistența medie a arboretelor și coeficientul de scurgere², este posibilă estimarea pagubelor suplimentare ce s-ar putea produce în bazinele de interceptie, ca urmare a reducerii consistenței fondului forestier cu rol de producție și protecție. În trecut au fost întreprinse o serie de cercetări în domeniul hidrologiei forestiere, ale căror

Tabelul 2. Date primare necesare, preluate din evidentele cadastrale
Required input data, taken from cadastral records

| Bazinul | Suprafața, în mii hectare, pe natură de folosințe | | | | | | Teren agricol | Total (mii hectare) | Valoare medie a pagubelor la hectar (mii lei) |
|---------|---|------------|--------|--------|-----|--------|---------------|---------------------|---|
| | Pășune | | Pășune | Pădure | Vie | Livadă | | | |
| | Fânează | împădurită | | | | | | | |
| A | 308 | 370 | 257 | 291 | 24 | 349 | 263 | 1862 | 321 |
| B | 254 | 220 | 51 | 291 | 85 | 280 | 164 | 1345 | 508 |
| C | 140 | 209 | 335 | 215 | 379 | 133 | 295 | 1706 | 626 |
| D | 21 | 366 | 298 | 291 | 205 | 180 | 392 | 1753 | 331 |
| E | 315 | 206 | 331 | 328 | 114 | 59 | 113 | 1466 | 675 |
| F | 292 | 296 | 133 | 111 | 290 | 113 | 122 | 1357 | 404 |
| G | 155 | 394 | 191 | 223 | 17 | 16 | 184 | 1180 | 658 |
| H | 283 | 250 | 16 | 265 | 199 | 46 | 142 | 1201 | 665 |
| I | 293 | 335 | 87 | 87 | 248 | 104 | 294 | 1448 | 311 |

Tabelul 3. Analiza sensibilității valorii probabile a pagubelor la scăderea cu 10 % a suprafeței fondului forestier
Sensitivity analysis of damages likely to occur, in case of 10 % diminishing of forest fund

| Bazin | Creșterea valorii pagubelor la hectar (mii lei) la o scădere cu 10% a suprafeței fondului forestier, în folosul | | | | |
|-------|--|-----------|--------|-----------|----------------------|
| | Pășunilor împădurite | Pășunilor | Viilor | Livezilor | Terenurilor agricole |
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 16.999 | 29.141 | 1.822 | 4.857 | 10.928 |
| C | 12.201 | 20.917 | 1.307 | 3.486 | 7.844 |
| D | 8.498 | 14.568 | 0.911 | 2.428 | 5.463 |
| E | 23.358 | 40.041 | 2.503 | 6.674 | 15.016 |
| F | 5.111 | 8.762 | 0.548 | 1.461 | 3.286 |
| G | 19.232 | 32.969 | 2.06 | 5.494 | 12.363 |
| H | 22.694 | 38.904 | 2.432 | 6.484 | 14.589 |
| I | 2.89 | 4.954 | 0.309 | 1.572 | 1.857 |

rezultate permit diferențieri ale coeficienților de scurgere în funcție de caracteristicile fondului de producție, natura solului, panta, etc.

Evaluarea propriu-zisă se bazează pe analiza sensibilității. Pentru aceasta, se diminuează, pentru fiecare bazin în parte, suprafața fondului forestier cu 10, 15, 20 %, diferența fiind distribuită fiecărei alte folosințe caracterizată printr-un coeficient de scurgere inferior celui atribuit fondului forestier. În tabelul 2 sunt prezentate datele de intrare, iar în tabelul 3 rezultatele analizei sensibilității, respectiv creșterea valorii probabile a pagubelor, raportată la suprafață, ce ar fi de așteptat să se producă la o diminuare cu 10% a suprafeței fondului forestier, în folosul oricărei alte folosințe alternative, dar caracterizată de un coeficient de scurgere mai mare.

Rezultatele din tabelul 3 demonstrează foarte bine calitatea de cutie neagră a modelului propus: deși nu se cunoaște nimic despre morfometria bazinelor, regimul precipitațiilor, condițiile de sol ș.a.m.d., diferențele dintre creșterile probabile ale pagubelor sunt explicate doar prin diferențele dintre coeficienții de scurgere, ponderile diferitelor folosințe și valoarea pagubelor din trecut, ca măsură a gradului în care fiecare bazin este mai expus pericolului inundațiilor. Implicit, se admite faptul că toți ceilalți factori cauzali rămân constanți – regimul precipitațiilor, condițiile de sol ș.a.m.d. – ceea ce este cât se poate de corect: oamenii măresc sau reduc riscul inundațiilor într-un bazin dat prin schimbarea folosințelor, neavând cum influența factorii naturali.

Ipoieza pe care s-a bazat modelul inițial a fost aceea că la ieșirea din orice bazin de interceptie se pot determina pagubele produse de inundații. Întrucât scurgerea pe versant este principalul factor cauzal al apariției inundațiilor în bazinele hidrografice mici, coeficientul de scurgere a fost asimilat cu un coeficient de risc. Problema poate fi modelată în aceeași manieră când se trece la bazine mari; modul de abordare este prezentat în figura 1. Fiecare bazin este asimilat cu o suprafață omogenă din punct de vedere al

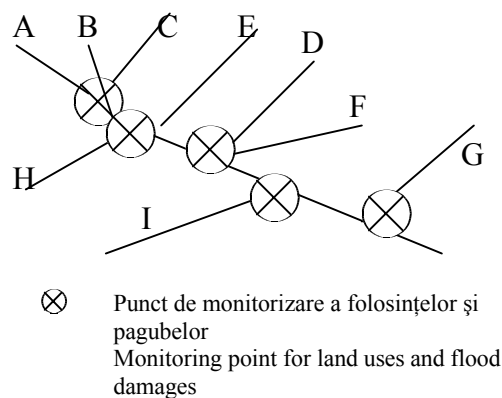


Figura 1. Schema de monitorizare necesară pentru folosințele funciare și pagubele produse de inundații
Required monitoring scheme for land uses and damages

scurgerii, coeficientul de scurgere fiind media ponderată pe suprafață a coeficienților de scurgere pe folosințe, în interiorul bazinului.

Pornind de la acest principiu, bazinele de interceptie de ordin n pot fi integrate în bazine de interceptie de ordin $n-1$ ș.a.m.d

Folosind același exemplu ipotetic, se poate considera, de exemplu, că pagubele se produc în aval, dincolo de punctele de confluență ale cursurilor ce drenează bazinele A, B și C, respectiv D, E, F, iar cursurile de apă ce drenează bazinele G,H,I sunt afluenți de ordinul 2, pentru fiecare din ei fiind posibilă determinarea separată a unei valori medii a pagubelor la hectar. În tabelul 4 este prezentat rezultatul analizei efectuate pe un sistem hidrografic ipotetic, de tipul celui prezentat în figura 1.

Deosebirea față de modelul inițial constă în faptul că valorile medii la hectar ale pagubelor probabile se calculează ca medii ponderate în raport cu suprafața bazinetelor cumulând, firește, suprafețele pe categorii de folosințe.

Algoritmul poate fi implementat într-un program informatic orientat pe obiect, fiecare bazin hidrografic în parte fiind definit ca obiect, prin variabile și funcții. În faza actuală, produsul informatic se limitează la o foaie electronică de calcul, ce permite estimarea modificărilor produse la nivelul fiecărui bazin în parte: modificând suprafețele pe natură de folosință, la nivelul fiecărui bazin, se modifică valoarea medie a pagubelor ce se descarcă la hectarul de fond funciar.

Variabilele sunt coeficienții medii de scurgere, în funcție de natura folosinței, precum și suprafețele pe folosințe. Numărul folosințelor este variabil, astfel încât să se poată efectua și eventuale analize de mai mare finețe în interiorul fondului forestier, în funcție de consistența arboretelor – firește, în măsura în care se dispune de date privind coeficienții de scurgere.

În prezent, singurul inconvenient major al acestui procedeu este lipsa datelor primare, care să fie stocate într-un sistem informatic modern, disponibil diverșilor utilizatori: distribuția suprafețelor pe categorii de folosințe ar trebui să se găsească la oficiile cadastrale – dar, din păcate, acestea sunt lipsite de suportul informatic necesar – în timp ce pagubele produse de inundații sunt înregistrate de comisiile de apărare contra de-

zastrelor, din structura prefecturilor, precum și la autoritatea publică de reglementare în domeniul protecției mediului. Pentru a putea utiliza acest procedeu, este nevoie ca informațiile primare utilizate să fie centralizate și actualizate într-o singură bază de date.

BIBLIOGRAFIE

- ABAGIU, P., BUMBU, G., MUNTEANU, ST., MOJA, CH., LAZĂR, N., 1980: Determinarea parametrilor hidrologici ai pădurii în raport cu modul de gospodărire, scurgerea de suprafață și interceptia în coronament în arborete de fag și molid. ICAS, seria a II-a, p: 36-37
- BERND KLAUER, 2000: Ecosystem Prices: Activity Analysis Applied to Ecosystems. Ecological Economics 33, pp 473-486
- BONITA L., FARLANE, M., C., BOXALL, P., C., 2000: Factors Influencing Forest Values and Attitudes of two Stakeholder Groups : The Case of the Foothills Model Forest, Alberta, Canada. Society &

- Natural Resources, 13 : 649-661, 2000.
- CLINCIU I., LAZĂR N., 1999 – Bazele amenajării torenților, Editura Lux Libris, Brașov
- CLINCIU I., LAZĂR N., 1997 – Lucrări de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale, Editura Didactică și Pedagogică, București
- DIACONU, C., ȘERBAN, P., 1994: Sinteze și regionalizări hidrologice. București, Ed. Tehnică, p. 194-195.
- GASPAR, R., CRISTESCU, C., 1987: Cercetări asupra scurgerii de suprafață și transportului de aluviuni în bazine hidrografice torențiale mici parțial amenajate. ICAS, seria a II-a, 65 p.
- GASPAR, R., UNTARU, E., ROMAN, F., CRISTESCU, C., 1982: Cercetări hidrologice în bazinele hidrografice torențiale mici. ICAS, seria a II-a, 65 p.
- GRUDNICKI F., 1996 – Corectarea torenților, Universitatea “Ștefan cel Mare”, Suceava
- LINDHAGEN, A., HORNESTE, L., 2000: Forest Recreation in 1977 and 1997 in Sweden: Changes in Public Preferences and Behaviour. Forestry, vol 73, no. 2

ABSTRACT

ELABORATION OF A METHODOLOGY FOR THE EVALUATION OF THE PROTECTIVE FUNCTION OF THE FOREST

Researches have been carried out in order to set up a method addressing the evaluation of the opportunity cost of having less forest into a watershed. Two procedures have been developed: the first one allows the assessment of the opportunity cost which is being internalized by the forest administration in terms of torrent control works, the latter is being focused on the externalized costs of having damages due to floods likely to occur downstream. The first procedure consists of a regression analysis, having the value of works as regressands, along with the percentage of forest and watershed morphometric features as regressors. The latter procedure breaks down the value of damages per hectare of catchments area according to runoff coefficients and area associated to different land uses, thus allowing for a sensitivity analysis of downstream damages likely to occur whenever the percentage of forest would have been reduced.