

Influența modificărilor în utilizarea terenurilor asupra serviciilor de reglare ale ecosistemului forestier.

Studiu de caz: estul depresiunii Loviștei

S. M. Bogdan

Bogdan S.M., 2014. The influence of land use changes on regulation services of the forest ecosystem. Case study: the eastern part of the Loviștea depression. Bucov. For. 14(2): 149-162, 2014.

Abstract. The concept of ecosystem services has been long debated in the scientific literature and in recent years it has seen many different classifications and even definitions. It offers a way to a more comprehensive assessment of the value of an ecosystem or landscape. The main four categories of ecosystem services and of functions that provide them are: production, regulation, supporting or habitat and cultural. The assessment of ecosystem services is important in domains like land management and planning, decision making, ecological economics, and, as it is the case for this particular study, in landscape and environmental planning and management. This study is centred on the regulation functions and services provided mainly by forest ecosystems and tries to assess the trade-off that occur along with changes in the land cover/use of wooded areas. To achieve this, firstly we identify and quantify the changes in landscape and land use and cover in the target area between 1980 and 2006. The next step is to draw an inventory of the regulating functions and services and assess the relative degree to which a land cover/use is theoretically able to provide each service. The last step is to evaluate the losses and gains in terms of services in the period of time considered by taking into account each type of change in land use/cover and the decrease or increase in the degree to which the land is still able to provide regulating services. All the results are also spatially illustrated through maps. **Keywords** land use/cover change, ecosystem services, regulation services of forests and woodlands.

Authors. Sorina Mihaela Bogdan (sorina.bogdan@gmail.com) - Faculty of Geography, University of Bucharest, Romania.

Manuscript received August 14, 2014; revised November 24, 2014; accepted December 22, 2014; online first December 31, 2014.

Introducere

Termenul de servicii ale ecosistemelor este unul relativ nou, prima menționare regăsindu-se într-un articol datând din 1983. Ulterior au urmat și alte tentative de definire a conceptului, la nivel mondial spre sfârșitul anilor 90 (Costanza și Kubiszewski 2012) și destul de recent în România (Drăgoi 2010, Bann și Popa 2012, Grădinaru 2012). Noțiunea a fost popularizată la nivel mondial prin apariția Milenium Ecosystem Assessment (MEA 2005), care definește serviciile ecosistemelor ca: “beneficiile pe care oamenii le obțin prin funcționarea ecosistemelor și includ servicii de aprovizionare, de suport, de reglare și culturale” (MEA 2005). Unul dintre documentele cheie ale MEA - “A Framework for Assessment” specifică, însă, că acesta nu este un document static, care să nu permită modificări (Fisher și Turner 2008). Clasificarea propusă de MEA este printre cele mai utilizate, dar nu este potrivită în orice context și pentru orice domeniu. Plecând de la această clasificare, au fost propuse și alte variante (UNEP-WCMC 2011, UK NEA 2011, CICES - Haines-Young et al. 2013). Clasificarea serviciilor ecosistemelor depinde foarte mult de contextul decizional avut în vedere (Wallace 2007, Costanza 2008, Fisher et al. 2008), așadar au fost propuse definiții și clasificări alternative pentru domenii precum: economia mediului (Boyd și Banzhaf 2006), managementul și evaluarea peisajului (Termorshuizen et al. 2009, Syrbe și Walz 2012), managementul resurselor forestiere (Duncker et al. 2012).

Pentru evaluarea și spațializarea serviciilor ecosistemelor, multe studii folosesc ca substitut hărți de utilizare și acoperire a terenului (Troy et al. 2006, Nelson et al. 2009, Maynard et al. 2010, Haines-Young et al. 2012). Din această perspectivă putem considera modificările de utilizare/acoperire a terenurilor ca fiind principalul factor determinant al schimbărilor în ecosisteme și, deci, în capacitatea acestora de a furniza servicii (MEA 2005, Nelson et al.

2009, Haines-Young et al. 2012).

Serviciile de reglare reprezintă “beneficiile pe care oamenii le obțin prin procesele de reglare din interiorul ecosistemelor și includ menținerea calității aerului și a apelor, reglarea climatului, controlul proceselor de eroziune” (MEA 2005). O definiție mai recentă dată, în cadrul CICES - Common International Classification of Ecosystem Services (Haines-Young et al. 2013), prezintă serviciile de reglare și mentenanță ca reprezentând “toate modurile în care organismele vii pot media sau modera mediul înconjurător care afectează activitatea umană”.

Deoarece realizează o reconectare a fluxului de deșuri rezultate din activitățile umane la procesele naturale, acestea pot fi considerate ca fiind opusul serviciilor de producție (Haines-Young et al. 2013). Din cauza beneficiilor indirecte ale serviciilor de reglare, ele sunt recunoscute în general doar după ce sunt pierdute sau degradate (de Groot et al. 2002).

Pentru prezentul studiu s-a ținut cont de definiția și clasificarea realizate de de Groot (de Groot et al. 2002, 2010 a,b) similară cu definiția MEA (MEA, 2005), ea fiind utilizată și în cadrul TEEB. Aceasta împarte serviciile de reglare pe următoarele subclase: reglarea calității aerului, reglarea climatului, moderarea evenimentelor extreme, reglarea regimului apelor, tratarea deșeurilor, prevenirea eroziunii, menținerea fertilității solului, polenizare, control biologic (fig. 1).

Întrebarea de cercetare la care prezentul studiu își propune să răspundă este: cum sunt influențate serviciile de reglare furnizate de ecosistemul de pădure de schimbările în utilizarea și acoperirea terenurilor? Interesul asupra acestui subiect vine în contextul procentului ridicat de despăduriri din ultimii 20 de ani, în special de tipul tăierilor rase sau al tăierilor ilegale, ceea ce explică „dezechilibrul ecologic accentuat din spațiul geografic românesc” (Giurgiu 2010).

Pentru a răspunde la această întrebare au fost parcurse următoarele etape: (i) identifica-

rea și cuantificarea principalelor modificări ale modului de utilizare și acoperire a terenurilor produse în arealul de studiu în perioada 1980-2006 și a proceselor asociate acestor schimbări; (ii) evaluarea și spațializarea influenței (pierderi și câștiguri) pe care schimbările de utilizare și acoperire au avut-o asupra stării serviciilor de reglare furnizate de ecosisteme în special ecosistemul de pădure.

Materiale și metode

Zona de studiu

Zona de studiu este localizată pe rama estică a depresiunii Lovistei și versanții Munților Loviștei (fig. 2), iar din punct de vedere administrativ se încadrează unităților administrativ-teritoriale Perișani și Boișoara. Acesta ocupă o suprafață de 3868 hectare, este situată la altitudini cuprinse între 586 m și 1392 m și se suprapune unui substrat de roci sedimentare necimentate (Badea 2007): conglomerate, gresii, pietrișuri în combinații cu marne, marne șistoase, argile disodilice, gipsuri, argile nisipoase (IGR 1965-1968).

Alegerea acestui areal pentru studiul de caz

propus a fost determinată de următoarele aspecte: (i) apropierea și chiar încadrarea din punct de vedere administrativ în regiunea istorică Țara Loviștei – regiune permanent și intens locuită, nu numai în partea ei joasă, ci și pe versanții care o încadrează, până la 1200 m altitudine (Badea 2007). Această locuire îndelungată a determinat despădurirea și exploatarea agricolă timpurie, care au favorizat extinderea suprafețelor degradate prin eroziune în adâncime și alunecări. (ii) substratul de roci necoezive, care acoperă partea estică a depresiunii Lovistei, la est de aliniamentul satelor Gaujani - Bumbști - Bratovoești - Perișani (Badea 2007).

Alcătuirea petrografică alături de valoarea pantelor care depășește pe alocuri 20° și încadrarea într-o regiune cu istoric în exploatarea forestieră și implicit schimbarea utilizării și acoperirii terenurilor reprezintă elemente ce cresc riscul de manifestare a proceselor geomorfologice actuale și determină importanța investigării cantitative a situației acestor modificări în perioadă recentă și a raportării lor la conceptul de servicii ale ecosistemelor.

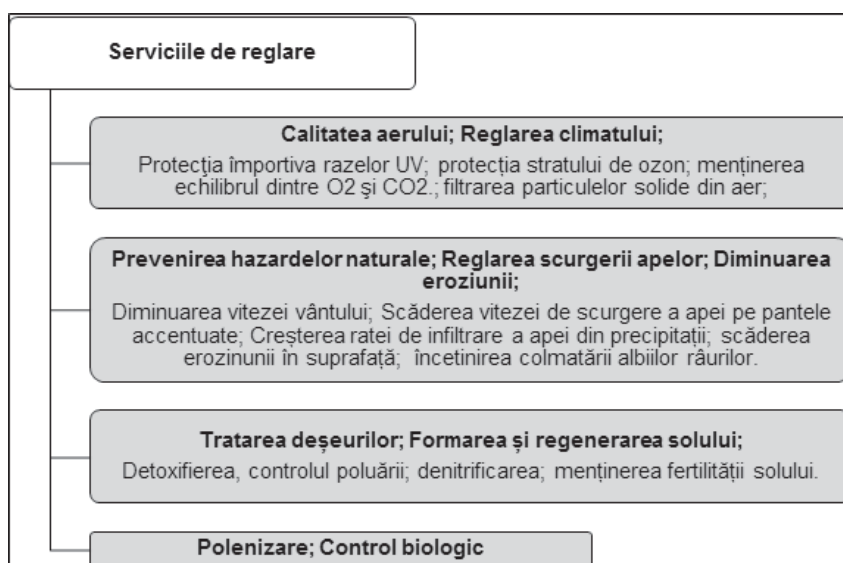


Figura 1 Serviciile de reglare (după De Groot et al. 2002, 2010 a,b)

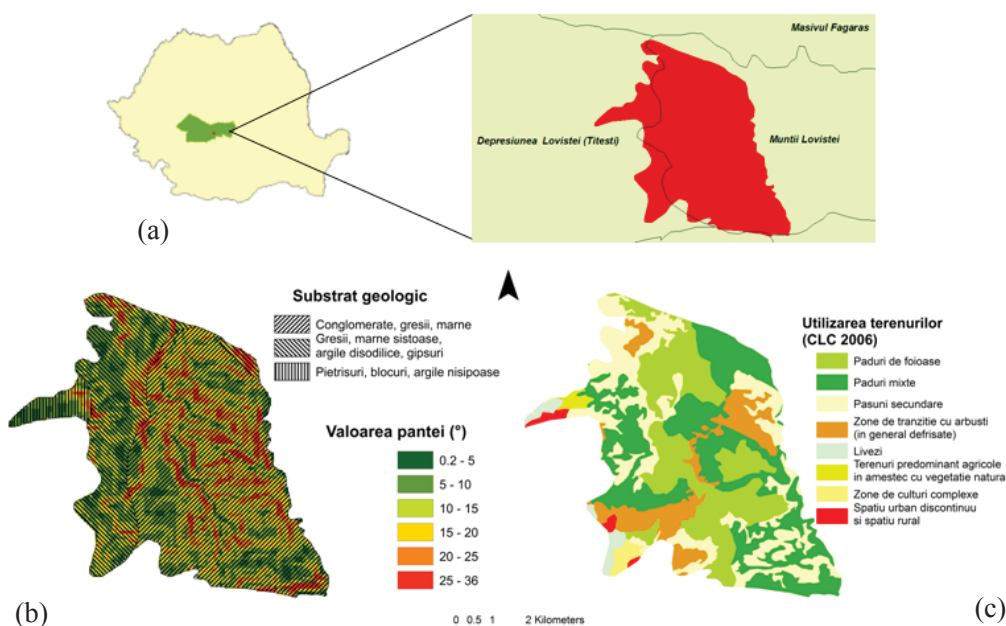


Figura 2 Localizarea arealului de studiu (a), Harta pantelor și substratul geologic (b), Harta utilizării terenurilor (c), (CLC 2006)

Tablelul 1 Corespondența între categoriile de acoperire și utilizare definite pentru studiu și categoriile regăsite pe harta topografică, respectiv legenda CLC

Denumire clasă	Corespondent în harta topografică 1:25000, DTM	Corespondent în legenda CLC 2006, EEA
Pădure	pădure cu înălțimea de peste 4 m (verde continuu), pădure cu înălțimea egală sau mai mică de 4m – păduri tinere, lăstăriș, pepiniere silvice (verde hașurat);	pădure de foioase, pădure de conifere și păduri mixte.
Pădure rară	păduri care nu se pot reprezenta la scara hărții, păduri rare (rariști), păduri doborâte de vânt, furtuni, arse, tăiate	zone de tranziție cu arbuști (în general defrișate)*
Livezi	livezi, pepiniere de pomi fructiferi	livezi
Pășuni **	fânețe și pășuni; mărăcinișuri și arbori izolați în amestec cu pășuni și fânețe din apropierea localităților;	pășuni secundare, terenuri arabile neirigate, culturi complexe, terenuri predominant agricole în amestec cu vegetație naturală
Suprafețe construite	suprafețele din interiorul localităților reprezentate ca cvartale, rețeaua de străzi și clădiri izolate cu curte din imediata apropiere a vetrelor localităților	spațiu urban discontinuu și spațiu rural

Notă: *Această clasă este definită în “Technical report No 40 CORINE land cover technical guide– Addendum 2000” ca zona cu vegetație de tufișuri sau ierburi, cu arbori răsfirați și poate reprezenta degradarea vegetației forestiere sau refacere/recolonizare cu vegetație forestieră (Bossard et al. 2010). Această categorie include: terenuri agricole în proces de recolonizare prin apariția vegetației de pădure care acoperă mai mult de 30% din suprafață (arbori răsfirați sau mici pâlcuri de arbori); zone defrișate ras (“clear cuts”) în zone forestiere; plantații tinere; pepiniere în interiorul arealelor de pădure; pajiști naturale cu areale mici de pădure < 25 ha și/sau cu arbori care ocupă mai mult de 30% din suprafață; areale defrișate la ras sau de regenerare aflate într-un stadiu de tranziție spre pădure care poate dura maxim 5-8 ani; areale de pădure puternic afectate de vânt, furtuni de zăpadă sau ploi acide, în care mai mult de 50% din arbori sunt morți; stâncării cu arbori răsfirați, acoperind mai mult de 10% din suprafață. Această categorie exclude: areale de tranziție spre pădure când arealul a fost acaparat (“overgrown”) de vegetație de tip forestier cu următoarele caracteristici: închiderea coronamentului (“canopy closure”) este cel puțin 50% și diametrul mediu al arborilor (“average breast diameter”) este de cel puțin 10 cm; terenuri agricole pe care apare vegetație forestieră cu o rată de creștere (“overgrowing rate”) de sub 50%; formațiuni stabile de pădure cu arbuști sau copaci cu înălțimea de sub 4 m și pădurile de *Pinus mugo*.

**Include și suprafețele cu utilizare agricolă cu utilizare extensivă, situate în apropierea localităților din limita vestică a arealului.

Materiale

Materialele utilizate pentru determinarea schimbărilor în modul de utilizare și acoperire a terenului sunt: hartă topografică 1:25000 realizată de DTM în perioada 1978-1980; datele Corine Land Cover 2006 de la Agenția Europeană de Mediu, EEA; date privind geologia (harta geologică 1:200 000 – IGR 1965-1968), alcătuirea solurilor (harta solurilor 1:200 000, IGR), relieful - harta pantelor obținută din datele SRTM (NASA 2000, <http://earth.unibuc.ro/download/datele-srtm90-reproiectate-in-stereo70>).

Intervalul de timp selectat (1980-2006) a fost condiționat în principal de datele disponibile, dar a fost considerat potrivit pentru acest studiu întrucât prezintă schimbările între două perioade semnificativ diferite din punct de vedere al politicilor de guvernare și implicit și al managementului fondului forestier și al practicilor de planificare a teritoriului.

Metoda de lucru

Prima etapă parcursă a fost definirea claselor de acoperire și utilizare a terenului care să coreleze atât categoriile de acoperire a terenurilor de pe harta topografică, cât și categoriile din legenda CLC (tabel 1).

Etapă următoare a constat în realizarea, prin vectorizare, reclasificare și apoi rasterizare a două hărți de utilizare și acoperire a terenurilor: prima după harta topografică pentru anul 1980 și a doua după datele CLC 2006.

Schimbările de utilizare și acoperire a terenurilor au fost identificate și cuantificate utilizând modelul binar – indicele binar al schimbării și modelul Markov - matricea frecvențelor și matricea de tranziție (Stupariu et al. 2011, Stupariu 2012-2013).

Pentru a evidenția relația dintre modificarea utilizării și acoperirii terenului și pierderile sau câștigurile de servicii ale ecosistemelor în urma acestor modificări, a fost realizată o analiză prin care clasele de acoperire și utiliza-

re au fost ierarhizate în funcție de capacitatea ecosistemelor care le compun de a furniza servicii (după Maynard et al. 2010, Haines-Young et al. 2012, Fontana et al. 2013, Petter et al. 2013).

Serviciile de reglare de care se ține cont în analiză au fost selectate după clasificarea întocmită de, de Groot et al. (2010). Au fost însă eliminate serviciile de polenizare și de control biologic, din lipsa datelor necesare pentru evaluarea acestui tip de servicii (de ex. numărul de specii polenizatoare per tip de utilizare). Am considerat drept corelate serviciile diminuarea hazardelor naturale și protecția împotriva eroziunii, deoarece în arealul studiat eroziunea terenurilor reprezintă principalul element de risc.

Pentru evaluarea modului în care fiecare serviciul este reprezentat au fost selectați indicatori calitativi (de stare - care indică măsura în care serviciul este reprezentat) din literatura de specialitate (de Groot et al. 2010, Fontana et al. 2013).

Clasa de utilizare „livezi” a fost eliminată din această analiză, deoarece suprafețele ocupate de aceasta sunt ne semnificative (74 ha în 2006) și în general stabile ca tip de utilizare și a fost asociată clasei pășune/suprafețe agricole.

Clasa de utilizare „suprafețe construite” nu a fost considerată în această analiză deoarece reprezintă un ecosistem antropic, cu regim foarte modificat, fără capacitatea de a furniza servicii caracteristice ecosistemelor naturale și seminaturale. A fost încadrată automat în categoria 4, inferioară celor 3 avute în vedere pentru ierarhizare.

Din lipsa unor date concrete am folosit o evaluare calitativă, relativă, bazată pe literatura de specialitate, acordând unul din calificativele „slab”, „mediu” sau „ridicat” pentru fiecare categorie de acoperire, în funcție de indicatorii avuți în vedere în tabelul 2 (Fontana et al. 2013). Calificativele au fost ulterior codificate cu valori numerice între 1 și 3, pentru a face posibilă prelucrarea lor cantitativă și ierarhizarea tipurilor de utilizare (Maynard et al. 2010,

Tabelul 2 Ierarhizarea claselor de utilizare și acoperire în funcție de importanța relativă în furnizarea serviciilor de reglare generale (prezentate în de Groot et al. 2010)

Serviciu de reglare	Indicator	Pădure	Pădure rară	Pășune/agricol
1 Reglarea calității aerului	LAI (Leaf area index)	Ridicat (3)	Mediu (2)	Scăzut (1)
2 Reglarea climatului	Sechestrarea carbonului (Carbon sequestration)	Ridicat (3)	Scăzut (1)	Scăzut (1)
3 Diminuarea hazardelor naturale și protecția împotriva eroziunii	Caracteristicile rădăcinilor (Root matrix)	Ridicat (3)	Scăzut (1)	Scăzut (1)
4 Reglarea scurgerii apelor	Capacitatea de retenție a apei	Ridicat (3)	Mediu (2)	Scăzut (1)
5 Tratarea deșeurilor	Capacitatea de denitrificare	Scăzut (1)	Mediu (2)	Ridicat (3)
6 Formarea și regenerarea solului	Capacitatea de regenerare a solului	Ridicat (3)	Mediu (2)	Scăzut (1)
Total		16	10	8
Ierarhizare		1	2	3

Haines-Young et al. 2012). Clasele de utilizare au fost ierarhizate însumând valorile acordate fiecărui tip de acoperire pentru serviciile avute în vedere.

Pentru acordarea valorilor calitative ale indicatorilor s-a ținut cont și de modelul general, ce expune relația dintre tipul de administrare a terenului/gradul de modificare antropică și capacitatea unui ecosistem de a furniza servicii (Braat și Brink 2008, de Groot 2010), dar și de alte studii din literatura de specialitate din diverse domenii.

Valorile din tabelul 2 sunt adaptate după estimările calitative realizate de Fontana et al. (2013) pentru un areal din Munții Alpi, din regiunea Tirolului de Sud, în contextul realizării unei analize multicriteriale pentru compararea a trei tipuri de utilizare a terenului (pajiști, păduri de larice (*Larix decidua* Mill.) și pajiști împădurite – “larch meadows”), comparabile cu situația din arealul de studiu propus.

1. Reglarea calității aerului reprezentată prin indicele suprafeței foliare (LAI Leaf area index) indică abilitatea frunzelor de a elimina poluanți din atmosferă (de Groot et al. 2010) și are valori mari în cazul vegetației de tip forestier, ce scad direct proporțional cu densitatea acesteia, valori mai mici înregistrându-se în cazul vegetației de tip ierbos caracteristică

pășunilor (Gilmanov et al. 2007, Valentini et al. 2000 citați de Fontana et al. 2013). Am acordat așadar calificativ ridicat categoriei pădure, intermediar categoriei pădure rară și scăzut categoriei pășuni.

2. Reglarea climatului – capacitatea de sechestrare și stocare a carbonului (NEE – Net Ecosystem Exchange). În literatura de specialitate, ecosistemele forestiere sunt considerate bazine de stocare a carbonului (Valentini et al. 2000, Bolliger et al. 2008), dar care prin exploatarea masei lemnoase și schimbarea tipului de utilizare a terenului, se transformă în surse de carbon (Bolliger et al. 2008). Din această perspectivă, clasa pădure rară poate obține, în funcție de caz, fie calificativul “scăzut”, fie pe cel “ridicat”. În cazul în care este vorba despre un sector defrișat și deci de eliberare de C prin exploatarea masei lemnoase. Dacă însă este vorba despre refacerea pădurii intervine procesul invers, de înmagazinare și stocare de C. Deoarece în urma analizei a rezultat drept predominantă transformarea din suprafețe împădurite în zone de tranziție cu arbuști, așadar procese dominante de eliberare de carbon, am acordat clasei pădure rară un calificativ scăzut. Ecosistemele de pășune au fost indicate ca fiind neutre din punct de vedere al balanței carbonului (Gilmanov et al. 2007 citat

de Fontana et al. 2013), deci pot fi considerate cu o capacitate scăzută de sechestrare și stocare a carbonului, cu atât mai mult cu cât în cazul de față este vorba mai mult de utilizarea ca fânețe.

3. Diminuarea hazardelor naturale și protecția împotriva eroziunii (caracteristicile rădăcinilor, rețeaua de rădăcini - root matrix: densitatea rădăcinilor/ adâncimea rădăcinilor). Literatura de specialitate recunoaște caracteristicile vegetației, ca factori importanți ce influențează stabilitatea pantelor și ratele de eroziune ale terenurilor (Menashe 1998, Chok et al. 2004). În acest context, caracteristicile rețelei de rădăcini (adâncime și densitate) reprezintă indicatori pentru capacitatea vegetației de diminuare a eroziunii (Gyssels et al. 2005, de Groot et al. 2010). Adâncimea rădăcinilor scade ca valoare de la vegetația forestieră la vegetația ierboasă de pășune, iar densitatea rădăcinilor este mai mare sub vegetația ierboasă față de cea lemnoasă, însă scade odată cu creșterea adâncimii (Burke și Raynal 1994, Gyssels et al. 2005, Lopez et al. 2001). Pentru arealul de studiu, riscul este determinat de caracterul necoeziv al rocilor din substratul litologic (Badea 2007), deci adâncimea rădăcinilor și densitatea rădăcinilor la adâncime sunt indicatorii cei mai relevanți în acest caz. Pădurea a primit astfel, calificativ ridicat, pădurea rară – unul scăzut, iar utilizările seminaturale-agricole tot calificativul scăzut.

4. Reglarea scurgerii apelor - capacitatea de retenție a apei - depinde de 3 componente: interceptie, infiltrare și evapotranspirație (Fontana et al. 2013). Interceptia și evapotranspirația depind de aparatul foliar sunt deci corelate cu LAI (Dirnböck și Grabherr 2000), iar infiltrația cu adâncimea rețelei de rădăcini și cu caracteristicile solului, care sunt constante pe tot arealul. Pădurea având cele mai mare valori ale LAI, dar și cele mai mari valori în privința adâncimii rădăcinilor, a primit un calificativ ridicat, iar pășunile, cu valori cele mai mici ale LAI și cu sistem raticular mai puțin dezvoltat și deci capacitate de interceptie și infiltrare mai mică, au primit un calificativ scăzut; categoria

pădure rară intermediară a primit calificativul mediu.

5. Tratarea deșeurilor - capacitatea de denitrificare. Rezultatele studiilor efectuate în literatura de specialitate sugerează că rata de denitrificare a solurilor de pădure este mai mică ca cea a solurilor acoperite cu vegetație ierboasă sau cultivate (Ambus 1998, Barton 1999).

6. Formarea și regenerarea solului - capacitatea de regenerare a solului. Formarea solului reprezintă un proces îndelungat și foarte lent (de Groot et al. 2002) și depinde printre altele de schimbul de materie organică între vegetație și sol, deci de cantitatea de biomasă ce este recoltată. În cazul de față, cantitatea cea mai mare de biomasă, raportată la totalul de biomasă produsă de ecosistemul respectiv, este recoltată din ecosistemul de pășune/agricol, iar cantitățile cele mai mici, de cele forestiere. Calificativele sunt, în consecință, invers proporționale cu cantitățile de biomasă extrase din ecosistemele respective.

Pentru spațializarea pierderilor și a câștigurilor de servicii în urma modificării utilizării terenului s-au parcurs pașii de mai jos: (i) au fost reclasificate cele două hărți de acoperire în format raster (harta cu acoperirea și utilizarea terenurilor din 1980 realizată prin digitizare după hartă topografică și harta obținută din datele CLC 2006) în funcție de ierarhia obținută anterior, care reprezintă capacitatea relativă a ecosistemului din clasa respectivă de utilizare de a furniza serviciile avute în vedere; (ii) au fost scăzute (celulă cu celulă), valorile rasterului cu datele CLC din 2006 din rasterul cu datele din 1980, obținându-se astfel un nou raster, cu valori pentru influența asupra serviciilor a fiecărei schimbări de utilizare a terenului înregistrată în perioada 1980-2006 (tabelul 3); (iii) valorile rezultate se încadrează în intervalul -2 și 2, 0 reprezentând stabilitate, valorile pozitive câștig de servicii, iar cele negative schimbări de utilizare ce implica pierderi de servicii de reglare.

Aplicațiile software utilizate pentru această analiză au fost ArcMap 10.1 (ESRI) - pentru prelucrarea datelor spațiale, și Excel (Microsoft) - pentru prelucrarea datelor numerice.

Rezultate

Schimbări produse în intervalul 1980-2006, cu privire specială asupra ecosistemelor forestiere

Schimbări la nivel global (modelul binar). Din analiza binară a rezultat o proporție de 75% din suprafață ca fiind neafectată de schimbări, restul (25%) fiind vizată de

schimbări. În urma calculului valorii indicelui binar al schimbării, am obținut o valoare de 0,5. Conform cu Stupariu et al. (2011), această valoare indică schimbări moderate în arealul vizat (fig. 3).

Schimbări la nivel de clasă (modelul Markov). Principala schimbare identificată este schimbarea din utilizarea „pădure” în alte tipuri de utilizare. Predomină transformarea din pădure în pădure rară (27% din schimbările

Tablelul 3 Punctajele acordate fiecărui tip de schimbare identificată, pentru spațializarea câștigurilor și pierderilor de servicii de reglare

Suprafață (ha)	Schimbare	Punctaj	Suprafață (ha)	Schimbare	Punctaj
2.046,34	pădure stabil	0	0,39	construit în livadă	1
32,58	pădure rară în pădure	1	225,43	pădure în pășune	-2
181,62	pășune în pădure	2	26,32	pădure rară în pășune	-1
265,25	pădure în pădure rară	-1	11,66	livadă în pășune	0
34,55	pădure rară stabil	0	772,30	pășune stabil	0
159,05	pășune în pădure rară	1	0,09	construit în pășune	1
0,39	construit în pădure rară	2	8,31	livadă în construit	-1
9,10	pădure în livadă	-2	16,80	pășune în construit	-1
36,03	livadă stabil	0	14,17	construit stabil	0
29,71	pășune în livadă	0			

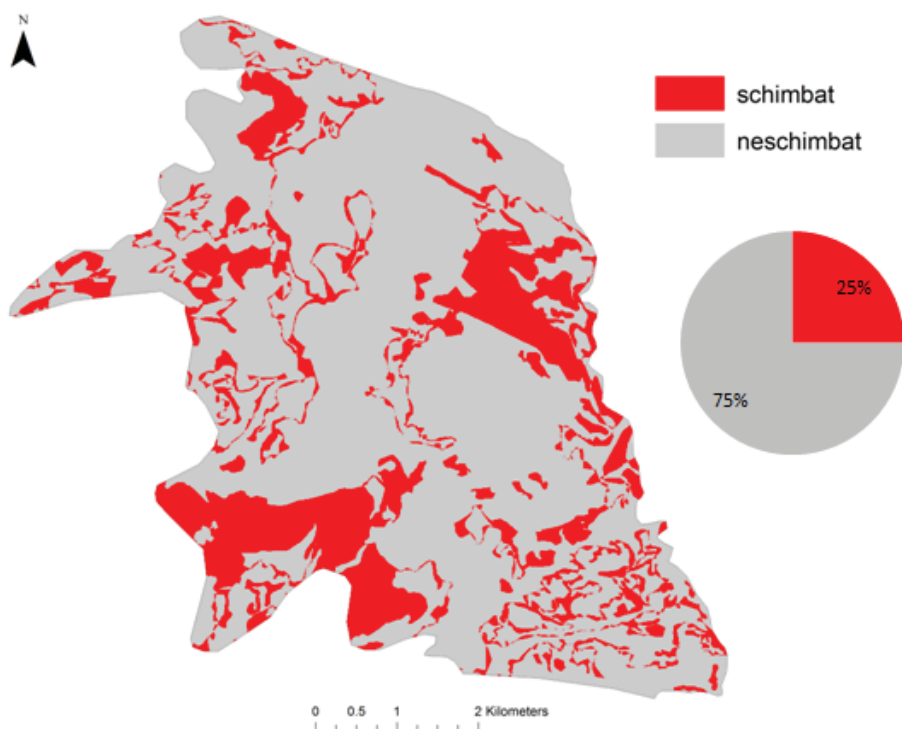


Figura 3 Modelul Binar: Harta binară a schimbărilor

de utilizare a terenurilor înregistrate) și în suprafețe cu utilizare agricolă: pășuni, fânețe, terenuri agricole complexe sau livezi (23% din totalul schimbărilor) (fig. 4). Aceleași rezultate sunt evidențiate și de harta principalelor schimbări suferite de clasa pădure (fig. 5).

Schimbări de servicii ale ecosistemelor forestiere

Spațializarea influenței schimbărilor, a fost dedusă din harta care prezintă starea serviciilor de reglare ale ecosistemului de pădure (câștigate sau pierdute), în raport cu schimbările de utilizare și acoperire suferite

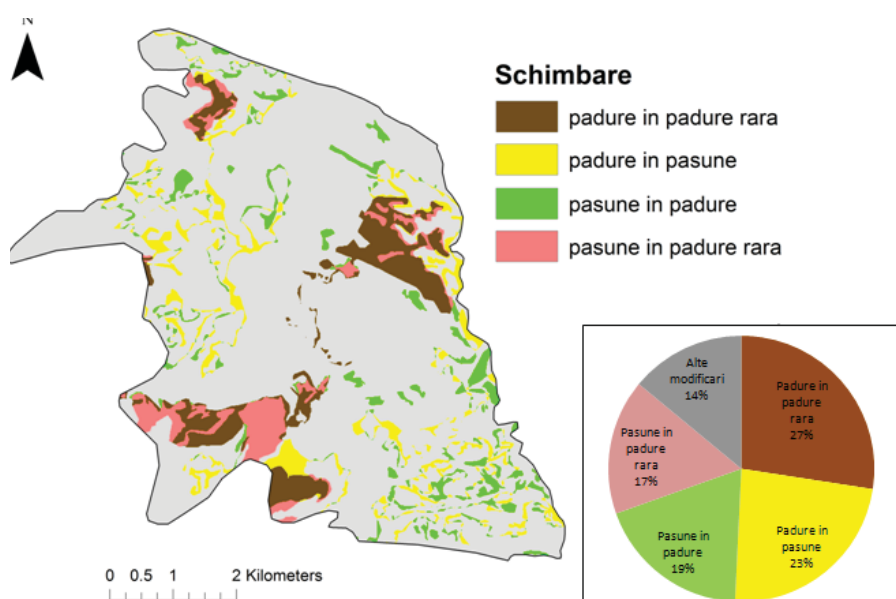


Figura 4 Principalele schimbări de utilizare ca proporție din totalul schimbărilor în intervalul 1980-2006

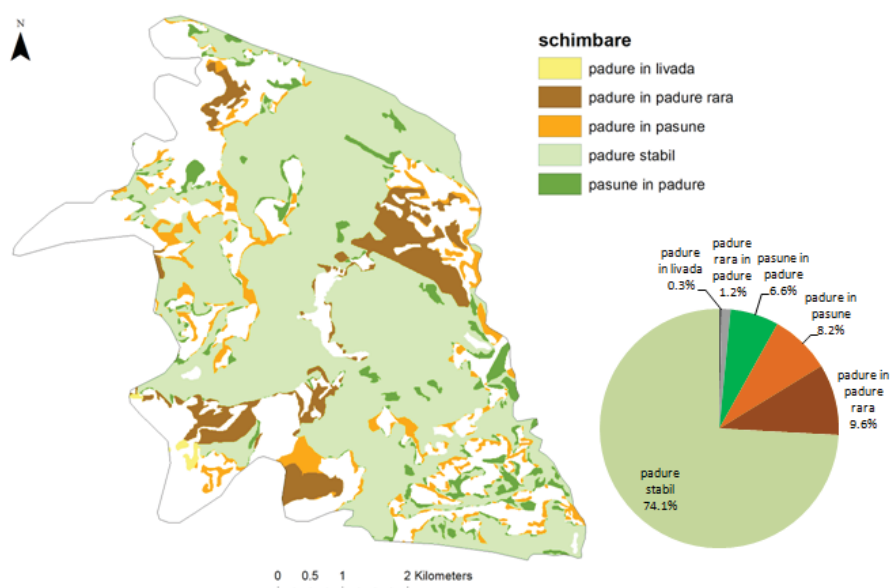


Figura 5 Principalele schimbări suferite de categoria de acoperire pădure în intervalul 1980-2006

în intervalul 1980-2006 (fig. 6). Pierderile de servicii furnizate de pădure (valorile negative), prin modificarea acoperirii terenului, ocupă o suprafață de aproximativ 500 ha (18%), în timp ce schimbările prin care se câștigă servicii (valorile pozitive) ocupă doar o suprafață de 214 ha (8%) (tabelul 3). Rezultatele ce indică o pierdere a serviciilor ecosistemului de pădure au fost confirmate ulterior și de observațiile din teren (fig. 7).

Discuție

Scopul acestui studiu a fost acela de a evidenția influența pe care schimbările în utilizarea și acoperirea terenurilor o au asupra capacității ecosistemelor și peisajelor de a furniza anumite servicii. De asemenea, s-a urmărit spațializarea acestei influențe în vederea identificării ulterioare a arealelor cu pierderi sau câștiguri în ceea ce privește serviciile de reglare ale ecosistemelor.

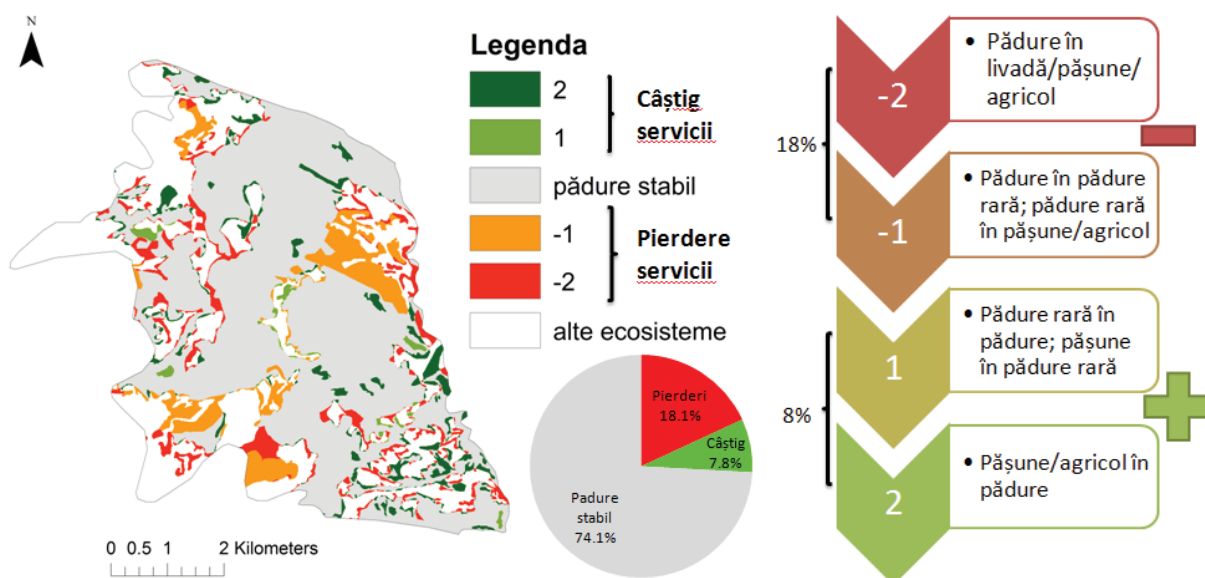


Figura 6 Starea serviciilor de reglare ale ecosistemului forestier (câștigate sau pierdute) în raport cu schimbările de utilizare și acoperire suferite în intervalul 1980-2006



Figura 7 Versanți afectați de pierderea serviciilor de stabilizare în urma schimbării de utilizare forestier-pășune

Influența schimbărilor asupra capacității ecosistemelor și peisajelor de a furniza anumite servicii

Din analiza binară a rezultat că aproximativ un sfert din suprafața avută în vedere își schimbă utilizarea, valoare ce sugerează o dinamică moderată a utilizării terenurilor (Stupariu 2011). Stabilitatea relativă a utilizării și acoperirii terenurilor este explicată prin situarea destul de izolată a zonei studiate (amplasare montană), mai puțin dinamică din punct de vedere al activităților umane. Este important de ținut cont de apropierea față de vetrele localităților din Țara Loviștei, care exercită presiune asupra acestei stabilități.

Analiza pe clase a arătat, însă, că în privința ecosistemelor forestiere predomină procesele de degradare: transformare din pădure în pădure rară și transformare a pădurii în suprafețe cu utilizare agricolă: pășuni, fânețe, terenuri agricole complexe sau livezi. Ținând cont de substratul necoeziv (Badea 2007) pe care este situat acest areal, aceste procese pot avea consecințe grave asupra calității și productivității terenurilor și, implicit, asupra bunăstării locuitorilor.

Schimbarea între utilizarea “pădure” cu cea de “pășune/agricol” se înregistrează în special în lungul limitelor dintre cele două tipuri de utilizare a terenurilor, fiind complementar, din punct de vedere spațial, cu schimbarea în sens invers. Acest model spațial poate fi explicat în mare parte prin modul de realizare al hărților inițiale. De exemplu, anumite areale identificate ca păduri pe hartă topografică din 1980 pot reprezenta de fapt suprafețe de pășuni împădurite, care au fost transformate ulterior în pășuni sau suprafețe agricole.

Se impune, în acest caz, realizarea unei analize după date spațiale la o scară și acuratețe mai mare și cu aceeași modalitate de obținere, de exemplu imagini satelitare cu aceeași rezoluție spațială, care să prezinte perioade de maximă activitate biologică a plantelor.

Arealele cu pierderi sau câștiguri în ceea ce privește serviciile de reglare ale ecosistemelor

Rezultatele ierarhizării claselor de utilizare în funcție de servicii sunt în acord cu rezultatele studiului realizat de Fontana et al. (2013), de unde a fost preluat modelul de acordare a calificativelor. În studiul citat s-a ținut cont inițial de mai multe categorii de servicii, precum cele de producție și estetice, situație în care, în total, utilizarea intermediară (pășunea împădurită) a primit cele mai bine calificative. Acordarea unei pondere mai mari de către stakeholderi categoriei serviciilor de reglare și protecție, a condus la poziționarea ecosistemului forestier pe primul loc.

Rezultatele studiului de față au confirmat că, din perspectiva serviciilor de reglare și protecție, pădurea este clasa de acoperire care furnizează cel mai bine aceste servicii și, implicit, că cele mai mari pierderi sunt determinate de degradarea acesteia.

Serviciile importante furnizate de pădure care se pierd în acest areal sunt cele antierozionale și de stabilizare a terenului. Dispar servicii precum scăderea vitezei de scurgere a apei din precipitații pe pante și captarea apei de către aparatul foliar la suprafață și de rădăcinile arborilor și astfel scăderea cantității de apă infiltrată. Potențialele consecințe ale acestor pierderi constau în creșterea ratelor de eroziune a terenurilor.

În cazul schimbării din utilizarea “pădure” în pădure rară se pierd doar parțial aceste servicii de reglare, în funcție de tipul de tranziție reprezentat prin categoria „areale de tranziție cu arbuști (în general defrișate)” din datele CLC (Bossard et al. 2000), pe care am echivalat-o cu clasa “pădure rară”. Dacă este vorba despre un areal defrișat recent prin tăiere rasă, deci o supraexploatare a serviciului de producție a masei lemnoase, serviciile de reglare se pierd aproape în totalitate, în special cele de reglare a climatului și a calității aerului, și doar parțial cele care se bazează pe procesele desfășurate la nivelul solului și a rețelei

de rădăcini. Dacă este vorba de o recolonizare cu vegetație forestieră, procesul merge în sens invers, deci gradul de furnizare a serviciilor de reglare prezintă o tendință puternic ascendentă, mai ales în cazul sechestrării carbonului, care este maxim la pădurile tinere.

Schimbarea din pădure în pășune/livada/teren agricol produce cele mai mari pierderi de servicii de reglare, din cauza schimbării semnificative a caracteristicilor tipului de vegetație, deci a proceselor și interacțiunilor din cadrul ecosistemului și implicit a capacității acestora de a furniza aceste servicii.

Importantă este și schimbarea din pășune în pădure care determină câștiguri importante în privința serviciilor de reglare, dar care duce la pierderea altor servicii precum biodiversitatea și serviciul de habitat pentru anumite specii caracteristice pășunilor cu regim semi-natural, sau serviciilor de producție de biomasa și hrana caracteristice mai ales utilizărilor de tip agricol.

Concluzii

Hărțile de utilizare și acoperire a terenurilor sunt un mijloc potrivit de investigare în lipsa unor date concrete, greu de obținut în mod direct de pe teren sau care necesită expertiză specializată din alte domenii precum chimie, biologie, fizică.

Analiza a identificat o tendință generală de degradare a suprafețelor împădurite și în consecință, pierderea serviciilor de stabilizare furnizate de ecosisteme forestiere, foarte importante pentru zonele afectate de procese geomorfologice actuale de tipul alunecărilor și eroziunii accelerate. Schimbarea care poate avea cele mai multe consecințe negative asupra serviciilor de reglare este reprezentată de transformarea pădurii în pășune sau utilizare agricolă, în principal la limita dintre cele două tipuri de utilizare.

Cele mai importante servicii de reglare care se pierd în urma acestei transformări sunt cele de diminuare și control al eroziunii terenurilor

precum și protecție împotriva hazardelor naturale.

Aceste rezultate pot fi utile, ulterior, pentru cuantificarea acestor pierderi de servicii prin valorizare economică. De asemenea, pot fi avute în vedere pentru luarea de decizii la nivel administrativ în sectoare precum planificarea teritorială sau managementul resurselor forestiere.

Mulțumiri

Această lucrare a fost realizată cu sprijinul doamnei prof. univ. dr. Ileana Stupariu. Mulțumim editorului și referenților anonimi pentru comentariile constructive formulate.

Bibliografie

- Ambus P., 1998. Nitrous oxide production by denitrification and nitrification in temperate forest, grassland and agricultural soils. *European Journal of Soil Science* 49(3): 495–502.
- Badea L., Niculescu Gh., Roata S., Buza M., Sandu M., 2001. Unitățile de relief ale României. Vol. I: Carpații Meridionali și Munții Banatului. Editura Ars Docendi, București, 151 p.
- Badea L., 2007. Depresiunea Loviștei: studiu de geografie. Editura Universitaria, Craiova, 206 p.
- Bann C., Popa B., 2012. Evaluarea contribuției ecosistemelor din ariile naturale protejate la dezvoltarea economică și bunăstarea umană în România (Proiectul UNDP/GEF Îmbunătățirea sustenabilității financiare a rețelei de arii naturale protejate din Munții Carpați, 2010-2013), 126 p.
- Barton L., McLay C. D. A., Schipper L.A., Smith C.T., 1999. Annual denitrification rates in agricultural and forest soils: a review. *Australian Journal of Soil Research* 37(6): 1073-1094.
- Bolliger J., Hagedorn F., Leifeld J., Bohl J., Zimmermann S., Soliva R., Kienast F., 2008. Effects of Land-Use Change on Carbon Stocks in Switzerland. *Ecosystems* 11: 895-907.
- Bossard M., Feranec J., Otahel J., 2000. Technical report No 40 - CORINE land cover technical guide – Addendum 2000, Copenhagen, European Environment Agency.
- Boyd J., Banzhaf S., 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- Braat, L., ten Brink, P., 2008. The cost of policy in action:

- the case of not meeting the 2010 biodiversity target. Study for the European Commission, DG Environment. Alterra report 1718, Wageningen, 316 p.
- Chok Y.H., Kaggwa W.S., Jaksa M.B., Griffiths D.V., 2004. Modelling the effects of vegetation on stability of slopes. Proceedings, 9th Australia New Zealand Conference on Geomechanics, Auckland.
- Costanza R., 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed (letter to editor). *Biological Conservation* 141: 350-352.
- Costanza R., Kubiszewski I., 2012. The authorship structure of “ecosystem services” as a transdisciplinary field of scholarship. *Ecosystem Services* 1: 16-25.
- Dirnböck T., Grabherr G., 2000. GIS assessment of vegetation and hydrological change in a high mountain catchment of the Northern Limestone Alps. *Mountain Research and Development* 20: 172-179.
- Drăgoi M., 2010. Compensating the opportunity cost of forest functional zoning - two alternative options for the Romanian forest policy. *Annals of Forest Research* 53(1): 81-92.
- Drăgoi M., Ciornei I., 2013. A black-box approach on assessing the opportunity cost of deforestation. *Land Use Policy* 34: 314-320.
- Duncker, P.S., Raulund-Rasmussen K., Gundersen P., Katzensteiner K., De Jong J., Ravn H. P., Smith M., Eckmüller O., Spiecker H., 2012. How forest management affects ecosystem services, including timber production and economic return: synergies and trade-offs. *Ecology and Society* 17(4): 50.
- Fisher B., Turner R.K., 2008. Ecosystem services: Classification for valuation (Letter to the editor). *Biological Conservation* 141: 1167-1169.
- Fisher B., Turner R.K., Morling P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643-653.
- Gilmanov T.G., Soussana J.F., Aires L., Allard V., Ammann C., Balzarolo M., Barcza Z., Bernhofer C., Campbell C.L., Cernusca A., Cescatti A., Clifton-Brown J., Dirks B.O.M., Dore S., Eugster W., Fuhrer J., Gimeno C., Gruenwald T., Haszpra L., Hensen A., Ibrom A., Jacobs A.F.G., Jones M.B., Lanigan G., Laurila T., Lohila A., Manca G., Marcolla B., Nagy Z., Pilegaard K., Pinter K., Pio C., Rasch A., Rogiers N., Sanz M.J., Stefani P., Sutton M., Tuba Z., Valentini R., Williams M.L., Wohlfahrt G., 2007. Partitioning European grassland net ecosystem CO₂ exchange into gross primary productivity and ecosystem respiration using light response function analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121: 93-120.
- de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.
- de Groot R.S., Fisher B., Christie M., Aronson J., Braat L., Gowdy J., Haines-Young R., Maltby E., Neuville A., Polasky S., Portela R., Ring I., 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The ecological and economic foundations.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7: 260-272.
- Giurgiu V., 2010. Considerații asupra stării pădurilor României - partea I: Declinul suprafeței pădurilor și marginalizarea împăduririlor. *Revista pădurilor*, 2010. Web: [http://www.revistapadurilor.ro/\(83\)](http://www.revistapadurilor.ro/(83)) Accesat 2014-11-21.
- Grădinaru G., 2012. Conceptul „servicii de ecosistem” – abordare economică. *Revista Română de Statistică* 8: 49-62.
- Gyssels G., Poesen J., Bochet E., Li Y., 2005. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Progress in Physical Geography* 29 (2): 189-217.
- Haines-Young R., Potschin M., Kienast F., 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21: 39-53.
- Haines-Young, R., Potschin, M., 2013. Common international classification of ecosystem services (CICES): Consultation on version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
- Maynard S., James D., Davidson A., 2010. The development of an ecosystem services framework for south east Queensland. *Environmental Management* 45: 881-895.
- Menashe E., 1998. Vegetation and erosion, a literature survey. – an expanded version of the paper presented at a conference at Oregon University, December 9-10, 1998.
- Nelson E., Mendoza G., Regetz J., Polasky S., Tallis H., Cameron D.R., Chan K.M.A., Daily G.C., Goldstein J., Kareiva P.M., Lonsdorf E., Naidoo R., Ricketts T.H., Shaw M.R., 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Front Ecol Environ* 7(1): 4-11.
- Pătru-Stupariu I., 2011. Elaborarea și implementarea unui algoritm de evaluare și prognoza peisagistică. Aplicații la sectorul montan și subcarpatic al Văii Prahova (PCE 1013/2009 cod proiect 1949/2008). Editura Universității din București, 215 p.
- Pătru-Stupariu I., 2012-2013. Modelarea structurală și funcțională a peisajelor, curs on-line an univ.
- Petter M., Mooney S., Maynard S. M., Davidson A., Cox M., Horosak I., 2012. A methodology to map ecosystem functions to support ecosystem services assessments. *Ecology and Society* 18(1): 31.
- Syrbe R.U., Walz U., 2012. Spațial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators* 21: 80-88.
- Termorshuizen J.W., Opdam P., 2009. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24: 1037-1052.

- Valentini R., Matteucci G., Dolman A., Schulze E., Rebmann C., Moors E., Granier A., Gross P., Jensen N., Pilegaard K., Lindroth A., Grelle A., Bernhofer C., Grunwald T., Aubinet M., Ceulemans R., Kowalski A., Vesala T., Rannik U., Berbigier P., Loustau D., Guomundsson J., Thorgeirsson H., Ibrom A., Morgenstern K., Clement R., Moncrieff J., Montagnani L., Minerbi S., Jarvis P., 2000. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests RID A-7515-2008. *Nature* 404: 861-865.
- Wallace K.J., 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235-246.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Web: <http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>, Accesat 01.04.2014.
- UNEP-WCMC, 2011. *Developing ecosystem service indicators: Experiences and lessons learned from sub-global assessments and other initiatives*, Technical Series No. 58. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada.
- UK National Ecosystem Assessment, 2011. *The UK National Ecosystem Assessment Technical Report*. Cambridge.