

EVALUAREA RISCULUI DATORAT SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ÎN PORȚIUNEA ROMÂNEASCĂ A BAZINULUI HIDROGRAFIC TISA

Alexandru-Ionuț PETRIȘOR

Lector universitar doctor în ecologie, doctorand în geografie,
Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București,
Director Științific Urbanism și Dezvoltare Teritorială, cs III,
Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă
URBAN-INCERC, Sucursala URBANPROIECT, București, e-mail: a. i. petrisor@gmail.com

Abstract. Due to their important effects on agricultural and natural systems, climate change constitutes an important scientific issue. Among the challenges, assessing the impact of different scenarios plays an important role. This study starts from the Romanian contribution to the ESPON Program and proposes a GIS-based evaluation of risk due to climate changes in the Romanian part of Tisa river basin. The study uses data on exposure (current and predicted temperatures and precipitations) and vulnerability (natural protected areas, area under the Carpathian Convention, agricultural and forested surfaces). The results indicate that Timiș and Arad counties are mostly exposed, while the highest vulnerability is found in Hunedoara County. Combining the two pieces of information, the maximum risk due to climate changes is found in Arad County.

Keywords: climate changes, GIS, exposure, vulnerability, risk

1. Introducere

Printre efectele schimbărilor climatice prezentate în literatura de specialitate, cele mai importante sunt consecințele directe sau indirecte asupra sistemelor ecologice naturale (Blenckner și Chen, 2003; Marshall *et al.*, 2008; Thomas, 2003) și asupra celor de tipul agroecosistemelor (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2007), toate acestea având consecințe economice importante, cum ar fi diminuarea producției agricole, dispariția unor specii, habitate sau ecosisteme.

Una dintre modalitățile de evaluare a efectelor schimbărilor climatice este cea de cuantificare a magnitudinii diferitelor scenarii climatice. În acest sens, metodologia propusă în cadrul programului ESPON, prin proiectul în curs de derulare „ESPON CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe” (Schimbări climatice și efecte teritoriale asupra regiunilor și economiilor locale din Europa), coordonat de Technische Universität Dortmund, propune un algoritm bazat pe evaluarea expunerii, a vulnerabilității și a riscului prin suprapunerea expunerii și a vulnerabilității.

Pornind de la contribuția INCD URBAN-INCERC, sucursala URBANPROIECT la implementarea acestui proiect de cercetare în partea românească a bazinului hidrografic Tisa, acest articol propune o abordare simplificată a evaluării expunerii, bazată pe indicatori specifici României, pe datele referitoare la temperatură și precipitații publicate de Hijmans *et*

al., 2005, reflectând situația actuală, și de Govindasamy *et al.*, 2003, reflectând predicțiile pentru anul 2100, utilizând modelarea în Sistem Informațional Geografic.

2. Date și metode

Datele utilizate în studiu sunt prezentate în *Tabelul 1*. În afara datelor referitoare la împărțirea administrativă a României, toate celelalte sunt disponibile gratuit. *Tabelul* prezintă și o primă etapă de lucru, constând în transformări ale datelor care să permită procesarea lor folosind programul ArcView GIS, versiunea 3.X, și anumite extensii, precum și obținerea unor rezultate în proiecție Stereo 1970.

Metodologia de analiză a constat în trei etape: (1) evaluarea expunerii, (2) evaluarea vulnerabilității și (3) evaluarea riscului.

2.1. Evaluarea expunerii

Pentru a evalua expunerea la schimbări climatice s-au folosit datele referitoare la clima actuală (temperaturi și precipitații medii) și predicțiile climatice pentru anul 2100 (temperaturi și precipitații medii), prezentate în *Tabelul 1*, decupate pe conturul porțiunii românești a bazinului hidrografic Tisa. Având în vedere că aceste date se prezintă sub forma unor unități omogene de analiză cu suprafețe pătrate cu latura de 2, 5⁰, având aceleași valori (ale temperaturii medii, actuale sau prezise, sau ale precipitațiilor medii, actuale sau prezise) pentru evaluarea expunerii la nivelul fiecărui județ în parte a fost necesară parcurgerea a două etape:

Tabelul 1. Date utilizate în studiu

Nr.	Date	Deținător	Locație	Format	Observații	Transformări
1	Clima actuală	Universitatea din Berkeley	http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/diva/diva_worldclim_2-5m.zip	DIVA-GIS (Hijmans <i>et al.</i> , 2001)	Produse prin proiectul WorldClim (Hijmans <i>et al.</i> , 2005); 2, 5 min × 2, 5 min	Import în ArcView GIS 3.X, proiectare Stereo 1970, decupaj pentru România
2	Predicții climatice	Universitatea din Berkeley	http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/diva/diva_wc_ccm3_2-5m.zip	DIVA-GIS (Hijmans <i>et al.</i> , 2001)	Predicții pentru 2100 bazate pe concentrații duble de CO ₂ și modelul CCM3 (Govindasamy <i>et al.</i> , 2003); 2, 5 min × 2, 5 min	Import în ArcView GIS 3.X, proiectare Stereo 1970, decupaj pentru România
3	Arii naturale protejate	Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile	http://www.mmediu.ro/protectia_naturii/protectia_naturii.htm	ArcView (shape), Stereo 1970	Actualizate anual, pe categorii; în cazul rezervațiilor naturale, doar cele cu suprafața peste 5 ha	-
4	Utilizarea terenului	Agenția Europeană de Mediu	http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2000-clc2000-seamless-vector-database	ArcView (shape), Lambert Azimuthal	Date din 2000 disponibile în format vectorial	Proiectare Stereo 1970, decupaj pentru România
5	Județele României	INCD URBAN-INCERC	-	ArcView (shape), Stereo 1970	Date din 2006	-

(a) Intersecția unităților de analiză cu conturul județelor folosind instrumentul de geo-procesare al programului ArcView GIS, versiunea 3.X, prin care au fost identificate unitățile de analiză sau fracțiunile acestora din fiecare județ în parte.

(b) „Dizolvarea” limitelor unităților și fracțiunilor identificate pentru fiecare județ în parte, calculând totodată valoarea medie pe județ (temperaturi medii, actuale sau prezise, sau precipitații medii, actuale sau prezise), așa cum se poate observa în Fig. 1. Au rezultat patru seturi de date, corespunzând temperaturilor medii, actuale și prezise, și precipitațiilor medii, actuale și prezise pentru fiecare județ în parte.

Pentru evaluarea expunerii s-a recurs la modelarea în Sistem Informațional Geografic (Fig. 2). Modelul a constat în suprapunerea spațială, cu ponderi egale (25%) a informațiilor referitoare la clasificarea județelor pe cinci grupe de mărime, folosind gruparea pe baza formulei de optimizare a lui Jenk (care minimizează variabilitatea din cadrul fiecărei categorii) în funcție de valorile temperaturii medii, actuale și prezise, și precipitații medii, actuale și prezise. Harta finală a fost realizată, de asemenea, pe baza a cinci niveluri ale expunerii.

2. 2. Evaluarea vulnerabilității

Evaluarea vulnerabilității a presupus (a) mai multe transformări specifice fiecărui set de date în parte și (b) algoritmul de lucru comun tuturor datelor în vederea determinării expunerii.

(a) Transformările specifice datelor referitoare la ariile naturale protejate au vizat eliminarea suprapunerilor. Conform studiului realizat de Pătroescu *et al.* (2010), diferitele categorii de arii naturale protejate existente în România înainte de implementarea programului NATURA 2000 se suprapun cu ariile nou declarate în proporție de 96, 19%, iar două dintre cele trei tipuri de arii naturale protejate componente ale Rețelei Ecologice Europene NATURA 2000, Ariile de Protecție Avifaunistică și Siturile de Importanță Comunitară, în proporție de 49, 61%. Pentru a evita multiplicarea suprafeței totale a ariilor protejate s-a folosit funcția de unire spațială folosind instrumentul de geo-procesare al programului ArcView GIS, versiunea 3.X.

Suprafața agricolă și cea a zonelor naturale (păduri) au fost calculate pe baza datelor din cadrul programului CORINE (Coordonarea informațiilor de mediu în Europa), fiind însumate în primul caz suprafețele corespunzătoare categoriilor nivelului al treilea al clasificării CORINE: culturi complexe, culturi de orez, pășuni, plantații pomicole și floricole, teren arabil irigat permanent, teren arabil neirigabil și vii, iar în cel de-al doilea caz, zone agro-forestiere și păduri de foioase.

(b) Algoritmul de lucru comun a constat în parcurgerea următoarelor etape pentru fiecare din cele patru seturi de date - arii naturale protejate, limitele Convenției-cadru privind protecția și dezvoltarea durabilă a Carpaților (Convenția Carpatică), suprafețe agricole și suprafețe naturale:

(i) decupaj pe conturul porțiunii românești a bazinului hidrografic Tisa, (ii) intersecția cu conturul județelor folosind instrumentul de geo-procesare al programului ArcView GIS, versiunea 3.X, (iii) calculul ariei fiecărei suprafețe din interiorul județului folosind extensia X-Tools a programului ArcView GIS, versiunea 3.X, (iv) însumarea lor pe județ folosind instrumentul de geo-procesare al programului ArcView GIS, versiunea 3.X, și (v) calculul în Excel al procentului ocupat de suprafața fiecăreia dintre cele patru grupe din aria totală a județului. Aceste valori au fost adăugate bazei de date corespunzătoare expunerii.

Pentru evaluarea vulnerabilității s-a recurs la modelarea în Sistem Informațional Geografic (Fig. 3). Modelul a constat în suprapunerea spațială, cu ponderi egale (25%) a informațiilor referitoare la clasificarea județelor pe cinci grupe de mărime, folosind gruparea pe baza formulei de optimizare a lui Jenk (care minimizează variabilitatea din cadrul fiecărei categorii) în funcție de procentului ocupat de suprafața ariilor naturale protejate, suprafeței cuprinse de limitele Convenției-cadru privind protecția și dezvoltarea durabilă a Carpaților (Convenția Carpatică), suprafețelor agricole și suprafețelor naturale din aria totală a județului.

Harta finală a fost realizată, de asemenea, pe baza a cinci niveluri de vulnerabilitate.

2. 3. Evaluarea riscului

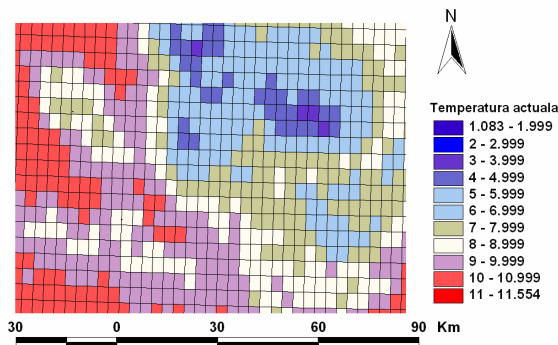
Pentru evaluarea riscului s-a recurs la modelarea în Sistem Informațional Geografic (Fig. 4).

Modelul a constat în suprapunerea spațială, cu ponderi egale (50%) a informațiilor referitoare la clasificarea județelor pe cinci grupe de mărime, folosind gruparea pe baza formulei de optimizare a lui Jenk (care minimizează variabilitatea din cadrul fiecărei categorii) în funcție de expunere și vulnerabilitate. Harta finală a fost realizată, de asemenea, pe baza a cinci niveluri ale riscului.

3. Rezultate și discuții

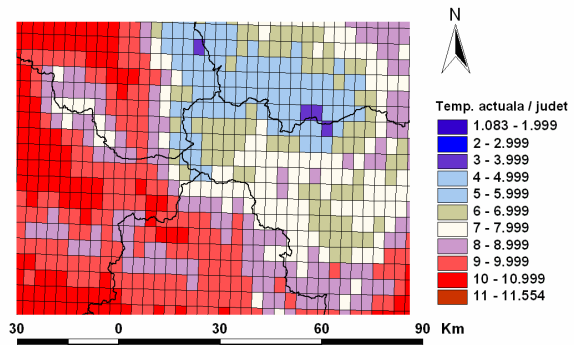
Rezultatele sunt prezentate în continuare sub forma unor hărți. Distribuția spațială a fiecăreia dintre elementele ce definesc expunerea la schimbări climatice sunt prezentate în Fig. 5, iar cea a elementelor de vulnerabilitate în Fig. 6. Repartiția pe județe a nivelului general al expunerii și vulnerabilității este prezentată în Fig. 7; din suprapunerea celor două rezultă riscul datorat schimbărilor climatice, prezentat în Fig. 8.

Detalii metodologice: temperatura actuala



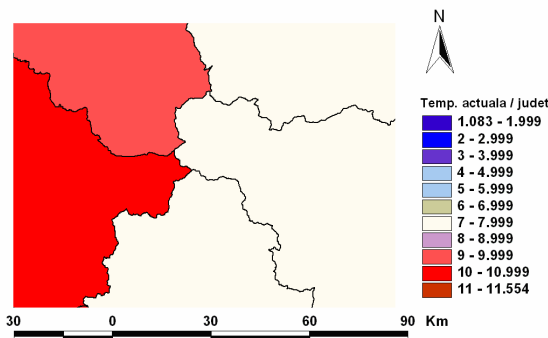
a

Detalii metodologice: temperatura actuala



b

Detalii metodologice: temperatura actuala



c

Fig. 1. Metodologia de calcul a mediei județene a expunerii la schimbări climatice: exemplificare pentru temperatura actuală: (a) datele brute: pătrate de 2.5° longitudine \times 2.5° latitudine, (b) decuparea pătratelor de 2.5° longitudine \times 2.5° latitudine pe conturul județelor, (c) calculul mediei pe județ a temperaturii actuale

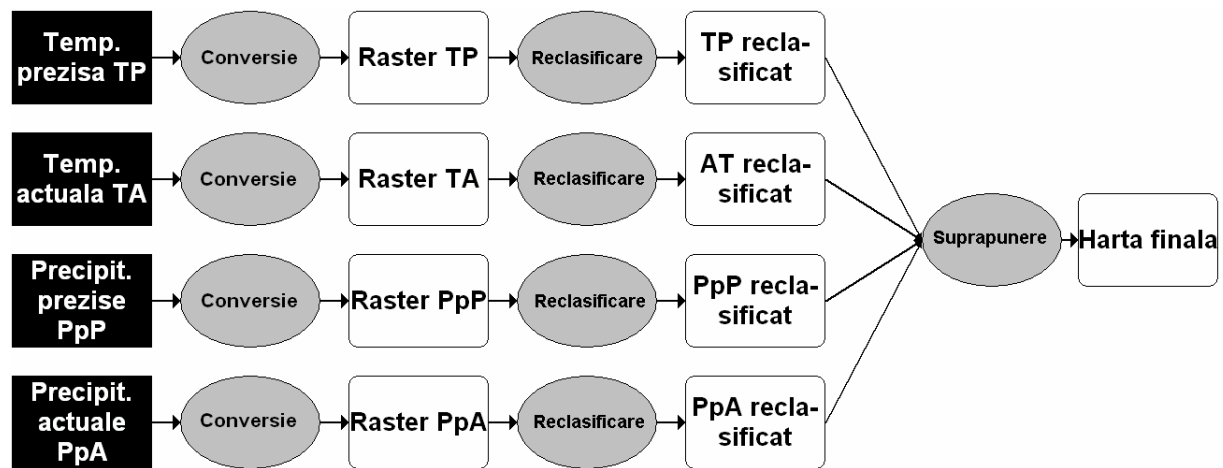


Fig. 2. Model de calcul al expunerii la schimbări climatice în Sistem Informațional Geografic.

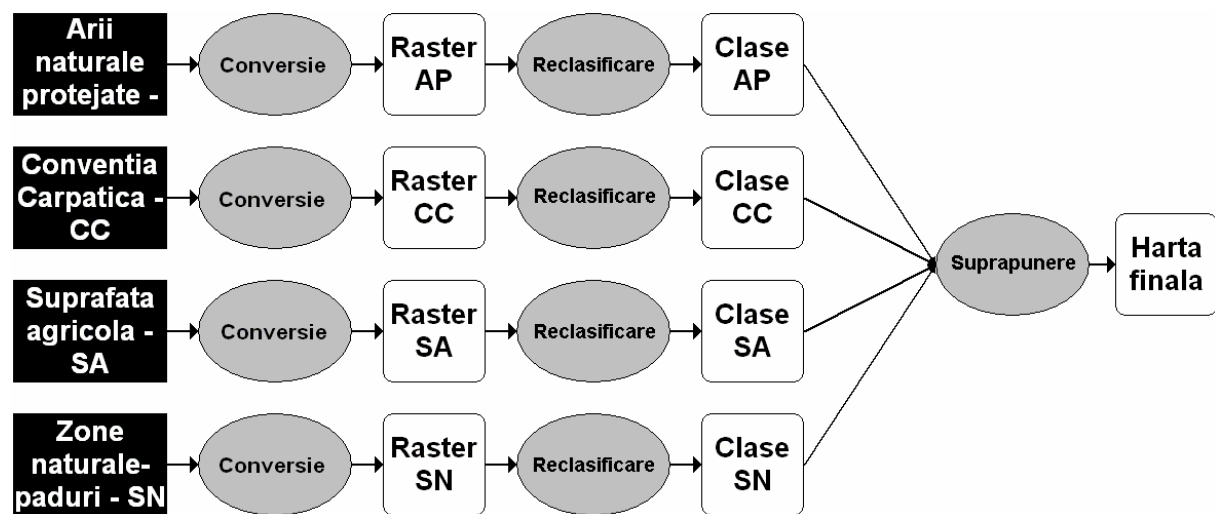


Fig. 3. Model de calcul al vulnerabilității la schimbări climatice în Sistem Informațional Geografic.

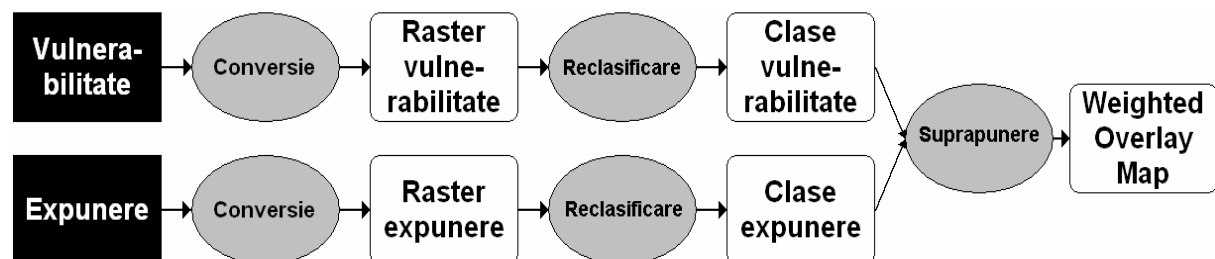


Fig. 4. Model de calcul al riscului la schimbări climatice în Sistem Informațional Geografic.

În ceea ce privește expunerea, se poate observa că valorile prezise ale temperaturii și precipitațiilor urmează aceeași configurație spațială ca și cele actuale. În cazul temperaturilor se constată o creștere generalizată, diferențele dintre temperaturile prezise și cele actuale fiind pozitive. În cazul precipitațiilor, există regiuni care vor fi mai bogate în precipitații față de situația actuală, dar și regiuni în care se anticipează o reducere a volumului acestora.

În ceea ce privește vulnerabilitatea la schimbările climatice, se remarcă mai multe județe cu resurse naturale deosebite (păduri și arii naturale protejate), respectiv Hunedoara și Maramureș, în timp ce altele (Timiș și Arad) dețin importante suprafețe agricole situate în Câmpia de Vest.

Distribuția nivelului general al expunerii arată că județele cu suprafețe agricole importante, Timiș și Arad, vor fi expuse cel mai mult la schimbări

climatice, în timp ce vulnerabilitatea maximă este înregistrată în județul Hunedoara. Combinând cele două tipuri de informații (expunere și vulnerabilitate) se ajunge la concluzia că riscul maxim datorat schimbărilor climatice este întâlnit în județul Arad.

Limitele acestui studiu sunt datorate pe de o parte validității predicțiilor climatice, care se bazează pe anumite presupuneri și au anumite marje de eroare, pe datele limitate aflate la dispoziție și pe anumite critici ce pot fi aduse modelului în Sistem Informațional Geografic, cum ar fi, de exemplu, alocarea egală a ponderilor fiecărui set de date în parte.

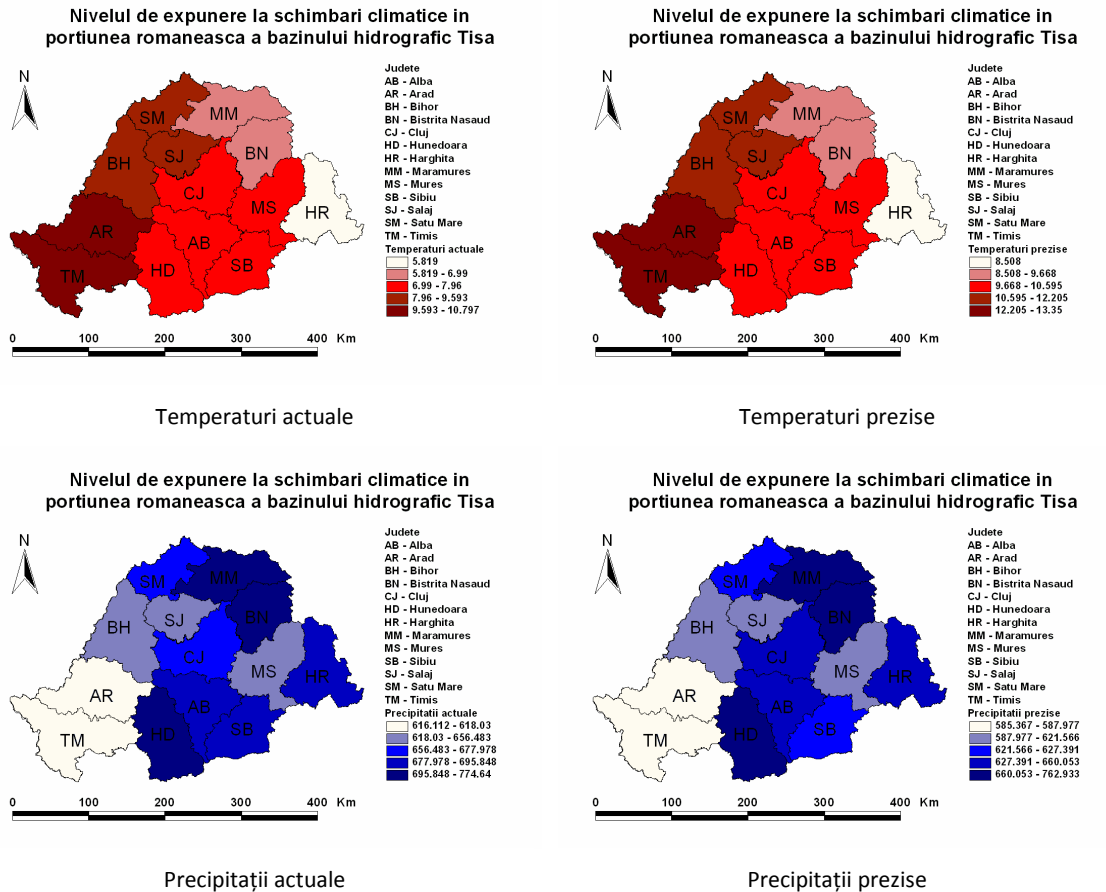
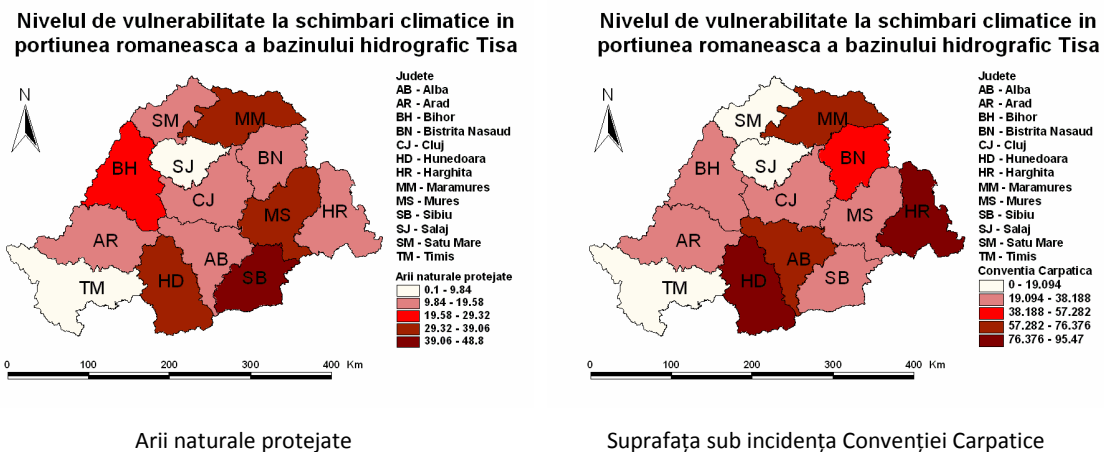
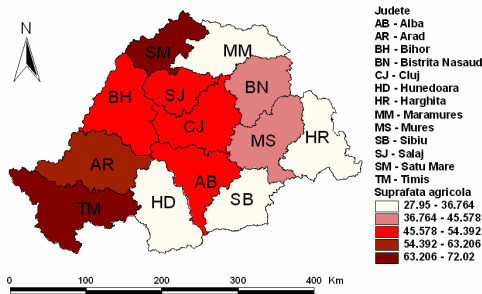


Fig. 5. Distribuția spațială a expunerii la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa.

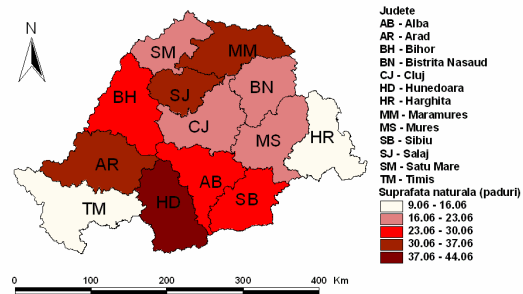


Nivelul de vulnerabilitate la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa



Zone agricole

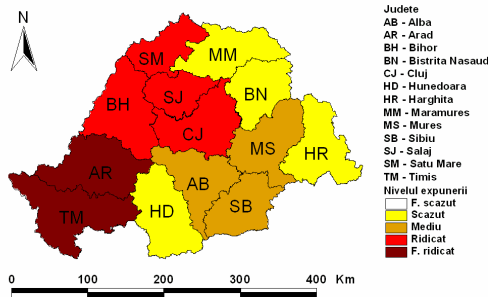
Nivelul de vulnerabilitate la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa



Zone naturale (păduri)

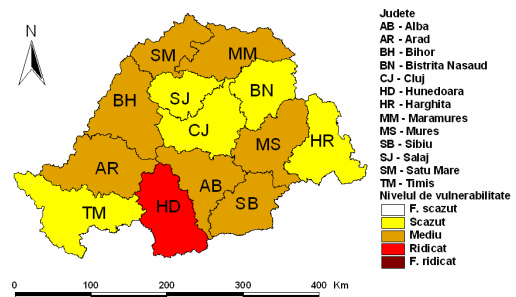
Fig. 6. Distribuția spațială a vulnerabilității la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa.

Nivelul de expunere la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa



a

Nivelul de vulnerabilitate la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa



b

Fig. 7. Distribuția spațială a nivelului de expunere (a) și de vulnerabilitate (b) la schimbări climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa.

Riscuri datorate schimbărilor climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa

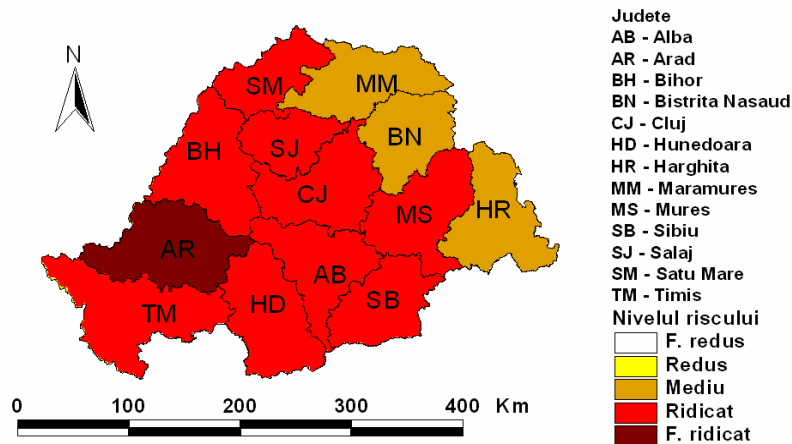


Fig. 8. Distribuția spațială a riscului datorat schimbărilor climatice în porțiunea românească a bazinului hidrografic Tisa.

BIBLIOGRAFIE

- Blenckner T., Chen D. (2003), *Comparison of the impact of regional and North Atlantic atmospheric circulation on an aquatic ecosystem*, *Climate Research* **23**: 131-136.
- Govindasamy B., Duffy P. B., Coquard J. (2003), *High-resolution simulations of global climate, Part 2: Effects of increased greenhouse cases*, *Climate Dynamics* **21**: 391-404.
- Marshall J. D., Blair J. M., Peters D. P. C., Okin G., Rango A., Williams M. (2008), *Predicting and understanding ecosystem responses to climate change at Continental scales*, *Frontiers in Ecology and the Environment* **6** (5): 273-280.
- Hijmans R. J., Guarino L., Cruz M., Rojas E. (2001), *Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1. DIVA-GIS*, *Plant Genetic Resources Newsletter* **127**: 15-19.
- Hijmans R. J., Cameron S. E., Parra J. L., Jones P. G., Jarvis A. (2005), *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*, *International Journal of Climatology* **25**: 1965-1978.
- Pătroescu M., Rozyłowicz L., Iojă C., Popescu V. (2010), *Eficacitatea sistemului de arii protejate din România după implementarea rețelei NATURA 2000*, în: *Biodiversitate: prezent și perspective. Simpozion omagial, Constanța, 7-9 iunie 2010*, Ovidius University Press, Constanța, pag. 40.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2007), *Biodiversity and Climate Change. International Day for Biological Diversity Booklet*, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- Thomas C. (2003), *Modeling global change effects on vegetation and exploring our vulnerability*, în: Green R. E., Harley M., Miles J., Scharlemann J., Watkinson A., Watts O., *Global Climate Change and Biodiversity*, University of East Anglia, Norwich, pag. 22-23.