

Evaluarea potențialelor coridoare ecologice pentru specia de urs brun la nivelul României / Finding the potential ecological corridors for the brown bear in Romania

Antonio Valentin Tache¹, Oana-Cătălina Popescu¹, Alexandru-Ionuț Petrișor²

1 – INCD URBAN-INCERC și Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”; 2 – Școala Doctorală de Urbanism, Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”

Abstract. Recently, a significant fragmentation of habitats and ecosystems in the Carpathians has been identified. Hence, achieving ecological connectivity between existing protected areas can help avoiding landscape fragmentation and preserving the natural environment, including the species most affected by human disturbances, such as the brown bear. Since this species has a long distance movement, it is important to identify its migration corridors using specific methods. Several attempts were made to create fitted approaches. This article proposes a novel approach to finding the ecological corridors used by brown bears in the Romanian Carpathians by developing a GIS model using geo-spatial applications. The advantage of the approach is that it deals with a very important aspect of spatial planning, since determining the geographic location of ecological corridors could help implementing the connectivity approach in territorial plans. Further research can improve the method, translating it from the national to the local scale, and accounting for the existing conditions, in order to obtain a real protection.

Key words: ecological conectivity, ecological corridors, ARCGIS, permeability, CorridorDesign, Linkage Mapper

1. Introducere

Reducerea și fragmentarea naturală și semi-naturală a habitatelor, ca urmare a intensificării dezvoltării culturilor agricole, a rețelelor de infrastructură și a urbanizării, au fost sugerate ca principalele motive ale crizei actuale ale biodiversității¹. În țările din arcul carpatic se așteaptă la o presiune masivă pentru modernizarea și extinderea infrastructurilor rutiere. Dacă nu se ține cont de cerințele rețelei ecologice, această evoluție va intensifica fragmentarea peisajului, va limita dispersia și schimbul genetic al speciilor de animale sălbatice².

România prezintă valori foarte ridicate ale biodiversității la nivelul Europei, având cele mai numeroase populații de carnivore mari în zona carpato-dunăreană. Acest fapt implică o mare responsabilitate din partea specialiștilor și a factorilor responsabili pentru delimitarea rețelelor de coridoare ecologice la nivel național ce necesită corelarea cu planurile de dezvoltare spațială la nivel local, regional și național, astfel încât strategiile de dezvoltare teritorială să nu provoace perturbarea vieții sălbatice a diferitelor specii din diverse zone.

Pierderea habitatului cauzată de intervenția oamenilor este o amenințare majoră pentru biodiversitate, iar pierderea habitatului este adesea legată de fragmentarea și izolarea habitatului continuu³. Fragmentarea habitatelor este fenomenul prin care în locul în care înainte a existat un habitat de extindere mare, continuă, se formează mai multe petece de

¹ Fahrig 2003, Foley et al. 2005, Gurrutxaga et al. 2010

² Favilli et al. 2015

³ Fahrig 2003

habitate având dimensiuni reduse⁴. Conectivitatea unui peisaj depinde de efectul pe care structura peisajului înconjurător îl are asupra facilității sau impedanței mișcării animalelor între petele lor de habitat⁵. Termenul de „habitat” a fost utilizat în mai multe moduri în studii ecologice. Potrivit lui Spellerberg⁶, habitatul poate fi definit ca „localitatea sau zona folosită de o populație de organisme și locul în care trăiesc”. Habitatul este „locul în care un animal trăiește”, iar majoritatea ecologilor presupun că și habitatul este ceea ce animalele au nevoie pentru a supraviețui și a se reproduce⁷.

Rețelele ecologice pot oferi o soluție la problemele intensificării utilizării și fragmentării terenurilor, permițând populației naturale de specii și habitate amenințate să supraviețuiască⁸. Rețeaua ecologică este un sistem de elemente ale peisajului natural și semi-natural, care are ca scop păstrarea biodiversității împotriva fragmentării peisajului și reducerea epuizării mediului⁹. Rețeaua ecologică este formată din zone de bază, coridoare de legătură, zone de legătură și zone tampon, toate cu o alocare spațială explicită¹⁰. Atunci când rețeaua ecologică este perturbată, coridoarele ecologice ale faunei sălbatice sunt o componentă importantă pentru menținerea rețelelor ecologice funcționale și pentru susținerea mișcării animalelor. Modul în care sunt construiți acești conectori ai vieții sălbatice depinde de scara și speciile în cauză, precum și de condițiile naturale și cele create de om în peisaj¹¹.

Coridoarele ecologice garantează conservarea conectivității, migrației și dispersiei speciilor și, astfel, conservarea populației și a biodiversității acestora¹². Conform literaturii de specialitate, un coridor ecologic este un element de peisaj de formă mai mult sau mai puțin liniară care diferă prin structură și funcție de zona înconjurătoare și care facilitează deplasarea speciei țintă prin zone cu tipuri de habitate mai puțin favorabile acestora¹³ sau o definiție mai suplă definește Coridoarele ecologice ca „*elemente liniare care conectează zonele de bază și servesc ca rute de migrare și de dispersie*”¹⁴. Astfel, proiectarea coridoarelor ecologice create pentru integrarea în planificarea eco-regională evaluează adesea teritoriul prin cerințele de mobilitate ale anumitor specii țintă, cu intervale destul de largi de mobilitate și care acționează ca specii umbrelă¹⁵.

Ursul brun este considerat ca fiind una dintre cele mai importante specii umbrelă pentru biodiversitatea Carpatică. Impactul este cu atât mai mare cu cât dinamica spațială a ursului brun presupune utilizarea unor suprafețe foarte mari de ordinul miilor de hectare¹⁶. De aceea, conexiunea între ariile protejate la nivelul Munților Carpați trebuie menținută și

⁴ Wilcove et al. 1986

⁵ Tischendorf et al. 2000

⁶ Spellerberg 1992

⁷ Beier et al. 2007

⁸ Nor et al. 2017, Czocharński et al. 2018

⁹ Fiduccia et al. 2017

¹⁰ Gurrutxaga et al. 2010

¹¹ Jonsson 2017

¹² Czocharński et al. 2018

¹³ Szilard et al. 2013

¹⁴ Tillmann 2005

¹⁵ Bani et al. 2002, Beier et al. 1992, Bruinderink et al. 2003, Carroll 2006, Noss et al. 2006

¹⁶ Szilard 2013

îmbunătățită prin crearea de noi coridoare ecologice, care vor oferi protecție carnivorelor mari și în afara ariilor protejate¹⁷. Stabilirea de biocoridoare este un punct critic pentru prezervarea unor specii extrem de dinamice, fiind imposibilă reținerea acestora în interiorul unor arii protejate.

Dacă la nivelul țărilor Uniunii Europene, inclusiv țări din zona carpato-dunăreană precum Cehia, Slovacia și Ungaria există legislație adecvată privind definirea coridoarelor ecologice și implementarea în documentațiile de planificare teritorială, în România, problematica coridoarelor ecologice nu a fost reglementată, existând doar studii de cercetare realizate în cadrul unor proiecte naționale și internaționale. Necesitatea definirii unor coridoare ecologice la nivel local, regional și național la nivelul României este cu atât mai presantă cu cât interacțiunea ursului brun cu omul este tot mai frecventă la nivelul localităților și chiar la nivelul marilor orașe. Din acest motiv, definirea corectă a coridoarelor ursului brun în România este necesară nu numai pe termen lung, ci și pe termen scurt pentru siguranța umană și animală. Dacă la nivelul țărilor europene și chiar la nivelul Statelor Unite sau Canadei care dețin populații de urși, se fac numeroase studii privind definirea unor noi coridoare ecologice în contextul dezvoltării infrastructurii rutiere, în cazul României populația urșilor brunii a crescut foarte mult, iar habitatul lor natural a fost foarte mult fragmentat. Una dintre cele mai importante probleme în managementul și planificarea conservării este cunoașterea cerințelor de habitat pentru o specie țintă¹⁸.

Modelele bazate pe sisteme de informații geografice (GIS) sunt instrumente utilizate pe scară largă pentru proiectarea coridoarelor ecologice, iar modelarea cu cele mai mici costuri iese în evidență, datorită rezultatelor explicite pe care le produce și pentru că permite parametrizarea și testarea prin studii empirice¹⁹. Modelarea celor mai mici costuri este una dintre metodele utilizate în ecologia peisajului pentru a măsura conectivitatea ecologică - prin reprezentarea peisajului ca o suprafață cu costuri energetice, pot fi calculate trasee cu costuri minime care reprezintă calea eficienței maxime între două locații în funcție de distanța parcursă și costurile parcurse²⁰. Modelele cu cele mai mici costuri generează hărți ale costului cumulativ care evidențiază coridoarele cu cele mai mici costuri și căile cel mai puțin costisitoare între site-urile de plasare²¹. Într-o situație ideală, un animal în dispersie ar trebui să parcurgă drumul cel mai scurt, cel mai sigur și cel mai puțin costisitor din punct de vedere al energiei consumate, între habitatul-sursă și cel de destinație²².

Studiile realizate de-a lungul timpului au demonstrat că modelarea coridoarelor dintre habitate este cu atât mai precisă cu cât sunt integrate mai precis caracteristicile peisajului și comportamentul organismelor specifice²³. Modelul GIS testat pentru evaluarea hărții probabilistice a conectivității ecologice la nivel național a necesitat o serie de date privind factorii ecologici, procese de modelare și instrumente GIS adaptabile la situații specifice și a fost verificat cu rezultatele altor studii științifice și cu datele reale din teren. Spre deosebire

¹⁷ Szilard 2013

¹⁸ Tan et al. 2016, Villero et al. 2017, Rosas et al. 2017

¹⁹ Broquet et al. 2006, Noss et al. 2006, Theobald 2006

²⁰ Douglas 1994, Adriansen et al. 2003, Etherington et al. 2013

²¹ Nor et al. 2017

²² Cazacu et al. 2014

²³ Adriaensen et al. 2003

de alte studii de specialitate am încercat să dezvoltăm o metodologie care estimează permeabilitatea peisajului în funcție de caracteristicile comportamentale ale ursului brun, anul calendaristic fiind caracterizat de 4 perioade. Astfel au fost realizate 4 modelări spațiale pentru identificarea permeabilității peisajului în funcție de caracteristicile comportamentale ale ursului. În final, toate aceste modelări în sistem GIS au fost combinate într-un model general al calității habitatelor pentru ursul brun. Aceste modelări spațiale și definirea coridoarelor ecologice la nivel național nu sunt un substitut pentru evaluările din teren. Totuși, identificarea coridoarelor ecologice cu ajutorul GIS reprezintă un suport major pentru stabilirea rețelelor ecologice la nivel național și implementarea acestora în documentațiile de planificare teritorială.

2. Materiale și metode

Analiza coridoarelor ecologice se focalizează în special pe siturile Natura 2000 în care întâlnim specia de urs brun. Modelele ecologice sunt tehnici care simulează sisteme și procese ecologice²⁴. Modelarea ecologică combină modelarea matematică, analiza sistemelor și tehnicile computerizate cu ecologia și gestionarea mediului și a resurselor sale naturale²⁵. Modelarea celor mai mici costuri este o metodologie de modelare care nu găsește o utilizare exclusivă în ecologia peisajului sau modelarea coridoarelor ecologice. Este o metodologie cu scop general pentru proiectarea sau cartografierea unei căi, a unui coridor sau a unei distanțe cu costuri minime pe o suprafață²⁶. Suprafața este împărțită într-o grilă pătrată în care fiecărei celule i se atribuie o valoare de cost. Modelele de adecvare a habitatului reprezintă un instrument utilizat pe scară largă pentru identificarea zonelor de bază și, ulterior, a rețelelor ecologice pentru protecția biodiversității.

Dintre modelele de adecvare a habitatelor GIS disponibile, am dezvoltat o abordare GIS combinată folosind instrumentele ArcGIS 10.x, CorridorDesign și Linkage Mapper. Aceste instrumente sunt gratuite și relativ ușor de aplicat. În primul rând, au fost identificați factorii de habitat care influențează starea de adecvare a habitatului (permeabilitatea). Prin permeabilitate se poate înțelege capacitatea de a permite animalelor să treacă în siguranță. Factorii de habitat care au fost luați în considerare pentru evaluarea habitatelor posibile ale a ursului brun au fost:

- Modul de acoperire al terenului (date preluate din CORINE 2018) la nivelul României;
- Rețeaua combinată de drumuri naționale și căi ferate din România;
- Traficul pe drumurile naționale la nivelul anului 2015;
- Zonele de intravilan a tuturor localităților din România;
- Modelul digital al terenului realizat pe baza curbelor de nivel (10 metri) la nivelul României;
- Pantele derivate din modelul digital al terenului și diferențiate conform instrumentului Corridor Design (Create topographic position raster).

Toate aceste straturi au fost uniformizate printr-o operațiune de rasterizare a seturilor de date de intrare pentru a permite aplicarea algoritmului de evaluare a permeabilității

²⁴ Vogiatzakis 2003

²⁵ Zhang et al. 2003

²⁶ Mitchell 2012

habitatului. Mărimea pixelilor pentru rasterele obținute a fost dată de rasterul modelului digital al terenului (30 x 30 metri). Deoarece urșii utilizează habitate diferite în cele 4 sezoane ale anului, au fost calculate 4 modele de suitability habitat pentru toate cele 4 perioade caracteristice comportamentului ursului brun – somnul de iarnă, perioada de hipofagie și reproducere, perioada fructelor de pădure și perioada de hiperfagie din toamnă. Pentru fiecare perioadă caracteristică a ursului brun a fost necesară parametrizarea factorilor de habitat. Această parametrizare a avut la bază experiența Raportului Tehnic realizat în cadrul proiectului LIFE08NAT/RO/00500, ce a avut ca scop evaluarea fragmentării habitatului de urs brun în zona pilot Harghita-Covasna-Vrancea.

Pentru identificarea hărților de permeabilitate la nivelul României pentru specia de urs brun au fost combinați factorii de habitat prin alocarea unei ponderi fiecărui factor de habitat în funcție de importanța lor relativă și alegerea unui algoritm ce combină toți factorii de habitat ponderați într-un raster de permeabilitate. Algoritmul ales a fost media geometrică ponderată ce reflectă mai realist situația reală din teren, prin combinarea tuturor factorilor de habitat. Aplicarea instrumentului ARCGIS.x Corridor Design (Create habitat suitability model) ne-a permis realizarea a 4 hărți de permeabilitate pentru specia de urs brun din România, în funcție de comportamentul ursului brun de-a lungul unui an calendaristic (Fig. 1).

Fiecare hartă de evaluare a calității habitatului pentru ursul brun a fost divizată în 4 clase de permeabilitate:

- Permeabilitate: 50-100% - habitat optim
- Permeabilitate: 25-50% - habitat suboptim
- Permeabilitate: 0-25% - habitat ocazional
- Permeabilitate: 0 – Bariere²⁷

În final prin combinarea celor 4 hărți de permeabilitate a ursului brun reprezentând cele 4 sezoane ale anului a fost definită harta generală a permeabilității ursului brun la nivelul României (Fig. 2). Pentru realizarea acestei hărți a fost utilizat ARCGIS 10.x Corridor Design și instrumentul Combine previously reclassified habitat factors. Prin suprapunerea hărții generale de permeabilitate cu ariile naturale protejate NATURA 2000 (Fig. 3) se observă foarte clar că zonele cele mai compacte de habitat cu calitate ridicată sunt suprafețele reprezentate de siturile NATURA 2000. Din acest motiv, analiza coridoarelor ecologice s-a restrâns doar la siturile NATURA 2000 unde populația de urși brunii își are habitatul. În acest sens, prin suprapunerea hărții digitale a siturilor NATURA 2000 și a hărții digitale a habitatului speciei de urs brun și utilizarea instrumentului de selecție pe baza locației al programului ARCGIS 10.x au fost selectate doar siturile NATURA 2000 corespunzătoare habitatului de urs brun.

Pentru identificarea coridoarelor ecologice am utilizat metodologia de modelare a celor mai mici costuri utilizând ARCGIS 10.x cu instrumentul Linkage Mapper. Linkage Mapper este o casetă de instrumente din ArcGIS, scrisă în limbajul de programare Python, și folosește în mare parte instrumentele ArcGIS pentru a crea rutele cu costuri minime²⁸.

²⁷ Favilli et al. 2015

²⁸ Nordén 2016

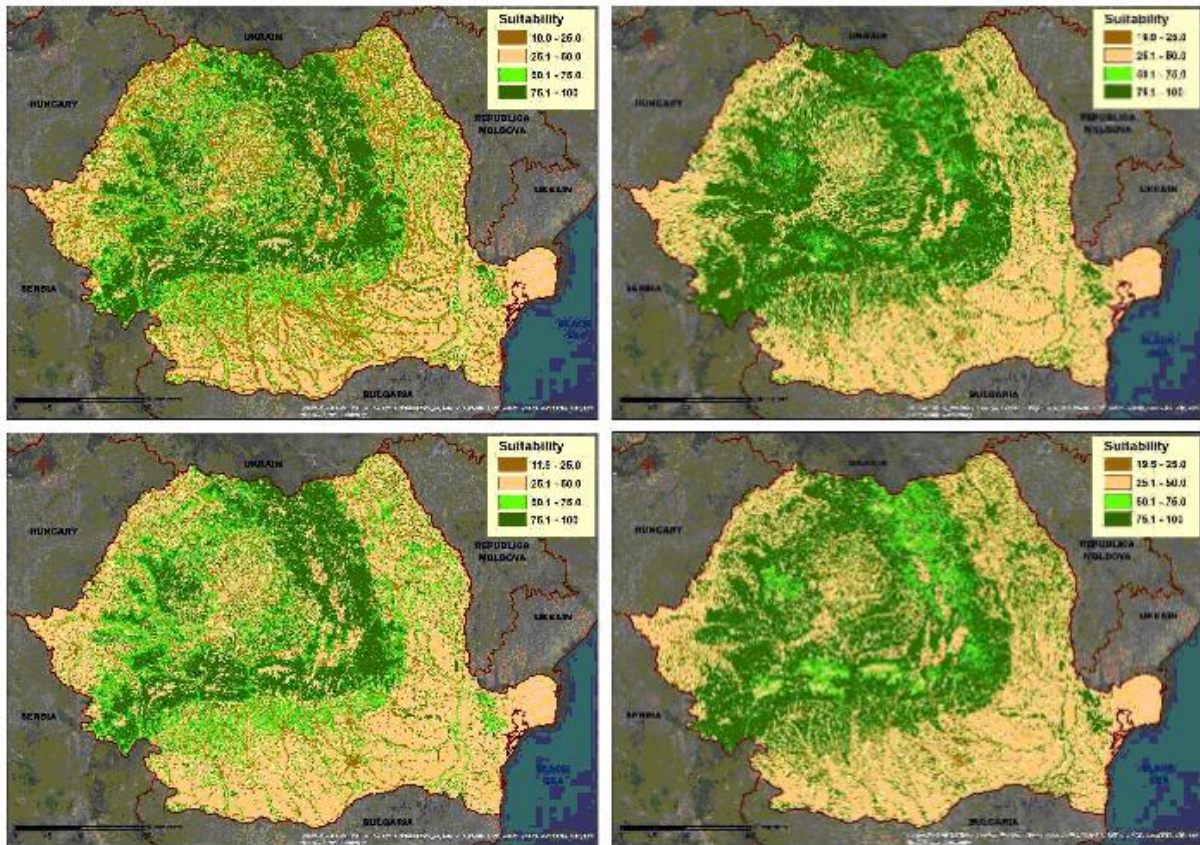


Fig. 1. Habitate posibile pentru toate cele 4 perioade caracteristice comportamentului ursului brun – somnul de iarnă, perioada de hipofagie și reproducere, perioada fructelor de pădure și perioada de hiperfagie din toamnă.

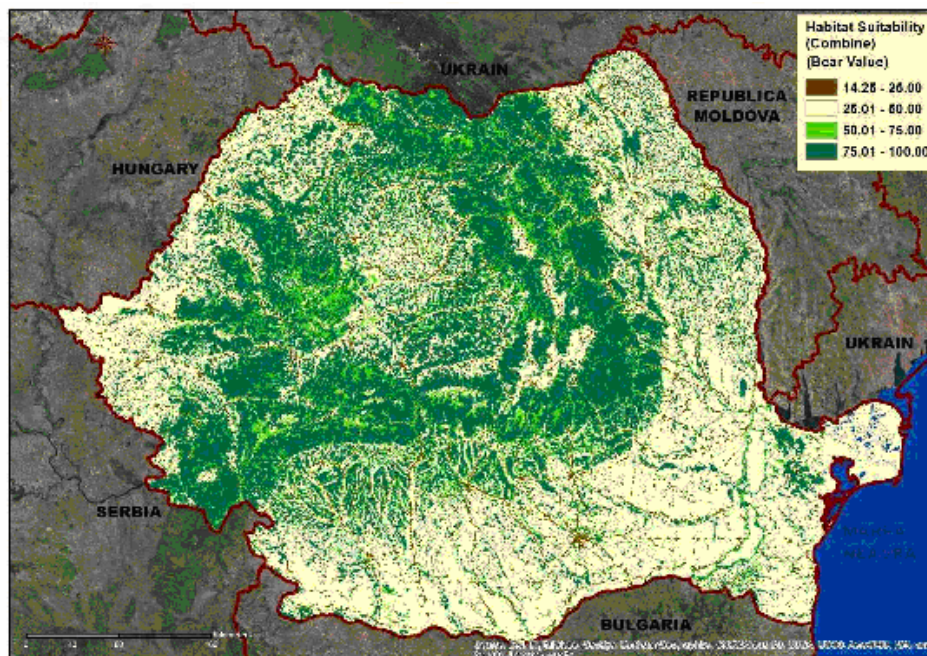


Fig. 2. Harta generală a permeabilității ursului brun la nivelul României.

Pentru compatibilizarea cu cerințele instrumentului Linkage Mapper am considerat siturile Natura 2000 ca fiind zone de bază suficient de întinse ca suprafață și cu cel mai potrivit habitat pentru specia de urs brun (core areas). Cea de-a doua cerință a instrumentului Linkage Mapper este reprezentată de suprafața de rezistență ce reprezintă rezistența

diferitelor segmente de peisaj care influențează mai puțin sau mai mult mișcarea animalelor în peisaj. Permeabilitatea și rezistența sunt complementare astfel încât permeabilitatea + rezistența = 100. Astfel, peisajul perfect permeabil are rezistență zero. Acest raster (Fig. 4) a fost determinat utilizând instrumentul Map Algebra din modulul Spatial Analyst al programului ARCGIS 10.x și rasterul general de permeabilitate a speciei de urs brun la nivelul României, identificat cu instrumentul Corridor Design.

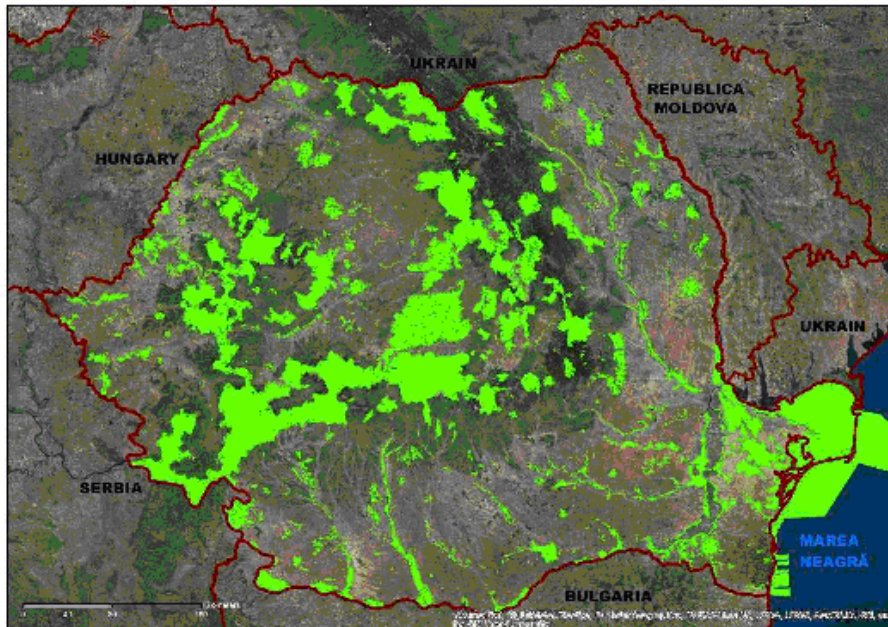


Fig. 3. Harta SCI și SPA din România.

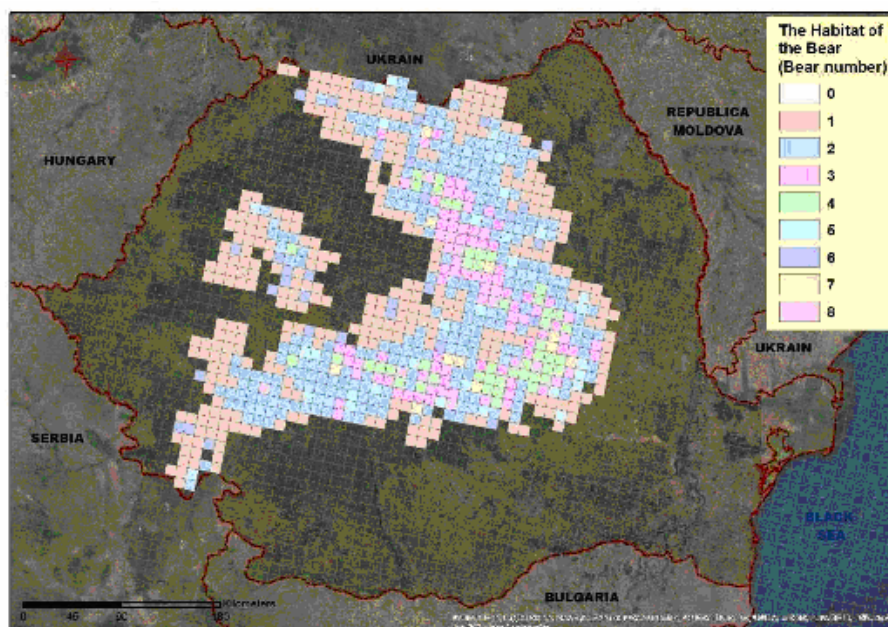


Fig. 4. Harta habitatului ursului din România.

Cu ajutorul comenzii Build Network and Map Linkages al aplicației Linkage Mapper, utilizând siturile Natura 2000 selectate și rasterul suprafața de rezistență (Fig. 5) au fost determinate posibilele coridoare ecologice ale speciei de urs brun din România (Fig. 6). Bineînțeles,

pentru validarea acestor coridoare ecologice este necesară expertiza specialiștilor din domeniu și studii de teren.

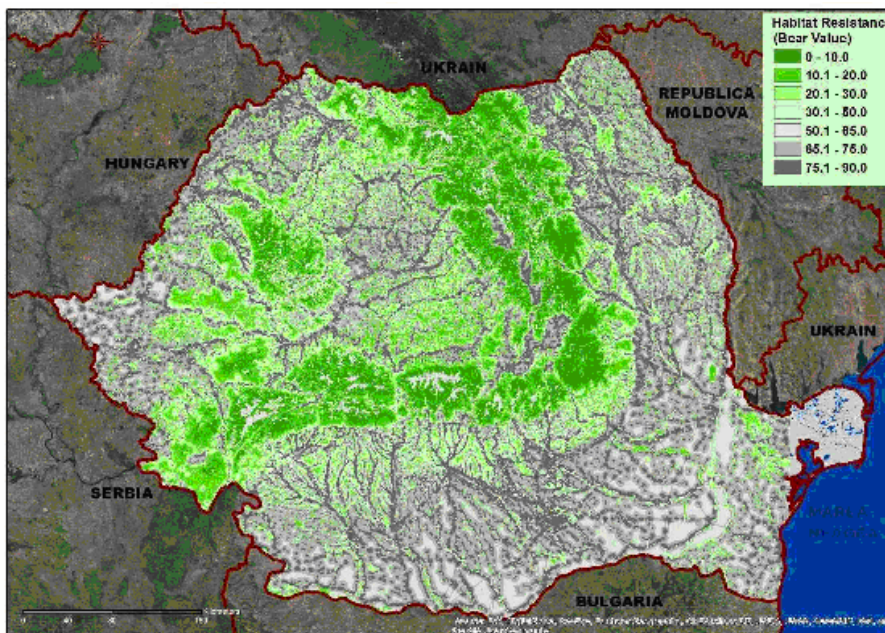


Fig. 5. Harta rezistenței de mișcare pentru specia de urs brun.

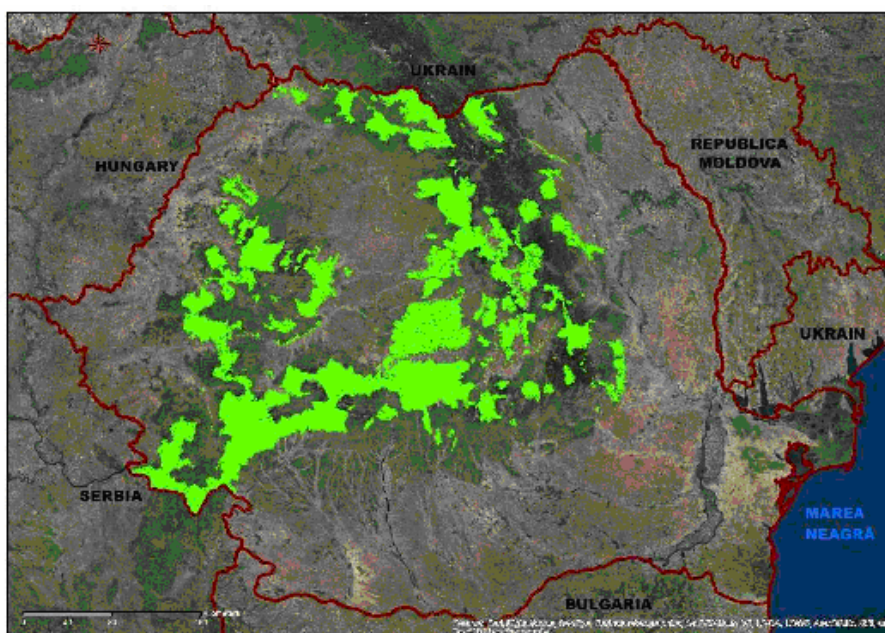


Fig. 6. Siturile NATURA 2000 unde urșii au habitatul.

3. Rezultate și discuții

Rezultatele prezentate în acest articol sunt rezultatele primului pachet de lucru al proiectului ConnectGREEN, finanțat prin programul Transnațional Interreg Danube. Rețeaua ecologică potențială propusă în acest articol a fost dezvoltată dintr-un model conceptual care asigură cele mai mici costuri de călătorie și o permeabilitate ridicată pentru specia studiată (în cazul nostru, ursul brun). Modelul GIS testat a fost un instrument puternic care a avut nevoie de diferite tipuri de date pentru a crea o hartă probabilistică a conectivității ecologice românești

(Fig. 7). Harta de adecvare a habitatului din instrumentul Corridor Design și instrumentul Linkage Mapper au fost utilizați pentru a identifica toate căile de costuri minime posibile între zonele de bază. Pentru ca analiza realizată să fie în concordanță cu situația reală, am ales factorii ce influențează habitatul speciei de urs brun, clasificările și ponderile din documente naționale ce au fost realizate pe baza unor studii certificate în teren²⁹. Analiza coridoarelor ecologice se concentrează în special pe siturile Natura 2000 pentru speciile de urs brun care pot fi deja considerate un instrument util pentru amenajarea teritoriului ecologic.

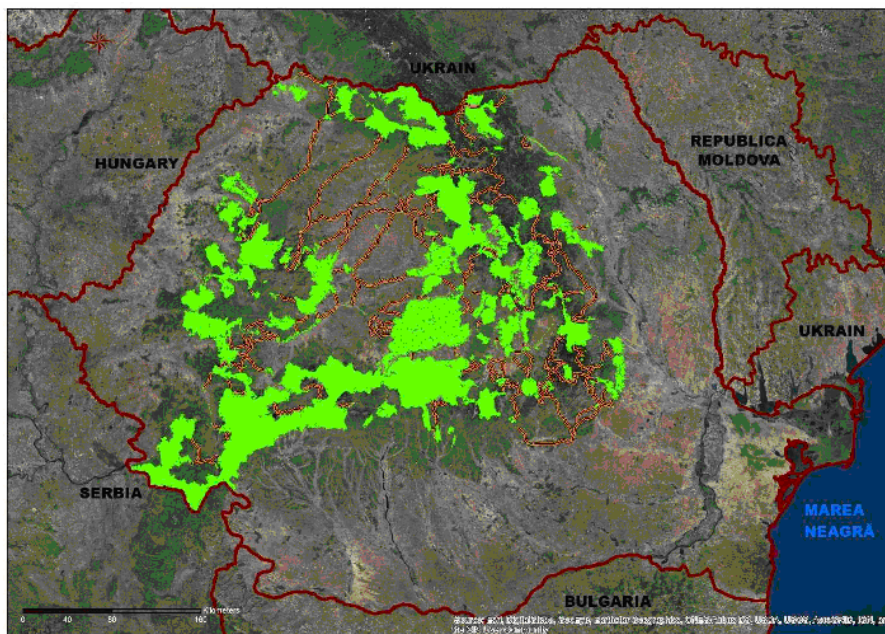


Fig. 7. Harta coridoarelor ecologice rezultate din analiză.

Coridoarele ecologice, în această fază a proiectului au fost proiectate ca răspuns la o analiză de nivel național. Pentru următoarele faze ale proiectului, aceasta analiză va fi completată cu studii de caz pentru identificarea coridoarelor ecologice la nivel județean și local, atât pentru specia de urs brun, cât și pentru speciile de lup și râs. De asemenea, analizele vor fi completate cu deplasări în teren pentru a valida coridoarele ecologice identificate și de asemenea vor fi evidențiate cele mai probabile bariere fizice care împiedică dispersarea speciilor studiate pe anumite teritorii. Acest tip de analiză de conectivitate este totuși într-adevăr un punct de plecare și nu o soluție finală. Au existat și anumite limitări în acest studiu. Rezoluția datelor raster a fost de 30 metri, în condițiile rezoluției recomandate din literatura de specialitate cu valori sub 30 metri. De asemenea, datele utilizate pentru utilizarea terenurilor sunt date Corine la nivelul anului 2018, date care nu întotdeauna oferă cea mai optimă acoperire a terenului pentru astfel de analize. De asemenea, au fost luate în considerare numai drumurile naționale și căile ferate care au constituit un singur raster, iar valorile traficului zilnic pe drumurile naționale utilizate în analiză sunt la nivelul anului 2015.

Totuși, studiul realizat, chiar dacă nu este perfect, reprezintă un instrument foarte util pentru scopul proiectului ConnectGreen și anume integrarea rețelei ecologice din România, din punct de vedere legal, în toate nivelurile sistemului de planificare teritorială. În acest sens, pe lângă identificarea coridoarelor ecologice la nivel național, regional și local, este necesară implicarea

²⁹ Szilard et al. 2012

autorităților centrale din domeniul mediului și planificării teritoriale, a ONG-urilor cu preocupări în domeniul mediului, a autorităților locale, a diverselor organizații de nivel central și local (Asociația Generală a Vânătorilor și Pescarilor Sportivi din România, Asociațiile județene a Vânătorilor și Pescarilor Sportivi, Regia Națională a Pădurilor ROMSILVA, Garda Națională de Mediu, etc.). Această rețea ecologică la scară multiplă trebuie să ofere un răspuns bazat pe știință pentru a menține conservarea conectivității, migrației și dispersiei speciilor.

4. Concluzii

Studiul se bazează pe rezultatele parțiale ale proiectului „Restaurarea și gestionarea coridoarelor ecologice din munți ca infrastructură verde în bazinul Dunării-ConnectGREEN”, care se desfășoară între 2018 și 2021 în cadrul Programului Transnațional Interreg Danube. Obiectivul său principal este menținerea și îmbunătățirea conectivității ecologice dintre habitatele naturale (Natura 2000 și alte arii protejate de relevanță transnațională) din ecoregiunea carpatică prin identificarea coridoarelor ecologice și a golurilor lor de conectivitate și prin a face posibilă reconcilierea dintre conservarea naturii și practici de amenajare a teritoriului.

Autorii acestui articol au dezvoltat o metodologie bazată pe modelarea costurilor de deplasare cele mai eficiente și care estimează permeabilitatea (capacitatea de a lăsa animalele să treacă în siguranță) și evaluează rețeaua de coridoare ecologice pentru speciile de urs brun la nivel național. În acest sens, am selectat un model de adecvare a habitatului prin definirea parametrilor pentru detectarea conectivității ecologice în Munții Carpați din România pentru speciile de urs brun, folosind programele ARCGIS, CorridorDesign și Linkage Mapper. În final am realizat definirea științifică a coridoarelor ecologice ce are ca scop îmbunătățirea conectivității ecologice între habitatele naturale, în special între siturile Natura 2000. Coridoarele ecologice rezultate pe baza metodologiei propuse sunt în concordanță cu rezultatele obținute în cadrul proiectului de cooperare transnațională BioREGIO Carpathians, finanțat prin programul South East Europe Transnational Cooperation Programme al Uniunii Europene.

Totusi, rezultatele obținute în cadrul articolului prezent sunt la o rezoluție mult mai bună decât în cazul proiectului BioREGIO Carpathians și ia în considerare toate siturile Natura 2000 din România unde este prezentă specia de urs brun și de asemenea identifică harta generală a permeabilității ursului brun la nivelul României prin combinarea celor 4 hărți de permeabilitate a ursului brun reprezentând cele 4 sezoane ale anului. Rezultatele obținute la nivel național privind evaluarea coridoarelor ecologice au fost transmise factorilor interesați pentru validare. Asigurarea conectivității siturilor Natura 2000 printr-o rețea adecvată de coridoare mari de mișcare a carnivorelor este o soluție pentru a aborda habitatele fragmentate care pot avea consecințe grave asupra stării de conservare a speciilor. Următorii pași ai proiectului se vor concretiza în evaluarea coridoarelor ecologice la nivel județean și local, pentru scopul final al proiectului și anume integrarea rețelei ecologice din România, din punct de vedere legal, în toate nivelurile sistemului de planificare teritorială. Realizarea rețelei de coridoare ecologice la nivel național necesită corelarea cu planurile de dezvoltare spațială la nivel local, regional și național, astfel încât strategiile de dezvoltare teritorială să nu provoace perturbarea vieții sălbatice din zonă. Studiul prezentat în acest articol evidențiază nu numai necesitatea unor cerințe legislative de implementare a rețelei

ecologice în sistemul de planificare teritorială ci și necesitatea cooperării părților interesate cu factorii de decizie de la toate nivelurile de guvernare.

Bibliografie

- Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., Matthysen, E. (2003). „The application of ‘least-cost’ modelling as a functional landscape model” *Landscape and Urban Planning*, **64 (4)**, 233-47.
- Bani, L., Baietto, M., Bottoni, L., Massa, R. (2002). „The use of focal species in designing a habitat network for a lowland area of Lombardy, Italy” *Conservation Biology*, **16**, 826-31.
- Beier, P., Majka, D., Jenness, J. (2007). *Conceptual steps for designing wildlife corridors*. CorridorDesign, Arizona, USA.
- Beier, P., Loe, S. (1992). „In my experience: A checklist for evaluating impacts to wildlife movement corridors” *Wildlife Society Bulletin*, **20**, 434-40
- Broquet, T., Ray, N., Petit, E., Fryxell, J. M., Burel, F. (2006). „Genetic isolation by distance and landscape connectivity in the American marten (*Martes americana*)” *Landscape Ecology*, **21**, 877-89.
- Bruinderink, G. G., Van Der Sluis, T., Lammertsma, D., Opdam, P., Pouwels, R. (2003). „Designing a coherent ecological network for large mammals in northwestern Europe” *Conservation Biology*, **17**, 549-57.
- Carroll, C. (2006). „Linking connectivity to viability: insights from spatial explicit population models of large carnivores” în *Connectivity conservation*, editori K. R. Crooks, M. Sanjayan (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pag. 369-89
- Cazacu, C., Adamescu, M. C., Ionescu, O., Ionescu, G., Jurj, R., Popa, M., Cazacu, R., Cotovelea, A. (2014). „Mapping trends of large and medium size carnivores of conservation interest in Romania” *Annals of Forest Research*, **57 (1)**, 97-107.
- Czocharński, J. T., Wiśniewski, P. (2018). „River valleys as ecological corridors—structure, function and importance in the conservation of natural resources” *Ecological Questions*, **29 (1)**, 77-87.
- Douglas, D. H. (1994). „Least-cost path in GIS using an accumulated cost surface and slopelines” *Cartographica: the international journal for Geographic Information and Geovisualization*, **31 (3)**, 37-51.
- Etherington, T. R. Holland, E. P. (2013). „Least-cost path length versus accumulated-cost as connectivity measures” *Landscape Ecology*, **28 (7)**, 1223-9.
- Fahrig, L. (2003). „Effects of habitat fragmentation on biodiversity”. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, **34**, 487-515.
- Favilli, F., Hoffmann, C., Elmi, M., Ravazzoli, E., Streifeneder, T., 2015. „The BioREGIO Carpathians project: aims, methodology and results from the “Continuity and Connectivity” analysis” *Nature Conservation*, **11**, 95.
- Fiduccia, A., Pagliaro, F., Gugliermetti, L., Filesi, L. (2017). „A GIS-Based Model for the Analysis of Ecological Connectivity” în *International Conference on Computational Science and Its Applications*, Springer, Cham, pag. 600-12.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Stuart Chapin, F., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., Snyder, P. K. (2005). „Global consequences of land use” *Science*, **309 (5734)**, 570-74.
- Gurrutxaga, M., Lozano, P. J., del Barrio, G., (2010). „GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning” *Journal for Nature Conservation*, **18 (4)**, 318-26.
- Jonsson, J. (2017). *Spatial Modeling of Wildlife Crossing: GIS-based Approach for Identifying High-priority Locations of Defragmentation across Transport Corridors*, lucrare de licență, KTH, School of Architecture and the Built Environment (ABE).
- Mitchell, A. (2012). *The ESRI guide to GIS analysis: modeling suitability, movement, and interaction*. Vol. 3. ESRI Press, Redlands, CA, SUA.
- Nor, A. N. M., Corstanje, R., Harris, J. A., Grafius, D. R., Siriwardena, G. M. (2017). „Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities” *Heliyon*, **3 (6)**, e00325.
- Nordén, E. (2016). *Comparison between three landscape analysis tools to aid conservation efforts*. teză de masterat, Universitatea din Lund, Lund, Suedia.
- Noss, R. F., Daly, K. M. (2006). „Incorporating connectivity into broad-scale conservation planning” în *Connectivity Conservation*, editori K. Crooks, M. Sanjayan, Cambridge: Cambridge University Press, pag. 587-619.

- Rosas, Y. M., Peri, P. L., Herrera, A. H., Pastore, H. Pastur, G. M. (2017). „Modeling of potential habitat suitability of *Hippocamelus bisulcus*: effectiveness of a protected areas network in Southern Patagonia” *Ecological Processes*, **6 (1)**, 28.
- Spellerberg, I. F. (1992). *Evaluation and Assessment for Conservation: Ecological Guidelines for Determining Priorities for Nature Conservation*. Chapman & Hall, Londra, Marea Britanie.
- Szilard, S., Jozsef, B., Pop, M., Chiriac, S., Sandu, R. M. (2012). *Raport tehnic privind studiul de degradare și fragmentare a habitatului ursului brun*. Proiect Life 08NAT/RO/00500, România.
- Tischendorf, L., Fahrig, L. (2000). „On the usage and measurement of landscape connectivity” *Oikos*, **90**, 7-19.
- Szilard, S., Jozsef, B., Pop, M., Chiriac, S., Sandu, R. M. (2013). *Ghid practic pentru prevenirea degradării și fragmentării habitatului ursului brun și asigurarea conectivității siturilor Natura 2000 în România*. Editura Green Steps, Brașov, România.
- Tan, C. K. W., Rocha, D. G., Clements, G. R., Brenes-Mora, E., Hedges, L., Kawanishi, K., Mohamad, S. W., Rayan, D. M., Bolongon, G., Moore, J., Wadey, J. (2017). „Habitat use and predicted range for the mainland clouded leopard *Neofelis nebulosa* in Peninsular Malaysia” *Biological conservation*, **206**, 65-74.
- Theobald, D. M. (2006). „Exploring the functional connectivity of landscapes using landscape networks” în *Connectivity conservation*, editori K. R. Crooks, M. Sanjayanpp, Cambridge University Press, Cambridge, pag. 416-43.
- Tillmann, J. E. (2005). „Habitat Fragmentation and Ecological Necks in Europe” *GAIA*, **14**, 119-23.