

UNIVERSITATEA „OVIDIUS“ CONSTANȚA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE
DOMENIUL DE DOCTORAT BIOLOGIE

REZUMAT
TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

Prof. univ. dr. Cogălniceanu Dan

Student-doctorand:

Samoilă Ciprian

Constanța, 2014

UNIVERSITATEA „OVIDIUS“ CONSTANȚA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE APLICATE
DOMENIUL DE DOCTORAT BIOLOGIE

MANAGEMENTUL BIODIVERSITĂȚII
FOLOSIND TEHNICI GIS

Conducător de doctorat:

Prof. univ. dr. Cogălniceanu Dan

Student-doctorand:

Samoilă Ciprian

Constanța, 2014



Cuprins

Introducere.....	4
Contribuții personale	5
1. Scopul și obiectivele tezei	5
2. Răspândirea speciilor de amfibieni și reptile din unele arii naturale protejate	6
2.1. Material și metode.....	6
2.1.1. Caracterizarea zonelor de studiu.....	6
2.1.2. Colectarea datelor	7
2.1.3. Cartografia digitală	7
2.1.4. Analiza spațială.....	7
2.2. Rezultate și discuții.....	8
2.2.1. Cartarea herpetofaunei în Parcul Național Munții Măcinului	8
2.2.2. Cartarea amfibienilor în Parcul Național Retezat.....	12
2.2.3. Cartarea herpetofaunei în Parcul Natural Munții Maramureșului	13
2.2.4. Cartarea herpetofaunei în județul Maramureș	14
2.2.5. Cartarea herpetofaunei în zona costieră cuprinsă între Cap Midia – Cap Kaliakra.....	15
2.3. Concluzii	17
3. Elaborarea și valorificarea unei baze de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România	17
3.1. Material și metode.....	17
3.1.1. Caracterizarea zonei de studiu	17
3.1.2. Colectarea datelor	18
3.1.3. Elaborarea bazei de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România.....	18
3.1.4. Cartografierea digitală și analiza spațială a datelor în GIS.....	20
3.2. Rezultate și discuții	21
3.2.1. Caracterizarea bazei de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România.....	21
3.2.2. Distribuția spațială a unor specii de amfibieni și reptile la nivel național.....	24



3.3. Concluzii	29
4. Modelarea distribuției potențiale a unor specii de reptile și amfibieni	29
4.1. Material și metode.....	29
4.1.1. Zonele studiate.....	29
4.1.2. Speciile studiate	30
4.1.3. Procesul de modelare	31
4.1.4. Colectarea și procesarea datelor de distribuție a speciilor.....	31
4.1.5. Colectarea, procesarea și selectarea variabilelor de mediu.....	33
4.1.6. Rularea aplicației Maxent	34
4.1.7. Prelucrarea și interpretarea datelor rezultate din modelarea Maxent în GIS	35
4.2. Rezultate și discuții	36
4.2.1. Distribuția potențială a speciei <i>Testudo graeca</i> la nivel regional.....	36
4.2.2. Distribuția potențială a speciilor <i>Pelobates fuscus</i> și <i>P. syriacus</i> la nivelul arealului fiecărei specii.....	41
4.3. Concluzii	47
Bibliografie selectivă	48
Anexa 1. Lucrări științifice ale autorului pe care se bazează această teză.....	53



Mulțumiri

Realizarea acestei teze nu ar fi fost posibilă fără sprijinul cadrelor didactice și a colegilor de la Universitatea Ovidius Constanța. Mulțumiri speciale conducătorului de doctorat prof. dr. Dan Cogălniceanu și conf. dr. Teodora Maria Onciu care m-au călăuzit profesional și spiritual încă de pe băncile Facultății de Științe ale Naturii, fiindu-mi aproape în momente cruciale pe durata elaborării tezei de doctorat.

Mulțumesc dr. Andreas Krone și amphibienenschutz.de pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Germania, dr. Maris Markus pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Estonia, dr. Kåre Fog pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Danemarca, dr. Schweiger Silke și Muzeului de Științe Naturale din Viena pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Austria, dr. Roberto Sindaco pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Italia, mgr. Lenka Jeřábková și Nature Conservation Agency of the Czech Republic pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Republica Cehă, dr. Kovacs Tibor și MME - BirdLife Hungary (Amphibian and Reptile Conservation Group), pentru distribuția speciei *Pelobates fuscus* în Ungaria. Mulțumesc biologului Bogdan Băjenaru și Administrației Parcului Național Munții Măcinului pentru ospitalitatea și tot suportul logistic acordat pe perioada de cercetare în teren în Munții Măcinului. Mulțumesc lui Oliver Tallowin, Morgan Porcher, Neill Talbot și Kay Snowdon pentru sprijinul acordat la colectarea datelor de distribuție a speciei *Testudo graeca* în Munții Măcin și împrejurimi.

Mulțumesc dr. Monica Papeș, dr. Laurențiu Rozyłowicz și Iosif Ruben pentru sfaturile practice în modelarea distribuției potențiale a speciilor de reptile și amfibieni.

Mulțumesc dr. Paul Szekely pentru imaginile extraordinare cu cele două specii *Pelobates fuscus* și *Pelobates syriacus*. Mulțumesc conf. dr. Marius Skolka și tuturor colegilor de la Facultatea de Științe ale Naturii și Științe Agricole (Univ. Ovidius Constanța) de la care am avut și am de învățat încontinuu.

Mulțumesc familiei mele și, în mod special, Wendy Brawer, pentru sprijinul moral și financiar foarte important pe toată durata elaborării tezei. Rezerv ultimele rânduri să mulțumesc soției mele Alexandra care mi-a fost aproape în momentele de răstărire și m-a încurajat încontinuu să finalizez această lucrare. Dedic această lucrare fiului nostru, David, ce urmează a se naște în acest anotimp de iarnă a anului 2014.



Introducere

Tema prezentei teze de doctorat se axează pe managementul biodiversității folosind tehnici specifice unui Sistem Informațional Geografic (GIS), de la elaborarea unei baze de date geospațiale, la cartografia digitală tematică și analiza spațială aplicată în biologie până la modelarea distribuției potențiale a unor specii faunistice de interes. Dezvoltarea instrumentelor GIS pentru aplicații în biologia sau ecologia conservării a furnizat mijloace noi de cercetare ce combină cunoștințe interdisciplinare. În mod particular, modelarea nișei ecologice sau modelarea distribuției speciilor utilizate pentru investigarea distribuției arealului speciilor a generat un interes în continuă creștere în ultimii ani.

Încă din facultate dar cu precădere pe perioada școlii doctorale am fost implicat într-o serie de proiecte naționale sau transnaționale desfășurate îndeosebi în arii naturale protejate și m-am integrat în echipa de cercetare pe un rol specific, cel de specialist GIS. Astfel am testat și aprofundat utilizarea de receptoare GPS și calculatoare de teren GIS în colectarea datelor biologice într-o manieră mai eficientă pe teren, precum și folosirea ulterioară în laborator a programelor GPS și GIS pentru realizări cartografice sau analize spațiale a datelor colectate în teren.

Pornind de la constatarea absenței centralizării informațiilor cu privire la distribuția speciilor la nivel național, am selectat o serie de specii de amfibieni și reptile, la care am aplicat tehnici GIS specifice pentru elaborarea unei baze de date faunistice, cartarea distribuției semnalărilor speciilor, analiza spațială și modelarea predictivă a distribuției acestora.

Teza de doctorat, intitulată „Managementul biodiversității folosind tehnici GIS“, însumează un număr total de 176 pagini, 114 figuri, 23 tabele, 211 referințe bibliografice, 2 anexe și este structurată pe cinci capitole:

- Cap. 1 – Stadiul actual al cunoașterii;
- Cap. 2 – Scopul și obiectivele tezei;
- Cap. 3 – Răspândirea speciilor de amfibieni și reptile din unele arii naturale protejate;
- Cap. 4 – Elaborarea și valorificarea unei baze de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România;
- Cap. 5 – Modelarea distribuției potențiale a unor specii de reptile și amfibieni.



Contribuții personale

1. Scopul și obiectivele tezei

Scopul prezentei teze este de a pune în evidență utilitatea tehnicilor GIS în managementul biodiversității pe baza unor studii de caz aplicate la scări diferite pe o serie de specii de reptile și amfibieni.

Obiectivele avute în vedere sunt:

- Cartografierea herpetofaunei la scară locală și regională utilizând date din literatura de specialitate, din programe de inventariere și monitorizare;
- Elaborarea și valorificarea unei baze de date geospațiale cu herpetofauna din România:
 - Centralizarea datelor de distribuție existente în literatura de specialitate, colecții muzeale și date nepublicate din teren în cadrul unei baze de date geospațiale;
 - Valorificarea bazei de date prin utilizarea tehnicilor GIS:
 - extragerea unor parametri pentru caracterizarea nișei ecologice a speciilor, precum stabilirea domeniului altitudinal și bioclimatic;
 - cartografierea distribuției speciilor și a bogăției specifice;
 - analize spațiale pentru evaluarea eficacității rețelei actuale de arii protejate naționale în conservarea biodiversității în prezent și viitor;
- Analiza și modelarea distribuției potențiale a unor specii de reptile și amfibieni din România:
 - Centralizarea datelor de distribuție geografică a ambelor specii, *P. fuscus* și *P. syriacus*, în Europa;
 - Identificarea variabilelor de mediu adecvate ce pot ajuta în modelarea nișei ecologice;
 - Rularea modelelor de predicție pentru distribuția potențială a celor două specii de amfibieni care își suprapun arealul în Europa.

Aria de proiect este variată și împărțită la diferite scări spațiale pentru a putea pune în evidență tehnici GIS potrivite fiecărei studiu. Cartarea herpetofaunei am realizat-o la două scări diferite în cinci zone de pe teritoriul României și parțial pe teritoriul Bulgariei. Evaluarea și valorificarea bazei de date geospațiale faunistice am făcut-o la nivelul României. Analiza și modelarea distribuției potențiale a speciei *Testudo graeca* am realizat-o la nivelul arealului speciei în Dobrogea iar a celor două specii, *Pelobates fuscus* și *P. syriacus* am făcut-o la scară continentală pentru a ilustra complexitatea acestor studii.



2. Răspândirea speciilor de amfibieni și reptile din unele arii naturale protejate

2.1. Material și metode

2.1.1. Caracterizarea zonelor de studiu

Cartarea herpetofaunei, mai exact a distribuției semnalărilor de amfibieni și reptile, s-a făcut la două scări diferite în cinci zone de pe teritoriul României și parțial pe teritoriul Bulgariei. La scară locală au fost selectate trei arii naturale protejate, Parcul Național Munții Măcinului (1), Parcul Natural Munții Maramureșului (2) și Parcul Național Retezat (3), iar la scară regională, jud. Maramureș (4) și zona costieră cuprinsă între Cap Midia și Cap Kaliakra (5), zonă ce se întinde pe teritoriul administrativ al României și Bulgariei. (Fig. 2.1).

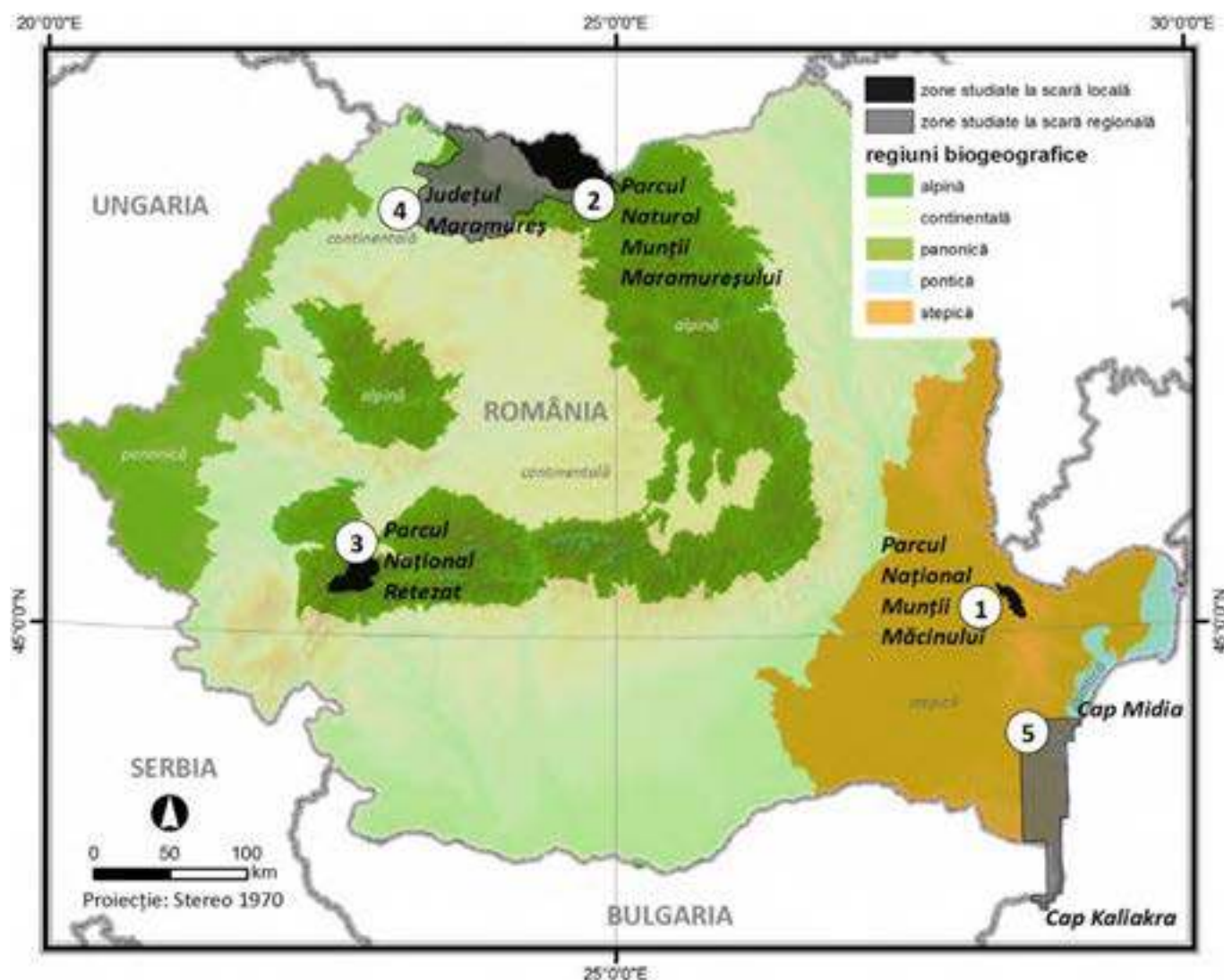


Fig. 2.1 - Localizarea celor 5 zone de studiu.



2.1.2. Colectarea datelor

Denumirile taxonomice folosite în cuprinsul tezei de doctorat respectă referințele din legislația națională și nu țin cont de modificările taxonomice recente precum Frost *et al.* (2006) în cazul amfibienilor.

Pentru cartarea herpetofaunei din Parcul Național Munții Măcinului (PNMM), am folosit o serie de seturi de semnalări în teren ale herpetofaunei colectate de către echipa de cercetare de la Facultatea de Științe ale Naturii a Universității Ovidius Constanța din care am făcut parte în perioada 2009-2011. Datele de distribuție au fost parțial publicate (Cogălniceanu *et al.*, 2007b; Cogălniceanu *et al.*, 2010; Cogălniceanu *et al.*, 2013b). Pentru Parcul Natural Munții Maramureșului (Cogălniceanu *et al.*, 2007a; Cogălniceanu *et al.*, 2008a), am folosit un set de 112 stații, 169 de semnalări pentru amfibieni și 82 de semnalări pentru reptile, ale căror coordonate geografice au fost colectate în teren cu receptorul GPS. Inventarul habitatelor acvatice și al amfibienilor au fost coordonate de prof. Cogălniceanu în perioada 2004-2006 (Plăiașu *et al.*, 2010; Cogălniceanu *et al.*, 2012). Pentru cartarea herpetofaunei din județul Maramureș (Cogălniceanu *et al.*, 2008a) am folosit coordonatele geografice din inventarierea herpetofaunei din Parcul Național Munții Maramureșului (Cogălniceanu *et al.*, 2007a) dar și date extrase din colecții muzeale și publicații de specialitate, toate fiind agregate la grila UTM 10x10 km. Pentru cartarea herpetofaunei din zona costieră cuprinsă între Cap Midia și Cap Kaliakra (Cogălniceanu *et al.*, 2008b; Făgăraș *et al.*, 2008), am utilizat atât coordonate geografice colectate în teren cât și date de distribuție georeferențiate la grila biogeografică UTM 10x10 km extrase din publicațiile de specialitate (Lepși, 1926; Lepși, 1927; Lepși, 1929; Beschkov, 1984a; Beschkov, 1984b; Beschkov, 1985; Cogălniceanu *et al.*, 2008b; Székely *et al.*, 2009).

2.1.3. Cartografia digitală

Realizarea hărților s-a făcut în urma aplicației ArcGIS Desktop (ESRI, 2012b).

2.1.4. Analiza spațială

Analiza spațială s-a făcut în programul ArcGIS Desktop (ESRI, 2012b).

În procesul de cartare și analiza spațială a herpetofaunei, am folosit grile (rețele) biogeografice UTM 5x5 km, UTM 10x10 km, dar și grile generate local cu celule de 500x500 m. Grila UTM 5x5 km s-a folosit pentru cartarea herpetofaunei din zona Cap Midia-Cap Kaliakra, iar grila UTM 10x10 km s-a folosit pentru cartarea herpetofaunei din jud. Maramureș. Pentru cartarea herpetofaunei din Parcul Național Munții Măcin, s-a creat o grilă cu celule de 500x500 m cu instrumentul „Create Grid Tool” din extensia „Movement Ecology Tools for ArcGIS – ArcMET” (Wall, 2013). Pentru delimitarea zonei de studiu din zona Retezat-Judele din Parcul Național Retezat am creat un poligon convex minim (minimum convex polygon) cu instrumentul Hawth’s Tools (Beyer, 2004).



Gradul de izolare a corpurilor de apă a fost estimat prin calcularea distanței medii în metri dintre corpurile de apă și primele trei corpuri vecine. Pentru calcul s-a folosit instrumentul „Distance between points tool (within layer)” din extensia Hawth’s Analysis Tools for ArcGIS (Beyer, 2004). Numărul de semnalări și bogăția specifică (numărul de specii) semnalate într-un careu sau celulă UTM s-au calculat cu ajutorul instrumentului „Species Richness” din add-in-ul Diversity Calculator pentru ArcGIS dezvoltat de Miller (2013). Parametrii morfometrici precum panta și expoziția au fost obținuți din setul de date de elevație SRTM 90m Digital Elevation Data (Jarvis *et al.*, 2008) folosind instrumentele Slope și Aspect din extensia Spatial Analyst Tools (ESRI, 2009a) din ArcGIS Desktop (ESRI, 2009b) din care au rezultat câte un grid (raster) cu valorile aferente. Cele două griduri pentru pantă și expoziție au fost reclasificate după valorile de referință din lucrarea lui Stanciu (1981), după care s-a folosit instrumentul Raster Calculator din extensia Spatial Analyst din ArcGIS (ESRI, 2009a) pentru a rezulta un grid nou cu gradul de însorire din produsul celor două griduri de pantă și expoziție. Ulterior gridul cu gradul de însorire a fost reclasificat după valorile de referință din lucrarea lui Stanciu (1981).

2.2. Rezultate și discuții

2.2.1. Cartarea herpetofaunei în Parcul Național Munții Măcinului

Au fost identificate în aria parcului și în vecinătatea acestuia un număr de 23 de specii, din care 11 specii de amfibieni și 12 de reptile, pentru care s-au înregistrat un număr de 3383 de semnalări pentru reptile (**Fig. 2.2**) și 690 de semnalări cu coordonate geografice pentru amfibieni (**Fig. 2.3**). Speciile diferă mult ca abundență, densitate, cerințe de habitat și detectabilitate. Bogăția specifică a herpetofaunei este ridicată (peste 5 specii) în zonele cu versanți cu expoziție vestică sau sud-vestică cum e Culmea Pricopanului cu vf. Sulucu Mare, vf. Sulucu Mic, vf. Cheia și vf. Slatina, dar și versanții stâncoși din culmea principală a Munților Măcin în zona vf. Stănilă, Cartalu, vf. Ghiunaltu, vf. Căpușa, vf. Călcata, vf. Pietrosu II, zona Cozluc, vf. Boldea, vf. Archizel, platoul mlăștinos de lângă Nifon, valea Fagilor și zona Cetățuia, cu un maxim de peste 8 specii în Valea Fagilor, Cetățuia, vf. Căpușa, vf. Stănilă și vf. Șerparu (**Fig. 2.4**).

Numărul de semnalări ale herpetofaunei este ridicat în special în zonele intens inventariate cum este Cetățuia, platoul stâncos sub vf. Țuțuiatu, vf. Sulucu Mare, vf. Ghiunaltu, cariera mare Greci sub vf. Cartalu, Valea Suluc, Valea Ditcova, cu o densitate maximă de 341 de semnalări în special pentru speciile de amfibieni în canalele cu apă rămase în urma secării Lacului Slatina. În urma cercetărilor de pe teren am raportat peste 750 de semnalări pentru *Testudo graeca* (**Fig. 2.5**) din care un exemplar mascul avea greutatea estimată de 4,8 kg și o lungime a carapacei de 37,5 cm (**Fig. 2.6**), dovedindu-se a fi cel mai mare exemplar raportat în mediul sălbatic (Cogălniceanu *et al.*, 2010).

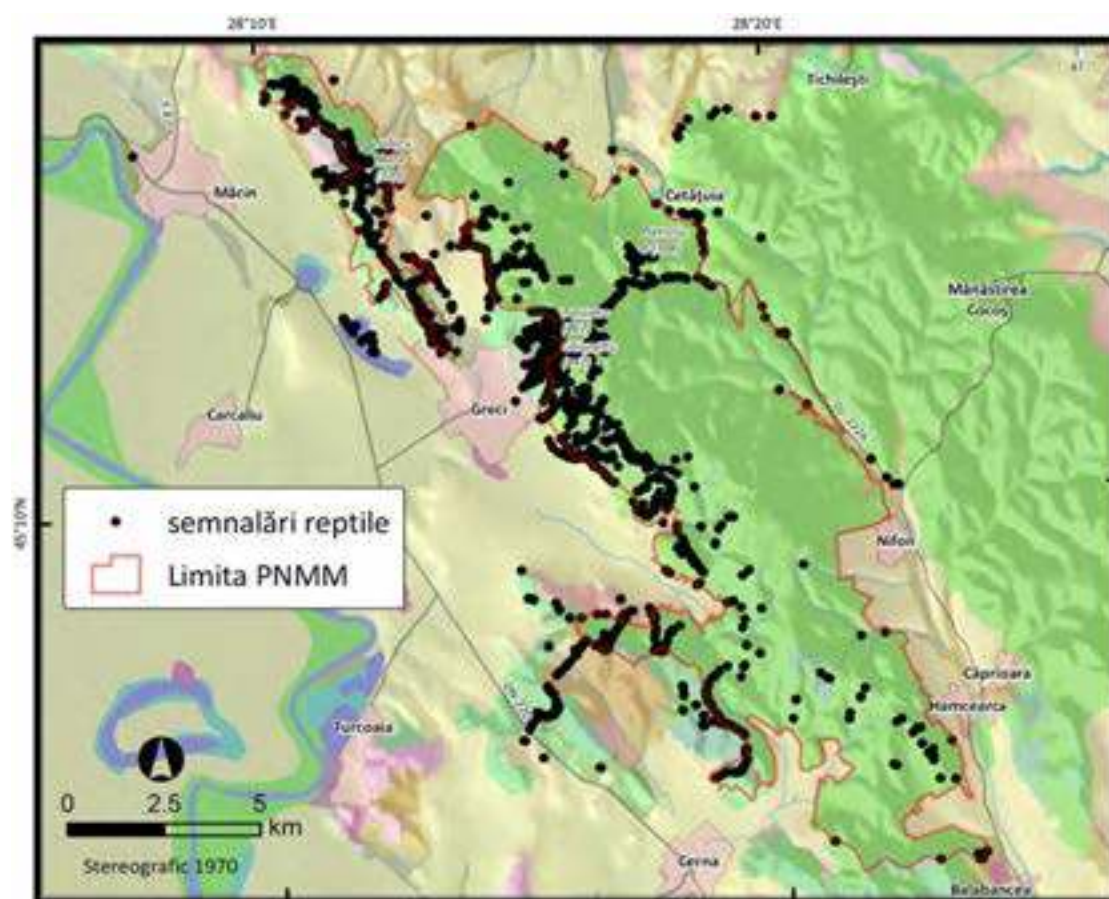


Fig. 2.2 - Distribuția semnalărilor de reptile din Parcul Național Munții Măcinului și vecinătatea acestuia.

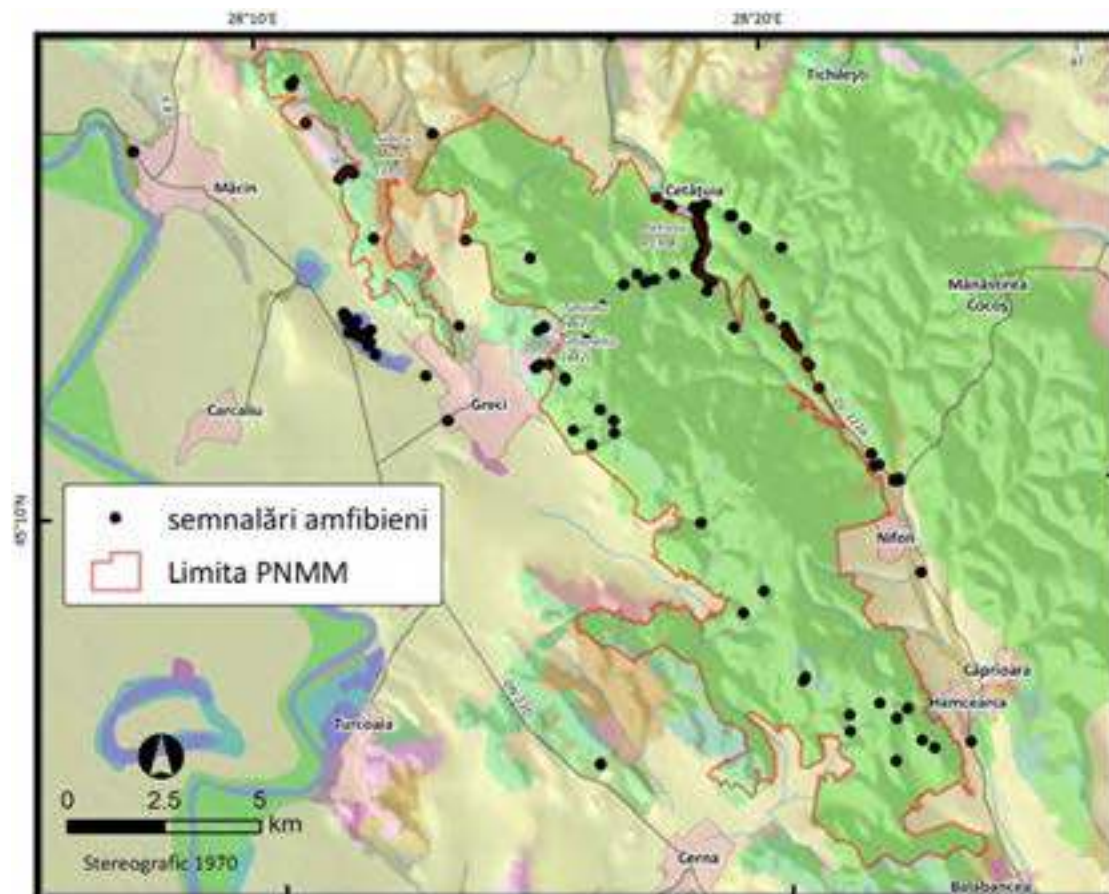


Fig. 2.3 - Distribuția semnalărilor de amfibieni din Parcul Național Munții Măcinului și vecinătatea acestuia.

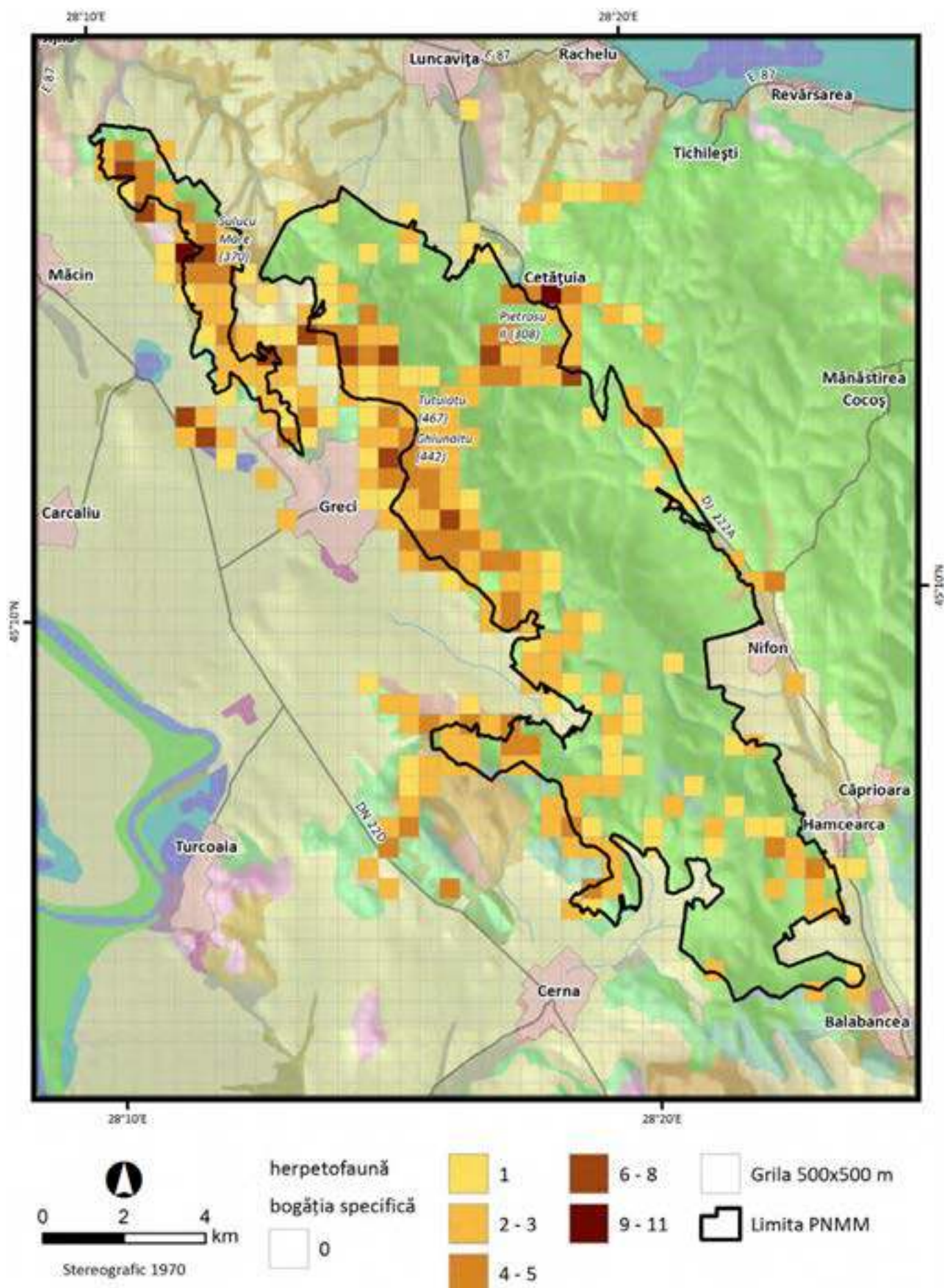


Fig. 2.4 – Bogăția specifică a herpetofaunei din Parcul Național Munții Măcinului și împrejurimi.

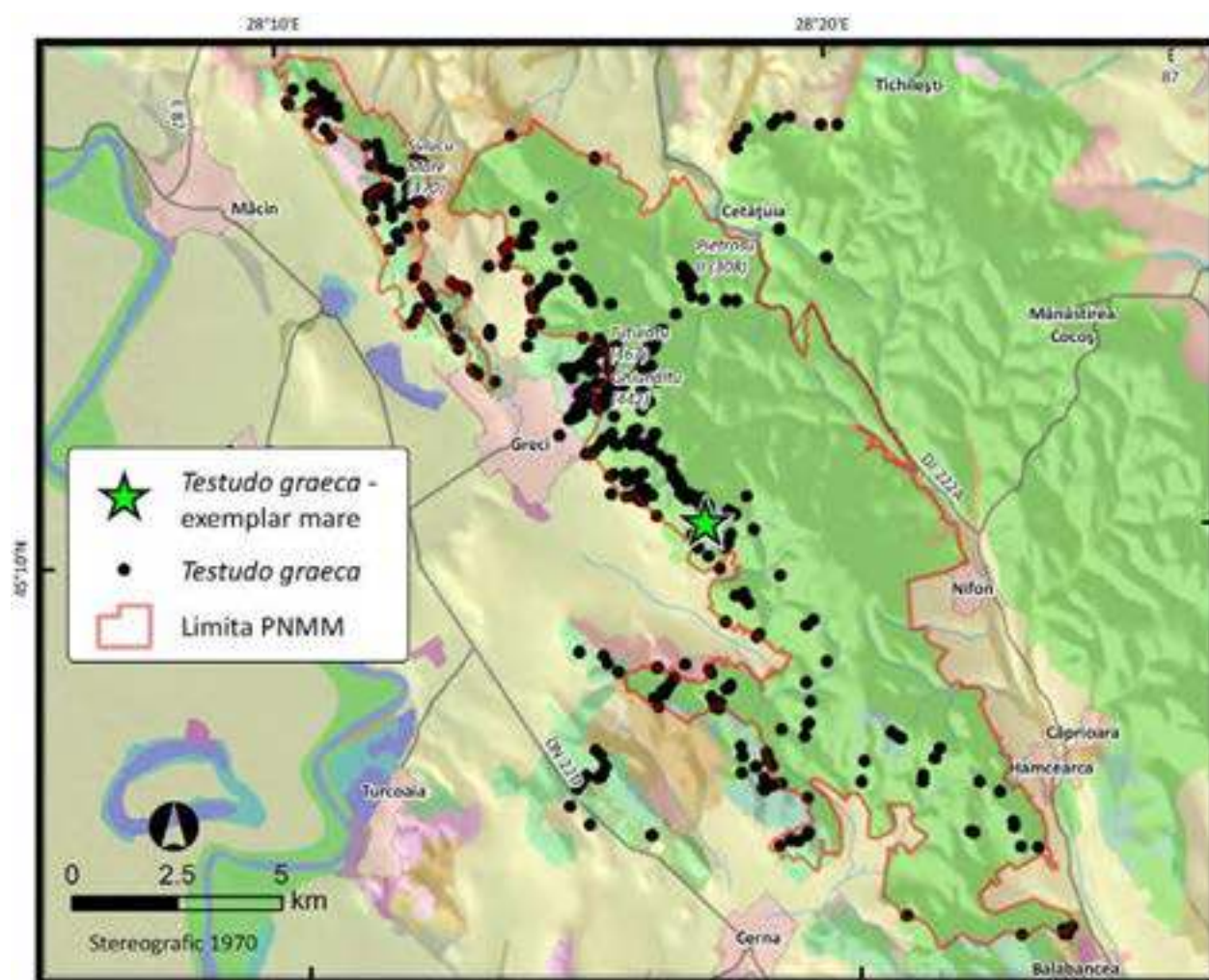


Fig. 2.5 - Locația exemplarului mascul de *Testudo graeca* în Munții Măcinului.



Fig. 2.6 - Exemplarul mascul de *Testudo graeca* găsit la data de 15 mai 2009 (original).



2.2.2. Cartarea amfibienilor în Parcul Național Retezat

Distribuția habitatelor acvatice inventariate în perimetrul Zănoaga-Judele Ascuns-Răsucit din Parcul Național Retezat

Habitatele acvatice inventariate au fost localizate la altitudini ce variază între 1972 și 2202 m (valoarea medie și deviația standard: 2083 ± 64 m a.s.l.) (**Fig. 2.7**): 65% (n=26) erau permanente și 35% (n=14) erau temporare.

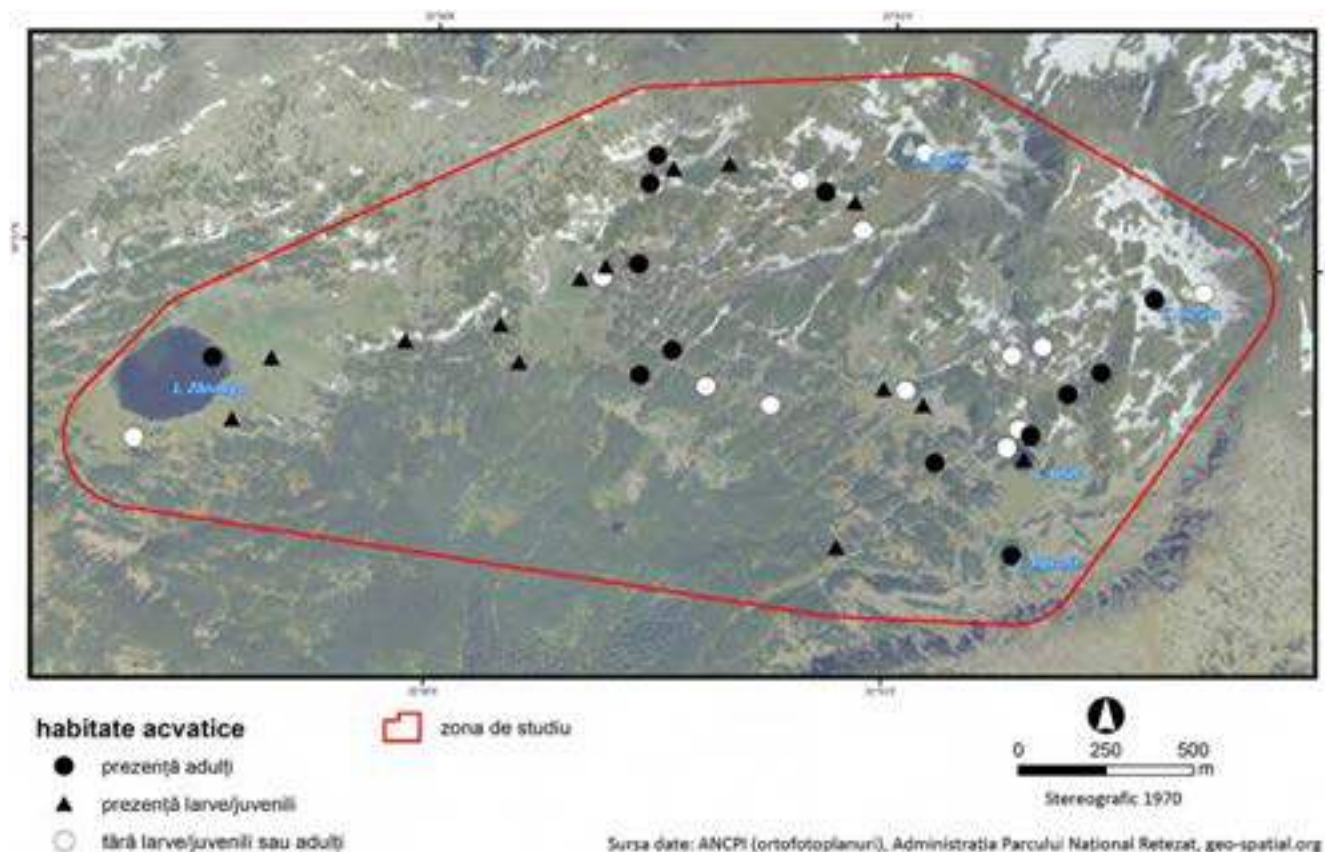


Fig. 2.7 - Distribuția habitatelor acvatice inventariate în Parcul Național Retezat.

Distanța medie dintre trei cele mai apropiate habitate acvatice vecine era de $198,8 \pm 97$ m. Distanța mică dintre corpurile de apă de circa 200 m în medie se situa în distanța de deplasare înregistrată de *Rana temporaria*, *Triturus alpestris* și *Bufo bufo* (Kovar *et al.*, 2009). Amfibienii erau prezenți în 67,5% din habitatele acvatice. *Rana temporaria* a fost identificată în 65% din habitatele acvatice, *Triturus alpestris* în 17,5% și *Bufo bufo* în 7,5%. *Rana temporaria* prezenta variația altitudinală cea mai largă și ajungea la o altitudine maximă de 2195 m, în timp ce *Bufo bufo* la 2021 m și *Triturus alpestris* la 2095 m.

Amfibienii se reproduceau în 40% din habitatele acvatice, jumătate din habitate având prezente doar două specii (de ex. *Rana temporaria* și una din celelalte două specii). *Rana temporaria* se reproducea în doar 14 din habitatele acvatice.



2.2.3. Cartarea herpetofaunei în Parcul Natural Munții Maramureșului

Amfibienii și reptilele au fost identificate în 116 locații. Un total de 251 de semnalări au fost centralizate. Inventarul herpetofaunei a inclus 13 specii din care 7 reptile (*Lacerta vivipara*, *Lacerta agilis*, *Anguis fragilis*, *Natrix natrix*, *Elaphe longissima*, *Coronella austriaca* și *Vipera berus*) și 6 amfibieni (*Salamandra salamandra*, *Triturus montandoni*, *Triturus alpestris*, *Bombina variegata*, *Bufo bufo* și *Rana temporaria*) (Fig. 2.8). Cele mai abundente specii au fost *Bombina variegata*, *Triturus montandoni*, *Rana temporaria* și *Lacerta vivipara*. Alte două specii (*Bufo viridis* și *Rana dalmatina*) au fost raportate în parc însă prezența lor nu a fost confirmată în timpul cercetărilor din teren. Exceptând câteva lacuri și bălți alpine cu o bogăție specifică ridicată de amfibieni, toate celelalte corpuri de apă inventariate erau reprezentate de un număr de 1-3 specii de amfibieni.

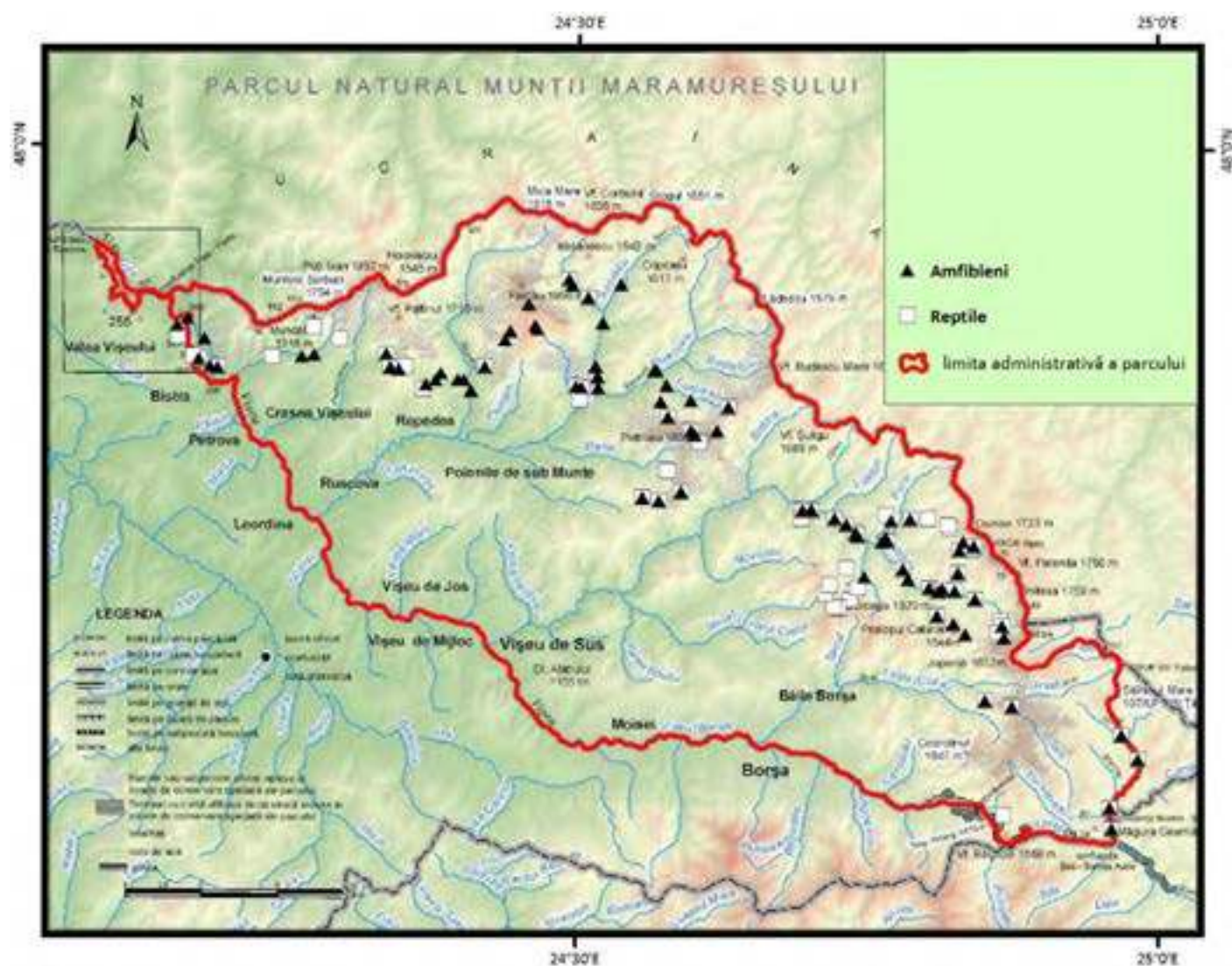


Fig. 2.8 - Distribuția spațială a semnalărilor cu speciile de amfibieni și reptile.



2.2.4. Cartarea herpetofaunei în județul Maramureș

Datele de distribuție a speciilor de amfibieni și reptile sunt disponibile doar pentru 50,96% din suprafața județului Maramureș și 42,10% din suprafața Parcului Natural Munții Maramureșului. S-au identificat în total un număr de 14 specii de amfibieni și 11 specii de reptile în județul Maramureș. Semnalările de distribuție au fost agregate la un total de 102 careuri UTM 10x10 km.

Speciile cu distribuția cea mai vastă sunt *Bombina variegata* și *Rana temporaria* dintre amfibieni și *Lacerta agilis* și *Natrix natrix* dintre reptile. Din numărul total de 1133 de înregistrări din baza de date (841 din surse bibliografice, 4 din colecții și 288 de înregistrări din teren), 90,64% sunt adunate după anul 1990 și doar 9,36% sunt înregistrări înainte de 1990. Din Parcul Natural Munții Maramureșului există doar 47 de înregistrări cu herpetofauna dinainte de inventarul făcut în anul 2007 și doar 24 de înregistrări sunt de după anul 1990.

Din înregistrările privind distribuția cunoscută a herpetofaunei la nivel de județ, inventarierea din anul 2007 în Parcul Natural Munții Maramureșului a adus semnalări în 8 careuri noi UTM 10x10 km (Fig. 2.9).

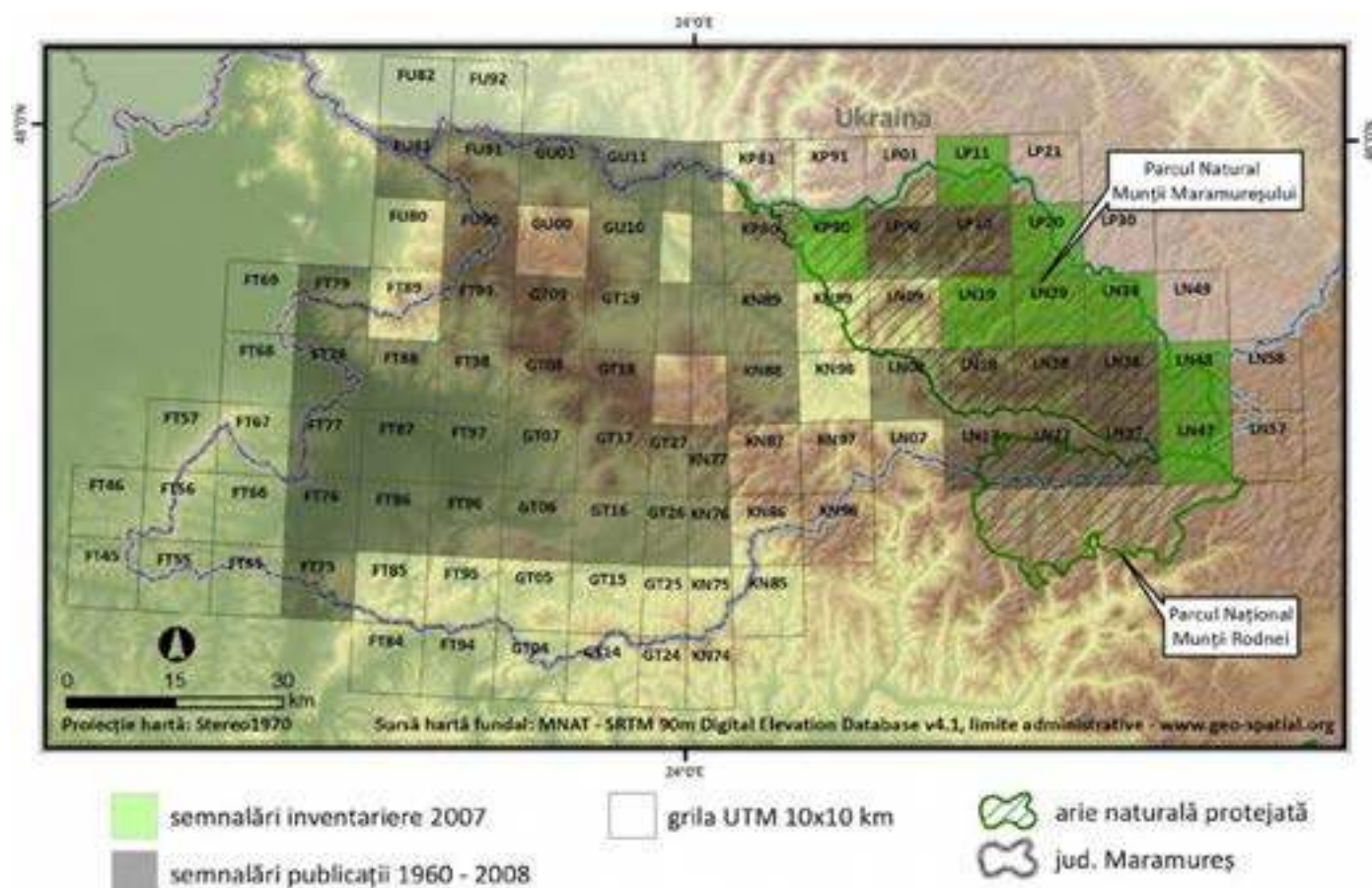


Fig. 2.9 - Distribuția spațială a semnalărilor pentru speciile de amfibieni și reptile din jud. Maramureș.

Hărțile cu distribuția semnalărilor la cele mai comune specii precum *Rana temporaria*, *Triturus alpestris*, *T. montandoni*, *Lacerta vivipara*, *Anguis fragilis* și *Bombina variegata* includ atât datele



publicate cât și date provenite din colecții referențiate centroidului careului grilei UTM 10x10 km dar și coordonate geografice obținute din înregistrările cu receptorul GPS reprezentate ca date punctuale la rezoluție foarte mare. Analiza datelor de distribuție noi (înregistrări după 1990) ne indică faptul că trei specii de reptile (*Emys orbicularis*, *Natrix tessellata* și *Podarcis muralis*) nu au fost raportate anterior în județul Maramureș. O creștere considerabilă în numărul de înregistrări a fost găsită la *Triturus montandoni*, *Rana dalmatina*, *Rana esculenta* și *Lacerta agilis*.

2.2.5. Cartarea herpetofaunei în zona costieră cuprinsă între Cap Midia – Cap Kaliakra

Herpetofauna din România și Bulgaria diferă atât în ceea ce privește compoziția specifică dar și în procentajul de specii protejate. Conservarea statutului amfibienilor și reptilelor variază între cele două țări. În vreme ce în România toate speciile de herpetofaună, exceptând *Natrix natrix*, sunt incluse în Legea 49/2011, în Bulgaria doar 2/3 sunt incluse în anexe în Legea 77/2002.

Bogăția specifică a reptilelor și amfibienilor din zona costieră dintre Cap Midia și Cap Kaliakra (**Fig. 2.10**) ne arată că în partea românească s-au înregistrat mai multe careuri UTM 5x5 km cu bogăție specifică mai mare de 7 specii de reptile și amfibieni îndeosebi datorită efortului de cercetare mai intens.

Distribuția spațială a numărului de semnalări pentru speciile de amfibieni și reptile ne arată o acoperire peste 50% din cele 107 careuri UTM ale zonei de studiu și un număr de peste 20 de semnalări în zonele costiere din Năvodari, Constanța, Mangalia, Cap Kaliakra, Rusalka sau zone împădurite cum este Pădurea Hagieni.

Distribuția spațio-temporală a semnalărilor a herpetofaunei afișează efortul de inventariere și publicare a datelor de distribuție cu precădere după 1990 și doar în șase careuri UTM există date înainte de 1990, în timp ce distribuția spațio-temporală a semnalărilor pentru amfibieni față de reptile ne arată efortul de inventariere a reptilelor cât mai aproape de zona de coastă în timp ce amfibienii au fost căutați și identificați în interiorul teritoriului.

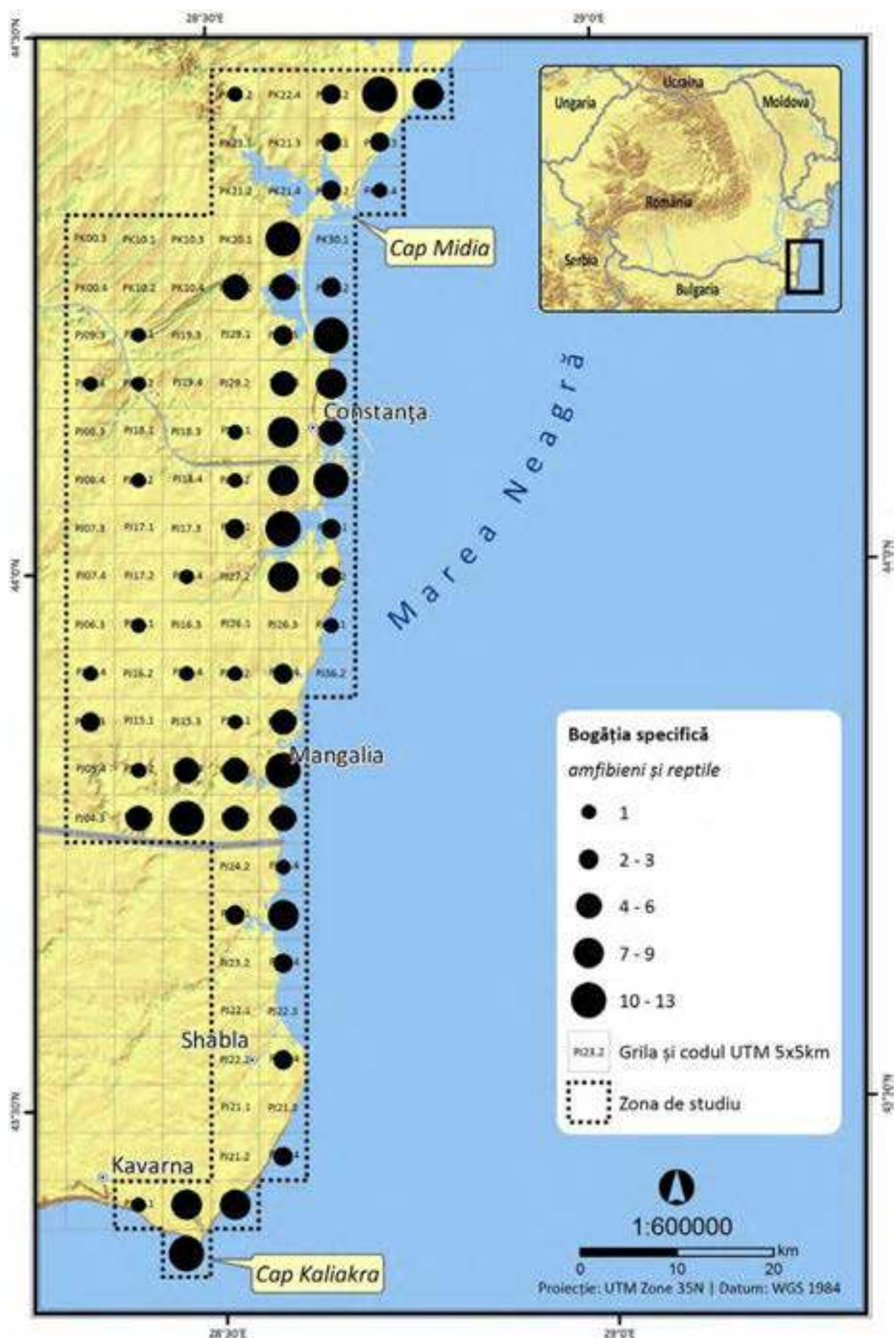


Fig. 2.10 – Distribuția spațială a bogăției specifice a amfibienilor și reptilelor din zona costieră studiată.



2.3. Concluzii

Cartografia digitală tematică a distribuției arealului speciilor este un instrument eficient, foarte util și mai ales la îndemâna biologilor. Cartografia digitală executată prin aplicațiile GIS de tip desktop evoluează spre o cartare digitală web direct conectată la o aplicație GIS online. Aceasta oferă pe lângă ușurința manipulării un control asupra datelor de distribuție permițând o actualizare continuă a hărților de distribuție pentru orice specie dorită, crearea hărților în timpi foarte scurți comparativ cu metoda de cartografie clasică, precum și posibilitatea analizei dinamicii în timp și spațiu a semnalărilor și a bogăției specifice. Rezultatele obținute ilustrează doar o parte din paleta largă de aplicații posibile.

3. Elaborarea și valorificarea unei baze de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România

3.1. Material și metode

3.1.1. Caracterizarea zonei de studiu

Teritoriul României este împărțit în 9977 careuri UTM 5x5 km cu **(Fig. 3.1)** în care s-au centralizat semnalările de distribuție a speciilor native de reptile și amfibieni din România.

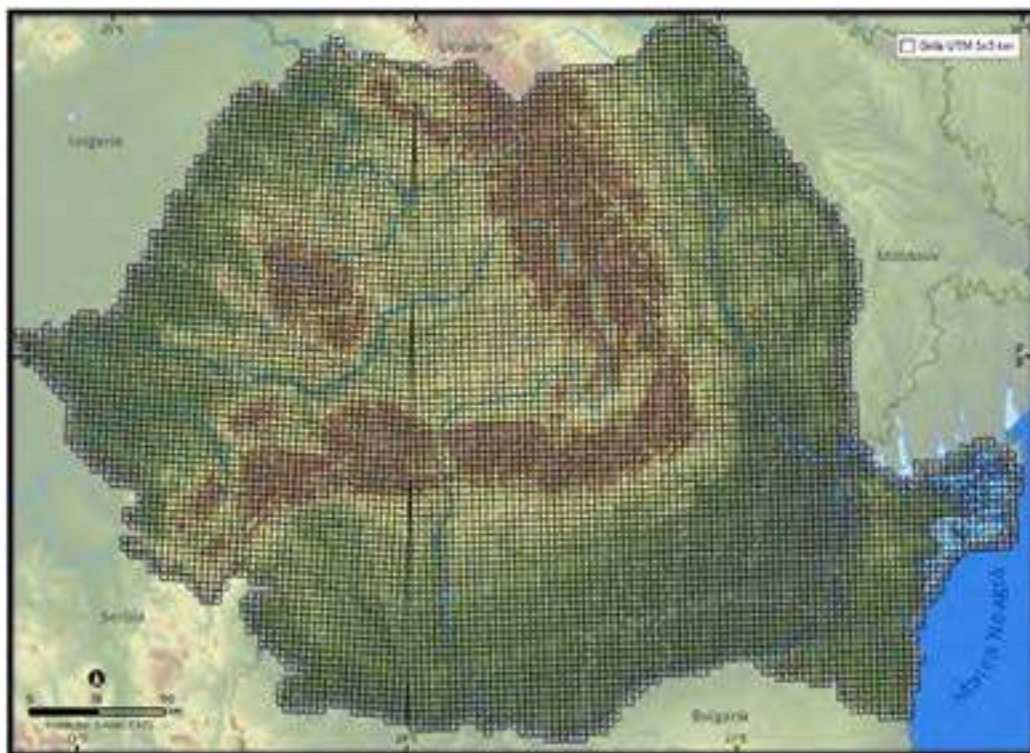


Fig. 3.1 - Grila UTM 5x5 km pentru România.



Din cele 42 specii de amfibieni și reptile, 41 (97,6%) sunt protejate la nivelul UE prin Directiva Habitare, preluată prin Legea 49/2011. Astfel, 19 specii de amfibieni sunt prezente în România, din care 9 ating limita arealului pe teritoriul României. Diversitatea reptilelor este surprinzător de mare pentru o țară cu climat temperat spre continental. Din cele 23 de specii de reptile, 12 ating limita arealului (*Testudo hermanni*, *T. graeca*, *Ablepharus kitaibellii*, *Lacerta trilineata*, *Podarcis taurica*, *P. muralis*, *Eremias arguta*, *Lacerta praticola*, *Eryx jaculus*, *Coluber caspius*, *Elaphe quatuorlineata*, *Vipera ammodytes*) în timp ce alte două specii sunt aproape de limita arealului (*Elaphe longissima*, *Vipera ursinii*) (Gasc *et al.*, 1997).

În România se regăsesc cinci regiuni biogeografice (i.e. alpină, continentală, panonică, stepică și pontică) din cele 11 recunoscute de Uniunea Europeană (Cogălniceanu & Cogălniceanu, 2010; Ioja *et al.*, 2010; Evans, 2012).

3.1.2. Colectarea datelor

Scopul elaborării bazei de date geospațiale cu herpetofauna din România a fost acela de a extrage toate semnalările existente în vederea unei analize spațio-temporale la nivel regional și național. Contribuția personală în elaborarea bazei de date geospațiale cu herpetofauna din România a constat în gestionarea etapizată a datelor de la centralizarea inițială în Microsoft Excel până la importul final al datelor în mediul GIS și analiza spațio-temporală a datelor de distribuție a herpetofaunei.

În acest sens, am folosit date de distribuție a speciilor de reptile și amfibieni prezente în România, datele fiind extrase din patru surse majore: publicații științifice, colecții muzeale, comunicare personală de la specialiști și date proprii nepublicate provenite din cercetarea în teren. Publicațiile din care s-au extras datele de distribuție a speciilor de amfibieni și reptile se pot consulta în anexa articolelor publicate (Cogălniceanu *et al.*, 2013a; Cogălniceanu *et al.*, 2013b).

Denumirile taxonomice folosite în cuprinsul tezei de doctorat respectă referințele din legislația națională și nu țin cont de modificările taxonomice recente precum Frost *et al.* (2006) în cazul amfibienilor sau cele referitoare la reptile (Speybroeck *et al.*, 2010).

3.1.3. Elaborarea bazei de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România

Datele extrase din cele patru surse au fost alcătuite din denumirea speciei sau taxonului, referințe spațiale (denumirea localității sau a toponimului, județul, codul UTM și coordonatele geografice), data observației sau colectării și citarea autorilor și anul publicației unde a fost cazul.



Pentru spațializarea datelor, a fost necesar importul datelor din Excel în baza de date Access, georeferențierea datelor în aplicația ArcMap din pachetul ArcGIS Desktop și stocarea datelor într-o bază de date geospațială de tip ESRI file geodatabase (**Fig. 3.2**).

Importul bazei de date Access în ArcGIS s-a realizat prin stabilirea unei conexiuni de tip OLE DB în ArcGIS (ESRI, 2012a) și adăugarea tabelului din baza de date Access în proiectul de hartă din ArcMap.

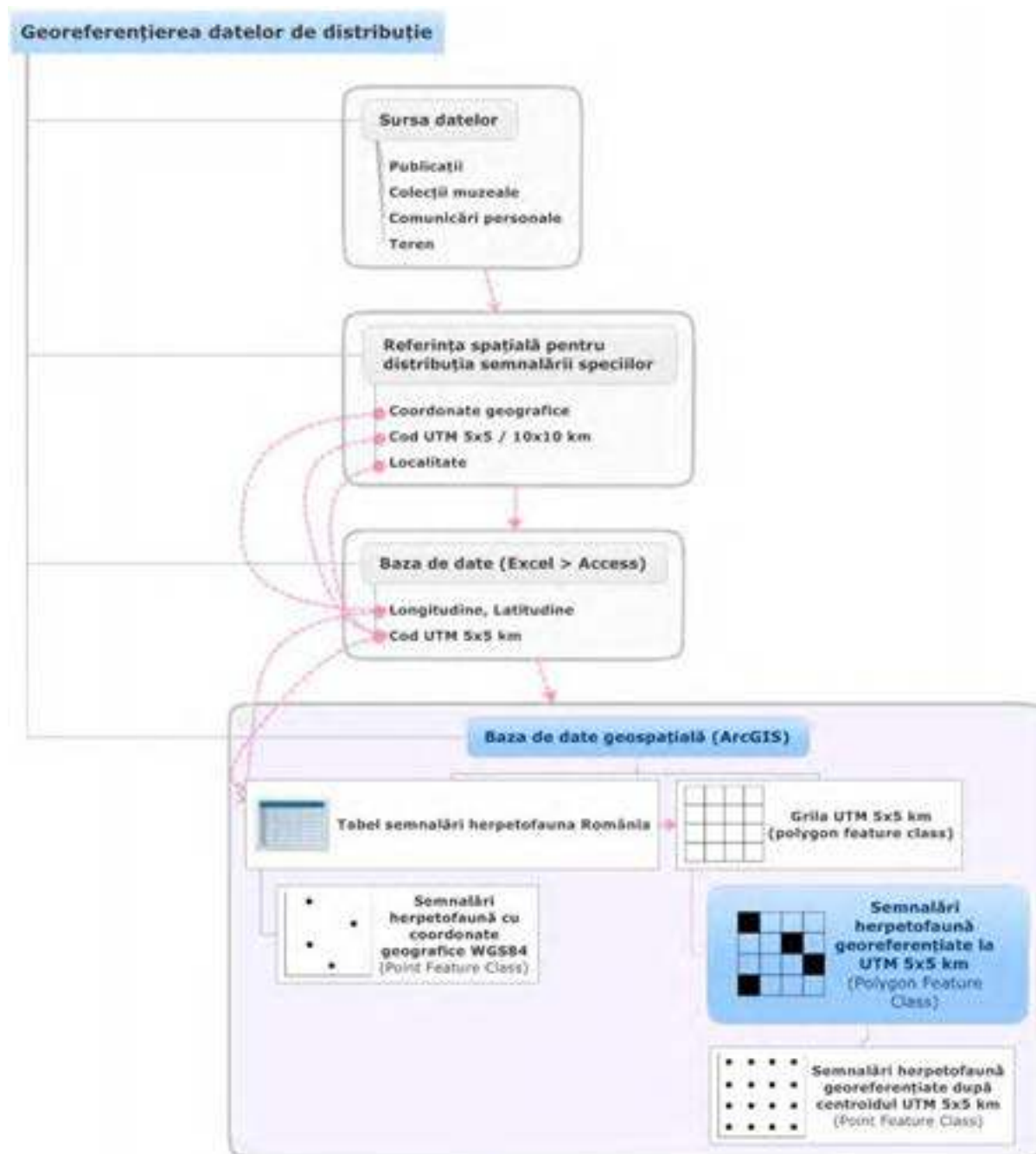


Fig. 3.2 - Diagrama procesului de georeferențiere a semnalărilor de distribuție.

Georeferențierea datelor s-a făcut în primă fază prin agregarea tuturor semnalărilor la grila UTM 5x5 km și stocate sub formă de clasă de obiecte (feature class) cu geometria de tip poligon în proiecția Stereo 1970. Semnalările care conțineau coordonate geografice în câmpurile longitudine și latitudine au



fost georeferențiate prin intersecția celor două coordonate geografice și stocate sub formă de clasă de obiecte sau feature class cu geometria de tip punct, proiectate inițial în WGS84 și ulterior reproiectate tot la sistemul național de proiecție Stereo 1970. Pentru scopuri cartografice am creat și a treia clasă de obiecte cu geometrie de tip punct folosind centroidul careurilor cu semnalările la scara spațială UTM 5x5 km.

3.1.4. Cartografierea digitală și analiza spațială a datelor în GIS

Hărțile cu distribuția spațială a semnalărilor au fost întocmite în aplicația ArcMap din pachetul ArcGIS Desktop 10.1 (ESRI, 2012b). Straturile GIS de fundal utilizate au fost modelul numeric altimetric al terenului de la SRTM (Jarvis *et al.*, 2008), rețeaua hidrografică cu râurile și lacurile europene mari (European Environment Agency, 2009), frontiera României, limitele administrative ale județelor (geospatial.org, 2007), siturile Natura 2000 ROSCI și regiunile biogeografice (Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, 2013), limitele frontierelor țărilor vecine (ESRI, 2010). Toate straturile GIS și hărțile au fost întocmite în proiecția națională Stereo 1970.

Pentru reprezentarea cartografică a distribuției semnalărilor, am folosit clasa de obiecte de tip punct cu semnalările la nivel de centroid UTM 5x5 km din baza de date geospațială în care am filtrat după atribut denumirea unor specii abundente la nivel național, precum *Bombina variegata*, *B. bombina*, specii abundente la nivel regional precum *Triturus montandoni* și specii rare precum *Testudo graeca*, *Coluber caspius*, *Elaphe longissima*, *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*.

Distribuția semnalărilor fiecărei specii a fost simbolizată diferit în funcție de cele două categorii de valori unice din câmpul Vechime. Distribuția semnalărilor pentru fiecare din cele două clase de amfibieni și reptile a fost făcută prin selecția atributelor cu denumirea speciilor de amfibieni, respectiv reptile. Distribuția semnalărilor care au la bază coordonate GPS a fost făcută cu ajutorul clasei de obiecte de tip punct cu semnalările herpetofaunei georeferențiate după coordonatele geografice.

Distribuția geografică a semnalărilor în funcție de regiunile biogeografice a fost posibilă prin utilizarea următoarelor tehnici GIS din aplicația ArcGIS Desktop. Am utilizat instrumentul de selecție după locație din stratul țintă cu semnalările herpetofaunei la nivel de centroid UTM 5x5 km, indicând stratul sursă cu regiunile biogeografice și metoda de selecție spațială pentru stratul țintă care intersectează semnalările din stratul sursă la care s-a aplicat un filtru după distanța de 2500 m.

În tabela de atribute a stratului țintă am adăugat câmpurile noi RBApin, RB Continental, RBPanonic, RBPontic, RBStepic pentru fiecare regiune biogeografică și populat cu valoarea 1 a selecției după locație acolo unde semnalarea este în interiorul regiunii biogeografice și valoarea 0 a celorla în afara regiunii biogeografice selectate, cu ajutorul instrumentului „field calculator” din ArcGIS. S-a creat câte un



strat GIS cu semnalările herpetofaunei pe fiecare regiune biogeografică și s-a simbolizat diferit în funcție de regiunea biogeografică.

Bogăția specifică și numărul de semnalări din fiecare careu UTM 10x10 km s-au calculat cu ajutorul instrumentului Diversity Calculator (Miller, 2013) în care s-au specificat straturile cu semnalările herpetofaunei, câmpul ce conține denumirea speciei și stratul ce conține poligonul cu grila UTM 10x10 km.

3.2. Rezultate și discuții

3.2.1. Caracterizarea bazei de date geospațiale cu amfibienii și reptilele din România

Baza de date geospațială de tip ESRI file geodatabase cuprinde 2 clase de obiecte cu 43790 de semnalări de herpetofaună la rezoluția spațială UTM 5x5 km cu (1) distribuția spațială la nivel de poligon rezultate în urma agregării datelor la grila UTM 5x5 km, (2) distribuția spațială la nivel de punct rezultată din generarea centroidului careurilor UTM 5x5 km pentru utilizarea în scop cartografic și o clasă de obiecte cu 8949 de semnalări de herpetofaună la o rezoluție spațială fină de 3-50m, cu geometrie de tip punct rezultate din câmpurile longitudine și latitudine din baza de date.

Din cele 9977 careuri UTM 5x5 km care acoperă România, doar 3429 de careuri conțin semnalări de reptile și amfibieni (34,3%). Din publicațiile de specialitate au fost extrase peste 70% din semnalări iar datele din teren au reprezentat o pondere de 25% .

După numărul de semnalări din baza de date, speciile cele mai des semnalate, sunt *Bombina variegata*, *Rana ridibunda*, *R. esculenta*, *Bufo bufo*, *Triturus vulgaris*, *R. dalmatina*, *Lacerta viridis*, *L. agilis* și *Natrix natrix* cu peste 2000 de înregistrări în baza de date iar cele mai puține înregistrări (sub 500 de semnalări) se regăsesc la *Pelobates syriacus*, *R. lessonae*, *Triturus dobrogicus*, *Rana arvalis*, *Eryx jaculus*, *Elaphe quatorlineata*, *Vipera ursinii*, *Eremias arguta*, *Lacerta praticola*, *L. trilineata*, *Vipera ammodytes*, *Ablepharus kitaibelii*, *Coluber caspius* și *E. longissima*..

Semnalările raportate la suprafața regiunilor biogeografice ne indică o pondere majoră a acestora în regiunea pontică, datorită atât a suprafeței mai mici a regiunii dar și a efortului de inventariere mai mare. Regiunea panonică se remarcă prin numărul mare de semnalări în special în partea nordică a acesteia. Partea sudică a regiunii continentale este în schimb mult subinventariată față de restul regiunii, așa cum și regiunea stepică este foarte bine inventariată în județele Tulcea și Constanța, dar extrem de puțin în județele Ialomița, Călărași și Brăila (**Fig. 3.3**).

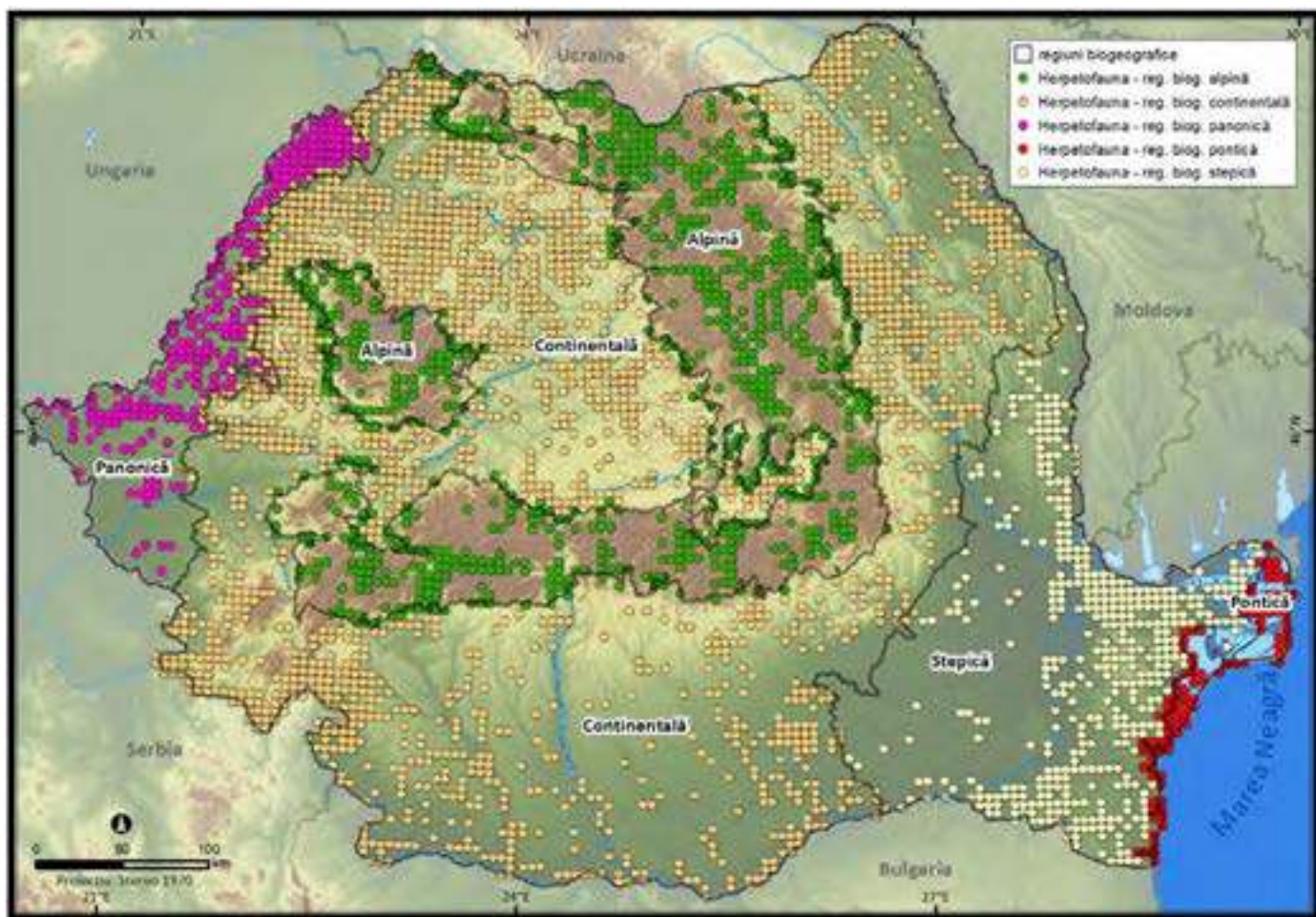


Fig. 3.3 - Distribuția semnalărilor herpetofaunei pe regiuni biogeografice raportat la grila UTM 5x5 km.

O distribuție spațială ridicată a semnalărilor a fost înregistrată în județe precum Tulcea, Constanța, Bihor, Sălaj, Arad, Hunedoara, Cluj și Satu-Mare în timp ce județe precum Olt, Ialomița, Călărași sau Vrancea prezintă o distribuție a semnalărilor foarte restrânsă (**Fig. 3.4**). O bogăție specifică ridicată a herpetofaunei este cu precădere în regiunea biogeografică stepică și pontică, dar și în părțile vestice ale regiunii continentale și în regiunea panonică. Lipsa ariilor protejate naturale importante, efectele agriculturii intensive și efortul slab de inventariere s-a remarcat în zonele sudice ale României, mai cu seamă în Muntenia (**Fig. 3.5**).

Din totalul semnalărilor din baza de date aproximativ 10% din semnalări sunt vechi, adică semnalate înainte de anul 1990, restul semnalărilor fiind după anul 1990 (**Fig. 3.6**). Se remarcă vechimea semnalărilor din regiunea Olteniei dar și din Muntenia, foarte puține însă în regiunea Crișanei.

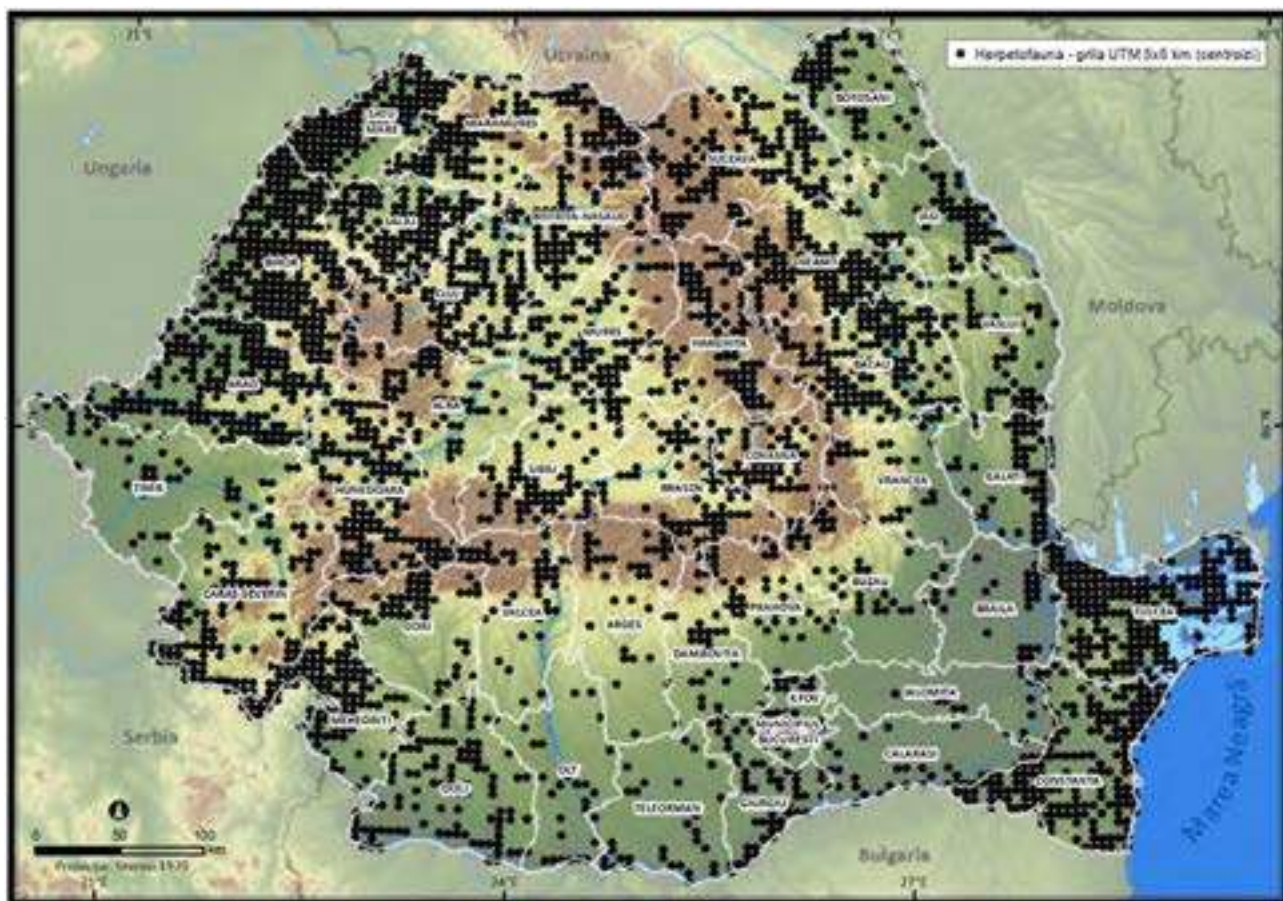


Fig. 3.4 - Distribuția semnalărilor agregate la grila UTM 5x5 (centroizi) pe județe.

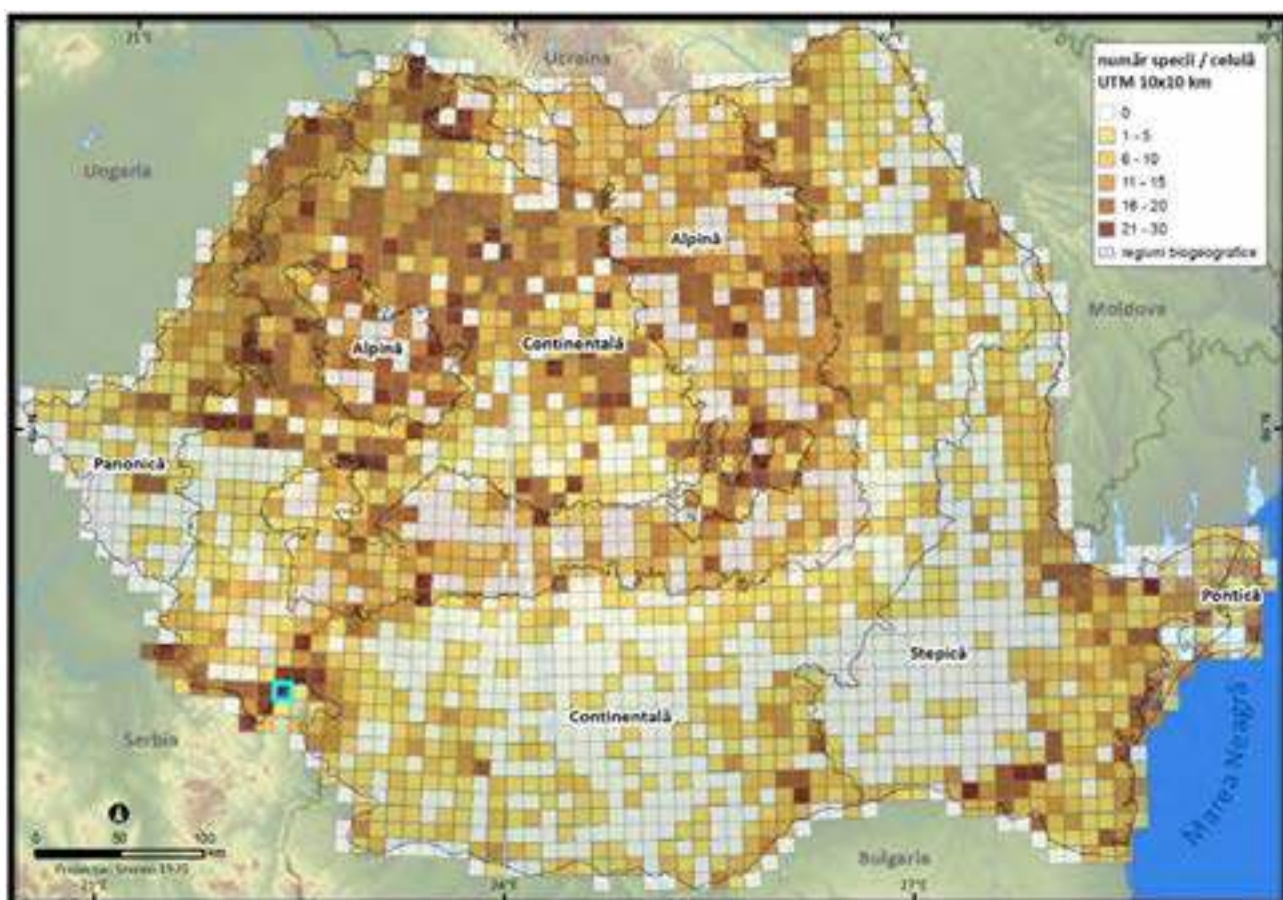


Fig. 3.5 – Bogăția specifică a herpetofaunei raportată la grila UTM 10x10 km cu evidențierea regiunilor biogeografice.

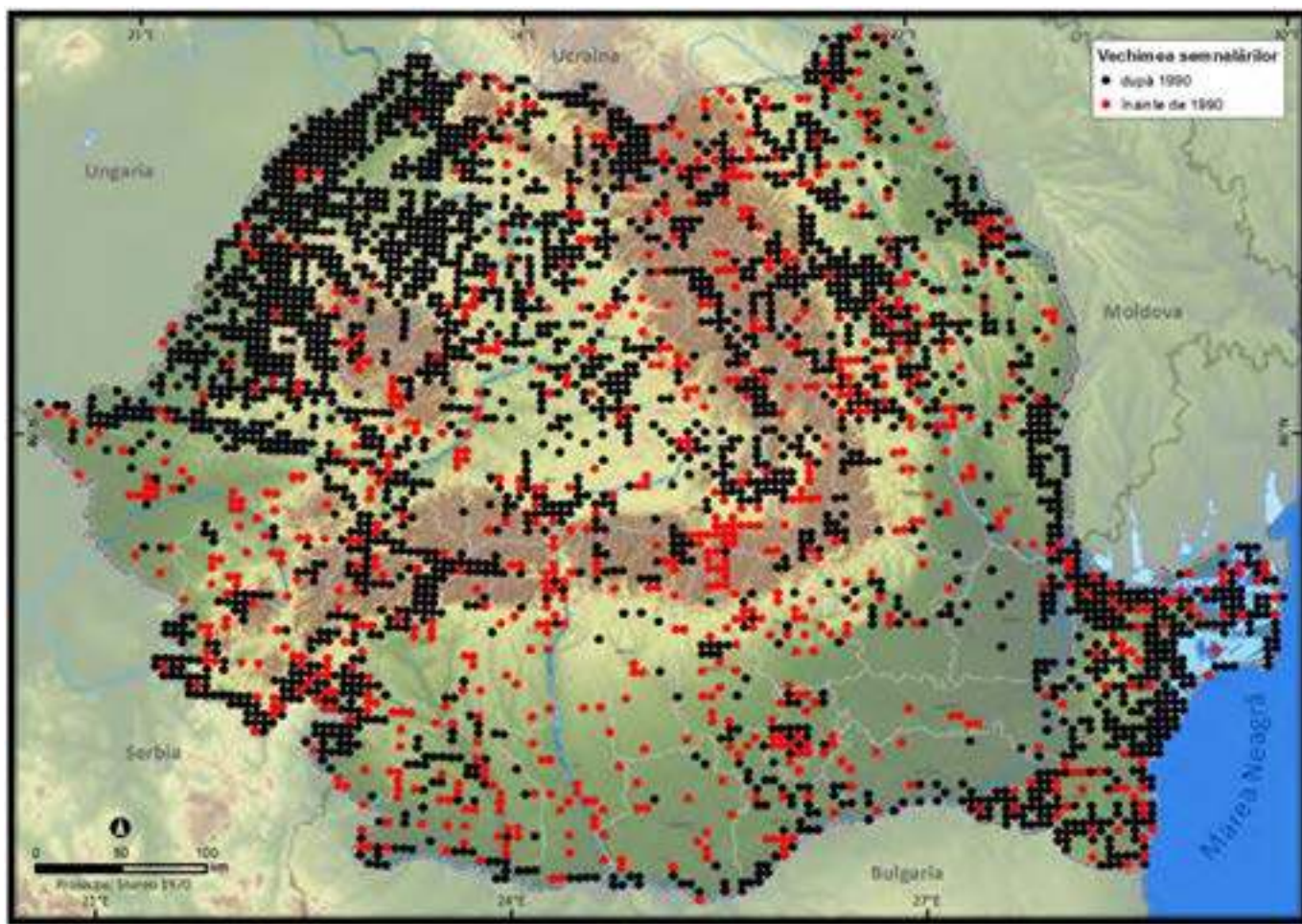


Fig. 3.6 - Vechimea semnalărilor pentru herpetofauna din România.

3.2.2. Distribuția spațială a unor specii de amfibieni și reptile la nivel național

Distribuția speciei *B. bombina* pe o distribuție altitudinală de până la 400 m (Cogălniceanu *et al.*, 2000) este evidentă în **Fig. 3.7**, aceasta lipsind în zonele înalte ale lanțului carpatic. Distribuția speciei *B. variegata* cu precădere din zona lanțului carpatic și la nord de acesta, având o distribuție altitudinală în intervalul 150-2000 m (**Fig. 3.8**), s-ar putea datora modificărilor climatice și ar explica retragerea acesteia către zone mai umede și răcoroase față de sudul țării. Distribuția tritonului carpatin (*Triturus montandoni*), o specie endemică lanțului carpatic ocupând altitudini de la 200 m până la 2000 m, este bine evidențiată. (**Fig. 3.9**). Țestoasa dobrogeană (*Testudo graeca iberica*) este o specie endemică pentru Dobrogea, fiind separată de restul țării de o barieră naturală care este Dunărea (**Fig. 3.10**). Deși este o specie des întâlnită în Dobrogea, distribuția speciei *Coluber caspius* este restrânsă în restul țării, fiind întâlnită îndeosebi în lungul Dunării și a unor afluenți ai acesteia (**Fig. 3.11**). Distribuția speciei *Elaphe longissima* (**Fig. 3.12**) este relativ restrânsă spațial în regiunea centrală și vestică a României, cu câteva semnalări în unele arii protejate din Dobrogea și Porțile de Fier.

Arealul celor două specii de broaște de pământ brune, *Pelobates fuscus* (**Fig. 3.13**) și *Pelobates syriacus* (**Fig. 3.14**) se suprapune pe teritoriul României în zona sudică, îndeosebi în Dobrogea.

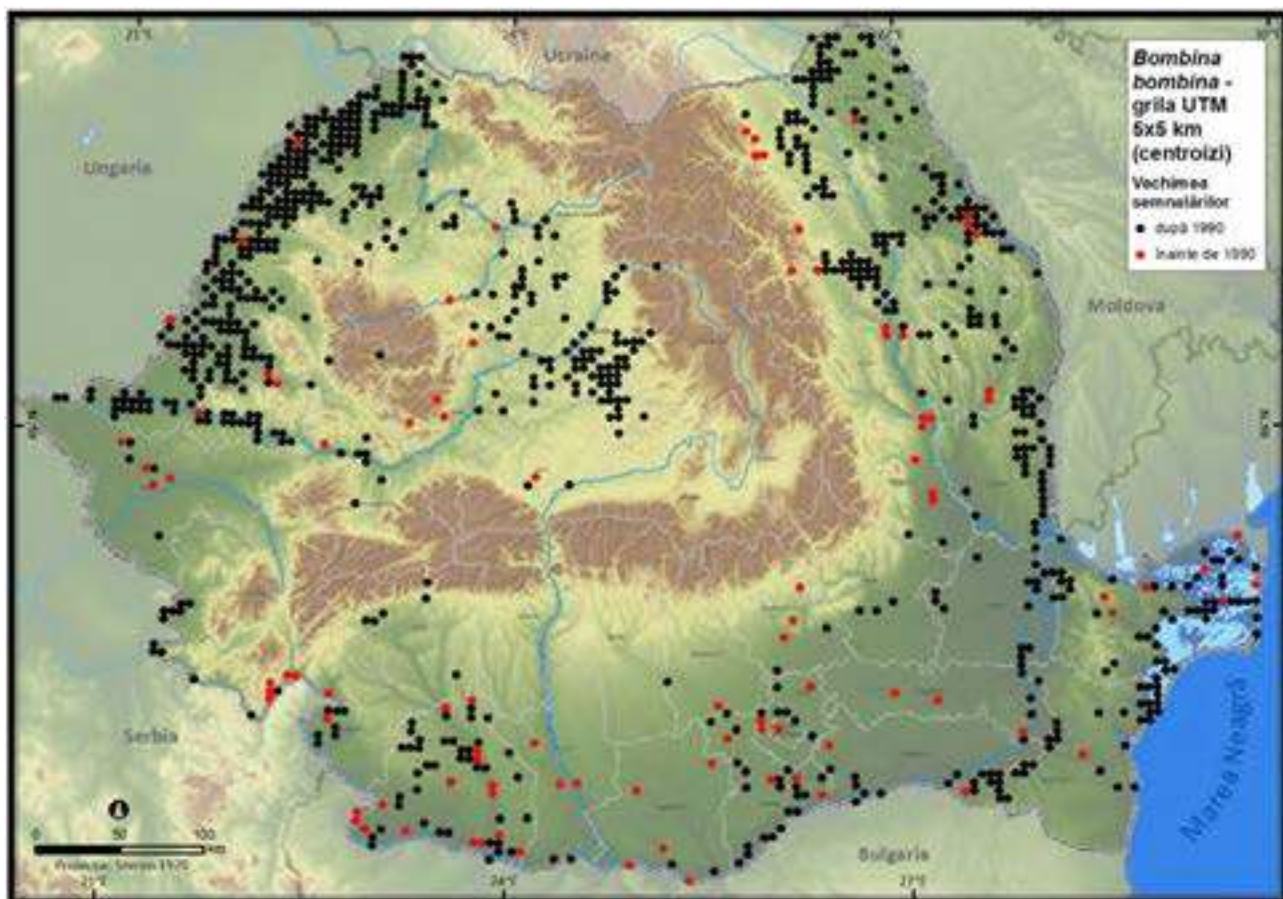


Fig. 3.7 - Distribuția semnalărilor de *Bombina bombina*.

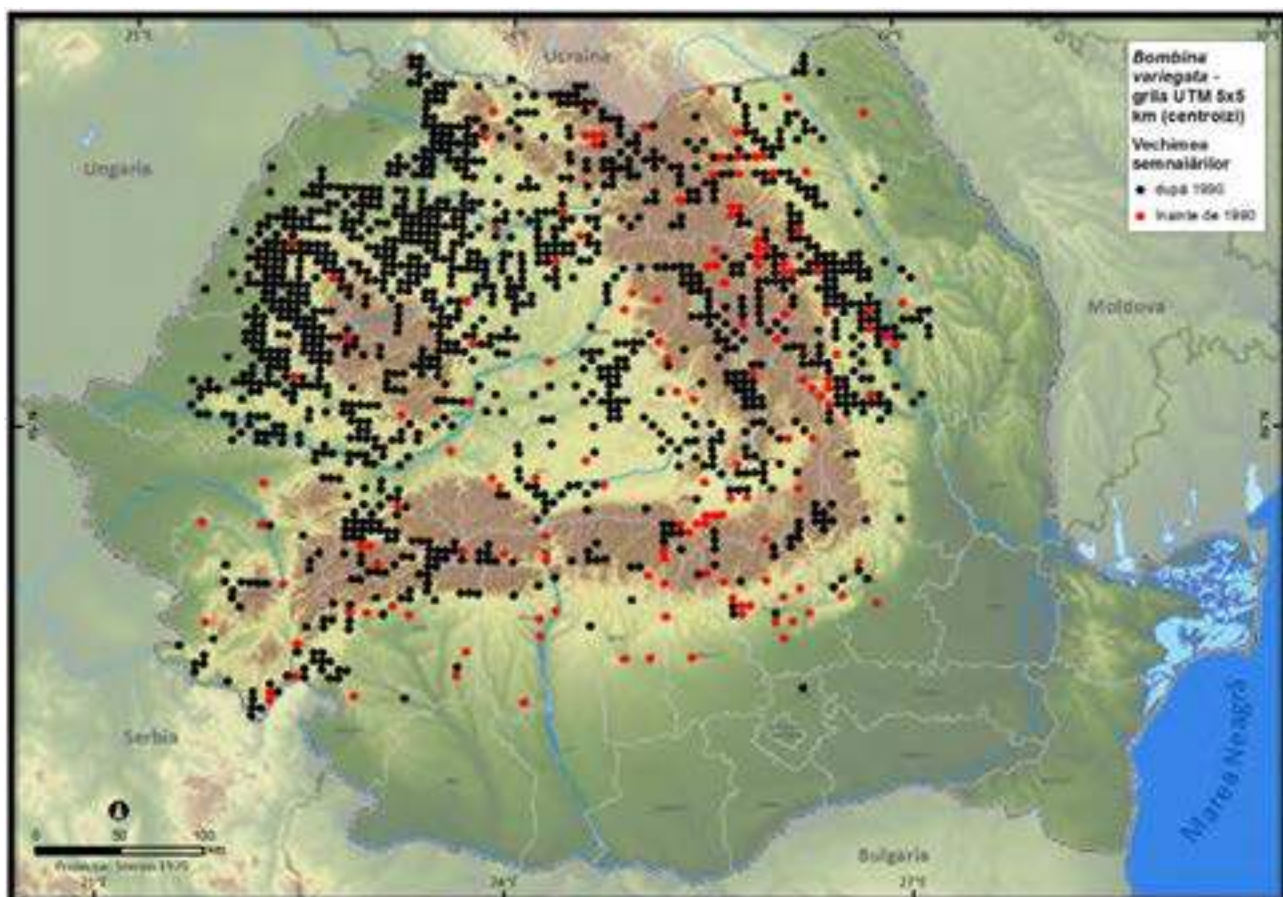


Fig. 3.8 - Distribuția semnalărilor de *Bombina variegata*.

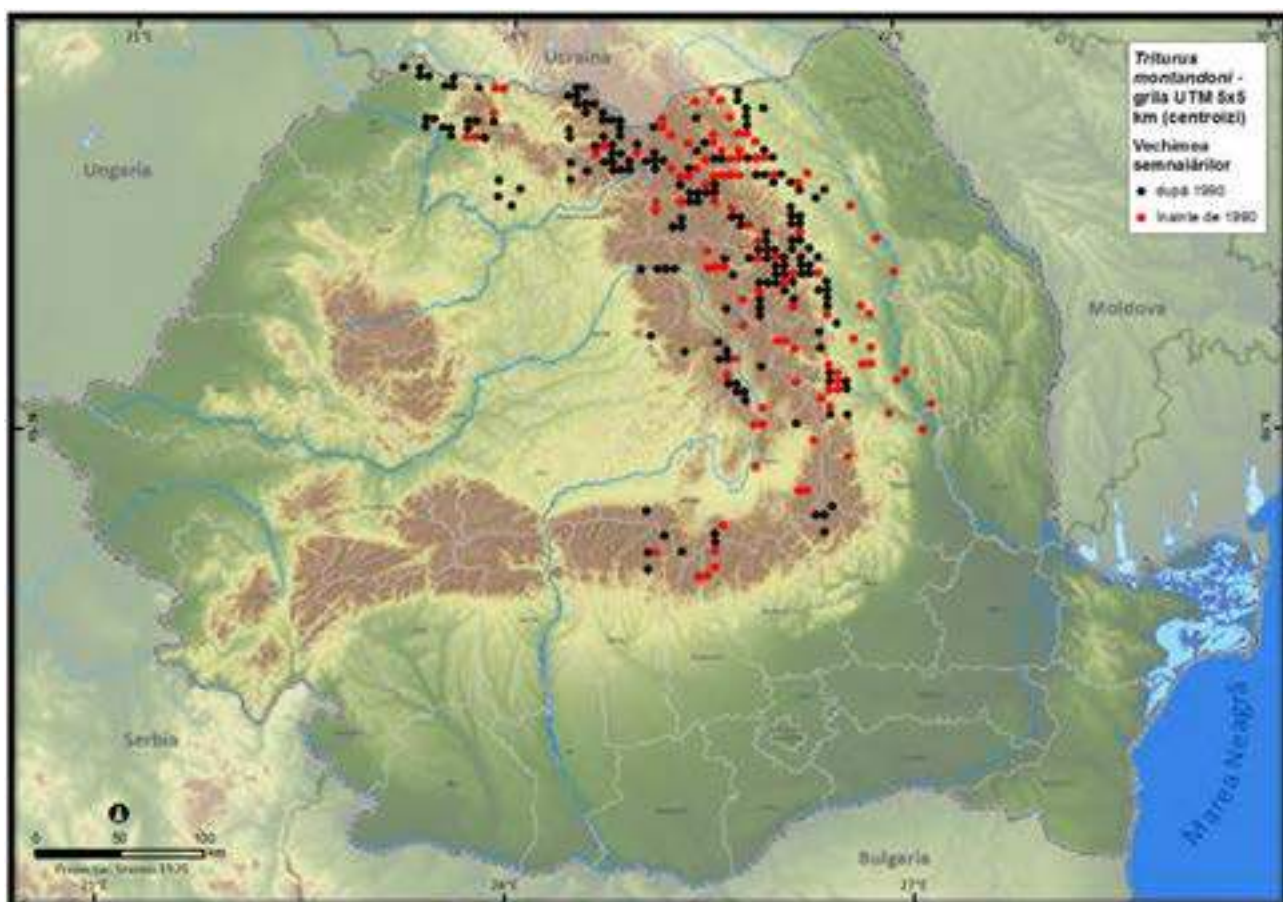


Fig. 3.9 - Distribuția semnalărilor de *Triturus montandoni*.

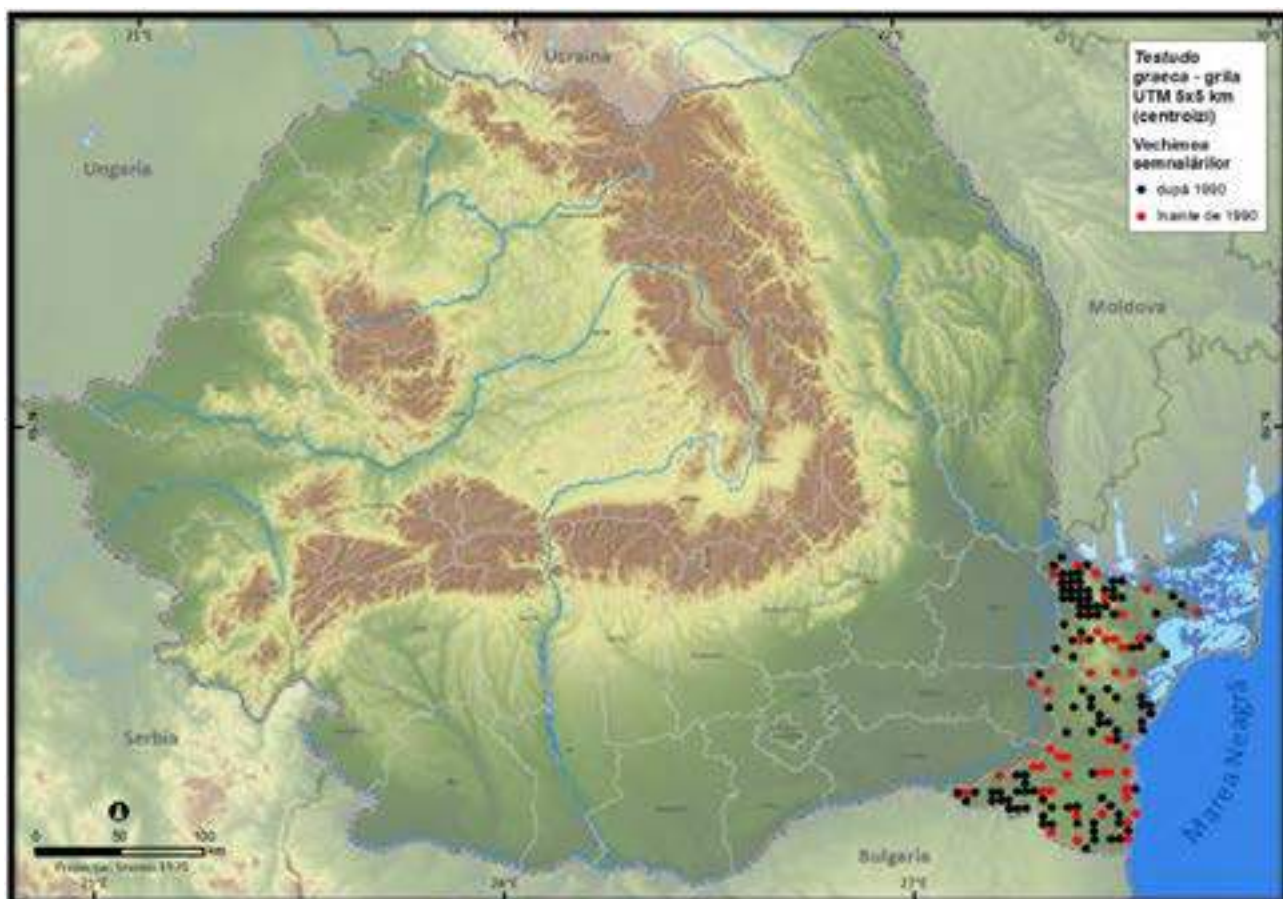


Fig. 3.10 - Distribuția semnalărilor de *Testudo graeca*.

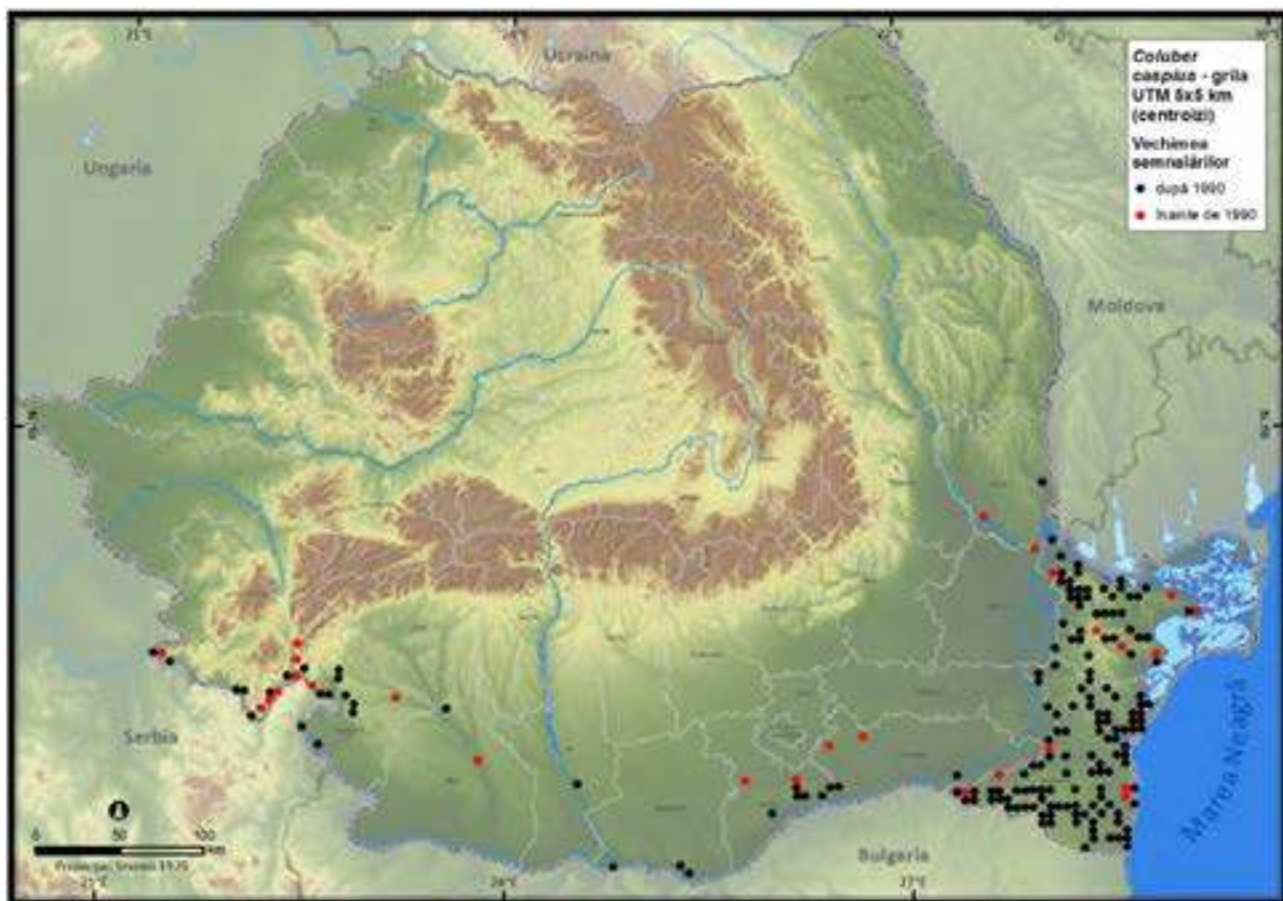


Fig. 3.11 - Distribuția semnalărilor de *Coluber caspius*.

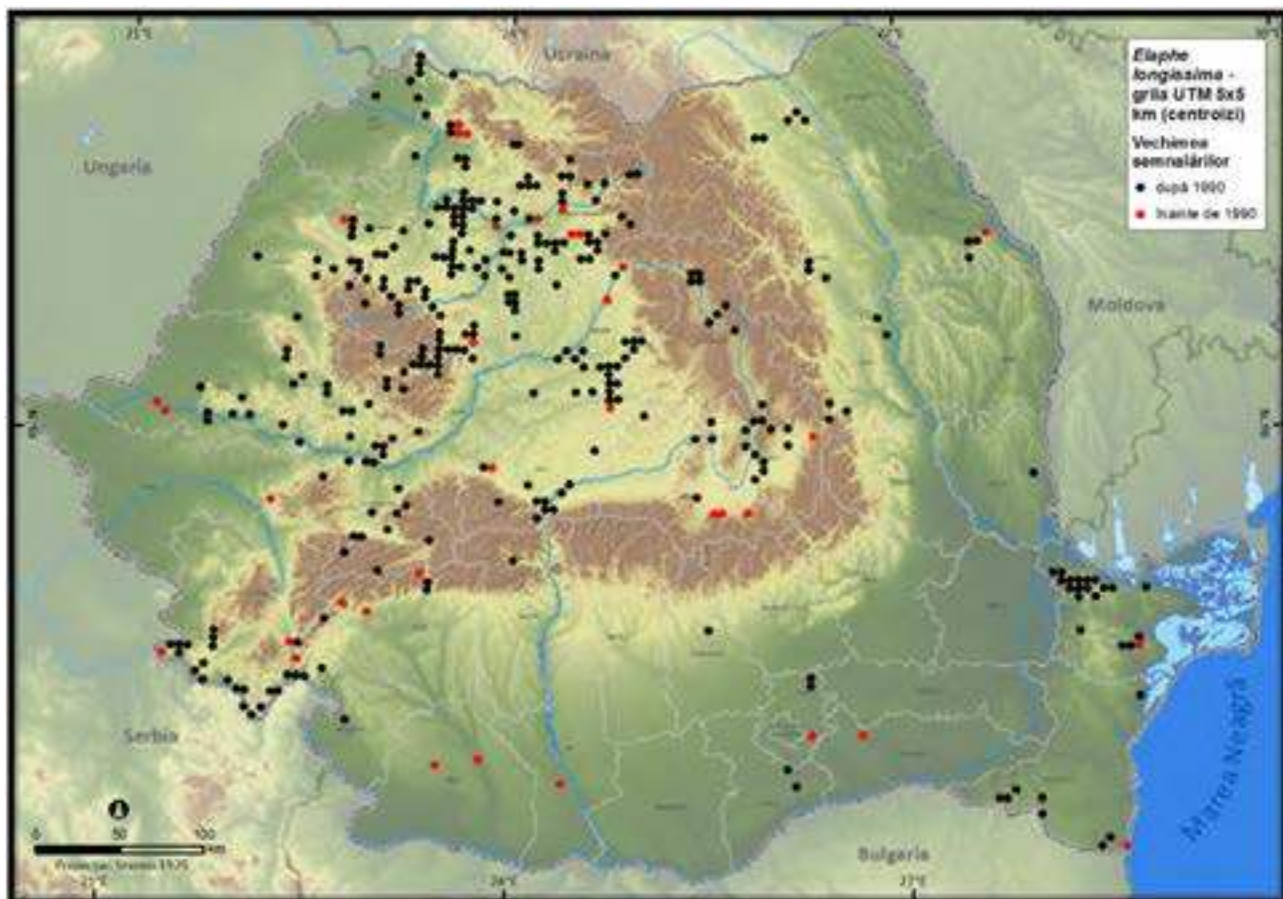


Fig. 3.12 - Distribuția semnalărilor de *Elaphe longissima*.

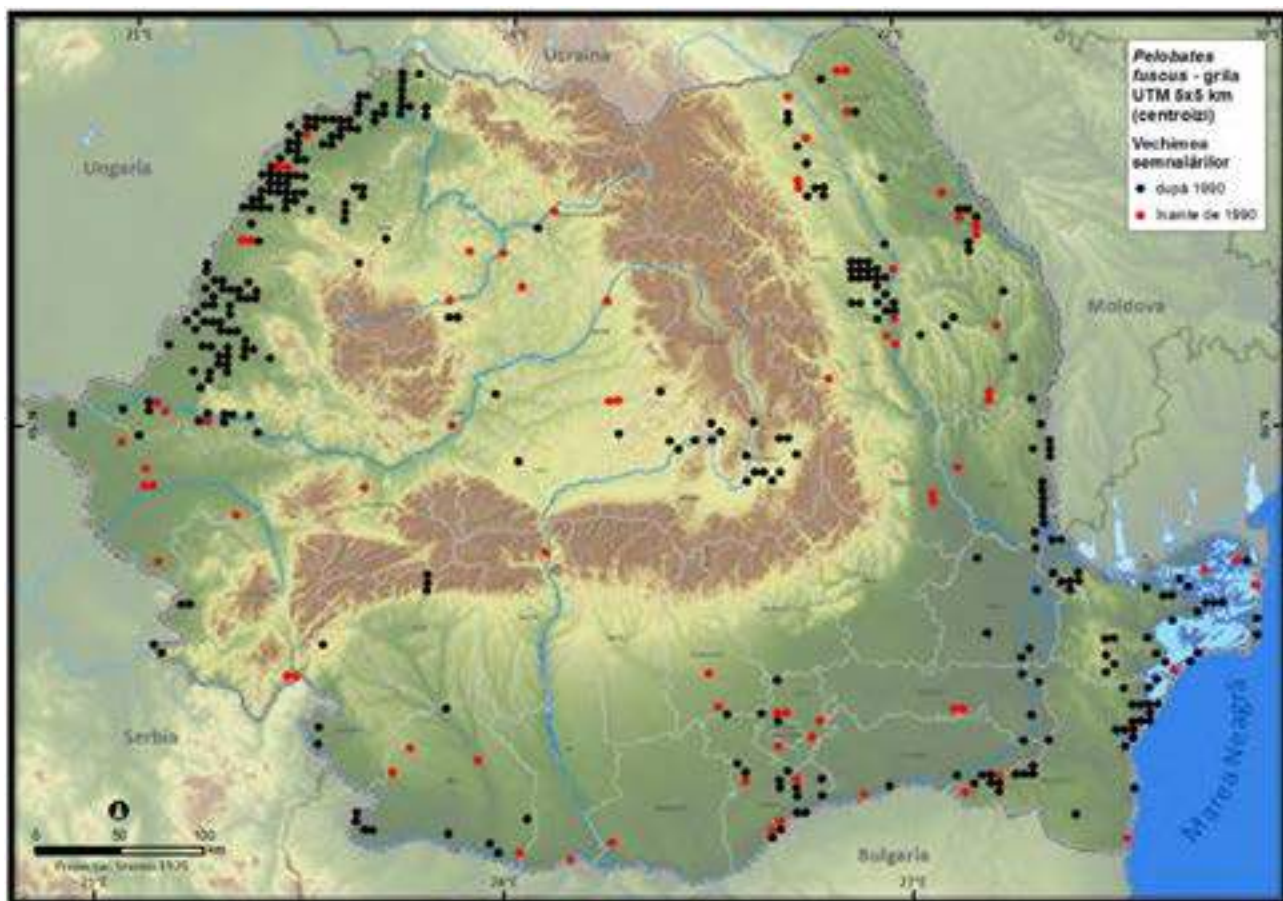


Fig. 3.13 - Distribuția semnalărilor de *Pelobates fuscus*.

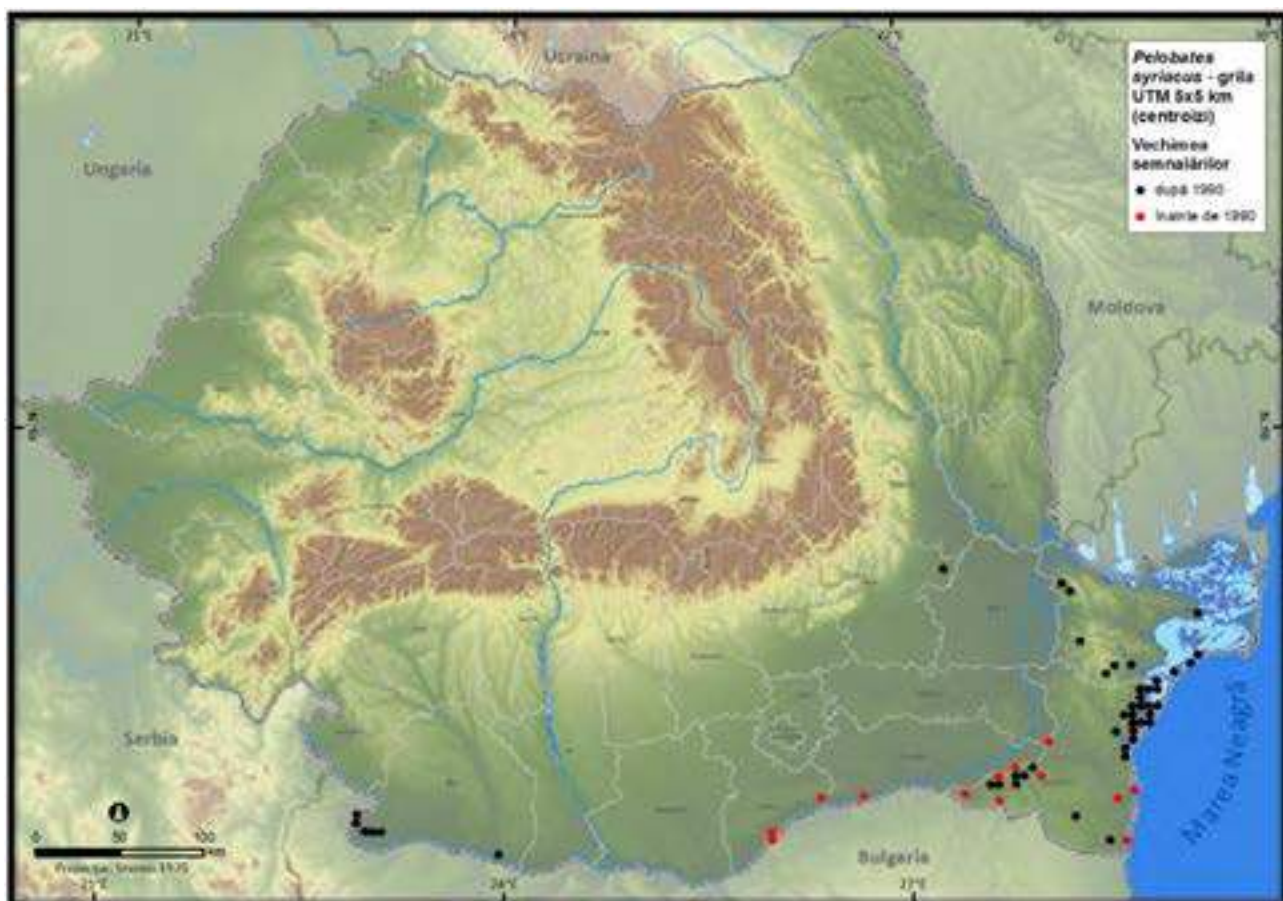


Fig. 3.14 - Distribuția semnalărilor de *Pelobates syriacus*.



3.3. Concluzii

Procesul de realizare a unei baze de date faunistice este complex și presupune centralizarea unui număr mare de date din literatura de specialitate precum și date nepublicate de la diferiți specialiști sau organizații care realizează studii faunistice în diferite regiuni precum arii naturale protejate.

Centralizarea datelor colectate într-un sistem informațional geografic (GIS) permite gestionarea eficientă și valorificarea datelor mai departe pentru diferite analize spațiale și rapoarte necesare în evaluarea distribuției și stării de conservare a speciilor. Tehnicile prezentate au o curbă de învățare mai lungă, dar odată stăpânite permit un management eficient al informației spațiale.

O analiză preliminară a reprezentării herpetofaunei în rețeaua de arii protejate Natura 2000 din România ne indică insuficienta inventariere a lor în interiorul ariilor protejate, majoritatea semnalărilor fiind în afara ariilor protejate.

4. Modelarea distribuției potențiale a unor specii de reptile și amfibieni

4.1. Material și metode

4.1.1. Zonele studiate

Zona de studiu pentru *Testudo graeca* include limita nordică a arealului său, localizată în Dobrogea de pe teritoriul României. Dobrogea se întinde între Dunăre la vest, nord-vest și nord, Marea Neagră la est și frontiera cu Bulgaria la sud, fiind cea mai estică regiune a României. Dobrogea se remarcă prin Munții Măcinului, cel mai vechi masiv montan, și Delta Dunării, cel mai nou teritoriu european, împreună cu platforma continentală maritimă. Prezența geografică a acestora, a permis dezvoltarea unei flore și faune deosebite pe teritoriul Dobrogei ce ne surprinde cu o varietate de elemente de origini diferite (Skolka, 1999a; Skolka, 1999b; Skolka, 2001; Skolka, 2003; Skolka *et al.*, 2005; Cogălniceanu *et al.*, 2008b; Făgăraș *et al.*, 2008).

Zona de studiu pentru *Pelobates fuscus* se întinde pe arealul acestei specii conform UICN (Agasyan *et al.*, 2009a), din estul Olandei, estul Belgiei și al Franței, Germania, Danemarca, Suedia (limita nordică) și Europa Centrală și de Est până în Siberia vestică (Rusia) și nord-vestul Kazahstanului. Zona de studiu pentru *P. syriacus* se întinde pe arealul acestei specii conform UICN (Agasyan *et al.*, 2009b), în sud-estul Balcanilor, din estul până în sud-estul Transcaucazului și Iranul de nord, până în sud către Levant.



4.1.2. Speciile studiate

Testudo graeca (Linnaeus, 1758) (**Fig. 4.1**) este una din cele 5 specii de țestoase mediteraneene pe lângă *T. hermanni*, *T. horsfieldii*, *T. kleinmanni* și *T. marginata*. Specia *T. graeca* ajunge la limita nordică a distribuției ei în România, în regiunea Dobrogei, limită care se oprește în lungul Dunării care devine granița nordică de distribuție a acestei specii. Această specie este bine reprezentată de populații abundente în Munții Măcin (Cogălniceanu *et al.*, 2007b), situați în nordul Dobrogei.



Fig. 4.1 - Juvenil de *T. graeca* în Parcul Național Munții Măcinului (original).

Pelobates fuscus (Laurenti, 1768), specie cunoscută popular ca și broasca de pământ brună, este o specie strict nocturnă, cu excepția perioadei de reproducere. Este prezentă preponderent în soluri nisipoase sau argiloase în care se poate îngropa cu ușurință (Cogălniceanu *et al.*, 2000) (**Fig. 4.2**).



Fig. 4.2 - Adult de *Pelobates fuscus* (Foto: Szekely Paul).



Pelobates syriacus (Boettger, 1889), specie cunoscută popular ca și broasca de pământ siriacă, este ca și *P. syriacus*, o specie nocturnă, care ziua stă îngropată, uneori la adâncimi mari (Cogălniceanu *et al.*, 2000) (**Fig. 4.3**).



Fig. 4.3 - Adult de *Pelobates syriacus* (Foto: Szekely Paul).

4.1.3. Procesul de modelare

Algoritmul Maxent (Phillips *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2011) a fost folosit pentru modelarea predictivă a distribuției potențiale a celor trei specii, în cadrul aplicației Maximum Entropy Species Distribution Modeling (Maxent), versiunea 3.3.3k, disponibilă la pagina <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>.

Modelarea distribuției potențiale a celor trei specii s-a făcut la o rezoluție de 1 km pentru *Testudo graeca* la scară regională și 10 km pentru cele două specii de *Pelobates* la scară continentală. Rezoluția datelor de distribuție a speciei *Testudo graeca* a fost de maxim 1 km și a variabilelor de mediu de 30 secunde de arc sau 0,00833 grade (~ 1km). Rezoluția datelor de distribuție a speciei *Pelobates fuscus* și *P. syriacus* a variat între 1 și 10 km și a variabilelor de mediu a fost de 5 minute de arc sau 0,08333 grade (~ 10 km, rezoluția reală a diferit în funcție de latitudine) (Hijmans *et al.*, 2005).

4.1.4. Colectarea și procesarea datelor de distribuție a speciilor

Pentru *Testudo graeca*, am utilizat un set de 1058 de semnalări cu coordonate geografice la rezoluție foarte mare (eroare la orizontală sub 30 m) preluate cu receptorul GPS împreună cu echipa de cercetare de la Universitatea Ovidius Constanța și colaboratori și 145 de semnalări la rezoluția UTM 5x5 km (Cogălniceanu *et al.*, 2007b; Cogălniceanu *et al.*, 2013a). O parte din distribuția datelor din teren (n=75) sunt colectate personal de pe teritoriul Parcului Național Munții Măcinului în perioada 2009-2010



cu ajutorul unui calculator de teren Trimble Nomad echipat cu receptor GPS, restul fiind colectate din diferite zone de pe teritoriul Dobrogei în perioada 2006-2012.

Pentru *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*, am extras 8818, respectiv 509 semnalări de distribuție recentă cu rezoluții spațiale diferite din literatura de specialitate, comunicări personale, colecții muzeale (i.e. <http://nhm-wien.ac.at>) sau portaluri cu baze de date (i.e. <http://data.gbif.org>): coordonate geografice din România, Bulgaria și Europa de Est (Borkin *et al.*, 2003; Székely *et al.*, 2009; Cogălniceanu *et al.*, 2013b), localități sau toponime din Peninsula Balcanică și zonele învecinate, inclusiv România (Džukić *et al.*, 2008; Cogălniceanu *et al.*, 2013b), coordonate UTM 5x5 km din regiunea Rodopi de Est de pe teritoriul Bulgariei și Greciei (Petrov, 2004) și Dobrogea (Székely *et al.*, 2009), coordonate UTM 10x10 km din Ungaria (Schäffer & Purger, 2005), România (Cogălniceanu *et al.*, 2013b) și Bulgaria (Beschkov, 1961; Beschkov & Beron, 1964; Beschkov, 1972; Stojanov, 1997; Stoev, 2000; Undjian, 2000; Naumov, 2005; Mollov *et al.*, 2007).

Originea datelor de distribuție a diferit în funcție de notarea referinței geografice în cadrul publicațiilor de specialitate, a colecțiilor muzeale, a comunicărilor personale sau a seturilor de date primite de la diverși colaboratori. Georeferențierea datelor de distribuție s-a făcut în aplicația ArcGIS Desktop (ESRI, 2012b). Cele 1058 de semnalări pentru *Testudo graeca* și 9327 de semnalări ale celor două specii de *Pelobates* au fost centralizate inițial într-o fișă de lucru. Datele centralizate în Microsoft Excel au fost mai departe integrate într-o bază de date geospațială de tip ESRI file geodatabase, în sistem de coordonate WGS84.

Denumirea speciei, longitudinea și latitudinea semnalărilor pentru fiecare din cele trei specii au fost exportate pentru modelare într-un fișier de tip CSV cu ajutorul instrumentului XTools Pro din ArcGIS (www.xtoolspro.com). Datele de distribuție a speciei *Testudo graeca* au fost inspectate pentru erori și duplicatele cu o eroare de poziționare geografică mai mare de 1 km au fost eliminate. Instrumentul ENMTools 1.4.3 (Warren *et al.*, 2010), prin metoda Grid cell, a eliminat în mod automat semnalările duplicate din fișierul CSV. Astfel, au fost eliminate 84,5% din semnalări, majoritatea concentrate în zona Munților Măcin, rămânând doar 164 de semnalări pentru *Testudo graeca*. Datele de distribuție a celor 2 specii de *Pelobates* au fost inspectate pentru erori și duplicate, astfel fiind eliminate acele semnalări cu o eroare de poziționare geografică mai mare de 10 km. Instrumentul ENMTools 1.4.3 (Warren *et al.*, 2010), prin metoda **Grid cell**, a eliminat în mod automat semnalările duplicate dintr-un fișier de tip. Astfel, au fost eliminate 38% din semnalări, rămânând doar 5482 de semnalări pentru *Pelobates fuscus* și 375 de semnalări pentru *P. syriacus*.



4.1.5. Colectarea, procesarea și selectarea variabilelor de mediu

Am colectat un set de 24 de variabile de mediu din surse variate pentru a le utiliza în modelarea distribuției potențiale a celor trei specii (**Tabelul 4.1**). Aceste variabile, care au servit predicției potențiale a habitatelor speciilor studiate, au fost utilizate pentru a descrie condițiile climatice, topografice, modul de utilizare al terenului și solurile.

Tabelul 4.1 - Variabilele de mediu selectate pentru modelarea speciilor.

Cod	Variabile de mediu	Rezoluția originală	Sursa
alt	Altitudine	1 km	SRTM v4.1(Jarvis <i>et al.</i> , 2008)
panta	Panta		
clc2006	Mod de utilizare a terenului CLC2006 *	vector	CLC2006 (European Environment Agency, 2012)
globcover	Mod de utilizare a terenului GlobCover **	5 arc min (~ 10 km)	GlobCover 2009 (European Space Agency & Universite Catholique de Louvain, 2010)
sol	Soluri **	vector	Digital Map Soil of the World v3.6 (FAO-UN, 2007)
bio1	Temperatura medie anuală	30 secunde de arc pentru <i>Testudo graeca</i> / 5 minute de arc (~ 10 km) pentru <i>Pelobates fuscus</i> și <i>P. syriacus</i>	WorldClim - Global Climate Data (Hijmans <i>et al.</i> , 2005)
bio2	Amplitudinea diurnală medie		
bio3	Izotermicitatea		
bio4	Sezonalitatea temperaturii		
bio5	Temperatura maximă a celei mai calde luni		
bio6	Temperatura minimă a celei mai reci luni		
bio7	Amplitudinea termică anuală		
bio8	Temperatura medie a trimestrului cel mai ploios		
bio9	Temperatura medie a trimestrului cel mai secetos		
bio10	Temperatura medie a celui mai cald trimestru		
bio11	Temperatura medie a celui mai rece trimestru		
bio12	Cantitatea anuală de precipitații		
bio13	Cantitatea de precipitații din luna cea mai ploioasă		
bio14	Cantitatea de precipitații din luna cea mai secetoasă		
bio15	Sezonalitatea cantității de precipitații (coeficientul de variație)		
bio16	Cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai ploios		
bio17	Cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai secetos		
bio18	Cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai cald		



Cod	Variabile de mediu	Rezoluția originală	Sursa
bio19	Cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai rece		
* variabile selectate doar pentru <i>Testudo graeca</i>			
** variabile selectate doar pentru <i>Pelobates fuscus</i> și <i>P. syriacus</i>			

Cele 19 variabile bioclimatice fac parte din setul WorldClim, un set de straturi climatice la nivel global cu o rezoluție de la 30 secunde de arc până la 5 minute de arc, generate printr-o interpolare de tip thin-plate smoothing spline a datelor stațiilor meteo pentru perioada 1950-2000 (Hijmans *et al.*, 2005).

Toate variabilele au fost convertite în straturi de tip raster în format ESRI ASCII și proiectate în sistemul de coordonate GCS_WGS84 cu o rezoluție spațială de 30 secunde de arc sau 0,00833 grade (~ 1 km) pentru specia *Testudo graeca* și 5 minute de arc sau 0,08333 grade (~ 10 km) pentru *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*, cu ajutorul instrumentelor de geoprocесare **Project, Resample, Clip, Raster to ASCII** din suita ArcGIS Desktop (ESRI, 2012b). Obținerea valorilor minime și maxime din variabile bioclimatice s-a realizat cu instrumentul **Extract Multi Values to Points** care a înregistrat valorile din celulele rasterelor ale variabilelor prin intersecția punctelor de distribuție a speciilor cu rastele variabilelor bioclimatice.

4.1.6. Rularea aplicației Maxent

Aplicația Maxent a fost rulată din fișierul maxent.bat cu o serie de modificări care au permis aplicației Java să beneficieze de până la 12 GB memorie RAM, astfel încât timpul de procesare al modelării să fie cât mai scurt. Setările inițiale ale aplicației Maxent au fost schimbate conform tutorialului pentru MaxEnt elaborat de Young *et al.* (2011) pentru rularea modelărilor de predicție a distribuției speciilor.

Pentru modelarea speciei *Testudo graeca*, am folosit următoarele combinații de seturi de date pentru șase scenarii de modelări diferite (**Tabelul 4.2**).

Tabelul 4.2 – Schema scenariilor cu modelările predictive ale speciei *Testudo graeca*.

Model	Rezoluția spațială	Variabile de mediu
A	< 100 m	bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19
B	< 100 m	bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19, clc2006
C	< 100 m	bio4, bio9, bio11, bio15, bio19
D	5 km	bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12,



Model	Rezoluția spațială	Variabile de mediu
		bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19
E	5 km	bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19, clc2006
F	5 km	bio4, bio9, bio11, bio15, bio19

Pentru modelarea speciilor *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*, am folosit la următoarea combinație de seturi de date pentru două modelări diferite (**Tabelul 4.3**):

Tabelul 4.3 – Schema scenariilor cu modelările predictive ale speciilor *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*.

Model	Rezoluția spațială	Variabile de mediu
A	10 km	bio1, bio2, bio3, bio4, bio5, bio6, bio7, bio8, bio9, bio10, bio11, bio12, bio13, bio14, bio15, bio16, bio17, bio18, bio19, alt, panta, soluri, globcover
B	10 km	bio5, bio6, bio7, bio9, bio11, alt, panta, soluri, globcover

Cele 19 variabile bioclimatice (bio1 – bio19), altitudinea și panta sunt date continue, iar variabilele clc2006, soluri și globcover sunt date categorice. În aplicația Maxent, sunt încărcate semnalările speciilor din fișierul .csv în secțiunea **Samples** și variabilele de mediu în secțiunea **Environmental layers**. Este important ca pentru fiecare variabilă de mediu să se selecteze tipul de date, continue sau categorice.

4.1.7. Prelucrarea și interpretarea datelor rezultate din modelarea Maxent în GIS

Datele brute rezultate în urma rulării aplicației Maxent au fost prelucrate ulterior în ArcGIS Desktop pentru a obține hărțile de predicție finale și calcularea suprafețelor de predicție optimă. Aplicația Maxent generează o serie de rastere continue cu valori de la 0 la 1 în format ASCII (.asc) cu valori minime, maxime, medii, mediane și deviație standard care reprezintă nivelul predicției de habitat potențial (habitat suitability). Pentru afișarea rezultatelor predicției printr-o clasificare discretă, prin două valori de habitat potențial favorabil și nefavorabil sau inadecvat, am decis ca valoarea de prag pentru habitat potențial favorabil să fie dată de **10 percentile training presence logistic threshold**, valoare care se regăsește în fișierul maxentResults.csv.

În aplicația ArcCatalog din pachetul ArcGIS Desktop, am prelucrat rasterele .asc cu valori medii (averaged) pentru importul în mediul GIS, prin setarea pentru fiecare raster a referinței spațiale **Spatial reference** la GCS_WGS_1984 și generarea histogramelor cu instrumentul **Calculate Statistics** pentru a putea simboliza rasterele după un sistem de clasificare a valorilor conform schemei de culori și valori ale



aplicației Maxent. În pasul următor, am convertit rasterele ASCII în file geodatabase raster (FGDBR) cu instrumentul **ASCII to Raster (Conversion)** cu opțiunea Data Output Type setat pe Float pentru a putea păstra valorile din raster cu cele 2 zecimale din intervalul 0 și 1, după care am reclasificat rasterele cu instrumentul **Reclassify (Spatial Analyst)** după cele două clase de valori împărțite în funcție de valoarea de prag a fiecărui raster rezultat în Maxent. Pentru a putea afișa și cuantifica corect suprafețele cu habitatele favorabile/nefavorabile pentru specia *Testudo graeca*, am reproiectat rasterele din sistemul de coordonate WGS84, în care se aflau inițial, în proiecția Stereo 70, cu ajutorul instrumentului **Project Raster (Data Management)**.

4.2. Rezultate și discuții

4.2.1. Distribuția potențială a speciei *Testudo graeca* la nivel regional

Predicția cea mai bună a fost dată de modelul C cu valoarea AUC = 0,969 (Area Under Curve), în care au fost folosite coordonatele GPS cu rezoluție foarte mare pentru semnalarea speciei *Testudo graeca*, o selecție de variabile bioclimatice cu cea mai mare contribuție din modelul A și modul de utilizare al terenului CLC2006 (**Tabelul 4.4**).

Tabelul 4.4 – Rezultatele comparative ale celor 6 scenarii de modelare pentru *Testudo graeca*.

Model	AUC	Prag 10 %*	Primele 5 variabile	% contribuție
A	0,946	0,1049	bio9	35,7
			bio4	14,2
			bio1	9,8
			bio19	9,2
			bio15	6,2
B	0,957	0,1188	bio9	34,2
			clc2006	19,8
			bio4	15,6
			bio19	12,5
			bio15	5,2
C	0,969	0,1169	bio9	39,8
			clc2006	17,6
			bio4	16,8
			bio19	14,5
			bio15	8,9
D	0,763	0,3722	bio19	43,1
			bio8	14,7
			bio14	9



Model	AUC	Prag 10 %*	Primele 5 variabile	% contribuție
E	0,762	0,3393	bio3	9
			bio18	3,5
			bio19	43,2
			bio8	7,8
			clc2006	7,7
F	0,764	0,3646	bio16	6,8
			bio14	6,7
			bio19	62,5
			bio15	17,5
			bio11	7
			clc2006	5,7
			bio9	3,9

* 10 % = 10 percentile training presence logistic threshold

În cazul Dobrogei, scenariile de modelare au scos în evidență importanța a două variabile cu o pondere de peste 34% în predicția modelelor, și anume temperatura medie a trimestrului cel mai secetos (bio9) și cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai rece, care pot acționa ca doi factori bioclimatici limitanți în supraviețuirea acestei specii. Precipitațiile și temperaturile extreme sunt alți doi factori importanți de luat în considerare pentru specia *Testudo graeca* așa cum rezultă și din studiile lui Anadón *et al.* (2006a) în Spania. Totodată, această specie selectează structuri simplificate de vegetație, incluzând în aria ei vitală tufărișuri și mici câmpuri neirigate (Anadón *et al.*, 2006b). Hărțile de distribuție potențială pun în evidență spațiul bioclimatic și de habitat în care specia *Testudo graeca* ar găsi condiții favorabile de trai. Scenariile de modelare predictivă sunt grupate pereche pe baza similitudinii variabilelor de mediu utilizate și a diferenței dată de setul de date de antrenament cu semnalările speciei, scenariile A, B și C având semnalări GPS la rezoluție înaltă, în timp ce scenariile D, E și F sunt antrenate după semnalări la nivelul UTM 5x5 km. Utilizarea semnalărilor de prezență a speciei la o rezoluție foarte mică, cum este cazul semnalărilor la nivelul UTM 5x5 km, determină o predicție exagerată față de cazul în care au fost folosite semnalări luate cu receptorul GPS (Fig. 4.4).

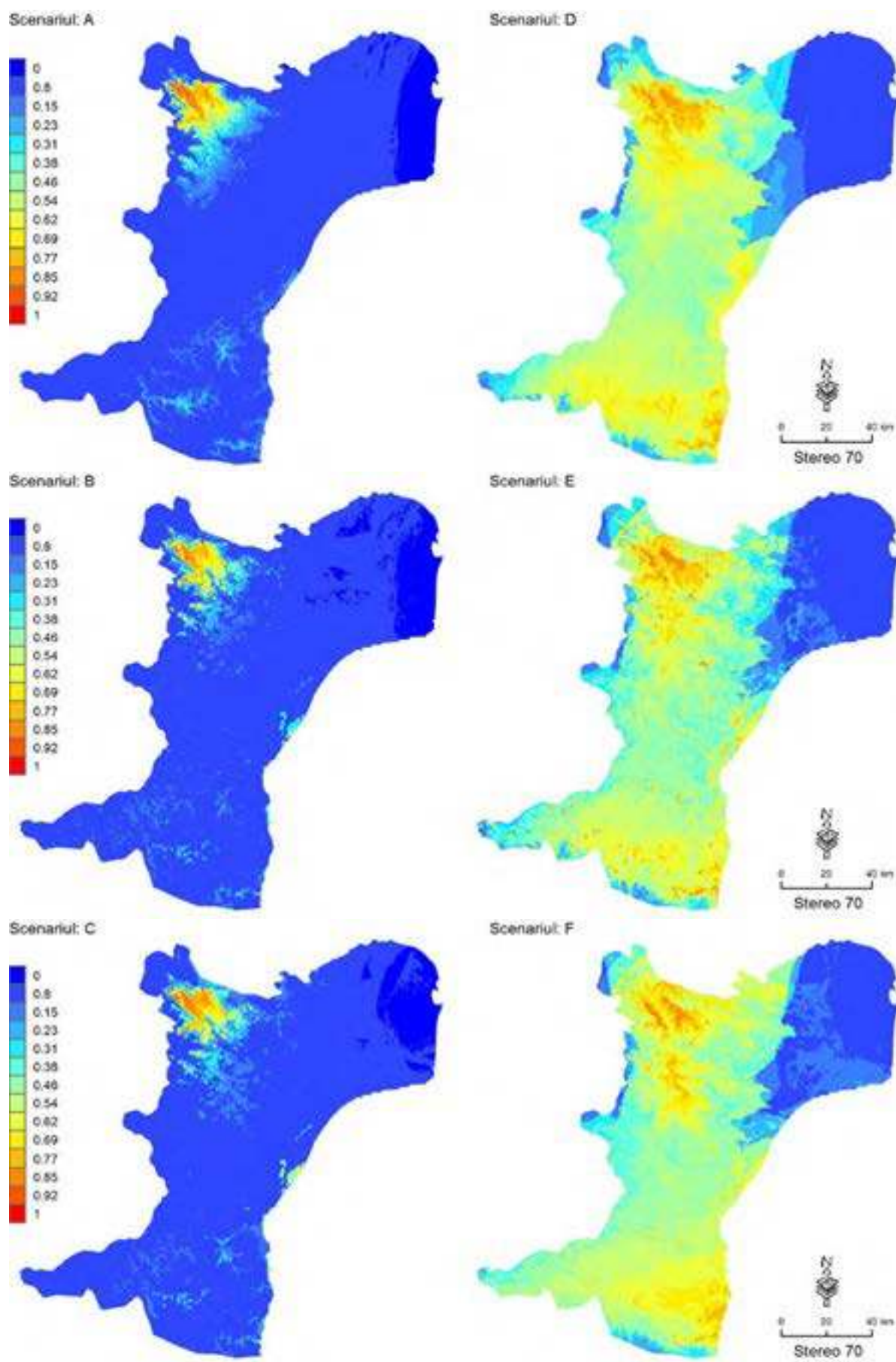


Fig. 4.4 - Scenariile A - F de modelare predictivă în Maxent a speciei *Testudo graeca*.



Ținând cont de influența semnalărilor de prezență asupra exagerării modelărilor predictive ale speciei *Testudo graeca*, ponderea cea mai mare a habitatelor favorabile a fost dată de scenariul A cu 5,59% când am folosit prezențe la rezoluție foarte mare și numai cele 19 variabile bioclimatice și scenariul F cu 40,8% unde am folosit prezențe la rezoluția UTM 5x5 km și o selecție de variabile cu procent de contribuție mai mare în modelările anterioare (**Fig. 4.5**).

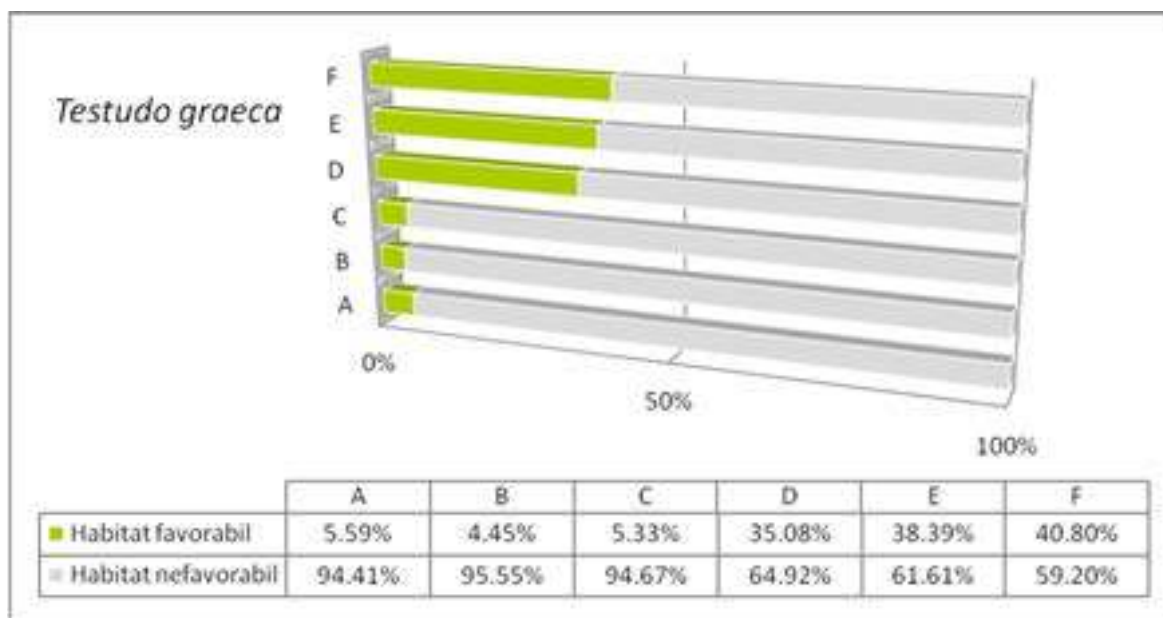


Fig. 4.5 - Ponderea suprafețelor ocupate de habitatele favorabile și nefavorabile previzionate de Maxent.

Rasterele rezultate în urma modelării în Maxent au fost reclasificate în două clase de valori cu habitatele favorabile și nefavorabile în funcție de valoarea de prag „10 percentile minimum training presence logistic threshold”, pentru a afișa mai vizibil predicția, suprapunând pentru verificare datele culese din literatură la nivelul grilei UTM 5x5 km (**Fig. 4.6**).

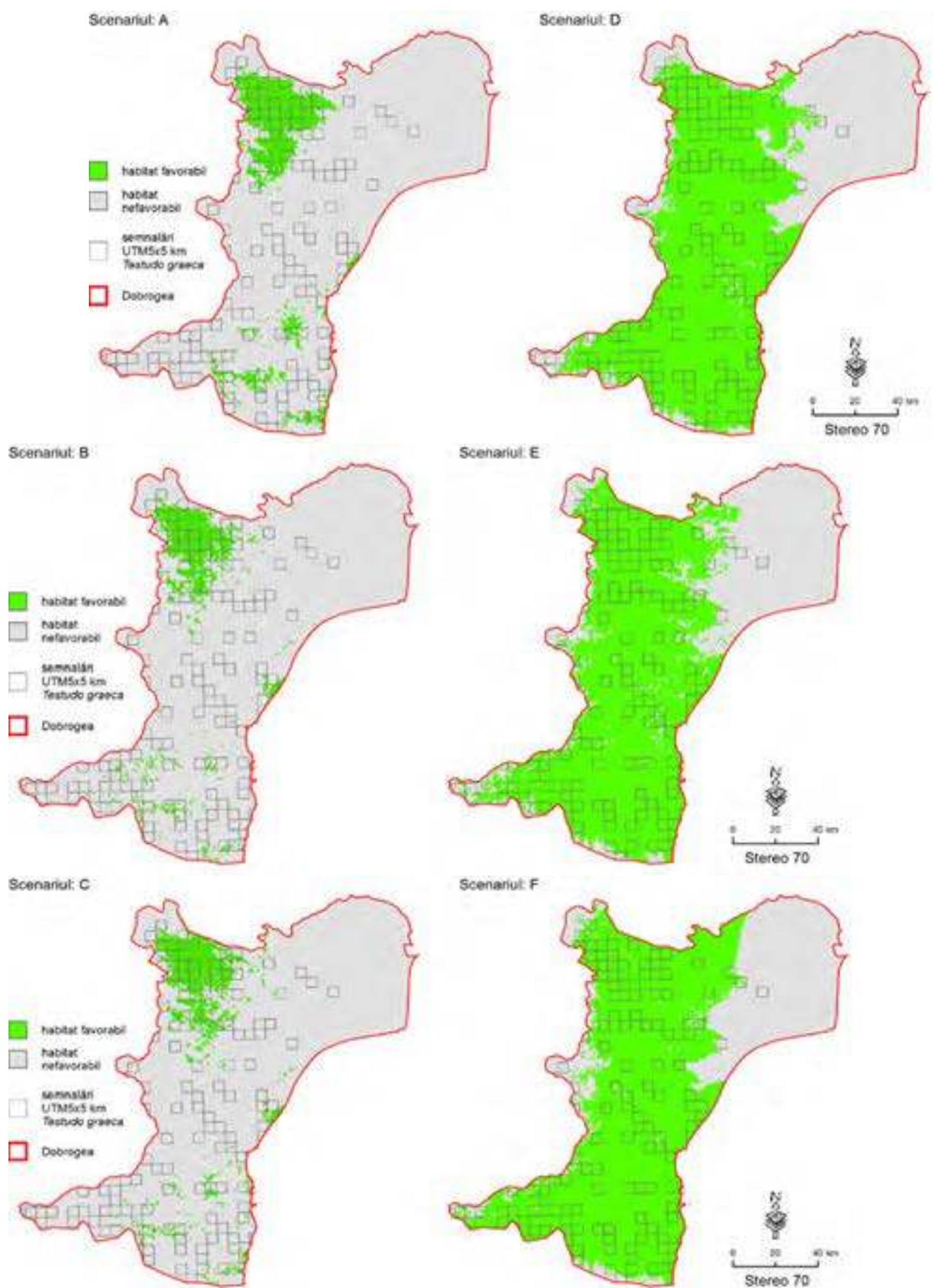


Fig. 4.6 - Habitatele favorabile și nefavorabile pentru *Testudo graeca* previzionate în cele 6 scenarii A- F.



4.2.2. Distribuția potențială a speciilor *Pelobates fuscus* și *P. syriacus* la nivelul arealului fiecărei specii.

Distribuția potențială a speciei *Pelobates fuscus*

În urma modelării distribuției potențiale a speciei *Pelobates fuscus*, aplicația Maxent a înregistrat în punctele de răspândire a semnalărilor o temperatură medie anuală (bio1) în intervalul 0,7°C – 13,6°C, temperatura maximă a celei mai calde luni (bio5) în intervalul 18,3°C - 33°C, temperatura minimă a celei mai reci luni (bio6), în intervalul -22,7°C – 1,8°C, amplitudinea termică anuală (bio7) în intervalul 20,6°C – 28,9°C, cantitatea de precipitații din luna cea mai secetoasă (bio14) în intervalul 9 mm – 90 mm și cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai cald (bio18) în intervalul 40 mm – 451 mm.

Predicția cea mai bună a fost dată de modelul A cu valoarea AUC = 0,803 (Area Under Curve), în care au fost folosite un set de 19 variabile bioclimatice și alți parametri de mediu (**Tabelul 4.5**).

Tabelul 4.5 – Rezultatele comparative ale celor 2 scenarii de modelare pentru *Pelobates fuscus*.

Model	AUC	Prag 10 %*	Primele 5 variabile	% contribuție
A	0,803	0,3576	bio9	30,5
			bio14	23,3
			bio8	9,7
			bio7	8,3
			bio18	6,3
B	0,795	0,3625	bio9	54
			bio7	10,5
			alt	8,6
			bio6	8,1
			bio5	8,1

* 10 % = 10 percentile training presence logistic threshold

Hărțile de predicție ale scenariilor de modelare A și B prezintă condițiile de mediu previzionate pentru specia *Pelobates fuscus* și depășesc limitele arealului stabilit de UICN (Agasyan *et al.*, 2009a), cu precădere în interiorul arcului carpatic din România și în Peninsula Balcanică. Selecția particulară a unei set de variabile din scenariul B (bio5, bio6, bio7, bio9, bio11, alt, panta, soluri, globcover) afișează o distribuție extinsă în anumite țări precum Franța, România (**Fig. 4.7**).

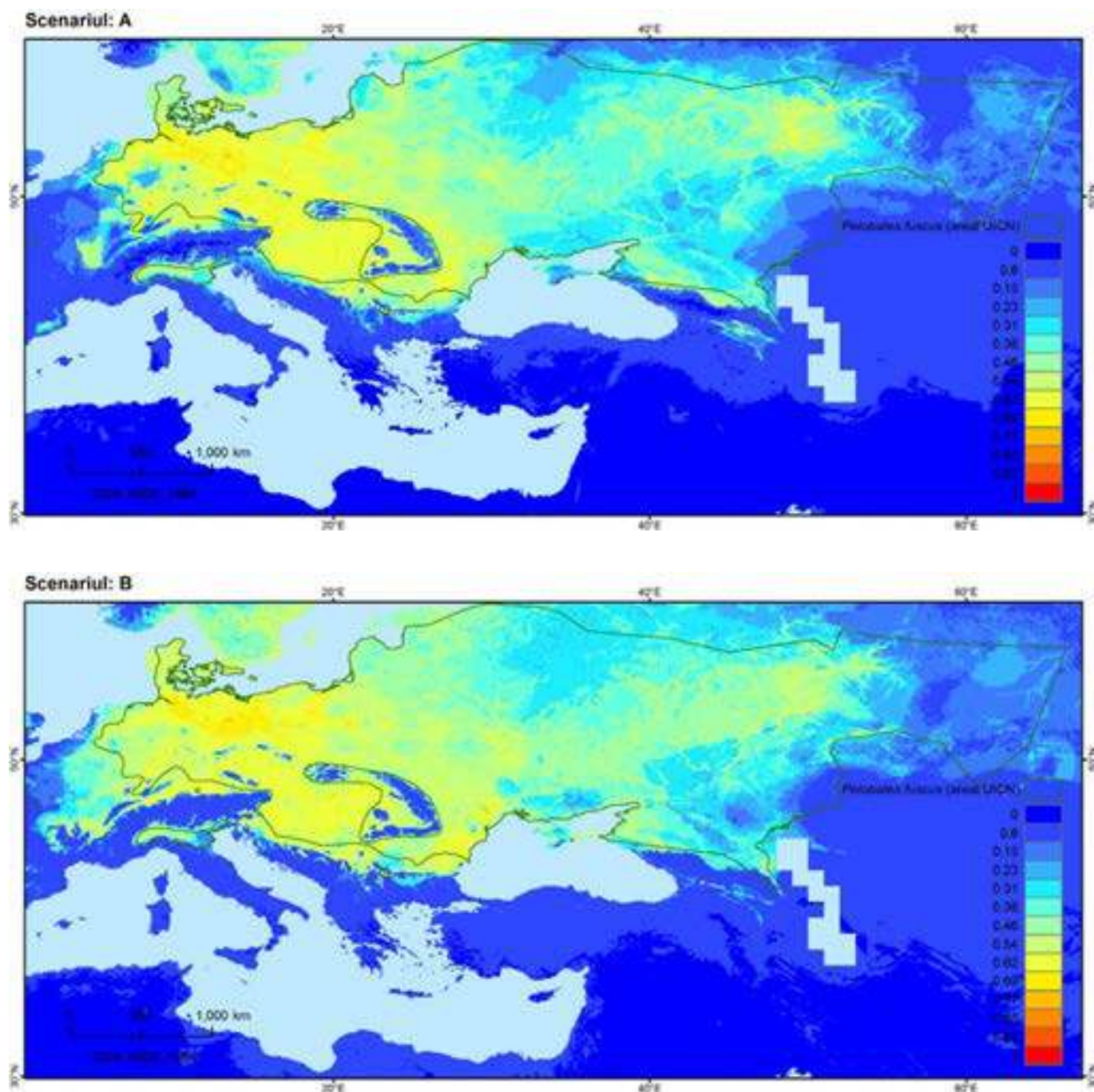


Fig. 4.7 – Scenariile A și B de modelare predictivă în Maxent a speciei *Pelobates fuscus*. Linia verde delimitează arealul speciei conform UICN.

Ținând cont de influența semnalărilor de prezență asupra exagerării modelărilor predictive ale speciei *Pelobates fuscus*, ponderea cea mai mare a habitatelor favorabile a fost dată de scenariul B cu 22,34% unde am folosit o selecție de variabile selectate prin expertiza proprie (Fig. 4.8 – 4.9).

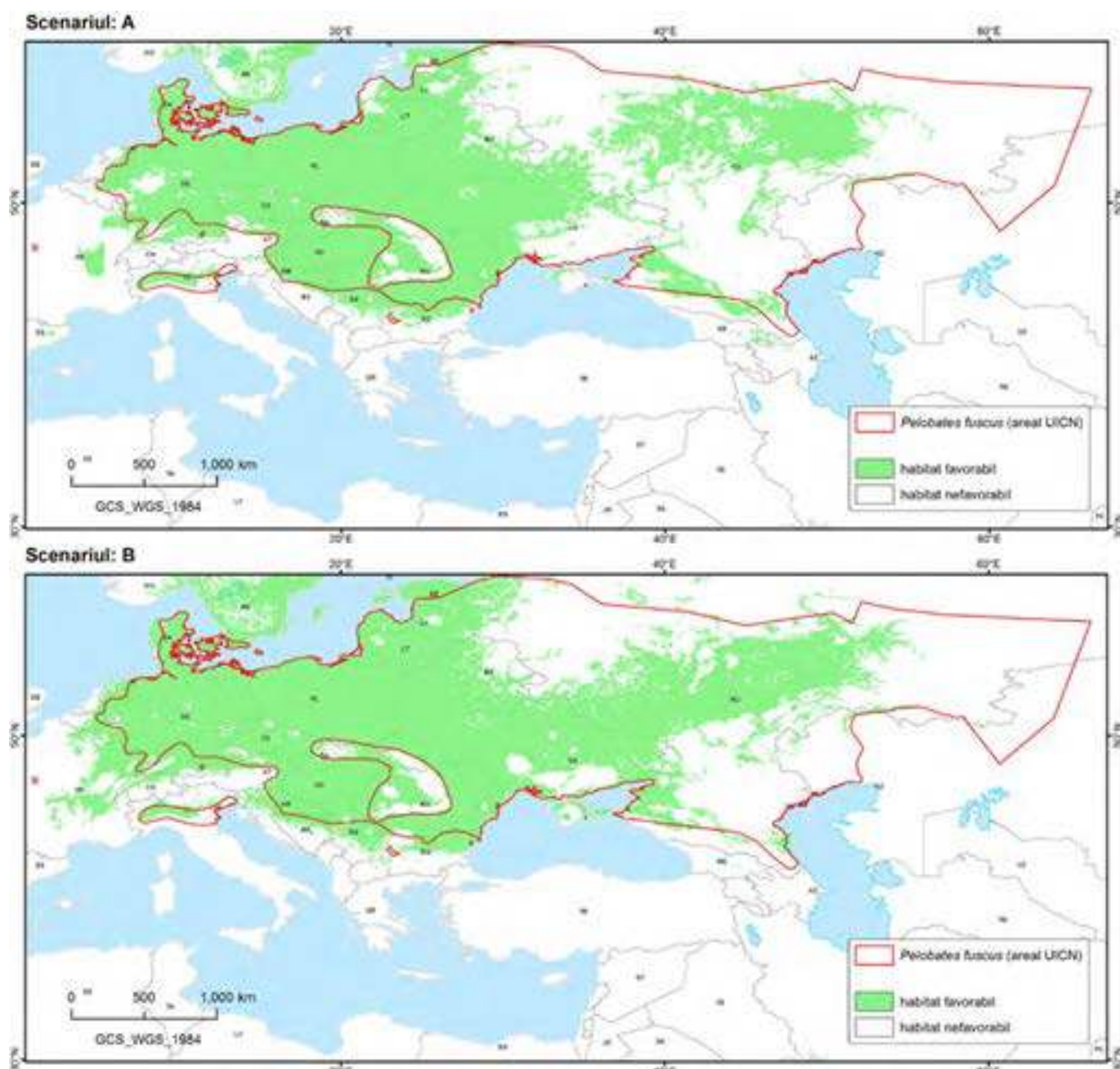


Fig. 4.8 – Habitatele favorabile și nefavorabile pentru specia *Pelobates fuscus*. Linia roșie delimitează arealul speciei conform UICN.

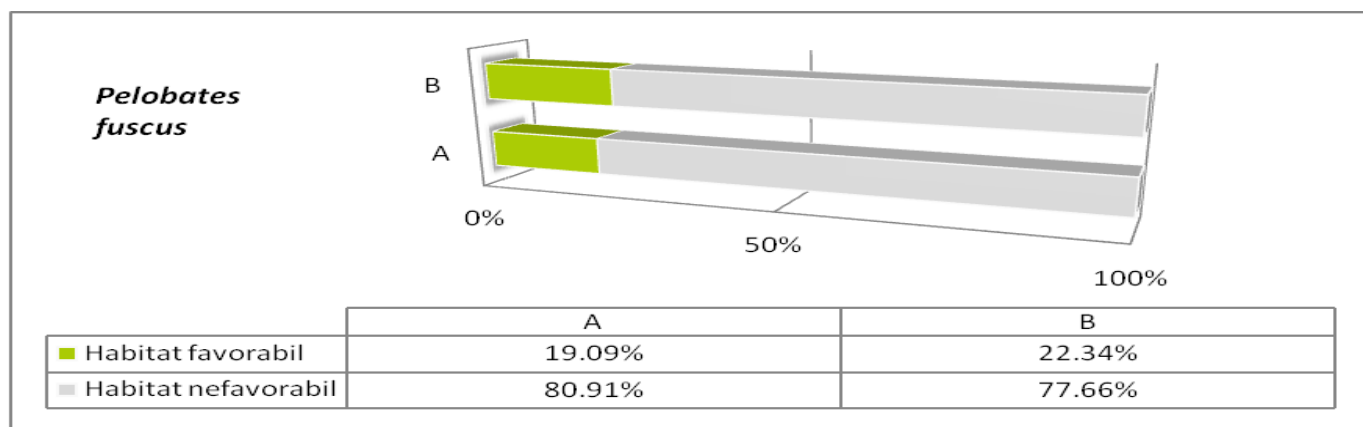


Fig. 4.9 - Ponderea habitatelor favorabile și nefavorabile previzionate de Maxent pentru *Pelobates fuscus*.

**Distribuția potențială a speciei *Pelobates syriacus***

În urma modelării distribuției potențiale a speciei *Pelobates syriacus*, aplicația Maxent a înregistrat în punctele de răspândire a semnalărilor o temperatură medie anuală în intervalul 2,4°C – 21,9°C, temperatura maximă a celei mai calde luni în intervalul 20,2°C – 42,1°C, temperatura minimă a celei mai reci luni în intervalul –13,5°C – 9,2°C, amplitudinea termică anuală (bio7) în intervalul 21,9°C – 43,3°C, cantitatea de precipitații din luna cea mai secetoasă (bio14) în intervalul 0 mm – 53 mm și cantitatea de precipitații din trimestrul cel mai cald (bio18) în intervalul 0 mm – 284 mm.

Predicția cea mai bună a fost dată de modelul A cu valoarea AUC = 0,968 (Area Under Curve), în care a fost folosite un set de variabile bioclimatice selectate în funcție de limitele extreme din punct de vedere climatic care ar afecta supraviețuirea speciei (**Tabelul 4.6**).

Tabelul 4.6 – Rezultatele comparative ale celor 2 scenarii de modelare pentru *Pelobates syriacus*.

Model	AUC	Prag 10 %*	Primele 5 variabile	% contribuție
A	0,969	0,3377	bio7	19
			bio12	14
			bio5	12,7
			bio1	11,8
			bio17	7,3
B	0,960	0,2756	bio7	28,3
			bio5	22,7
			globcover	14,6
			soluri	13
			bio11	10,7

* 10 % = 10 percentile training presence logistic threshold

Hărțile de predicție ale scenariilor de modelare A și B prezintă condițiile de mediu previzionate pentru specia *Pelobates syriacus* și depășesc limitele arealului stabilit de UICN (Agasyan *et al.*, 2009b), cu precădere în Peninsula Balcanică și Turcia. Selecția particulară a unei set de variabile din scenariul B (bio5, bio6, bio7, bio9, bio11, alt, panta, soluri, globcover) afișează o distribuție extinsă în anumite țări precum România, Turcia, Georgia sau Grecia (**Fig. 4.10**).

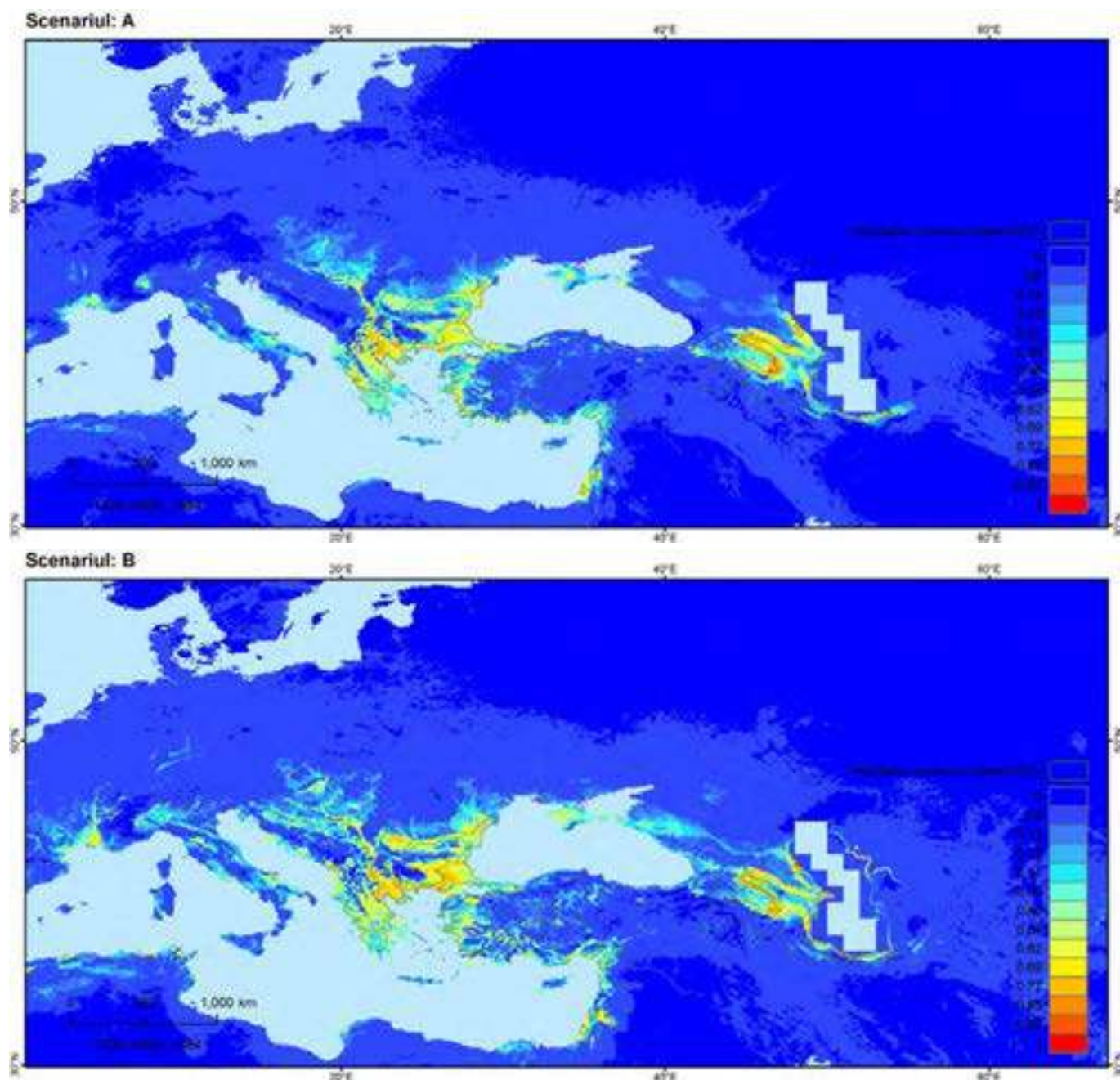


Fig. 4.10 - Scenariile A și B de modelare predictivă în Maxent a speciei *Pelobates syriacus*. Linia verde delimitează arealul speciei conform UICN.

Ținând cont de influența semnalărilor de prezență asupra exagerării modelărilor predictive ale speciei *Pelobates syriacus*, ponderea cea mai mare a habitatelor favorabile a fost dată de scenariul B cu 4,19% unde am folosit o selecție de variabile selectate prin expertiza proprie (Fig. 4.11 – 4.12).

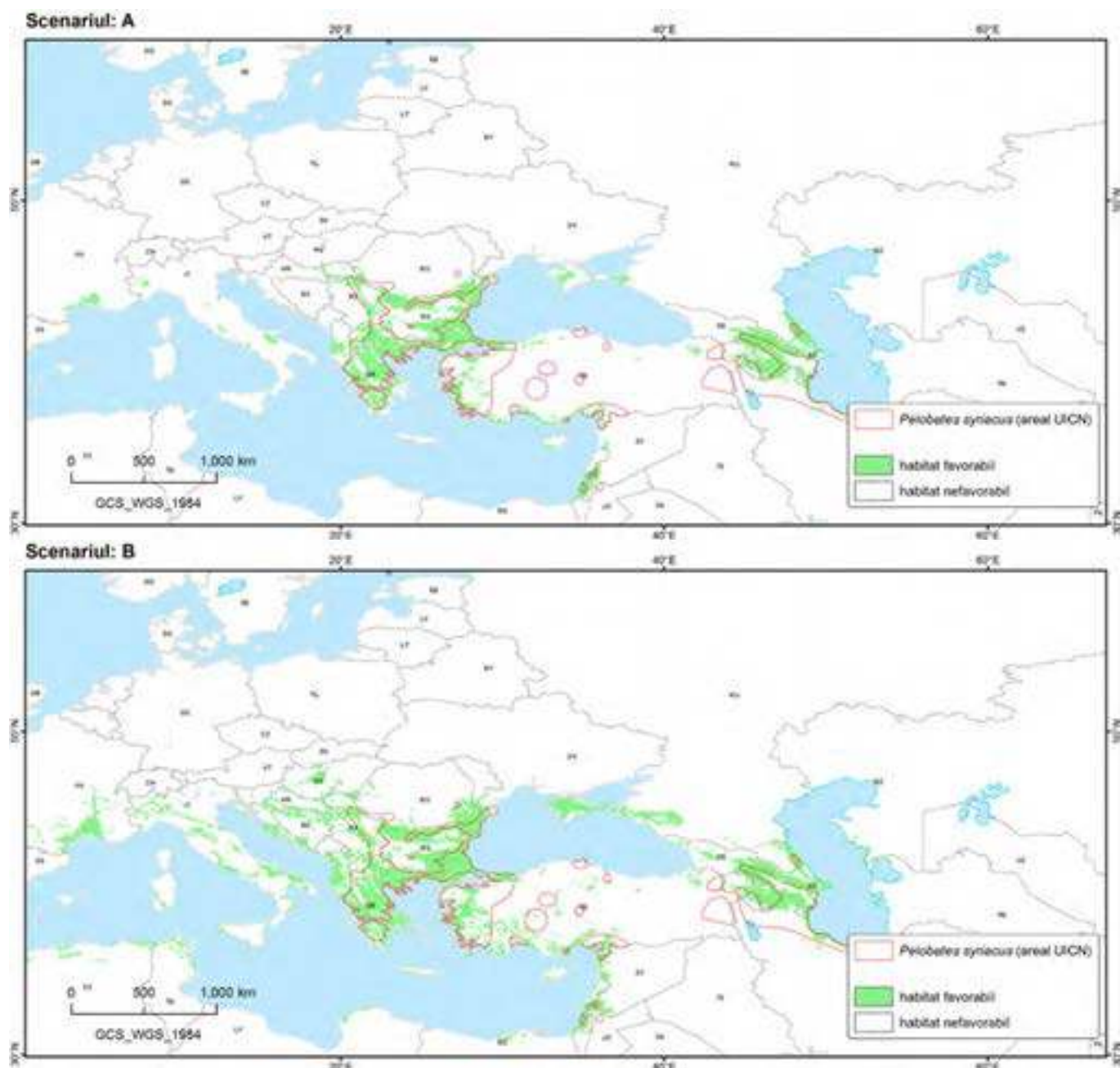


Fig. 4.11 - Habitatele favorabile și nefavorabile pentru specia *Pelobates syriacus*. Linia roșie delimitează arealul speciei conform UICN.

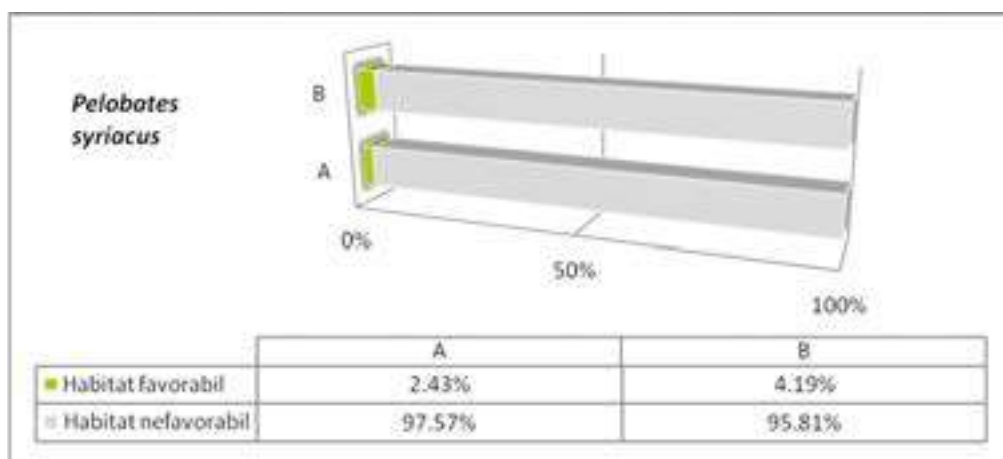


Fig. 4.12 - Ponderea habitatelor favorabile și nefavorabile pentru *Pelobates syriacus*.



4.3. Concluzii

Modelarea distribuției unor specii de reptile și amfibieni

Modelele de predicție ne oferă o imagine aparte asupra distribuției speciilor prin prisma folosirii parametrilor standard și a datelor de rezoluție medie sau mare precum parametri bioclimatici de la Worldclim și modele altitudinale ale terenului cu rezoluții de 90m. Se observă limitarea unora dintre modele, care necesită un aport de date suplimentare mult mai corecte sau o revizuire a celor folosite.

Modele de predicție sunt perfectibile și trebuie calibrate pentru a da rezultate foarte bune. Cu toate acestea, algoritmi precum Maxent ne pot oferi rezultate valoroase care trebuie validate în teren, în același timp repetându-se modelările cu noi date și noi parametri de modelare.

Tehnicile prezentate au o curbă de învățare lungă, dar odată stăpânite pot aduce un management eficient al informației spațiale. Colectarea eficientă și analiza spațială a datelor pentru administrarea distribuției uneia sau a mai multor specii sunt pași necesari și premergători unei modelări predictive cu rezultate cât mai bune. Pe principiul “Garbage in, garbage out”, cu cât sunt mai detaliați și mai corecți parametrii bioclimatici (temperatură, precipitații) sau alți factori abiotici precum altitudinea sau panta, care pot constitui factori limitanți pentru specia studiată, cu atât modelul predictiv este mai bun. Factorii ce mai importanți care au contribuit la modelarea distribuției speciilor au fost variabilele de precipitații și temperatură.

Parametrii bioclimatici oferți de Worldclim la rezoluția de 30 secunde de arc (~ 1km) nu redau cu acuratețe climatul regional din Dobrogea din cauza interpolării datelor din puține stații meteo incluse în rețeaua internațională. Sunt necesare date climatice cu acuratețe mai mare de la agenții naționale precum Administrația Națională de Meteorologie România. De asemenea, acuratețea la orizontală a datelor de distribuție de peste 1 km și extragerea valorilor altitudinale din modelul numeric altimetric al terenului de la SRTM v4.1 introduce erori mari în ce privește distribuția pe verticală a speciilor, astfel încât distribuția potențială este supraestimată.

Necesitatea unor modelări predictive cum este în cazul țestoasei dobrogene sau a celor două specii, *Pelobates fuscus* și *P. syriacus*, vine în ajutorul specialiștilor și managerilor de arii protejate, tocmai din neputința de a acoperi suprafețe întinse pentru cercetare prin metoda observației directe.

Modelarea distribuției spațiale permite de asemenea evaluarea eficienței rețelei actuale de arii protejate și se constituie într-un instrument util pentru desemnarea de noi arii protejate.



Bibliografie selectivă

1. Agasyan, A., Avci, A., Tuniyev, B., Isailovic, J. C., Lymberakis, P., Andrén, C., Cogălniceanu, D., Wilkinson, J., Ananjeva, N., Üzümlü, N., Orlov, N., Podlousky, R., Tuniyev, S., Kaya, U. (2009a) *Pelobates fuscus*. In: IUCN 2013. Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponibil online la <http://www.iucnredlist.org/details/16498/0>. Accesat la 13.02.2013.
2. Agasyan, A., Tuniyev, B., Isailovic, J. C., Lymberakis, P., Andrén, C., Cogălniceanu, D., Wilkinson, J., Ananjeva, N., Üzümlü, N., Orlov, N., Podlousky, R., Tuniyev, S., Kaya, U. (2009b) *Pelobates syriacus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponibil online la <http://www.iucnredlist.org/details/16498/0>. Accesat la 13.02.2013.
3. Anadón, J. D., Giménez, A., Martínez, M., Martínez, J., Pérez, I., Esteve, M. A. (2006a) Factors determining the distribution of the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in south-east Spain: a hierarchical approach. *Ecography* 29 (3): 339-346.
4. Anadón, J. D., Giménez, A., Pérez, I., Martínez, M., Esteve, M. A. (2006b) Habitat selection by the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* in a multisuccessional landscape: Implications for habitat management. *Biodiversity and Conservation* 15 (7): 2287-2299.
5. Beschkov, V. (1961) Beitrag zur zoogeografischen Untersuchung der Herpetofauna in Bulgarien. *Bulletin de l'Institut de Zoologie et Musee* 10: 373-383.
6. Beschkov, V. & Beron, P. (1964) Catalogue et bibliographie des Amphibiens et des Reptiles en Bulgarie. ABS, Sofia, 39 pp.
7. Beschkov, V. (1972) Zwischenartenkontakte und Zusammenleben der Frosche in Bulgarien. *Mitt. zool. Inst. Mus.* 34: 85-95.
8. Beschkov, V. (1984a) On the Distribution, Relative Abundance and Protection of Tortoises in Bulgaria. *Ekology* 14: 14-34.
9. Beschkov, V. (1984b) The Effect of the Balkan Range on the Distribution of the Herpetofauna in Bulgaria. *Acta zool. bulg.* 25: 9-15.
10. Beschkov, V. (1985) Amphibia and Reptilia Red Data Book of the P. R. of Bulgaria, Animals. 2. BAS, Sofia, pp. 32-41.
11. Beyer, H. L. (2004) Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. Disponibil online la <http://www.spatialecology.com>. Accesat la 11.12.2012.
12. Borkin, L. J., Litvinchuk, S. N., Rosanov, J. M. (2003) New data on the distribution of two cryptic forms of the common spadefoot toad (*Pelobates fuscus*) in eastern Europe. *Russian Journal of Herpetology* 10: 115-122.
13. Cogălniceanu, D., Aioanei, F., Bogdan, M. (2000) Amfibienii din România. Determinator. Editura Ars Docendi, București, 99 pp.
14. Cogălniceanu, D., Băncilă, R., Samoilă, C., Hartel, T., Tudor, M. (2007a) The Herpetofauna of the Maramureș Mountains Natural Park. Environment - Natural Sciences - Food Industry (ENSFI) International Conference, Baia Mare, România.
15. Cogălniceanu, D., Tudor, M., Băncilă, R., Plăiașu, R. (2007b) Amfibienii și reptilele din Parcul Național Munții Măcinului (Raport de activitate final pentru herpetofaună). Inventarierea florei și



faunei, descrierea și cartarea habitatelor din Parcul Național Munții Măcinului și evaluarea populațiilor speciilor de interes pentru conservare. Universitatea Ovidius Constanța. Constanța: 1-28.

16. **Cogălniceanu, D., Băncilă, R., Samoilă, C., Hartel, T.** (2008a) The current distribution of herpetofauna in the Maramureș County and the Maramureș Mountains Nature Park, (Maramureș, Romania). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. The Maramureș Mountains Nature Park* 5: 189-200.
17. **Cogălniceanu, D., Samoilă, C., Tudor, M., Skolka, M.** (2008b) Amphibians and reptiles from the Black Sea coast area between Cape Midia and Cape Kaliakra. În M. Făgăraș (Ed.) *Studii comparative privind biodiversitatea habitatelor costiere, impactul antropic și posibilitățile de conservare și restaurare a habitatelor de importanță europeană dintre Capul Midia și Capul Kaliakra*, Constanța, pp. 71-89.
18. **Cogălniceanu, D. & Cogălniceanu, G.-C.** (2010) An enlarged European Union challenges priority settings in conservation. *Biodiversity and Conservation* 19: 1471-1483.
19. **Cogălniceanu, D., Samoilă, C., Tudor, M., Tallowin, O.** (2010) An extremely large spur-thighed tortoise male (*Testudo graeca*) from Măcin Mountains National Park, Romania. *Herpetology Notes* 3: 45-48.
20. **Cogălniceanu, D., Băncilă, R., Plăiașu, R., Samoilă, C., Hartel, T.** (2012) Aquatic habitat use by amphibians with specific reference to *Rana temporaria* at high elevations (Retezat Mountains National Park, Romania). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 48 (04): 355-362.
21. **Cogălniceanu, D., Rozyłowicz, L., Székely, P., Samoilă, C., Tudor, M., Stănescu, F., Székely, D., Iosif, R.** (2013a) Diversity and distribution of reptiles in Romania. *Zookeys* 341: 49-76. DOI: 10.3897/zookeys.341.5502.
22. **Cogălniceanu, D., Székely, P., Samoilă, C., Iosif, R., Tudor, M., Plăiașu, R., Stănescu, F., Rozyłowicz, L.** (2013b) Diversity and distribution of amphibians in Romania. *Zookeys* 296: 35-57. DOI: 10.3897/zookeys.296.4872.
23. **Džukić, G., Beschkov, V., Sidorovska, V., Cogălniceanu, D., Kalezić, M.** (2008) Contemporary chorology of the spadefoot toads (*Pelobates* spp.) in the Balkan Peninsula. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 15: 61-78.
24. **Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., Yates, C. J.** (2011) A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
25. **ESRI** (2009a) An overview of Spatial Analyst. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An_overview_of_Spatial_Analyst.
26. **ESRI** (2009b) ArcGIS Desktop 9.3.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, www.esri.com.
27. **ESRI** (2010) Europe Data and Maps 10. Disponibil online la <http://resources.arcgis.com/content/data-maps/10.0/europe>. Accesat la 10.12.2012.
28. **ESRI** (2012a) Connecting to a Microsoft Access database in ArcGIS. Disponibil online la <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005s00000023000000>. Accesat la 13.01.2013.



29. **ESRI** (2012b) ArcGIS for Desktop Advanced 10.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, www.esri.com.
30. **European Environment Agency** (2009) WISE Large rivers and large lakes. Disponibil online la <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/wise-large-rivers-and-large-lakes>. Accesat la 12.01.2013.
31. **European Environment Agency** (2012) Corine Land Cover 2006 seamless vector data - Version 16 (04/2012). Disponibil online la <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version-2>. Accesat la 12.01.2013.
32. **European Space Agency & Universite Catholique de Louvain** (2010) GlobCover 2009 v2.3 (Global Land Cover Map). Disponibil online la <http://due.esrin.esa.int/globcover/>.
33. **Evans, D.** (2012) Building the European Union's Natura 2000 network. *Nature Conservation* 1: 11-26.
34. **Făgăraș, M., Skolka, M., Anastasiu, P., Cogălniceanu, D., Negrean, G., Bănică, G., Tudor, M., Samoilă, C.** (2008) Biodiversitatea zonei costiere a Dobrogei dintre Capul Midia și Capul Kaliakra. Editura Ex Ponto, Constanța, 451 pp.
35. **FAO-UN** (2007) Digital soil map of the world v3.6. Disponibil online la <http://www.fao.org/geonetwork>.
36. **Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R. H., Haas, A., Haddad, C. F. B., de Sá, R. O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S. C., Raxworthy, C. J., Campbell, J. A., Blotto, B. L., Moler, P., Drewes, R. C., Nussbaum, R. A., Lynch, J. D., Green, D. M., Wheeler, W. C.** (2006) The amphibian tree of life. *B. Am. Mus. Nat. Hist.* 297: 1-370.
37. **Gasc, J. P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailovic, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martínez Rica, J. P., Maurin, H., Oliveira, M. E., Sofianidou, T. S., Veith, M., Zuiderwijk, A.,** Eds. (1997) Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Collection Patrimoines Naturels, 29. Societas Europaea Herpetologica, Muséum National d'Histoire Naturelle & Service du Patrimoine Naturel, Paris, 496 pp.
38. **geo-spatial.org** (2007) România: seturi de date vectoriale generale. Disponibil online la <http://earth.unibuc.ro/download/romania-seturi-vectoriale>. Accesat la 12.10.2012.
39. **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.
40. **Ioja, C. I., Maria, P., Laurențiu, R., Popescu, V. D., Mircea, V., Zotta, M. I., Mihaela, F.** (2010) The efficacy of Romania's protected areas network in conserving biodiversity. *Biological Conservation* 143 (11): 2468-2476.
41. **Jarvis, A., Reuter, H. I., Nelson, A., Guevara, E.** (2008) Hole-filled SRTM for the globe Version 4. Disponibil online la <http://srtm.csi.cgiar.org>.
42. **Kovar, R., Brabec, M., Vita, R., Bocek, R.** (2009) Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia-Reptilia* 30: 367-378.
43. **Lepši, I.** (1926) *Ophisaurus apus* Pall. neu für Rumänien. *Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturw. Hermannstadt. Sibiu* 75-76: 45-48.
44. **Lepši, I.** (1927) Beiträge zur Reptilien fauna der südöstlichen Dobrudscha. *Verh. Mitt. Siebenb. Ver. Naturw. Hermannstadt. Sibiu* 77: 1-24.



45. **Lepși, I.** (1929) Despre fauna Dobrogei. *Revista științifică "V. Adamachi" Iași* 2-3: 1-11.
46. **Miller, M.** (2013) Diversity Calculator. Disponibil online la <http://millermountainllc.com/consulting/diversity.html>. Accesat la 14.03.2013.
47. **Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice** (2013) Limitele rezervațiilor biosferei, parcurilor naționale și parcurilor naturale în format digital. Disponibil online la <http://www.mmediu.ro/beta/domenii/protectia-naturii-2/arii-naturale-protejate/>. Accesat la 11.02.2013.
48. **Mollov, I., Popgeorgiev, G., Naumov, Y. B., Georgiev, D.** (2007) New distributional data about the eastern spadefoot toad (*Pelobates syriacus balcanicus* Karaman, 1928) in Bulgaria. *Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria - Plovdiv, Series B. Natural Sciences and the Humanities, Vol. VIII. "Technics, Technologies, Natural Sciences and Humanities" Session, 26 October 2006*, pp. 132-136.
49. **Naumov, Y. B.** (2005) New records of some herpetofauna species in Bulgaria. *Acta zool. bulg.* 57 (3): 391-396.
50. **Petrov, B.** (2004) The herpetofauna (Amphibia and Reptilia) of the Eastern Rhodopes (Bulgaria and Greece), în P. Beron, A. Popov (Eds) Biodiversity of Bulgaria. 2. Biodiversity of Eastern Rhodopes, Bulgaria and Greece. Pensoft & NMNH, Sofia, pp. 863-879.
51. **Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E.** (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
52. **Plăiașu, R., Băncilă, R., Samoilă, C., Cogălniceanu, D.** (2010) Factors influencing the breeding habitat use by amphibians in the alpine area of the Retezat National Park (Romania). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»* 53: 469-478. DOI: 10.2478/v10191-010-0032-5.
53. **Schäffer, D. A. & Purger, J. J.** (2005) Distribution of Common Spadefoot Toad (*Pelobates fuscus*) in Hungary. *Állattani Közlemények* 90 (1): 25-39.
54. **Skolka, M.** (1999a) Biodiversitatea terestra a Dobrogei – I. *Analele Universității Ovidius Constanța, Seria Biologie-Ecologie* 3: 165-185.
55. **Skolka, M.** (1999b) Biodiversitatea terestra a Dobrogei – II. *Analele Universității Ovidius Constanța, Seria Biologie-Ecologie* 4: 57-93.
56. **Skolka, M.** (2001) Evaluarea biodiversității terestre a Dobrogei (Lepidoptera) – III. *Analele Universității Ovidius Constanța, Seria Biologie-Ecologie* 5: 67-119.
57. **Skolka, M.** (2003) Evaluarea biodiversității terestre a Dobrogei (Homoptera, Heteroptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera) – IV. *Analele Universității Ovidius Constanța, Seria Biologie-Ecologie* 7: 47-120.
58. **Skolka, M., Făgăraș, M., Paraschiv, G.** (2005) Biodiversitatea Dobrogei. Ovidius University Press, Constanța.
59. **Speybroeck, J., W., B., P.A., C.** (2010) A tentative species list of the European Herpetofauna (Amphibia and Reptilia) - an update. *Zootaxa* 2492: 1-27.
60. **Stanciu, N.** (1981) Probleme de ecologie forestieră aplicată. Editura Ceres, București.



61. **Stoev, P.** (2000) On the distribution, biology and ecology of amphibians and reptiles in the Derventski Heights and the Sakar Mountain, South-East Bulgaria. *Historia naturalis bulgarica* 12: 56-69.
62. **Stojanov, A.** (1997) Neue Daten über die syrische Schaufelkröte (*Pelobates syriacus balcanicus* Kar.) in Bulgarien (Amphibia: Anura: Pelobatidae). *Historia naturalis bulgarica* 7: 35-39.
63. **Székely, P., Plăiașu, R., Tudor, M., Cogălniceanu, D.** (2009) The distribution and conservation status of amphibians in Dobrudja. *Turkish Journal of Zoology* 33: 147-156.
64. **Undjian, E.** (2000) Die Lurche und Kriechtiere des Lom tales und des Naturparkes "Russenski Lom" Bezirke Russe und Razgrad Nordostbulgarien. III. Amphibien. IV. Reptilien. NP "Russenski Lom", Russe, 88 pp.
65. **Wall, J.** (2013) ArcMET 10.1.1. Revision 4. Disponibil online la <http://www.movementecology.net/>. Accesat la 10.03.2013.
66. **Warren, D. L., Glor, R. E., Turelli, M.** (2010) ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography* 33: 607-611.
67. **Young, N., Carter, L., Evangelista, P., Jarnevich, C.** (2011) A MaxEnt Model v3.3.3e Tutorial (ArcGIS 10). Disponibil online la http://ibis.colostate.edu/WebContent/WS/ColoradoView/TutorialsDownloads/A_Maxent_Model_v8.pdf. Accesat la 01.07.2013.



Anexa 1. Lucrări științifice ale autorului pe care se bazează această teză

Articol înaintat spre publicare

1. Ruben, I., Papeș, M., Samoilă, C., Cogălniceanu, D. (xxxx). Climate induced shifts in the niche similarity of two related spadefoot toads (genus *Pelobates*). *Journal of Biogeography*.

Articole științifice publicate în reviste cotate ISI

1. Cogălniceanu, D., Szekely, P., **Samoilă, C.**, Ruben, I., Tudor, M., Plăiașu, R., Stănescu, F. și Rozyłowicz, L. (2013). Diversity and distribution of amphibians in Romania. *ZooKeys* 296:35-37. doi.10.3897/zookeys.296.4872
2. Cogălniceanu, D., Rozyłowicz, L., Szekely, P., **Samoilă, C.**, Stănescu, Florina, Tudor, M., Szekely, Diana și Ruben, I. (2013). Diversity and distribution of reptiles in Romania. *ZooKeys* 341:49-76.
3. Băncilă, R., Plăiașu, R., Tudor, M., **Samoilă, C.** și Cogălniceanu, D. (2012). Fluctuating asymmetry in the Eurasian Spur-Thighed Tortoise, *Testudo graeca iberica* Linneaus, 1758 (Testudines: Testudinidae). *Chelonian Conservation and Biology*, 11(2): 234-239.
4. Cogălniceanu, D., Băncilă, R., Plăiașu, R., **Samoilă, C.** și Hartel, T. (2012). Aquatic habitat use by amphibians with specific reference to *Rana temporaria* at high elevations (Retezat Mountains National Park, Romania). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **48**:355-362.
5. Plăiașu, Rodica, Băncilă, Raluca, **Samoilă, C.**, Hartel, T. și Cogălniceanu, D. (2012). Aquatic habitat availability and use by amphibian communities in a rural landscape. *Herpetological Journal*, **22**: 13-21.

Articole științifice publicate în reviste indexate ISI – fără factor de impact

1. Cogălniceanu, D., **Samoilă, C.**, Tudor, M. și Tallowin, O. (2010). An extremely large spur-thighed tortoise male (*Testudo graeca*) from Măcin Mountains National Park, Romania, *Herpetology Notes*, **3**: 45-48.

Articole științifice în reviste cotate CNCSIS B+

1. Plăiașu, Rodica, Băncilă, Raluca, **Samoilă, C.** și Cogălniceanu, D. (2010). Distribution and habitat use by amphibian communities in Retezat National Park. *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, **53**:469-478.
2. Cogălniceanu, D., Băncilă, Raluca, **Samoilă, C.** și Hartel, T. (2008). The current distribution of herpetofauna in the Maramureș County and the Maramureș Mountains Nature Park, (Maramureș, Romania). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research. The Maramureș Mountains Nature Park*, **5**:189-200.



Articole științifice în volumele unor conferințe

1. Cogălniceanu, D., **Samoilă, C.**, Tudor, M. și Skolka, M. (2008). Amphibians and reptiles from the Black Sea coast area between Cape Midia and Cape Kaliakra, în: *Studii comparative privind biodiversitatea habitatelor costiere, impactul antropic și posibilitățile de conservare și restaurare a habitatelor de importanță europeană dintre Capul Midia și Capul Kaliakra*. Făgăraș, M. (edit.). Ex Ponto, Constanța. pp. 71-89.
2. Cogălniceanu, D., Băncilă, Raluca, **Samoilă, C.**, Hartel, T. și Tudor, M. (2007). The Herpetofauna of the Maramureș Mountains Natural Park, *ENSFI Conference Proceedings, Baia Mare, România*, 1:300-305.

Contribuții în capitole de carte:

1. Făgăraș, M., Skolka, M., Anastasiu, P., Cogălniceanu, D., Negrean, G., Bănică, G., Tudor, M. și **Samoilă, C.** (2008). Biodiversitatea zonei costiere a Dobrogei dintre Capul Midia și Capul Kaliakra. Editura Ex Ponto, Constanța, 451pp., ISBN 978-973-644-839-3.

Rezumate publicate la manifestări științifice

1. Iosif, R., **Samoilă, C.**, Papeș, Monica și Cogălniceanu, D. (2013) What limits range overlap of common and Syrian spadefoot toads: climate or competition? Prezentare poster la 17th European Congress of Herpetology and SEH Ordinary General Meeting, Veszprém (Hungary), 22-27 august 2013
2. **Samoilă, C.**, Szekely, P., Cogălniceanu, D. și Rozyłowicz, L. (2011). Modeling the habitat suitability to predict the potential distribution of two amphibian species, the Common Spadefoot (*Pelobates fuscus*) and the Syrian spadefoot (*Pelobates syriacus*) toads in Europe. Prezentare poster la The International Biogeography Society, 5th Biennial Conference, Creta, 7-11 ianuarie 2011.
3. **Samoilă, C.** (2009). Evaluarea distribuției potențiale a unor specii de amfibieni și reptile în Parcul Național Munții Măcinului. Comunicare orală la Sesiunea de comunicări științifice a Facultății de Științe ale Naturii și Științe Agricole – Universitatea Ovidius Constanța.
4. Plăiașu, Rodica, **Samoilă, C.**, Băncilă, Raluca și Cogălniceanu, D. (2008). Amphibian distribution in Retezat National Park and Hateg Geopark (Romania). *Balkan Environmental Association (B.EN.A) International Conference, Management and Sustainable Marine Development (Mamaia)*, Volum de abstracte.