

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**BIODIVERZITÁSI MINTÁZATOK ÉS TERMÉSZETVÉDELMI  
PRIORITÁSOK: ESETTANULMÁNYOK ALBÁNIA  
HERPETOFAUNÁJÁRÓL ÉS EURÓPA ÉDESVÍZI  
BIODIVERZITÁSÁRÓL**

**BIODIVERSITY PATTERNS AND CONSERVATION PRIORITIES:  
CASE STUDIES ON THE HERPETOFAUNA OF ALBANIA AND THE  
FRESHWATER BIODIVERSITY OF EUROPE**

Szabolcs Márton

Témavezető: Dr. Lengyel Szabolcs



DEBRECENI EGYETEM

Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola

Debrecen, 2018

## Bevezetés

A fajok globális illetve egyes földrajzi régiókban megfigyelhető elterjedését és számát meghatározó tényezők több mint száz éve állnak a szupraindividuális biológiai kutatások középpontjában. A globális és regionális biodiverzitási mintázatok feltárására irányuló kutatások száma egyre nő, különösen a fajok felgyorsult ütemű kihalásának, a biodiverzitás-krízis fényében (Brodie 2016).

A fajok elterjedését és számát meghatározó tényezők tanulmányozására számos új kutatási módszer vált elérhetővé a közelmúltban, melyek alkalmazásának alapja, hogy az elszigetelt előfordulási adatokat nagy térbeli léptékű adatbázisokba szervezzük. Ezen adatbázisok azonban térben és időben gyakran hiányosak vagy nem reprezentatívak (Bird et al. 2014, Sillero et al. 2014). Azokat a helyeket például, amelyek természetvédelmi szempontból értékesebbek vagy tájképileg szebbek, illetve közel vannak utakhoz és településekhez általában gyakrabban látogatják a kutatók és ezért jobban feltártak, mint azok a helyek, amelyek nem védettek, leromlott állapotúak vagy az emberi infrastruktúrától távolabb fekszenek (Tulloch et al. 2012).

Ezen hiányosságok miatt a faj-elterjedési modellek és az ezeken alapuló ökológiai és természetvédelmi elemzések eredményessége csökkenhet (Rocchini et al. 2011), például a különböző minőségű elterjedési térképek akár egymásnak ellentmondó eredményekhez vezethetnek (Tsianou et al. 2016). A természetvédelmi tervezésnél az eltérő minőségű adatok alapján végzett elemzés eltérő területeket jelölhet fontosnak, mely az erőfeszítések elvesztegetéséhez vezet (Carvalho et al. 2010).

Munkám általános célja, hogy hozzájáruljon a jelenlegi kutatásokban ritkán vizsgált területek és élőlénycsoportok ökológiai sajátosságainak ismeretéhez és hatékonyabb védelméhez. Disszertációm első két fejezete Albánia kétéltű- és hüllőfaunájára fókuszál. Habár ez az ország része a globális jelentőségű mediterrán biodiverzitási forrópontnak (Myers et al. 2000, Griffithset al. 2004), a fajok elterjedéséről és diverzitási mintázatairól meglévő ismereteink rendkívül hiányosak.

A második két fejezet Európa édesvízi biodiverzitásával foglalkozik. Az édesvízi ökoszisztémák (folyók, tavak, vizes élőhelyek) Földünk felszínének kevesebb mint egy százalékát borítják, mégis az eddig leírt fajok 10%-ának adnak otthont és a Föld legváltozatosabb ökológiai rendszerei közé tartoznak (Strayer and Dudgeon 2010). Ugyanakkor az édesvízi rendszerek a legveszélyeztetettebbek is, mivel védett területeket ritkán hoznak létre kimondottan az édesvízi biodiverzitás védelme érdekében (Abell et al. 2007), ezért védelmük globális és kontinentális léptékben is elhanyagolt.

## Célkitűzések

Disszertációm célja az volt, hogy demonstrálja a konzervációökológiai vizsgálatok többé-kevésbé teljes ívét, mely a fajok megtalálásától és elterjedési adataik nagy térbeli léptékű adatbázisba szervezésétől a biogeográfiai mintázatok tanulmányozásán valamint a mintázatokat magyarázó tényezők elemzésén át a nagy léptékű adatbázisok természetvédelmi célú térbeli prioritizálásra történő felhasználásáig terjed.

Az 1. fejezetben leírt munka célja az volt, hogy ismereteket szerezzünk a fajok elterjedéséről, diverzitási mintázatairól és az ezeket meghatározó tényezőkről egy alig feltárt, de rendkívül fajgazdag ország, Albánia esetében. A vizsgálat konkrét célja volt (i) az Albániában élő kétéltű- és hüllő-fajok teljes listájának elkészítése, (ii) megfigyelésekkel kellően megalapozott, naprakész faj-elterjedési térképek készítése, és (iii) a fajdiverzitási mintázatok elemzése a legfontosabb klimatikus és környezeti tényezők tükrében.

A 2. fejezet ismerteti, hogy hogyan bizonyítottuk az olasz faligyík (*Podarcis siculus*) és a szíriai ásóbéka (*Pelobates syriacus*) előfordulását Albániában. Ennek az a jelentősége, hogy e fajok előfordulása bizonytalan volt korábban az országban, valamint bemutatja, hogy a nagy léptékű adatbázisok, például az 1. fejezetben vizsgált adatbázis milyen elemekből (megfigyelésekből) épül fel.

A 3. fejezetben ismertetett vizsgálat célja az volt, hogy azonosítsuk az édesvízi biodiverzitás számára kulcsfontosságú területeket, az ún. kritikus vízgyűjtőket Európában. Az elemzés édesvízi halak, puhatestűek, szitakötők és növények elterjedési adatai alapján készült és figyelembe vette az egyes fajok veszélyeztetettségét, elterjedésének nagyságát, valamint a vízgyűjtőkben található benszülött (endemikus) fajok arányát.

A 4. fejezetben célunk volt a fenti elemzés kiterjesztése az édesvízi biodiverzitás védelmét megfelelően biztosító magas prioritású területek azonosítása érdekében. Megvizsgáltuk továbbá, hogy hogyan változnak a természetvédelmi prioritások, ha figyelembe vesszük a védett területek jelenlegi hálózatát és hogy hogyan alakul a vízgyűjtők természetvédelmi prioritása és jelenlegi védettség aránya közötti összefüggés Európa különböző részein. Ezen eredmények alapján további cél volt azon értékes, de nem megfelelően védett területek azonosítása, melyek sürgős védelemre szorulnak.

## **Anyag és módszer**

### *1. fejezet – Kétéltűek és hüllők elterjedése és diverzitása Albániában*

Az Albániában található kétéltű- és hüllőfajok elterjedéséről létrehozott adatbázis elkészítéséhez több különböző forrást használtunk. Első lépésben felhasználtuk a kevés szakirodalmi forrásban fellelhető adatokat, majd az online és a múzeumi adatbázisokban elérhető adatokat. Mindezeket kiegészítettük az országban tett több mint 20 expedíciónk során terepen gyűjtött előfordulási adatainkkal, valamint más herpetológus szakemberek adataival.

Az adatok megjelenítéséhez és elemzéséhez a pontszerű előfordulási adatokat 10×10 km-es cellaméretű rácshálón alapuló térinformatikai fedvényekben összegeztük. Albánia területét  $n = 349$  ilyen cella fedte le. A mintavételi erőfeszítés egyenletlenségeit az adatok cellánkénti számában megfigyelhető térbeli autokorreláció mértékével vizsgáltuk a Moran-féle globális I és a Getis Ord  $G_i^*$  indexek alapján. A fajgazdagság jellemzésére Shannon diverzitási indexet illetve fajszámot számoltunk. A fajok jelenlétét/hiányát valamint diverzitását mint függő változókat klimatikus és környezeti változók függvényében modelleztük. A klimatikus tényezők jellemzésére a WorldClim adatbázis (Hijmans et al. 2005) 19 változóját használtuk, melyeket főkomponens analízissel négy változóba redukáltunk. Az élőhelyi sokféleség jellemzésére kiszámítottuk a felszínborítási típusok cellánkénti Shannon diverzitását a CORINE adatbázis alapján (EEA 2007). A topográfiai helyzet és tagoltság jellemzésére a tengerszint feletti magasság cellánkénti átlagát és szórását valamint a cella tengertől való távolságát számítottuk ki. Ezen független változók hatásának vizsgálatára általános lineáris kevert modelleken alapuló modellszelekciós eljárást használtunk.

### *2. fejezet – Egy kétéltű- és egy hüllőfaj jelenlétének bizonyítása Albániában*

A fellelhető irodalom alapján két faj albániai jelenléte nem volt bizonyított. Az olasz faligyík esetében egy bizonytalan megfigyelésről volt adat, míg a szíriai ásóbékát nem észlelték még Albániában, habár a szomszédos országokban a határhoz közel előfordul. E két faj albániai jelenlétének vagy hiányának megerősítése érdekében felkerestük potenciális élőhelyeiket, melyeket a fajok észlelésére alkalmas időpontokban és módszerekkel (vizuális és akusztikus keresés) mértünk fel.

### *3. Fejezet – Kritikus vízgyűjtők az európai édesvízi biodiverzitás megőrzésében*

A munka során az Európai Unió FP7 keretprogramja által támogatott BioFresh kutatási projekt (<http://project.freshwaterbiodiversity.eu>) keretében az európai

folyók és tavak vízgyűjtőinek természetvédelmi prioritizálását végeztük el. A vizsgálatban összesen 1296 édesvízi hal-, puhatestű-, szitakötő- és növényfaj elterjedési adatait használtuk fel, melyeket a projekt keretében a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) bocsátott rendelkezésünkre. A fajok elterjedési adatai a vízgyűjtőterületek globális HydroBASINS adatbázisához (Lehner & Grill 2013) voltak rendelve, mely a vizsgálati területet, az európai kontinenst (kb. 10 millió km<sup>2</sup>) 18 816 vízgyűjtőterületre (tervezési egységre) osztotta.

A védelem szempontjából kritikus vízgyűjtők azonosítását három kritérium egyikének teljesülése alapján végeztük (Holland et al. 2012): (i) a vízgyűjtőben egy vagy több globálisan veszélyeztetett faj található, (ii) a vízgyűjtőben egy vagy több kis elterjedési területű faj található, valamint (iii) a vízgyűjtőben található fajegyüttes gazdag olyan fajokban, amelyek egy adott biogeográfiai régióban endemikusak. A fajok veszélyeztetettségét az IUCN Vörös Listája alapján állapítottuk meg és globálisan veszélyeztetettnek a kritikusan veszélyeztetett (CR), veszélyeztetett (EN) és sebezhető (VU) fajokat tekintettük. A kis elterjedési terület korláta halak és puhatestűek esetén 20 000 km<sup>2</sup>, míg szitakötők és növények esetén 50 000 km<sup>2</sup> volt. Endemikus fajoknak azokat tekintettük, melyek a Természetvédelmi Világalap (WWF) édesvízi ökorégiói közül csak egy régióban fordultak elő.

#### *4. Fejezet – Az édesvízi biodiverzitás védelmének prioritásterületei Európában*

A vizsgálati terület, a tervezési egységek és a veszélyeztetett fajok védettségi céljai megegyeztek a 3. fejezetben használtakkal, az egyedüli különbség az volt, hogy egy nagyobb, 1631 fajból álló adatbázist használtunk és a védettségi célok közé beépítettük a kis elterjedésű fajokra és az endemikus fajokban gazdag közösségekre vonatkozó kritériumokat is. A jelenlegi területi védettség számítására a védett területek globális adatbázisát (World Database of Protected Area, [protectedplanet.net](http://protectedplanet.net)) és az Európai Unió Natura 2000 területekre vonatkozó adatbázisát ([eea.europa.eu](http://eea.europa.eu)) használtuk.

A veszélyeztetett fajokra vonatkozó védettségi célok alapján elvégeztük a vízgyűjtők prioritizálását. A prioritizálásra a MARXAN szisztematikus természetvédelmi tervező programot használtuk (Ball et al. 2009). A MARXAN a védett területek tervezését segíti azáltal, hogy előre megadott védettségi célok alapján iteratív módon kiszámolja és azonosítja a védett területek optimális területi elrendezését, mely a fajok lehető legnagyobb részének biztosít védelmet a lehető legkisebb területi költséggel. A védettségi célokat úgy határoztuk meg, hogy az optimális hálózatba kerüljön bele a CR fajok előfordulásainak 100%-a, az EN fajok előfordulásainak 75%-a, a VU fajok előfordulásainak 50%-a, valamint a kis elterjedésű fajok 25%-a.

A vízgyűjtők prioritizálását négy forгатókönyv szerint végeztük: (i) jelenlegi védettség figyelembe vétele nélkül, (ii) a Natura 2000 területekkel megfelelően védett vízgyűjtőkből kiindulva, (iii) az országosan védett területekkel megfelelően védett vízgyűjtőkből kiindulva, és (iv) a Natura 2000 és az országosan védett területekkel megfelelően védett vízgyűjtőkből kiindulva. Megfelelő védelemnek tekintettük, ha a vízgyűjtő területének legalább 70%-a beletartozott valamelyik védetterület-hálózatba (Allan 2004). Ezt követően megvizsgáltuk, hogy van-e összefüggés a vízgyűjtők természetvédelmi prioritása és a területének védelemben részesülő aránya között háromféle módszerrel. Végül pedig annak érdekében, hogy azonosítsuk azokat a vízgyűjtőket, melyek sürgős védelemre szorulnak, elvégeztük a prioritizálást úgy is, hogy a megfelelően (>70%) védett területeket kizártuk az elemzésből három forгатókönyv szerint: (i) Natura 2000 területekkel megfelelő szinten védett vízgyűjtők kizárva, (ii) országosan megfelelően védett vízgyűjtők kizárva, végül (iii) akár a Natura 2000 rendszerben, akár országos szinten megfelelően védett vízgyűjtők kizárva.

## Eredmények

### 1. Fejezet

A kételtűek Albániában megtalálható 16 fajáról összesen 1097 előfordulási adatot gyűjtöttünk, melynek mintegy felét (50,6%-át) újonnan közöltük. Az előfordulási adatok fajonkénti száma három (*P. syriacus*) és 339 (*Pelophylax* spp. zöld békák) között változott. A Moran-féle I index szerint az adatok eloszlása térben koncentrált volt, míg a Getis Ord  $G_i^*$  index szerint több mintavételi forrápont volt, általában jól megközelíthető természeti örökségi területek (pl. nemzeti parkok) közelében. Az átlagos cellánkénti fajszám 1,8 volt, a maximum pedig tíz. Magas fajszámú cellák a Prokletije-, a Lura- és a Korab-hegységekben, az Ohrid-tó és a Preszpa-tó közelében, a Grammos- és Çikës-hegységekben valamint Vlorë közelében a tengerparton voltak. A legtöbb kételtűfaj széles tengerszint feletti magassági skálán fordult elő 1500 m magasságig, e határ felett csak néhány magashegyi faj fordult elő. A GLMM-alapú modellszelekció eredményei alapján a kételtűfajok jelenlétére és diverzitására a felszínborítás változatossága szignifikáns pozitív, továbbá jelenlétére a csapadék szignifikáns negatív hatással volt.

A hüllők közül 40 fajról összesen 3731 előfordulási adatot gyűjtöttünk, melynek 23,7%-a volt újonnan közölt adat. Legkevesebb ( $n = 1$ ) előfordulási adat egy fajnál, a fali gekkónál (*Tarentola mauritanica*) volt, a legtöbb ( $n = 379$ ) a görög teknősnél (*Testudo hermanni*). A cellánkénti fajszám átlaga 7,0, maximuma 26 volt. A legnagyobb fajszámú cellák az Adriai- és a Jón-tenger partvidékén voltak az ország nyugati részén, míg a

középső és keleti cellák kisebb fajszámot mutattak. A Moran-féle I index szintén az adatok térbeli koncentrátságát mutatta, míg a Getis Ord  $G_i^*$  index a Prokletije- és a Pindosz-hegységet valamint a tengerpart mellékét azonosította mintavételi forrópontként. A legtöbb faj 1000 méter alatt fordult elő, a kevés magashegyi faj elterjedése jellemzően 1500 m felett kezdődött. A GLMM-alapú modellszelekció alapján a hullőfajok jelenlétének és diverzitásának legfontosabb prediktorai a tengerszint feletti magasság változatossága és a felszínborítás változatossága voltak, melyek hatása pozitív volt. A fajok jelenlétét továbbá szignifikánsan pozitívan befolyásolta a csapadék változatossága és negatívan a hőmérséklet.

## *2. Fejezet*

A két bizonytalan előfordulású faj közül a római gyík jelenlétét sikeresen igazoltuk az észak-albániai Velipojë településen városi környezetben 2015-ben. Ugyancsak ebben az évben elsőként észleltük a szíriai ásóbéka példányait Albánia határain belül a Preszpa-tó partján, Kallamas (újabbán Tuminec) település közelében.

## *3. Fejezet*

A kipu-sztulással közvetlenül fenyegetett (IUCN szerint CR, EN vagy VU státuszú) vagy kis elterjedésű fajok illetve endemikus fajokban gazdag közösségek előfordulása alapján 8423 vízgyűjtő minősült kritikus vízgyűjtőnek. Ez azt jelenti, hogy Európa összes vízgyűjtőjének 45%-a kritikus helyzetű. A három kritérium valamelyike alapján 766 faj volt kritikus vízgyűjtőket „jelölő” faj. Ezen jelölő-fajok maximum száma 69 volt, a nyugat-balkáni Ohrid-tó vízgyűjtőterületén. A prioritizálás eredményei alapján a legtöbb magas prioritású vízgyűjtő Dél-Európa mediterrán félszigetein található, ezek közül is kiemelkedik a Balkán-félsziget. Ezeken túl a nagy folyók (főként Duna és Volga) menti vízgyűjtők bizonyultak magas prioritásúnak.

## *4. Fejezet*

Abban az esetben, amikor a vízgyűjtők védettségét nem vettük figyelembe a legnagyobb prioritású vízgyűjtők Dél-Európában (Dél-Spanyolország; Dél-Franciaország; Nyugat-, Dél- és Kelet-Balkán), jelentős folyók mentén (Felső- és Alsó-Duna, Alsó-Don, Dnyeszter, Volga) valamint északi tavak mentén (pl. Ladoga-tó, északnyugat-angliai Tóvidék) voltak. Amikor a Natura 2000 területekkel megfelelően védett vízgyűjtőket figyelembe vettük, nőtt a prioritásértéke az Észak- és Közép-Európában valamint helyenként a Dél-Európában levő vízgyűjtőknek. Amikor az országos védett területekkel megfelelően védett vízgyűjtőket vettük figyelembe, nőtt a vízgyűjtők

prioritásértéke Észak-Oroszországban, Izlandon és Norvégiában (ezekben az országokban nincs Natura 2000 hálózat). A prioritási értékek leginkább kiegyensúlyozott eloszlását akkor kaptuk, amikor a vízgyűjtők védettségét a Natura 2000 és az országos védett területek együttes figyelembe vételével számítottuk.

A vízgyűjtőterületek védettsége és prioritási értékei között gyenge pozitív kapcsolat mutatkozott. Általánosságban a három módszer alapján a prioritási értékek megfeleltek a védettségi aránynak Nyugat- és Közép-Európában, míg Észak-Európában a védettség a prioritáshoz képest sokszor aránytalanul magas volt. Kelet- és Délkelet-Európában, különösen a Balkán-félszigeten viszont számos olyan magas prioritású vízgyűjtő található, ahol egyáltalán nincs területi védelem.

## **Diszkusszió**

Disszertációm fő eredményei az alábbiak: Albánia kételtű és hulló fajainak elterjedéséről szóló adatbázis valamint új ismeretek a faji diverzitás mintázatairól és az ezeket befolyásoló tényezőkről (1. fejezet), egy hullófaj albániai előfordulásának megerősítése, valamint egy kételtűfaj kimutatása az ország területéről (2. fejezet), az európai édesvízi biodiverzitás megőrzése szempontjából kritikus területek azonosítása (3. fejezet), valamint az európai édesvízi biodiverzitás védelmének területi prioritásai és a jelenlegi védett területek közötti kapcsolat részletes elemzése (4. fejezet).

Az első két fejezet szemlélteti, hogy hogyan hozható létre térbeli adatbázis különböző információforrásokból kiválasztott élőlénycsoportok előfordulásai alapján egy ország korábban nem vagy ritkán vizsgált területein. A folyamat lépései mintaként szolgálhatnak a fajok elterjedésével kapcsolatos adatgyűjtés, feldolgozás és elemzés lépéseihez más, Albániához hasonlóan ritkán vizsgált országok esetén. A közelmúltban jelent meg Albánia edényes növényfajainak atlasza (Barina 2017), ezen kívül azonban jelenleg nincs átfogó monografikus mű más élőlénycsoportok esetében. Remélhetőleg ezen és más munkák elősegítik majd további, a fajok elterjedéséről és diverzitási mintázatairól szóló összefoglaló munkák elkészülését Albánia és a Balkán-félsziget más országainak esetében, melyek különleges fajok és élőhelyek sokaságának adnak otthont.

Az 1. fejezet eredményei alapján az Albániában előforduló kételtűek és hullók jelenlétére és diverzitására a felszínborítás változatossága hatott a legnagyobb mértékben és e hatás pozitív volt, eredményeim így bizonyítják, hogy az élőhelyi sokféleség alapvetően meghatározza e fajok elterjedését. A felszínborításon túl azonban más tényezők bizonyultak fontosnak a két csoport esetén. Kételtűeknél a csapadék, míg hullóknél a hőmérséklet volt lényeges, és hatásuk meglepő módon negatív volt. Ez azt mutatja, hogy a diverzitási



mintázatokat befolyásoló tényezők különbözhetnek a kétéltűek és a hullók esetén, mely magyarázhatja azt, hogy a lokális diverzitási források különböző helyeken voltak az országon belül a két élőlénycsoport esetében. Ezen eredmények ezért alapvető jelentőségűek a jövőbeli természetvédelmi intézkedések tervezésénél.

A 3. és 4. fejezet eredményei kiemelik a Balkán-félsziget, a nagy közép- és kelet-európai folyók és az észak-európai tavak fontosságát az európai édesvízi biodiverzitás védelmében. Ugyanakkor rámutatnak arra is, hogy számos fontos vízgyűjtőterület nincs megfelelően lefedve védett területekkel. A Natura 2000 hálózattól kiinduló prioritizálás során az előre meghatározott védettségi célok a fajok nagyobb részére teljesült, mint az országosan védett területekből kiinduló prioritizálás esetén. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a Natura 2000 hálózat valamivel jobb lefedettséget biztosít a prioritás-fajoknak. Ez azzal magyarázható, hogy a Natura 2000 hálózatot széles nemzetközi egyeztetés alapján úgy alakították ki, hogy megfelelően védje a közösségi jelentőségű fajokat és élőhelyeket (Gruber et al. 2012). A Natura 2000 hálózat ugyancsak megfelelő védelmet biztosít az európai kétéltűek számára, mivel e csoport Délnyugat-Európában a legfajgazdagabb, ahol minden országban van Natura 2000 hálózat (Thuiller et al. 2015). Ezzel ellentétben több szárazföldi gerinces élőlénycsoport (főként pikkelyes hullók és emlősök) védelme kevésbé megoldott, mivel ezek fajgazdagsági centruma Délkelet-Európában van, ahol kevés az Európai Unió ország és így Natura 2000 terület. Az édesvízi biodiverzitás védelmi szükségleteivel kapcsolatos eredményeim megerősítik ezt a mintázatot és rámutatnak a területi védettség súlyos hiányosságaira a Balkán-félszigeten. Eredményeimnek ezért remélhetőleg gyakorlati jelentősége lesz a Nyugat-Balkánon és a Dinári karsztvidéken, ahol a Natura 2000 hálózat tervezés alatt áll az Európai Unióhoz csatlakozni kívánó országokban.

A 3. és 4. fejezet eredményei egyértelműen alátámasztják a Balkán-félsziget, kiemelten pedig a Dinári-hegység páratlan jelentőségét az európai édesvízi biodiverzitás védelme szempontjából. Ez azért is különösen fontos, mert a Szlovéniától Albániáig terjedő régióban jelenleg számos vízerőmű építése zajlik vagy áll tervezés alatt (Zarfl et al. 2015). A duzzasztóművek megváltoztatják a vízhozamot, fragmentálják a folyóvízi élőhelyeket és átformálják a tájat (Anderson et al. 2018). A vízlépcsők építésének várhatóan erősen negatív hatása lesz az élővilágra, mivel általuk egyes folyószakaszok állóvizekké alakulnak, mely az ott élő, általában kis elterjedési területű, a gyors folyású és oxigéndús vizekhez adaptálódott fajok eltűnéséhez vezet (Graf et al. 2018). Ezen okok miatt sürgősen fontos, hogy felhívjuk a figyelmet erre a térségre, amely számos, európai jelentőségű bennszülött

fajnak és egyedi fajegyüttesnek ad otthont, melyek veszélyeztettsége jelentősen nőni fog a közeljövőben.

## **Új tudományos eredmények**

1. Igazoltam egy-egy, azelőtt bizonytalan előfordulású kétéltű illetve hüllőfaj jelenlétét Albánia területén. Több mint 20 expedíció során számos kétéltű- és hüllőfajról gyűjtöttem elterjedési adatokat Albániában.

2. Létrehoztam és irodalmi, múzeumi, online valamint saját terepi adatokkal töltöttem fel Albánia kétéltű- és hüllőfajainak térbeli elterjedési adatbázisát. Elkészítettem a 16 kétéltű és 40 hüllőfaj aktualizált elterjedési térképeit.

3. Az elterjedési adatbázis alapján elemeztem a kétéltű- és hüllőfajok diverzitási mintázatait, azonosítottam a nem vagy kevésbé feltárt területeket, valamint vizsgáltam a fajok előfordulását és diverzitását befolyásoló klimatikus és élőhelyi hatásokat Albániában.

4. Kimutattam, hogy a kétéltűfajok előfordulását a felszínborítás változatossága erősen pozitívan, a csapadék mennyisége pedig gyengén negatívan, míg diverzitását a felszínborítás változatossága pozitívan befolyásolta. A hüllőfajok előfordulását pozitívan befolyásolta a felszínborítás változatossága, a tengerszint feletti magasság változatossága és a csapadék változatossága, valamint negatívan a hőmérséklet, míg a fajok diverzitását a felszínborítás változatossága és a tengerszint feletti magasság változatossága pozitívan befolyásolta.

5. Az európai vízgyűjtőterületek természetvédelmi prioritizálásával azonosítottam az édesvízi biodiverzitás védelme szempontjából legfontosabb területeket Európában. A magas védelmi prioritású vízgyűjtők Dél-Európa mediterrán félszigetein, de különösen a Balkán-félszigeten, a nagy folyók (Duna, Volga) középső és alsó szakaszain valamint Észak-Európa egyes tavain találhatóak.

6. Igazoltam, hogy az európai és az országos védettség figyelembe vétele befolyásolja a természetvédelmi prioritások értékeinek alakulását Európában. A prioritási értékek és a védettség arányának vizsgálatával kimutattam az északnyugat-európai vízgyűjtők értékességhez képest magas védettségét valamint a dél-európai területek, főként a Balkán-félsziget magas prioritású területein a védettség súlyos hiányosságait.

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Lengyel Szabolcsnak, aki egyetemista korom óta segít céljaim elérésében és lehetővé tette számomra a részvételt a doktori programban. Köszönettel tartozom Mizsei Edvárdnak, akivel együtt indítottuk az albániai herpetofaunisztikai projektet és akivel szorosán együtt dolgoztam az elmúlt években. Köszönöm társzerzőimnek, akikkel együtt dolgoztam azokon a cikkeken, amik doktori disszertációm alapját képezik. Munkámat az alábbi források finanszírozták: Balassi Intézet, Campus Hungary Program (B2/1CS/11521, B2/1CS/19196), Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (K106133, GINOP 2.3.3-15-2016-00019), a Societas Europaea Herpetologica társaság “Grant in Herpetology” (M&D 2015) pályázata és a BioFresh kutatási projekt (Biodiversity of Freshwater Ecosystems: Status, Trends, Pressures, and Conservation Priorities, FP7-ENV-2008, 226874).

## **Introduction**

Factors determining the distribution and number of species globally and in geographic regions have been in the focus of unabated interest in supraindividual biology for more than a hundred years. The number of studies aiming to explore global and regional patterns in biodiversity has been increasing particularly in the light of the current biodiversity crisis, one of the greatest challenges of our time (Brodie 2016).

A number of new research methods have become available recently for the analysis of patterns in the distribution and number of species and the factors determining these patterns. These methods rely on extensive databases organized from occurrence records of many species over large spatial scales. However, such databases often contain gaps or biases in space and time (Bird et al. 2014, Sillero et al. 2014). For example, areas with large conservation or aesthetic value, and proximity to roads and towns are more frequently surveyed than remote places or areas with a degree of degradation (Tulloch et al. 2012).

These deficiencies can lead to biases in species distribution modelling and differences in model performance in ecological analyses (Rocchini et al. 2011), for example, differences in the quality of species range maps can lead to contradicting results (Tsianou et al. 2016). The optimal outcome of spatial conservation planning can also vary based on the different quality of data, which can lead to a waste of efforts (Carvalho et al. 2010).

The general aim of my work is to contribute to the knowledge of the ecological properties of rarely studied areas and taxonomic groups and to their more efficient conservation. Chapters 1 and 2 of my dissertation focus on the amphibian and reptile fauna of Albania. Although this country is part of the globally important Mediterranean basin biodiversity hotspot (Myers et al. 2000, Griffiths et al. 2004), knowledge on the distribution of its species and diversity patterns is extraordinarily scarce.

Chapters 3 and 4 focus on the freshwater biodiversity of Europe. Freshwater ecosystems (rivers, lakes, wetlands) cover less than one percent of the Earth's surface and yet they host 10% of the species described so far and belong to the most diverse ecosystems in the world (Strayer and Dudgeon 2010). However, freshwater ecosystems are also among the most threatened ones because protected areas are rarely designated directly for the purpose of conserving freshwater biodiversity (Abell et al. 2007), therefore, their protection is neglected both globally and continentally.

## **Aims of the study**

The aim of my dissertation was to demonstrate of an of studies in conservation ecology, ranging from the discovery of species occurrences and the organizing of species occurrence records into large-scale spatial databases, through the study of biogeographic patterns and analysis of factors responsible for these patterns, to the application of large-scale databases in the spatial prioritization of conservation effort.

The aim of the work described in Chapter 1 was to obtain information on the occurrence, distribution and diversity patterns of species and the factors influencing these patterns in Albania, a hardly explored but extraordinarily species-rich country. The concrete aims of the study were (i) to compile a complete checklist of the amphibian and reptile species of Albania, (ii) to prepare up-to-date range maps well supported by observations, and (iii) to analyze patterns in species diversity in the light of the most important climatic and environmental factors.

Chapter 2 describes how we confirmed the occurrence of the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) and the Syrian spadefoot toad (*Pelobates syriacus*) in Albania. This is significant because the occurrence of these species in the country had not been confirmed before and because it demonstrates what elements (observations) make up the large-scale databases, such as the one studied in Chapter 1.

The aim of the study described in Chapter 3 was to identify critical catchments, i.e., areas of key importance for the conservation of freshwater biodiversity in Europe. The analysis was based on distribution data on freshwater fish, mollusc, dragonfly and plant species and considered the threat status and range size of species, and the proportion of endemic species in the catchments.

In Chapter 4, my aim was to extend the analysis in Chapter 3 to identify areas that have high priority for appropriately ensuring the conservation of freshwater biodiversity. We also studied how these priorities change if we consider the currently protected areas and how the relationship between conservation priority and the current proportion of protection of catchments varies in different areas of Europe. A further aim based on these results was to identify high-priority areas that are not protected appropriately and which are in urgent need of conservation.

## **Materials and methods**

### *Chapter 1 – Distribution and diversity of amphibians and reptiles in Albania*

We used different sources of information to establish and populate the database on the distribution of amphibian and reptile species in Albania. As a

first step, we used data available in the few literature sources and then the data available in online and museum databases. These datasets were supplemented by species occurrence data that we collected in the field in more than 20 expeditions to the country and by data from other herpetologist experts.

For the visualization and analysis of data, we aggregated point records in GIS shapefiles based on a grid of 10×10-km cells, of which n = 349 cells covered the territory of Albania. We examined the unevenness in sampling effort by the spatial autocorrelation in the number of records per cell as measured by Moran's global I and the Getis-Ord  $G_i^*$  indices. We characterized species diversity by species number and the Shannon diversity index. To identify factors influencing the presence/absence and diversity of species as dependent variables, we modelled the effects of several climatic and environmental variables. We characterized climatic factors by 19 climatic variables of the WorldClim database (Hijmans et al. 2005), which were reduced into four variables by principal component analysis. To estimate habitat diversity, we used the Shannon diversity of land cover types in every cell based on the CORINE database (EEA 2007). We characterized topographic position and variability by taking the mean and standard deviation of elevation above sea level and the distance from the sea in every cell. To evaluate the effects of these independent variables, we used a model selection approach based on generalized linear mixed models.

### *Chapter 2 – Confirmation of the presence of a new amphibian and a new reptile species in Albania*

The occurrence of two species in Albania was uncertain based on the available literature. For the Italian wall lizard, only one ambiguous record was published, whereas the Syrian spadefoot toad had not been observed before in Albania, although it was known to occur close to the border in neighbouring countries. To confirm the presence or absence of these species in Albania, we visited their potential habitats, which we surveyed by suitable detection methods (visual and acoustic searching) in appropriate times of the day.

### *Chapter 3 – Critical catchments for freshwater biodiversity conservation in Europe*

In this work, we carried out a conservation prioritization of the river and lake catchments of Europe in the frame of the BioFresh research project (<http://project.freshwaterbiodiversity.eu>) supported by the FP7 framework programme of the European Union. In this study, we used distribution data on 1296 species of freshwater fish, mollusc, dragonfly and plant, which were made available to us by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) within the BioFresh project. Distribution data of species were mapped

to the global HydroBASINS catchment database (Lehner & Grill 2013), which divided the study area of continental Europe (c. 10 million km<sup>2</sup>) into 18,816 catchments (planning units).

We identified critical catchments based on their fulfilment of either of three criteria (Holland et al. 2012): (i) the catchment holds one or more globally threatened species, (ii) the catchment holds one or more species with restricted range, and (iii) the catchment holds a species assemblage rich in species endemic to one biogeographic region. The threat status of species was inferred from the IUCN Red List and we considered critically endangered (CR), endangered (EN) and vulnerable (VU) species as globally threatened. The threshold for restricted range was 20,000 km<sup>2</sup> for fishes and molluscs, and 50,000 km<sup>2</sup> for dragonflies and plants (Holland et al. 2012). Endemic species were defined as species occurring in only one of the freshwater ecoregions of the world delimited by the World Wildlife Fund (WWF).

#### *Chapter 4 – Priority areas for the conservation of freshwater biodiversity in Europe*

The study area, the planning units and the protection targets for threatened species were identical to those used in Chapter 3, the only difference was that we used a larger database (n = 1631 species) and we incorporated criteria related to non-threatened species with restricted ranges and communities rich in endemic species into the prioritization. To consider the current areal protection, we used the global database of protected areas (World Database of Protected Areas) and the database of Natura 2000 areas of the European Union (eea.europa.eu).

We carried out a prioritization of catchments based on protection targets set for globally threatened species. We used MARXAN, a software developed for systematic conservation planning (Ball et al. 2009). MARXAN has been developed to aid decision-making related to the planning of protected areas by iteratively calculating and identifying an optimal spatial arrangement of protected areas based on pre-defined targets, which arrangement secures spatial protection for as many species as possible at the lowest possible cost. We pre-defined species protection targets so that the optimal network should extend to cover 100% of the occurrences of CR species, 75% of the occurrences of EN species, 50% of the occurrences of VU species, and 25% of the occurrences of range-restricted species.

We prioritized catchments in four scenarios: (i) without considering current protection, (ii) by starting from catchments adequately protected by Natura 2000 areas, (iii) by starting from catchments adequately protected by national protected areas, and (iv) by starting from catchments adequately protected by the Natura 2000 and national protected areas combined. We

considered adequate protection if protected areas covered at least 70% of the total catchment area (Allan 2004). We then examined the relationship between the conservation priority of catchments and the proportion of the catchments covered by protected areas in three ways. Finally, to identify catchments that are in urgent need of protection, we carried out the prioritization in three scenarios by starting the prioritization with the exclusion of the catchments adequately protected (i) by the Natura 2000 network, (ii) by the national protected areas, and (iii) by the two networks combined.

## Results

### *Chapter 1*

We collected a total of 1097 occurrence records of the 16 species of amphibian found in Albania, and more than half of the records (50.6%) are published here for the first time. The number of records per species varied between 3 (*P. syriacus*) and 339 (green frogs *Pelophylax* spp.). Moran's I index showed that overall sampling effort was spatially aggregated and the Getis Ord  $G_i^*$  index revealed sampling hotspots in natural heritage sites with good accessibility but showed no sampling coldspots. The mean number of species per cell was 1.8, and the maximum was 10. Cells with high numbers of amphibian species were in the Prokletije, Lura and Korab mountains, in the vicinity of Ohrid and Prespa Lakes, in Grammos and Çikës mountains and coastal regions near Vlorë. Most of the amphibian species had large altitudinal ranges up to 1500 m above sea level, and only a few mountain-dwelling species occurred above 1500 m. GLMM-based model selection showed that the presence and diversity of amphibians were influenced positively by land cover diversity, whereas presence was negatively influenced by precipitation.

We collected 3731 records of occurrences for 40 species of reptiles in Albania, of which 23.7% were newly published data. The number of records per species ranged from one (Moorish gecko, *Tarentola mauritanica*) to 379 (Hermann's tortoise, *Testudo hermanni*). The mean number of species per cell was 7.0, and the maximum was 26. Cells with the highest number of species were along the coast of the Adriatic and Ionian seas, while cells in central and eastern Albania had lower numbers of species. Moran's I index showed that overall sampling effort was spatially aggregated, while the Getis Ord  $G_i^*$  index revealed the Prokletije and Pindos mountains and the Adriatic and Ionian coast as sampling hotspots and showed no sampling coldspots. Most of the species were recorded below 1000 m a.s.l., whereas the range of a few mountain species started at 1500 m. GLMM-based model selection showed that the most important predictors of the presence and diversity of reptile species were altitude and land cover diversity, which had positive effects on



presence and diversity. In addition, the presence of species was positively influenced by precipitation variability and negatively by temperature.

### *Chapter 2*

Of the two species with unconfirmed occurrence in Albania, we successfully verified the occurrence of the Italian wall lizard in an urban environment near Velipojë in northern Albania in 2015. Also in 2015, we were the first to observe individuals of the Syrian spadefoot toad within the borders of Albania, on the shore of Prespa lake, near the village of Kallamas (now Tuminec).

### *Chapter 3*

Based on the distribution of species directly threatened by extinction (IUCN categories CR, EN and VU) and species with restricted ranges, and communities rich in endemic species, we identified 8423 catchments as critical catchments. This means that 45% of all catchments in Europe are in critical status. Based on either of the three criteria, 766 species qualified as priority species that triggered the critical status of catchments. The maximum number of trigger species was 69 in the catchment of Lake Ohrid in the western Balkans. The results of the prioritization showed that most of the high-priority catchments were in the Mediterranean peninsulae of southern Europe, with the Balkans emerging with the highest priorities. Beyond these, catchments along large rivers (mainly Danube and Volga) and lakes in northern Europe (e.g. Lake Ladoga) were found to have high priority.

### *Chapter 4*

When the current protected areas were not considered, catchments with the highest priority were in southern Europe (South Spain; South France; West, South, and East Balkans), along large rivers (upper and lower Danube; lower Don, Dniester, and Volga) and near lakes in northern Europe (e.g. Lake Ladoga, Lake District in NE England). When prioritization was started with catchments adequately protected by Natura 2000 protected areas locked in the solution, priority increased for catchments in northern and central Europe and locally in southern Europe. When catchments adequately protected by national protected areas were locked in, priority increased for catchments in northern Russia, Iceland, and Norway (countries without Natura 2000 network). We obtained the most balanced distribution of priorities when adequate protection was inferred based on Natura 2000 and national protected areas combined.

There was a weak positive relationship between the proportion of protected areas and priority. In general, the priorities corresponded with the proportion of catchments protected in western and central Europe, whereas we

found high proportion of protected areas relative to the priority of catchments in northern Europe. In contrast, we found many catchments with high priority and no protection at all in eastern and south-eastern Europe, particularly in the Balkan peninsula.

## **Discussion**

The key results of my dissertation are a database on the distribution of amphibian and reptile species in Albania with new knowledge on patterns in species diversity and the factors influencing these patterns (Chapter 1), the confirmation of one species and the finding of one species new to the fauna of Albania (Chapter 2), the identification and prioritization of catchments critical for the conservation of the freshwater biodiversity of Europe (Chapter 3), and a detailed analysis of spatial priorities for freshwater biodiversity in relation to current protected areas in Europe (Chapter 4).

Chapters 1 and 2 demonstrate the establishment of a database on occurrences of selected taxonomic groups from different sources of information in a country with areas that were not or rarely studied previously. The steps taken in this process can serve as a model for data collection, processing and analysis of species distributions in countries with little information such as Albania. An atlas on the vascular plant species of Albania has also been published recently (Barina 2017), however, there are no other comprehensive treatises for other taxonomic groups. Hopefully, my studies and others will catalyse future summaries of species distributions and analyses of diversity patterns in Albania or other countries of the Balkan Peninsula, a hotspot of many unique species and habitats.

The results of Chapter 1 suggest that land cover diversity had the greatest positive influence on the presence and diversity of amphibians and reptiles in Albania, thus they provide evidence that habitat diversity is fundamental in determining the distribution of the studied groups of species. Beyond land cover diversity, different factors were important for the two groups. Precipitation was important for amphibians and temperature was important for reptiles, and their effects were, surprisingly, negative. This result shows that the factors influencing diversity patterns can differ between the two groups, which may explain that local biodiversity hotspots were also in different places within the country. These results thus are fundamentally important in the planning of future conservation efforts.

The results of Chapters 3 and 4 highlight the importance of the Balkan peninsula, large rivers in central and eastern Europe and lakes in northern Europe in the conservation of the freshwater biodiversity of Europe. The results also show that many important catchments are not adequately covered by protected areas. Prioritization started from catchments adequately protected

by the Natura 2000 network led to a higher proportion of species for which pre-defined targets were met than did prioritization based on national protected areas. This result shows that Natura 2000 network provides slightly better coverage of priority species, which probably reflects that this network has been established in wide international cooperation to adequately protect species and habitats of community importance (Gruber et al. 2012). The Natura 2000 network also provides adequate protection for European amphibians, a group that is most species-rich in south-western Europe, where the network exists in every country (Thuiller et al. 2015). In contrast, the protection of other terrestrial vertebrate groups (mainly reptiles, and mammals) is less secured, because these are most species-rich in south-eastern Europe, where there are fewer European Union member countries and Natura 2000 areas. My results on the conservation needs of freshwater biodiversity confirm this pattern and show serious gaps in protection in the Balkan peninsula. Hopefully my results will thus be particularly important in the western Balkans and the Dinaric karstic mountains, where the Natura 2000 network is currently being designed in countries aiming to join the EU.

Results of Chapters 3 and 4 unambiguously support the unparalleled importance of the Balkan peninsula, and particularly, the Dinaric mountains, in the protection of the freshwater biodiversity of Europe. This is particularly relevant because in the region spanning from Slovenia to Albania numerous hydropower dams are being constructed or designed (Zarfl et al. 2015). Dams change the water flow, fragment the river habitats and transform the landscape (Anderson et al. 2018). Dam construction is expected to have a strong negative impact on aquatic species because certain river sections will be transformed into reservoirs of standing water, which will lead to the disappearance of river species adapted to fast-flowing and oxygen-rich waters and which usually have small geographic ranges (Graf et al. 2018). For these reasons, it is of utmost and urgent importance to draw attention to this region, which hosts a number of endemic species and unique species assemblages of European importance, which will be threatened by extinction in the near future.

## **New scientific results**

1. I verified the occurrence of one amphibian previously unknown and one reptile species previously with an ambiguous record in the territory of Albania. I collected distribution data on numerous amphibian and reptile species in more than 20 expeditions to Albania.
2. I established a database on the geographic distribution of amphibian and reptile species in Albania and populated it with data from the literature, from museum catalogues and online databases and from our own field surveys. I prepared up-to-date distribution maps of 16 amphibian and 40 reptile species.
3. I used the distribution database to analyze diversity patterns of amphibian and reptile species, to identify areas with knowledge gaps and to study the climatic and environmental factors influencing the presence and diversity of species in Albania.
4. I showed that land cover diversity had a strong positive effect on the presence and diversity of amphibian species, and precipitation had a weaker negative effect on their presence. Land cover diversity also had a strong positive effect on the presence of reptile species. Variability in elevation and precipitation also had positive effects and temperature had a negative effect on presence, whereas land cover diversity and variability in elevation had positive effects on the diversity of reptile species.
5. In a spatial conservation prioritization of river and lake catchments, I identified the catchments most important in the protection of the freshwater biodiversity in Europe. High-priority catchments were in Mediterranean peninsulae of southern Europe, particularly in the Balkan peninsula, along middle and lower sections of large rivers (Danube, Volga), and certain lakes in northern Europe.
6. I found evidence that the consideration of current European and national protection modifies the conservation priorities of catchments in Europe. By studying the relationship between conservation priority and the proportion of protected areas within catchments, I showed that catchments in north-western Europe have high protection levels relative to freshwater conservation priorities, whereas high-priority catchments in southern Europe, particularly in the Balkan peninsula, had serious gaps in protection.

## **Acknowledgements**

First I thank my supervisor Dr. Szabolcs Lengyel, who helped me reach my goals since I was a university student and then gave me the possibility to participate in the PhD program. I thank Edvárd Mizsei with whom I started the herpetofaunistic project in Albania and with whom I have cooperated closely during the years. I am grateful to all my coauthors I worked with on the manuscripts which are the basis of this thesis. My work was funded by the Campus Hungary Program (B2/1CS/11521, B2/1CS/19196) of the Balassi Institute, two grants from the National Research, Development and Innovation Office of Hungary (K106133, GINOP 2.3.3-15-2016-00019), a Grant in Herpetology M&D 2015 from the Societas Europaea Herpetologica and the BioFresh research project (Biodiversity of Freshwater Ecosystems: Status, Trends, Pressures, and Conservation Priorities, FP7-ENV-2008, 226874).

## **Irodalom – References**

- Abell R, Allan J, Lehner B 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation* 134: 48–63.
- Allan JD 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 257–284.
- Anderson EP, Jenkins CN, Hellpern S, Maldonado-Ocampo JA, Carvajal-Vallejos FM, Encalada AC, Rivadeneira JF, Hidalgo M, Cañas CM, Ortega H, Salcedo N, Maldonado M, Tedesco PA 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Science Advances* 4: eaao1642.
- Ball IR, Possingham HP, Watts M 2009. Marxan and Relatives: Software for Spatial Conservation Prioritisation. *Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools* (eds Moilanen A, Wilson KA, Possingham HP Chapter 14, pp. 185–195. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Barina Z (ed.) 2017. Distribution atlas of vascular plants in Albania. Budapest, Hungarian Natural History Museum. pp. 492.
- Bird TJ, Bates AE, Lefcheck JS, Hill NA, Thomson RJ, Edgar GJ, Stuart-Smith RD, Wotherspoon S, Krkosek M, Stuart-Smith JF, Pecl GT, Barrett N, Frusher S 2014. Statistical solutions for error and bias in global citizen science datasets. *Biological Conservation* 173: 144-154.
- Brodie JF 2016. Synergistic effects of climate change and agricultural land use on mammals. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14 (1): 20-26.

- Carvalho SB, Brito JC, Pressey RL, Crespo E, Possingham HP 2010. Simulating the effects of using different types of species distribution data in reserve selection. *Biological Conservation* 143: 426-438.
- Graf W, Pauls SU, Vitecek S 2018. *Isoperla vjosae* sp.n., a new species of the *Isoperla tripartita* group from Albania (Plecoptera: Perlodidae). *Zootaxa* 4370 (2): 171-179.
- Griffiths HI, Kryštufek B, Reed JM 2004. *Balkan biodiversity: Pattern and Process in the European Hotspot*. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.
- Gruber B, Evans D, Henle K, Bauch B, Schmeller DS, Dziock F, Henry P-Y, Lengyel S, Margules C, Dormann CF 2012. „Mind the gap!“ – How well does Natura 2000 cover species of European interest? *Nature Conservation* 3: 45-63.
- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Holland RA, Darwall WRT, Smith KG 2012. Conservation priorities for freshwater biodiversity: the Key Biodiversity Area approach refined and tested for continental Africa. *Biological Conservation* 148: 167-179.
- IUCN 2013. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.2. Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (Downloaded on 22 April 2014).
- Lehner B, Grill G 2013. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes* 27: 2171-2186.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Ord JK, Getis A 1995. Local spatial autocorrelation statistics: distribution issues and an application. *Geographical Analysis* 27 (4): 286-306.
- Rocchini D, Hortal J, Lengyel S, Lobo JM, Jimenez-Valverde A, Ricotta C, Bacaro G, Chiarucci A 2011. Accounting for uncertainty when mapping species distributions: the need for maps of ignorance. *Progress in Physical Geography* 35: 211-226.
- Sillero N, Campos J, Bonardi A, Corti C, Creemers R, Crochet P-A, Crnobrnja Isailović J, Denoël M, Ficetola GF, Gonçalves J, Kuzmin S, Lymberakis P, de Pous P, Rodríguez A, Sindaco R, Speybroeck J, Toxopeus B, Vieites DR, Vences M 2014. Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia* 35: 1-31.
- Strayer DL, Dudgeon D 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of The North American Benthological Society* 29: 344-358.

- Thuiller W, Mairano L, Mazel F, Guilhaumon F, Ficetola GF, Lavergne S, Renaud J, Roquet C, Mouillot D 2015. Conserving the functional and phylogenetic trees of life of European tetrapods. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370 (1662): 20140005.
- Tsianou MA, Koutsias N, Mazaris AD, Kallimanis AS 2016. Climate and landscape explain richness patterns depending on the type of species' distribution data. *Acta Oecologica* 74: 19-27.
- Tulloch AIT, Mustin K, Possingham HP, Szabo JK, Wilson KA 2012. To boldly go where no volunteer has gone before: predicting volunteer activity to prioritize surveys at the landscape scale. *Diversity and Distributions* 19: 465-480.
- Zarfl C, Lumsdon A, Berlekamp J, Tydecks L, Tockner KA 2015. Global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences* 77: 161-170.

## Szabolcs Márton publikációi – Publications of Márton Szabolcs

### Az értekezés témájához kapcsolódó tudományos közlemények – Research articles related to the dissertation

- Carrizo SF, Lengyel S, Kapusi F, **Szabolcs M**, Kasperidus HD, Scholz M, Markovic D, Freyhof J, Cid N, Cardoso AC, Darwall W 2017. Critical catchments for freshwater biodiversity conservation across continental Europe: identification, prioritisation and gap-analysis. *Journal of Applied Ecology* 54: 1209-1218. [IF: 5,742, Q1/D1]
- Mizsei E, Uhrin M, Jablonski D, **Szabolcs M** 2016. First records of the Italian wall lizard, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Squamata: Lacertidae) in Albania. *Turkish Journal of Zoology* 40: 814-817. [IF: 0,785, Q3]
- Mizsei E, Jablonski D, Végvári Z, Lengyel S, **Szabolcs M** 2017. Distribution and diversity of reptiles in Albania: a novel database in a Mediterranean hotspot. *Amphibia-Reptilia* 38: 157-173. [IF: 1,105, Q1]
- Szabolcs M**, Mizsei E 2017. First record of the eastern spadefoot toad, (*Pelobates syriacus* Boettger, 1889) in Albania. *North-Western Journal of Zoology* 13: 175-176. [IF: 0,596, Q3]
- Szabolcs M**, Mizsei E, Jablonski D, Vági B, Mester B, Végvári Z, Lengyel S 2017. Distribution and diversity of amphibians in Albania: new data and foundations of a comprehensive database. *Amphibia-Reptilia* 38: 435-448. [IF: 1,105, Q1]
- Szabolcs M**, Kapusi F, Carrizo S, Markovic D, Freyhof J, Cardoso A-C Scholz M, Kasperidus HD, Darwall WRT, Lengyel S. Spatial priorities for the conservation of freshwater biodiversity in Europe. Under review – Bírálattal.

### További tudományos közlemények – Other scientific articles

- Jablonski D, Simović A, **Szabolcs M**, Mizsei E 2017. Color and pattern variation of the Balkan Whip Snake, *Hierophis gemonensis* (Laurenti, 1768). *Turkish Journal of Zoology* 40: 814-817. [IF: 0,558, Q3]
- Mester B, **Szabolcs M**, Szalai M, Tóth M, Mérő TO, Szepesváry Cs, Polyák L, Puky M, Lengyel Sz 2017. Az Egyek-pusztakócsi mocsarak (Hortobágyi Nemzeti Park) kétéltszűzfauájája. *Természetvédelmi Közlemények* 23: 50-67.
- Mizsei E, Üveges B, Vági B, **Szabolcs M**, Lengyel Sz, Pfiögler WP, Nagy ZT, Tóth JP 2016. Species distribution modelling leads to the discovery of new populations of one of the least known European snakes, *Vipera ursinii graeca* in Albania. *Amphibia-Reptilia* 37: 55-68 [IF: 1,287, Q1]
- Mizsei E, Zinenko O, Sillero N, Ferri V, Roussos S A, **Szabolcs M** 2018. The distribution of meadow and steppe vipers (*Vipera graeca*, *V. renardi* and *V. ursinii*): a revision of the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe. *Basic and Applied Herpetology* 32: 77-83. [Q4]





Nyilvántartási szám: DEENK/355/2018.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Szabolcs István Márton  
Neptun kód: PBQLH1  
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10054159

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (5)

1. Carrizo, S. F., Lengyel, S., Kapusi, F., **Szabolcs, I. M.**, Kasperidus, H. D., Scholz, M., Markovic, D., Freyhof, J., Cid, N., Cardoso, A. C., Darwall, W.: Critical catchments for freshwater biodiversity conservation in Europe: identification, prioritisation and gap analysis.  
*J. Appl. Ecol.* 54 (4), 1209-1218, 2017. ISSN: 0021-8901.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12842>  
IF: 5.742
2. **Szabolcs, I. M.**, Mizsei, E., Jablonski, D., Vági, B., Mester, B., Végvári, Z., Lengyel, S.: Distribution and diversity of amphibians in Albania: new data and foundations of a comprehensive database.  
*Amphib. Reptil.* 38 (4), 435-448, 2017. ISSN: 0173-5373.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1163/15685381-00003126>  
IF: 1.105
3. Mizsei, E., Jablonski, D., Végvári, Z., Lengyel, S., **Szabolcs, I. M.**: Distribution and diversity of reptiles in Albania: a novel database from a Mediterranean hotspot.  
*Amphib. Reptil.* 38 (2), 157-173, 2017. ISSN: 0173-5373.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1163/15685381-00003097>  
IF: 1.105
4. **Szabolcs, I. M.**, Mizsei, E.: First record of the eastern spadefoot toad (*Pelobates syriacus* Boettger, 1889) in Albania.  
*North-West. J. Zool.* 13, 175-176, 2017. ISSN: 1584-9074.  
IF: 0.596
5. Mizsei, E., Uhrin, M., Jablonski, D., **Szabolcs, I. M.**: First records of the Italian wall lizard, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Squamata: Lacertidae) in Albania.  
*Turk. J. Zool.* 40, 814-817, 2016. ISSN: 1300-0179.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3906/zoo-1601-22>  
IF: 0.785





### További közlemények

#### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

6. Mester, B., **Szabolcs, I. M.**, Szalai, M., Tóth, M., Mérő, T. O., Szepesváry, C., Polyák, L., Puky, M., Lengyel, S.: Az Egyek-pusztaköcsi mocsarak (Hortobágyi Nemzeti Park) kétlétfőfaunája.  
*Termvéd. Közl.* 23, 50-67, 2017. ISSN: 1216-4585.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17779/tvk-jnatconserv.2017.23.50>

#### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

7. Mizsei, E., Zinenko, O., Sillero, N., Ferri, V., Roussos, S. A., **Szabolcs, I. M.**: The distribution of meadow and steppe vipers (*Vipera graeca*, *V. renardi* and *V. ursinii*): a revision of the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe.  
*Basic and Applied Herpetology.* 32, 1-7, 2018. ISSN: 2255-1468.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11160/bah.94>
8. Jablonski, D., **Szabolcs, I. M.**, Simović, A., Mizsei, E.: Color and pattern variation of the Balkan whip snake, *Hierophis gemonensis* (Laurenti, 1768).  
*Turk. J. Zool.* 41, 363-369, 2017. ISSN: 1300-0179.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3906/zoo-1606-15>  
IF: 0.558
9. Mizsei, E., Úveges, B., Vági, B., **Szabolcs, I. M.**, Lengyel, S., Pfliegler, V. P., Nagy, Z. T., Tóth, J. P.: Species distribution modelling leads to the discovery of new populations of one of the least known European snakes, *Vipera ursinii graeca*, in Albania.  
*Amphib. Reptil.* 37 (1), 55-68, 2016. ISSN: 0173-5373.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1163/15685381-00003031>  
IF: 1.287

**A közlő folyóiratok összesített impact faktora: 11,178**

**A közlő folyóiratok összesített impact faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 9,333**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2018.11.14.

