

Az Ökológiai folytonosság egységesített monitoringjának módszertana

Iránymutatások a strukturális és
funkcionális folytonosság elemzéséhez

T1.1 output „Egységesített monitoring módszertan”

ENVIRONMENT
AGENCY AUSTRIA **umweltbundesamt**^U

© Gebhard Banko, Umweltbundesamt

Szerzők:

Katrin Sedy, Christoph Plutzar, Florian Borgwardt, Florian Danzinger, Mořic Jurečka, Roland Grillmayer
(*Oszták Környezetvédelmi Ügynökség*)

Közreműködők:

Ausztria: Christophe Janz, Hildegard Meyer (*WWF Közép- és Kelet-Európa*)

Bulgária: Petko Tsvetkov, Elena Tsingarska-Sedefcheva, Andrey Kovatchev (*Bolgár Biodiverzitás Alapítvány*)

Cseh Köztársaság: Miroslav Kutal, Radek Kriček (*A Föld Barátai Csehország – Program a ragadozók védelmére*)

Magyarország: Weiperth András, Lente Vera, Staszny Ádám, Ferincz Árpád, Bányai Zsombor
(*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem*)

Románia: Radu Mot, Razvan Rohan (*Zarand Egyesület*), Adrian Grancea (*WWF Románia*), Adrian Indreica, Ionut Iorgu, Falka István, Ioan Ghira, Papp Roxána (*független szakértők*), Silvia Borlea, Marius Nistorescu, Doba Alexandra (*EPC*), Domokos Csaba (*Milvus Csoport*)

Szlovákia: Romana Uhrinová, Milan Janak, Lukáš Holásek, Barbara Immerová, Marek Žiačik
(*WWF Szlovákia*)

Ukrajna: Andriy-Taras Bashta (*Kárpátok Ökológiai Intézete*), Anatoliy Pavelko (*Környezetvédelmi Vizsgálati Iroda*), Svitlana Matus (*független tanácsadó*), Taras Yamelynets (*Ivan Franko Lvivi Nemzeti Egyetem*)

Felügyelet:

Lazaros Georgiadis (*biológus, környezetvédelmi tanácsadó, IENE – Európai Infrastruktúra és Ökológiai Hálózat, irányító testületi tag, Görögország*)

Elrendezés és grafikai tervezés:

Alex Spineanu (*grafikai tervező, Románia*)

Impresszum

Tulajdonos és szerkesztő: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Laende 5, 1090 Bécs/Ausztria
©Umweltbundesamt GmbH, Bécs, 2022. Minden jog fenntartva

Hivatkozás:

Sedy, K., Plutzar, C., Borgwardt F., Danzinger, F., Jurečka, M., Grillmayer, R. (2022) *Az Ökológiai folytonosság egységesített monitoringjának módszertana – Iránymutatások a strukturális és funkcionális folytonosság elemzéséhez*, Duna Transznacionális Program DTP3-314-2.3 SaveGREEN projekt, Oszták Környezetvédelmi Ügynökség, Bécs, Ausztria

ISBN 978-3-99004-659-3

A jelen kiadvány valamely részét vagy egészét érintő, bármilyen formában történő sokszorosítás oktatási vagy non-profit célból a jogtulajdonos külön hozzájárulása nélkül is megengedett, ha feltüntetik vagy megjelölik annak forrását. A jelen kiadvány a vezető szerző előzetes írásbeli engedélye nélkül nem használható fel továbbértékesítésre vagy bármely más kereskedelmi célra.

Az Ökológiai folytonosság egységesített monitoringjának módszertana

Iránymutatások a strukturális és funkcionális folytonosság elemzéséhez

T1.1 output „Egységesített monitoring módszertan”

SaveGREEN „A Duna-medencében található transznacionális jelentőségű ökológiai folyosók működőképességének megóvása”

Duna Transznacionális Program, DTP3-314-2.3

2022. június

Köszönetnyilvánítás:

A jelen kiadvány a SaveGREEN „A Duna-medencében található transznacionális jelentőségű ökológiai folyosók működőképességének megóvása” elnevezésű – a Duna Transznacionális Program által az Európai Regionális Fejlesztési Alapon keresztül finanszírozott – projektjének (DTP3-314-2.3, 2020. július – 2022. december) T1.1 „Egységesített monitoring módszertan” outputja. A SaveGREEN a következő DTP-projektek legfontosabb eredményeire épült: TRANSGREEN projekt „Integrált közlekedés és zöld infrastruktúra-tervezés a Duna-Kárpátok régióban a természet védelme és a lakosok jóléte érdekében”, ConnectGREEN projekt „Ökológiai folyosók helyreállítása és kezelése hegyvidéki területeken, a Duna-medence zöld infrastruktúrájának részeként”, valamint a HARMON projekt.

A szerzők hálásan köszönik valamennyi SaveGREEN projektpartner és szakértő erőfeszítéseit, akiknek a módszertani tervezet használatával kapcsolatos visszajelzései segítették az Osztrák Környezetvédelmi Ügynökséget az ajánlások beépítésében és egy megbízható, felhasználóbarát, egységesített monitoring módszertan kidolgozásában. Rendkívül fontos volt továbbá az ökológiai folytonossággal foglalkozó más projektekkel (Dare2Connect, MaGICLandscapes, Centralparks és OBWIC) folytatott tapasztalatcsere.

Jognyilatkozat:

A szerzők kizárólagos felelősséget vállalnak a jelen kiadvány tartalmáért, az nem tükrözi a résztvevő szervezetek nézeteit, illetve nem tükrözi valamely egyén nézeteit, vagy az Európai Unió álláspontját.



© William Richardson, Rediscover Nature - EEA

ASaveGREEN-ről

A Duna Transznacionális Program keretében finanszírozott SaveGREEN projekt célja, hogy meghatározza, összegyűjtse és előmozdítsa a legjobb megoldásokat a Kárpátokban és a Duna-régió további hegységeiben elhelyezkedő ökológiai folyosók megóvásának érdekében. A gazdaságfejlesztési kezdeményezések megfelelő megtervezésének hiánya miatt az ökológiai folyosókat jelenleg veszély fenyegeti. Ezért a SaveGREEN egy integrált tervezési folyamatra alapozva azon dolgozik, hogy 8 vizsgálati területen megfigyelje a fenyegetettség mérséklését célzó intézkedések hatását, és a következtetések alapján megfelelő ajánlásokat tegyen a további teendőkre és döntéshozatalra vonatkozóan.

www.interreg-danube.eu/saveGREEN

Table of contents

Előszó	7
1. Bevezetés	8
1.1. Az egységesített nyomon követés jelentősége és célja	10
1.2. Strukturális és funkcionális folytonosság	11
1.3. Háttér	13
2. A strukturális folytonosság nyomon követése	14
2.1. Általános megfontolások	17
2.2. Beviteli adatok a magterületek és ellenállási felületek kiszámításához	17
2.2.1. Földtakaró / területhasználat	18
2.2.2. Tengerszint feletti magasság / lejtés	19
2.2.3. Folyók és vízfolyások	19
2.2.4. Infrastruktúra	20
2.3. A célfajok (csoportok) kiválasztása	20
2.4. A folyosók kiszámítása	22
2.4.1. Eszköz: Linkage Pathways	22
2.4.2. A magterületek kiszámítása	23
2.4.3. A fragmentációs elemek felületének kiszámítása	23
2.4.4. A folyosók kiszámítása	24
2.5. Az elakadási pontok kiszámítása	24
2.6. A vadvédelmi folyosók kiszámításának módszere	25
2.6.1. A GIS-rétegek elkészítése	26
Maszk	26
Földtakaró	27
Digitális domborzatmodell	27
Átminősített Digitális domborzatmodell	28
Lejtés	28
Átminősített lejtés	28
Utak	29
Vasút	30
Folyók	30
Épületektől való távolság	30
Vadátjárók	31
Létesítmények	31
2.6.2. A fajspecifikus bemeneti paraméterek elkészítése	32
2.6.3. Magzónák kiszámítása a calculation_corearea.py	33
2.6.4. Az ellenállási értékek kiszámítása a calculation_resistance.py	34
2.6.5. A folyosók kiszámítása a Linkage Pathways eszköz segítségével	35
2.6.6. A szűk keresztmetszetű területek kiszámítása a Pinchpoint Mapper eszközzel	36
2.6.7. A folyosók szakaszokra osztása	36

ArcGIS	36
1. lépés	38
2. lépés	38
Váltás QGIS-re	39
Váltás ArcGIS-ra	40
2.6.8. A folyosószakaszok és a szűk keresztmetszetű területek metszéspontja	40

3. A funkcionális folytonosság nyomon követése 42

3.1. Időrend 45

3.2. Módszertan az indikátorfajokhoz 45

3.2.1. Nagy- és közepes méretű emlősök, a nagyragadozókat is beleértve	46
3.2.2. Kisemlősök	46
3.2.3. Kétéltűek és hüllők	47
3.2.4. Madarak	48
3.2.5. Denevérek	49
3.2.6. Halak	49
3.2.7. Vízi makrogerinctelenek	50
3.2.8. Beporzók (pillangókat is beleértve)	50
3.2.9. Futóbogárfélék	50
3.2.10. Szárazföldi pókok	51
3.2.11. Szárazföldi puhatestűek	51

3.3. Kameracsapdák elhelyezése nagy-, közepes és kistestű emlősök esetében 52

3.4. A funkcionális monitoring módszertana: zavaró források – fény és zaj 54

3.5. A funkcionális monitoring módszertana: tájleltár és a fajok előfordulásának bizonyítása a vizsgálati területen 56

3.5.1. Terepi térképező alkalmazás és általános adatmodell	56
3.5.2. A vizsgálati területre kiterjedő információk fontossága az ökológiai folyosó folytonosságára vonatkozó információk megszerzése szempontjából	57

3.6. A funkcionális folytonosság monitorozásából nyert adatok értékelési módszerei 58

3.6.1. Helyhez kötött monitoring eszközök	58
3.6.2. Terepi térképezés	61

4. Tanulságok és ajánlások 62

5. Hivatkozások 64

Előszó

De hogyan tudják a fajok kielégíteni ezt az alapvető szükségletet, amikor a Föld teljes szárazföldi felszíne mintegy 600 ezer egyedi foltra van feldarabolva, amelyeknek több mint fele 1 km²-nél kisebb területű, és csak 7%-ot tesz ki a 100 km²-nél nagyobb terület?

2018-ban a Biológiai sokféleségről szóló egyezmény (Convention on Biological Diversity) a biológiai sokféleségnek a fejlődés több ágazatában való érvényesítését tűzte ki fő célként, az ENSZ Aichi Biodiverzitás céljainak 2020-ig történő eléréséhez vezető úton.

Az eddig elért eredmények értékelése során azonban a globális közösség kénytelen volt elismerni, hogy nem sikerült elérni ezeket a közösen elfogadott célokat. Nem valósult meg például az 5.sz. Aichi biodiverzitás célkitűzés kívánt célja, amely 2020-ig a természetes élőhelyek elvesztése, degradációja és fragmentálódása ütemének jelentős csökkentését szorgalmazta. Bár a 11. sz. Aichi célkitűzés kimondja, hogy a védett területek jól összekapcsolt rendszereinek megvalósítása létfontosságú a természetvédelem szempontjából, és kiemeli, hogy léteznek kezdeményezések folyosók és határokon átnyúló parkok kialakítására, a mai tájak összekapcsoltságának mértéke továbbra is elégtelen, és továbbra is hiányoznak az ökológiai folytonosságra vonatkozó konkrét célok és átfogó mutatók.

Az 5. Globális biodiverzitás jelentés egyértelművé tette, hogy az erdőkben és más biomokban, különösen a trópusi régiók biodiverzitásban leggazdagabb ökoszisztémáiban továbbra is nagy az élőhelyek elvesztése, degradációja és fragmentációja, a vadon területek és globális vizenyős területek számának csökkenése folytatódik, és a folyók fragmentációja kritikus veszélyt jelent az édesvízi élőhelyekre.

Ezért sürgős fellépésre van szükség az emberi tevékenységnek az ökológiai folytonosságra és biológiai sokféleségre gyakorolt hatásának csökkentése érdekében, hogy megállítsuk a napjainkban megfigyelhető veszteségek ütemét, amelyek a földterület iránti kielégíthetetlen étvágyunk és a természeti területek és tájak folyamatos pusztítása miatt következtek be. Az ökológiai folyosók működőképességének, valamint az ökoszisztémák, a fajok élőhelyei és a védett

területek kohéziójának biztosítása a 21. század egyik legfontosabb kihívása.

A helyzet súlyosságának felismerésével a természet helyreállítása az Európai Zöld Megállapodás középpontjába került, és az ENSZ a 2020-as évtizedet a Helyreállítás évtizedévé nyilvánította.

Az ökológiai folytonosság védelmének fontos, első lépése a hasznos eszközök valamint az azok azonosítását és terepen való megőrzését támogató mutatók kidolgozása. Az egyik ilyen eszköz az Ökológiai folytonosság egységesített monitoringjának módszertana, amely a SaveGREEN projekt keretében került kidolgozásra. Kritikus jelentőségű a strukturális és funkcionális folytonosság meghatározása és megkülönböztetése. A strukturális folytonosságot javító intézkedések tervezését és végrehajtását követően elengedhetetlen annak értékelése, működnek-e és hogyan működnek ezek a gyakorlatban, valóban lehetővé teszik-e a vadon élő állatok hatékony szaporodását.

Az Ökológiai folytonosság egységesített monitoringja módszertanának alkalmazásával és az eredményeknek az érintett szakértőkkel és helyi érdekeltekkel való megerősítésével a döntéshozók, tervezők és végrehajtó hatóságok tudományosan megalapozott elemzést végezhetnek mind a strukturális, mind a funkcionális folytonosság tekintetében, az ökológiai folytonosság megőrzését célzó sürgős következő intézkedések kialakítása érdekében.



Elke Hahn
Osztrák Klímavédelmi
Minisztérium



Lazaros Georgiadis
IENE irányító testületi tag,
Görögország

1. FEJEZET

Bevezetés

A dokumentumban használt kifejezések szójegyzéke:

Folytonosság (strukturális + funkcionális): a strukturális folytonosság azt jelzi, hogy a táj ténylegesen egy másikhoz kapcsolódik, pl. folyosókon keresztül. Ezzel szemben a funkcionális folytonosság fajspecifikus szempontokat is magában foglal, beleértve azok tájszerkezetekkel való kölcsönhatását. Így a funkcionális folytonosság a fajok szempontjából jelent tényleges folytonosságot.

Ökológiai folyosók: az ökológiai folyosók a táj hosszan elnyúló, természetes növényzettel borított részei, amelyeket az állatok az egyik élőhelyről a másikra való átjutáshoz használnak. Különböző léptékben léteznek, és gyakran összekötik a természeti területeket, vagy azok határán húzódnak.

Táj/mátrix: a mátrix úgy határozható meg, mint a földfelület nagy részén uralkodó és egymással összefüggő földtakaró, amelybe beágyazódnak az élőhelyfoltok és folyosók.

© Gebhard Banko, Umweltbundesamt



Ajelen dokumentum a SaveGREEN projekt két munkafázisának eredménye, amelyek az ökológiai folytonosság elemzésének különböző szempontjaival foglalkoznak.

Az első lépésben a projekt kijelölt vizsgálati területein a **strukturális folytonosság** elemzése került elvégzésre. Az élőhelyek minősége és eloszlása alapján a rendelkezésre álló folyosók és átkelőhelyek, de a potenciális akadályok és korlátok is láthatóvá váltak a modellezéssel. Különös figyelmet fordítottunk az átteresztőképesség szempontjából szűk keresztmetszetet jelentő helyzetekre, ahol markáns emberi hatás és nagyfokú emberi tevékenység tapasztalható. Mivel a folytonosság különösen fontos ezeken a jelentősen érintett területeken, a tájnak és jellemzőinek, valamint az egyes biotópok minőségének fenntartása vagy akár javítása kulcsfontosságú a különböző élőhelyek közötti kapcsolat fenntartásához.

Második lépésben a **funkcionális folytonosság** elemzésének módszertanát állítottuk össze. Ez a módszertan a folyosók és az összekötő elemek, mint például a vadátjárók – hidak és aluljárók – és egyéb átkelő szerkezetek tényleges elfogadásának és működési hatásának elemzésére szolgál. Ebből a célból az osztrák autópálya-hálózatot üzemeltető ASFINAG meglévő nemzeti nyomon követési módszertanát a projekt igényeihez igazítottuk és átfogóan kiegészítettük, hogy megfeleljen a SaveGREEN vizsgálati területek különböző igényeinek. Ez lehetővé tette az átfogó nyomon követést mind a nyolc vizsgálati területen, bár a különböző fajokra (beleértve például a vízi makrogerincteleneket, a gímsszarvast és a beporzókat) vonatkozó módszerek széles skáláját kellett lefedni és leírni. A SaveGREEN keretében alkalmazott monitoring megközelítés középpontjában a nagy- és közepes méretű emlősök állnak, mivel elterjedési területük széles, így a megfigyelési eredmények összehasonlíthatóak az egyes kísérleti régiók között.

A kapott és értékelt nyomon követési eredményeknek ideális esetben egyértelműen mutatniuk kell:

- » mely folyosókat használják ténylegesen a vadon élő állatok;
- » mely szakaszok (még) nem működőképesek a vadon élő állatok vándorlása szempontjából;
- » mely helyeken jól strukturáltak és rendelkeznek megfelelő tájképi jellemzőkkel a vándorlási tengelyek;
- » hol hiányoznak a tájból a megfelelő struktúrák, amiért ezeket a helyeket az ökológiai javítás célterületeiként kell kijelölni.

A jelen dokumentum útmutatást nyújt a kiemelt területek elemzéséhez, a táj összekötő elemeinek azonosításához és ezen struktúrák vadon élő állatok általi használatához.

Így bizonyítékokon alapuló segítséget és információforrást nyújt a döntéshozatalhoz, valamint biztosítja az érdekelt felek, a földhasználók, a közigazgatás, a politikai döntéshozók, szakértők és közösségek számára azokat az eszközöket és ismereteket, amelyekre szükségük van a vándorlási és szétszóródási lehetőségek az élőhelyek és folytonossági struktúrák minőségi értékelésén alapuló biztosításához.

1.1. Az egységesített nyomon követés jelentősége és célja

Számos értékes ökológiai folyosót akadályoz vagy veszélyeztet az emberi tevékenység és annak hatásai, mint például a vonalas közlekedési infrastruktúra és annak építése, a lakó- és

ipari területek fejlesztése, az erdőgazdálkodási vagy vízgazdálkodási gyakorlatok, az intenzív mezőgazdaság és az ebből eredő gazdaságilag optimalizált tájak.

A közlekedési infrastruktúra enyhítő intézkedései, mint például a vadátjárók, gyakran hiányoznak vagy nem működnek a helytelen tervezés, lokáció és a környező területhasználat nem megfelelő kezelése, például a rosszul strukturált mezőgazdasági területek vagy a mezőgazdasági és erdészeti monokultúrák miatt. Továbbá a zöld átkelőhelyek és a vándorlási folyosók szűk keresztmetszetet jelentenek a vadon élő állatok számára a tájban. Ezért az összekötő szerkezetek, például a vadátjárók – hidak és aluljárók – helyi élővilág általi használata és általában a folyosók működőképessége rendkívül fontos.

Ugyanilyen fontos az akadálymentes folyosók megfelelő területfejlesztési tervezéssel és a megfelelő területkijelöléssel történő megőrzése is.

A SaveGREEN keretében kifejlesztett jelen monitoring módszertan célja, hogy meghatározza a zöld infrastruktúra különböző elemeinek a vadon élő állatok által történő tényleges kihasználtságát, valamint a zavaró tényezők, mint például a zaj- és fényszennyezés, valamint a vándorlást támogató egyéb szempontok befolyásolásának lehetséges mértékét.

Célközönség

A Módszertan célja a hatóságok, valamint a szakértők és terepen dolgozó szakértők támogatása. A SaveGREEN keretében a Módszertant nyolc vizsgálati területen következetesen alkalmaztuk, Közép- és Kelet-Európa különböző körülményei között tesztelve a megközelítési módot. A Módszertan magában foglalja a terepmunkához szükséges szabványos adatlapok kidolgozását, valamint egy döntési mátrixot, amely meghatározza a releváns fajok esetében a paramétereket/méréseket és az alkalmazandó módszereket. Ezenkívül, ez a Módszertan valamennyi biogeográfiai régióban alkalmazható, kivéve a tengeri és part menti élőhelyeket.

Felhasznált erőforrások

Tervezési segédletként, a „SaveGREEN – Monitoring” felmérés eredményeit használtuk fel, amely a projektpartnerek monitoring állapotáról és jövőbeli igényeiről gyűjtött információkat. Ugyanez vonatkozik az Interreg Duna Transznacionális Program korábbi projektjeire, a [TRANSGREEN](#) „Integrált közlekedés és zöld infrastruktúra-tervezés a Duna-Kárpátok régióban a természet védelme és a lakosok jóléte érdekében” és a [ConnectGREEN](#) „Ökológiai folyosók kezelése hegyvidéki területeken, a Duna-medence zöld infrastruktúrájának részeként” elnevezésű projektekre is. A közös monitoring megközelítés alapja egy nemrégiben készült osztrák tanulmány, amely a vadátjárók – hidak és aluljárók – vadvilágának megfigyelésével foglalkozik (ASFINAG 2020).

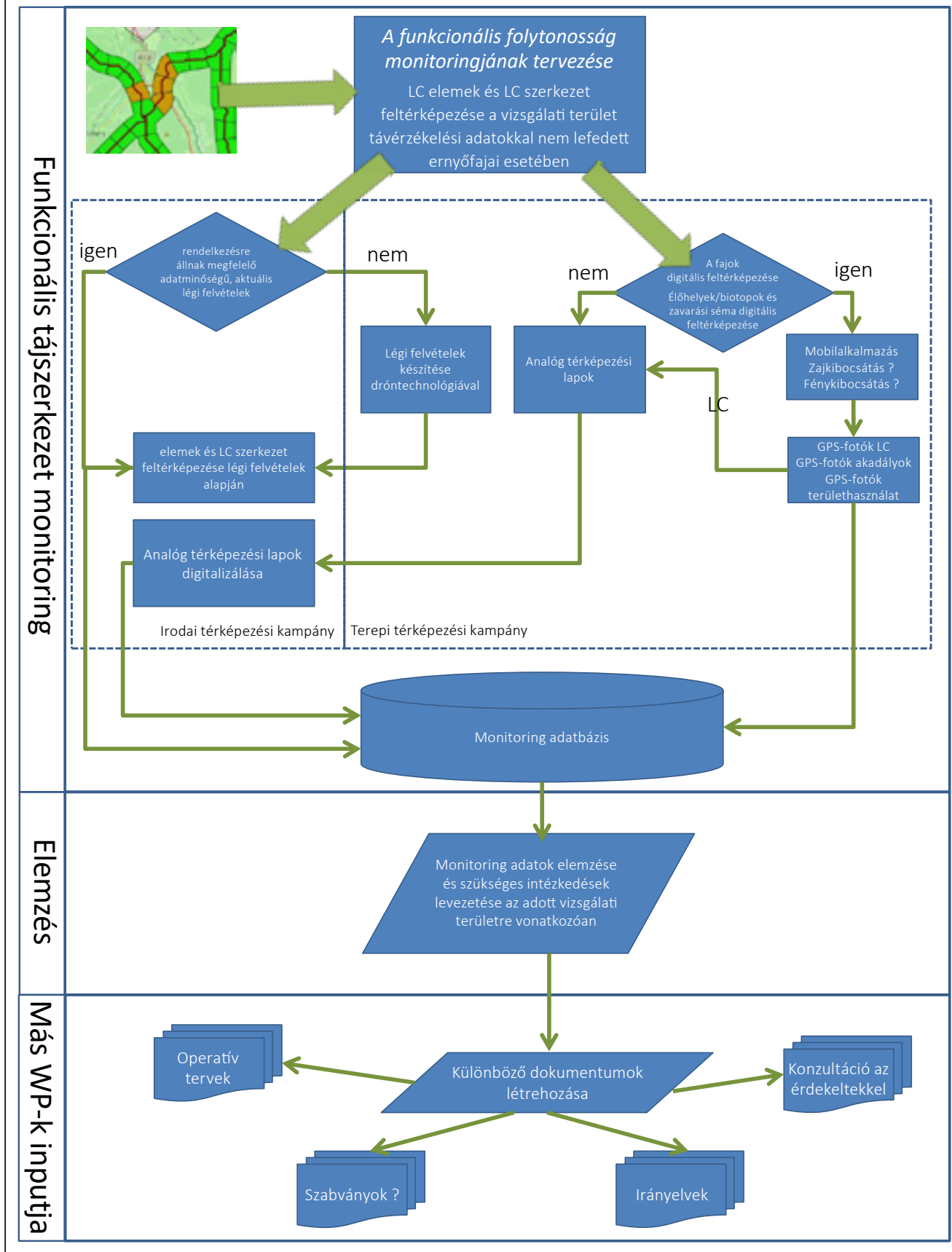
értékelhető, amelyek többnyire távérzékeléssel nyert adatokon alapulnak. Ezzel szemben a funkcionális folytonosság (a „faji nézőpont”) nyomon követéséhez a terepen gyűjtött információkra és adatokra van szükség a releváns paraméterek összegyűjtésével. A(z) 2. ábra azt mutatja, hogyan hat egymásra a két monitoring lépés.

1.2. Strukturális és funkcionális folytonosság

A SaveGREEN monitoring módszertana két különálló szempontot kombinált, és célja volt mindkettőnek – a strukturális és a funkcionális folytonosságnak – az értékelése. A jelen közös dokumentumban bemutatásra kerülnek a strukturális és funkcionális folytonosság nyomon követésére vonatkozó iránymutatások.

A folytonosság e két szempontja a folyosókkal szemben támasztott különböző igényekre összpontosít. Míg a strukturális folytonosság azt jelzi, hogy a táj ténylegesen egy másikhoz kapcsolódik, pl. folyosókon keresztül, a funkcionális folytonosság ezzel szemben fajspecifikus szempontokat is magában foglal, beleértve azok tájszerkezetekkel való kölcsönhatását. Így a funkcionális folytonosság a fajok szempontjából jelent tényleges folytonosságot (pl. Mönkkönen & Reunanen 1999, Brooks 2003, Kindlmann & Burel 2008, Andersson & Bodin 2009, Kadoya 2009). A folyosók szerkezeti folytonossága GIS-technikák alkalmazásával jelölhető ki és

Funkcionális folytonosság monitoring megközelítés: A funkcionális folytonosság nyomon követése irodai és terepi térképezési kampány alapján



1. ábra: A monitoring módszertan munkafolyamatának általános áttekintése. A funkcionális folytonosság nyomon követése

1.3. Háttér

A SaveGREEN feltérképezi az ökológiai folyosók szerkezeti és funkcionális folytonosságát a Kárpátokban és a Duna-régió más hegyvonulataiban, a következő korábbi projektek során kidolgozott megfontolások, módszerek és eredmények alapján:

Ökológiai folyosók létrehozása az Ukrán-Kárpátokban, Lengyelországban, Ukrajnában és Romániában, 2010: https://www.researchgate.net/publication/290367845_Creation_of_Ecological_Corridors_in_the_Ukrainian_Carpathians

Nyitott határok a medvék számára a Román- és Ukrán-Kárpátok között, Romániában és Ukrajnában, 2012-2014: http://assets.panda.org/downloads/wwf_factsheet_bear_project2014.pdf

Emlékeztető a tervezett Lugos-Déva autópálya negatív hatásairól és a lehetséges enyhítő megoldások bemutatása, Románia, 2010: http://assets.panda.org/downloads/memo_lugoj_deva.pdf

A Délnyugati-Kárpátok vadonja és fenntartható fejlesztési kezdeményezések, Románia, 2013-2017: https://www.wwf.ro/ce_facem/arii_protejate/salbaticia_din_carpati/

TRANSGREEN Integrált közlekedés és zöld infrastruktúra-tervezés a Duna-Kárpátok régióban a természet védelme és a lakosok jóléte érdekében, Cseh Köztársaság, Szlovákia, Magyarország, Románia, Ukrajna, 2017-2019: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/transgreen/outputs?page=1>

[MÁRAMAROS, a Kárpátok zöld szíve, szűz erdőkkel és az uniós határokon átkóborló medvékkel, Románia, 2013-2016](#)

[Földfejlesztési műszer tesztelése a máramarosi kísérleti helyszínen a folytonosság érdekében, Románia, 2017-2019](#)

Módszertan kidolgozása az ökológiai folyosók létrehozására, és a védett területek üzemeltetőinek képzése a területek jobb kezelése érdekében, Románia, 2015-2017: <https://www.gnm.ro/ro02/?lang=en>

Ökológiai folyosók élőhelyek és fajok részére Romániában (COREHABS), Románia, 2015-2019: <http://corehabs.ro/en/>

Alpok-Kárpátok folyosó, Ausztria, Szlovákia, 2007-2013: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/austria/innovative-alps-carpathianscorridor-re-establishes-a-major-migration-route-for-wild-animals

ConnectGREEN, Ökológiai folyosók helyreállítása és kezelése hegyvidéki területeken, a Duna-medence zöld infrastruktúrájának részeként, Románia, Cseh Köztársaság, Szlovákia, Szerbia és Magyarország, 2018-2021: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/connectgreen>

Nyitott határok a Kárpátok élővilága számára (OBWIC), 2019-2022: https://openbordersforbears.com/wp-content/uploads/2020/03/1-Connectivity-report_OBWIC_February-2020.pdf



2. FEJEZET

A strukturális folytonosság nyomon követése

© Grillmayer, Umweltbundesamt



© A Szlovák Köztársaság Állami Természetvédelmi Hivatala

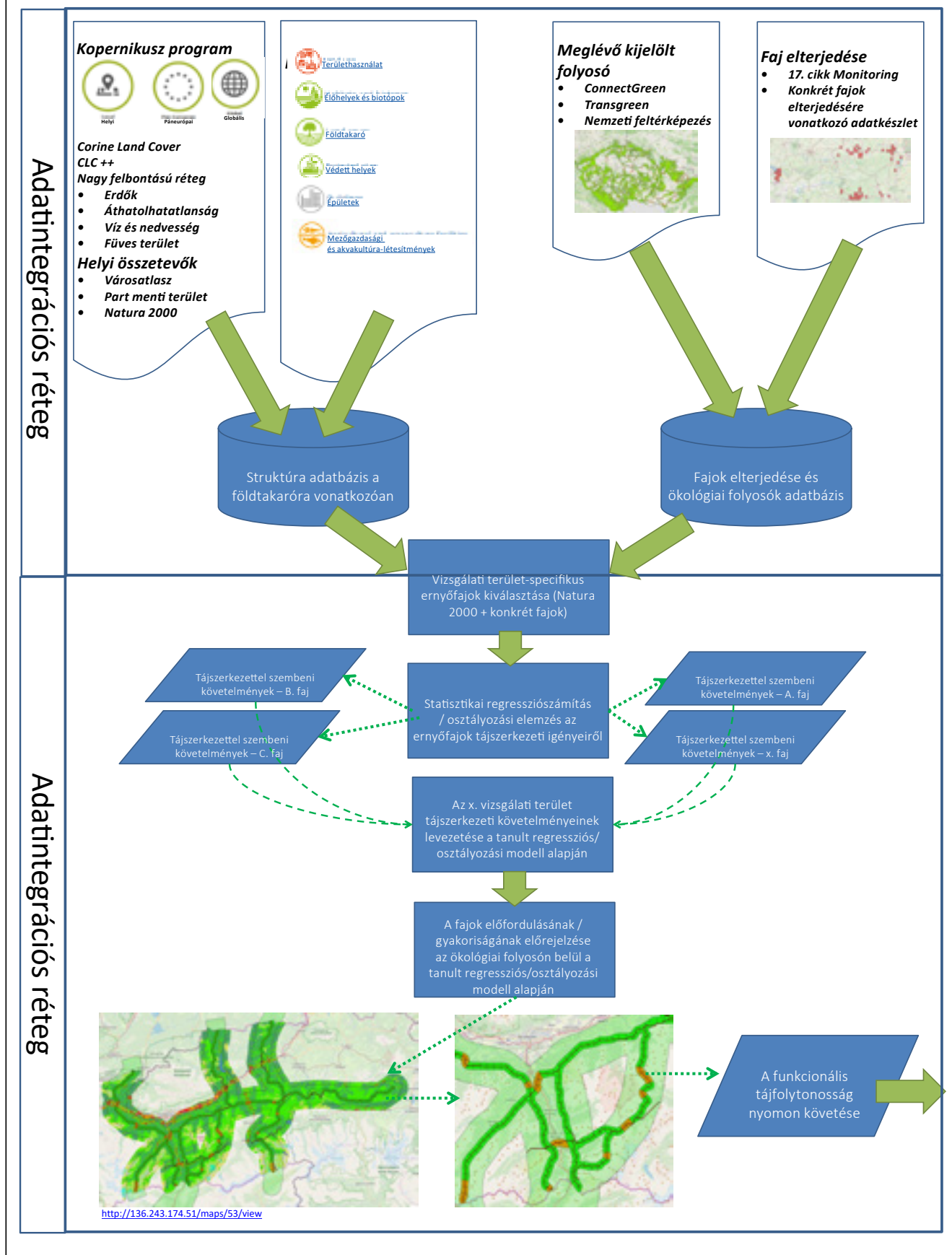
A SaveGREEN egyik kifejezett célja, hogy több fajcsoportra vonatkozóan folyosótérképeket dolgozzon ki, és a modell eredményeinek kombinálásával egy átfogó térképet hozzon létre minden egyes vizsgálati területre. Ez a kombináció magában foglalja a korábbi, nagyragadozókra összpontosító projektek kijelölt folyosóit is. A monitoring folyamat során figyelembe veendő további fajcsoportok (pl. növényevők, kismamák, hullók) listáját a rendelkezésre álló információk és adatforrások átvizsgálásával kell összeállítani. Az azonosított folyosók szerkezeti folytonossága minőségének értékeléséhez a strukturális paraméterek alapján kiszámítjuk az átteresztőképesség csökkenését. Ez a lépés segít kiemelni a folyosók strukturális folytonosságát csökkentő szűk keresztmetszeteket, és így egy adott helyen a folyosórendszer teljesítményének fontos mérőszáma lesz (2. ábra). Az ilyen szűk keresztmetszetek megismerése segíthet a megfelelő fejlesztési stratégiák kidolgozásában. Ezen túlmenően, ezek az eredmények fontos információkkal fognak szolgálni

a funkcionális folytonosság részletes terepi felmérésekkel történő nyomon követésére alkalmas területek kiválasztásához.

A folt-folyosó-mátrix modell alapján a folyosókat általában a foltokat összekötő többé-kevésbé széles lineáris területeknek tekintjük. Leegyszerűsítve, folt alatt általában a táj mozaikszerű részeit értjük, amelyek elengedhetetlenek a vizsgált élőlénycsoport populációinak fennmaradásához. Esetünkben a foltok megfelelnek a magterületeknek. Ezek a foltok a vizsgált terület domináns területhasználati típusát képviselő mátrixba vannak beágyazva, pl. szántóföldbe az antropogén módon túlforgalmazott tájakon. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a mátrix mind a kontextustól, mind a léptéktől függ.

A SaveGREEN-ben nehéznek bizonyulhat a koncepció alkalmazása olyan tájakra, amelyek megőriztek bizonyos heterogenitást és ezáltal egyfajta strukturális gazdagságot. Ennek az az oka, hogy az ilyen tájakon a foltok és mátrixok

Strukturális folytonosság monitoring megközelítés – Az ökológiai folyosók kijelölése és értékelése GIS-modellek alapján



2. ábra: A monitoring módszertan munkafolyamatának általános áttekintése. A strukturális folytonosság nyomon követése

megkülönböztetése a nagyobb területeken bonyolult feladatot jelenthet, ami megnehezítheti a lineáris folyosók kijelölését. Ezt a nehézséget figyelembe kell venni a megfelelő módszertan kidolgozása során.

2.1. Általános megfontolások

A kiindulópont az a megfontolás, hogy valamennyi vizsgálati területre egységes megközelítést dolgozzunk ki, amely homogén adatkészleteken alapul, és azonos módszertannal azonosítja a strukturális folyosókat. Mivel a legtöbb vizsgálati területről nem állnak rendelkezésre a fajok elterjedésére vonatkozó adatok ahhoz, hogy adatvezérelt, alulról felfelé irányuló megközelítést lehessen kidolgozni, a 2020. december 7-i ülést követően úgy döntöttünk, hogy a strukturális monitoring modellezését szakértői modell segítségével végezzük el.

E célból a rendelkezésre álló információk és ismeretek alapján meg kell határozni a kiválasztott élőlénycsoportok számára a magterületek kijelölésére és az ellenállási felületek meghatározására vonatkozó szabályokat – mindkettő lényeges input a folyosók kiszámításához. Ezekhez a számításokhoz olyan adatkészleteket kell használnunk, amelyek széles körben, összehasonlítható formában rendelkezésre állnak valamennyi vizsgálati terület tekintetében. További előny, ha folyamatosan rendelkezésre állnak rendszeresen frissített adatok. Ily módon egy átlátható és jól érthető, kialakult szabályrendszer lehet analóg módon alkalmazni a jövőbeli tanulmányokra. Egy ilyen megközelítés esetében több okból is kompromisszumokat kell kötni az eredmények minőségét illetően. Végül is a legtöbb élőlénycsoport esetében hiányoznak az alapvető térbeli információk, amelyek alkalmasak a magterületekre vagy térbeli ellenállásra vonatkozó részletes előrejelzések készítésére. Bár egy nemrégiben készült tanulmány (Febbraro et al., 2018) azt mutatja, hogy az alulról felfelé építkező modellek, mint például a MAXENT (Phillips et al., 2006), pontosabb eredményeket adnak, a szerzők hangsúlyozzák, hogy ha gyenge az adatok elérhetősége, akkor szakértői módszer

használata javasolt. Az itt bemutatott megközelítés tehát olyan kompromisszumot jelent, amely a rendelkezésre álló információk alapján megfelelő minőségű megállapításokat tesz lehetővé. Végezetül, az eredményeknek a folyosóhálózat szűk keresztmetszeteinek azonosítását kell szolgálniuk, amelyek alkalmasak a funkcionális monitoring kialakítására. Ezeken a területeken a későbbiekben elvégezhető a folyosók finom kiigazítása térbelileg és tematikailag javított adatsorok alapján, a helyi viszonyok pontosabb tükrözése érdekében.

A strukturális folytonosság modellezése a következő lépéseket foglalja magában:

- » A potenciális adatforrások szűrése és a megfelelő bemeneti adatok kiválasztása a vizsgálati területeken a magterületek kijelölése és az ernyőfajok ellenállás felületeinek meghatározása érdekében
- » Információk gyűjtése a fajok elterjedéséről és az ökológiai folyosókról, és a célfajok (csoportok) meghatározása a vizsgálati területek tekintetében
- » Megfelelő modell kidolgozása és alkalmazása a kiválasztott fajok (csoportok) magterületeinek és ellenállás felületeinek meghatározására az adatok elérhetőségétől és minőségétől függően
- » Faj- (csoport-) specifikus folyosók kiszámítása minden egyes vizsgálati területre vonatkozóan
- » Szűk keresztmetszetek azonosítása

2.2. Beviteli adatok a magterületek és ellenállás felületek kiszámításához

A monitoring folyamat első fontos állomása a tájat leíró megfelelő adatkészletek elkészítése a modellezési igényeknek lehetőleg legjobban megfelelő egyes

vizsgálati területekre vonatkozóan. Az adatkészletek kiválasztásakor a következő minimális tájleírási követelményeket határoztuk meg a strukturális folytonosság nyomon követésének alapjaként:

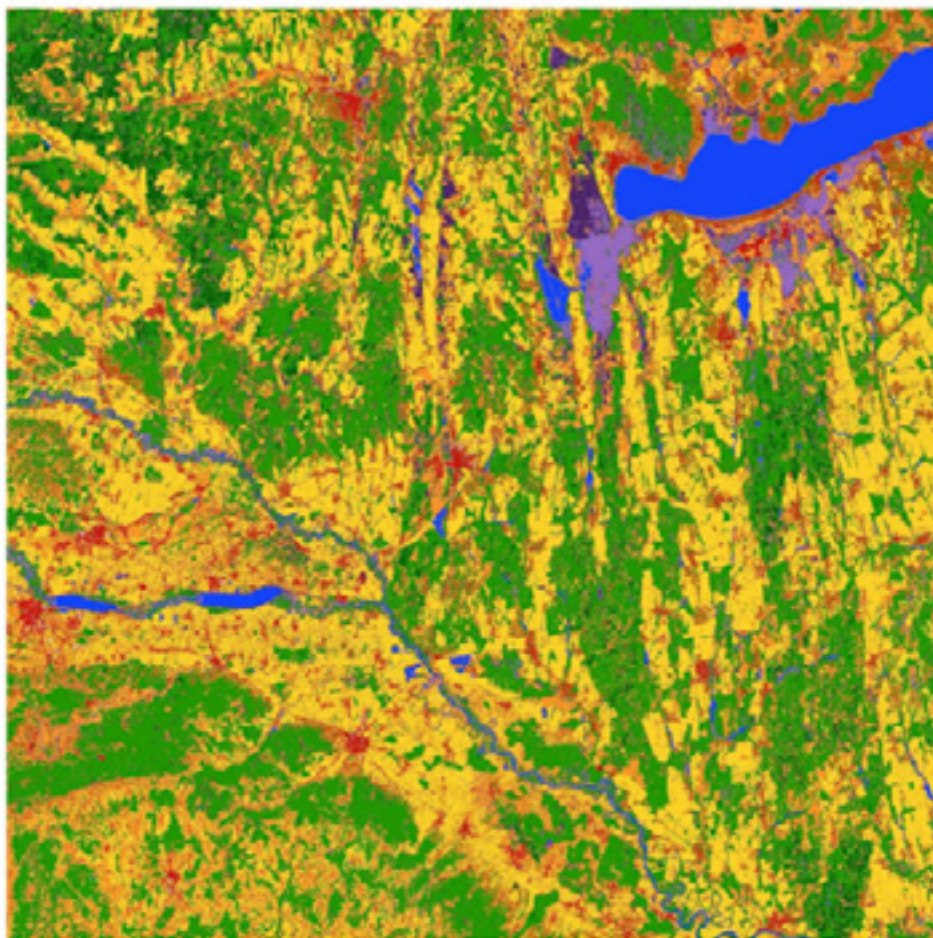
- » Földtakaró / földhasználat, amely meghatározza a magterület részét képező megfelelő élőhelyek potenciálját leíró általános keretet, és hatással van az ellenállási felületre is
- » Tengerszint feletti magasság / lejtés, amely befolyásolja az adott terület alkalmasságát a fajok (csoportok) számára
- » Folyók és vízfolyások, amelyek számos faj (csoport) számára jelentős akadályozó hatást jelenthetnek
- » Infrastruktúra (például utak, vasutak és épületek), amely az akadályok sajátosságaival rendelkezik,

ugyanakkor az akadályok leküzdését is szolgálja, például az autópályák, utak, sínek és folyók feletti vagy alatti átkelő szerkezetek.

A vizsgálati területek közötti lehető legjobb összehasonlíthatóság biztosítása érdekében a következő adatkészleteket jelöltük meg jól használható lehetséges forrásként. Hangsúlyozni kell, hogy ezek az adatkészletek nem minden vizsgálati terület esetében állnak rendelkezésre – ilyen esetben alternatívákat kell találni.

2.2.1. Földtakaró / területhasználat

A strukturális folytonosság nyomon követéséhez elengedhetetlen információ a földtakaró, amely kulcsfontosságú a megfelelő élőhelyek jelenléte szempontjából, amelyek magterületként szolgálhatnak. A földtakaró azonban az



Tile 33TXM - Magyarország, Horvátország

Jelmagyarázat

- Mesterséges felszínek és szerkezetek
- Természetes anyagfelszín
- Lombos erdő
- Tülevelű erdő
- Lágyszárú növényzet
- Mocsár és hangás fenyér
- Szklerofil növényzet
- Művelt terület
- Szőlő
- Láp
- Tőzegláp
- Vízfelület
- Állandó hóval borított felszín



3. ábra: Kivonat a 10 m-es S2GLC földtakaró-térképből (forrás: http://users.cbk.waw.pl/~mkrupinski/S2GLC_Phase2_FinalReport.pdf)

áteresztőképesség fontos paramétere is, amennyiben jelzi, hogy az élőlények egy csoportja mennyire képes áthaladni a tájon. Itt egy, a Sentinel-2 képek osztályozásán alapuló adatkészletet (Malinowski et al., 2020) azonosítottunk legmegfelelőbbként. Előnye a nagy térbeli felbontás (10 m), tekintettel a térkép által lefedett területre, a rendelkezésre állásra, valamint a tervezett frissítési ciklusokra, amelyek lehetővé teszik a jövőbeni, összehasonlítható alapon történő újraszámításokat. Az alacsony tematikus felbontás hátránynak tekinthető – az adatkészlet 13 különböző osztályt különböztet meg (3. ábra), ami a vizsgált élőlénycsoportok számos igényét nem elégíti ki megfelelően. Ezenkívül, ez az adatkészlet nem áll rendelkezésre Ukrajnára vonatkozóan, ezért itt megfelelő alternatívát kellett találni és a feldolgozásra alkalmassá tenni.

2.2.2. Tengerszint feletti magasság / lejtés

Egy bizonyos tengerszint feletti magasság vagy a nagyon meredek felszín akadályt jelent a legtöbb állatcsoport számára, amit szintén szerepeltetni

kell a modellezés során. Bár ez a hatás várhatóan elhanyagolható lesz a vizsgálati területeken, a számítások során tekintetbe kell venni. Erre a célra alkalmas adatkészlet lehet az EU-DEM (Európai Környezetvédelmi Ügynökség, 2014; lásd <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>). Amennyiben egy vizsgálati területre vonatkozóan jobb adatok állnak rendelkezésre, akkor e helyett ezeket is lehet használni a modellezéshez.

2.2.3. Folyók és vízfolyások

A vízhálózat, különösen a nagy folyók, gyakran akadályt jelentenek számos élőlénycsoport számára. Ezen információk alkalmazásához elengedhetetlen a vízfolyás rangsorolásának figyelembevétele, mivel az áteresztőképesség a legtöbb esetben ettől függ. <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro>. Megadja a vízgyűjtők vízfolyáshálózatát, és az egyes szakaszokat a folyók Strahler-féle rendszerezése alapján különbözteti meg (4. ábra alapján).



4. ábra: A Duna vízgyűjtő területének vízfolyás-hálózata, az EU-HYDRO alapján

2.2.4. Infrastruktúra

Az antropogén létesítmények és az infrastruktúra a fajcsoportok túlnyomó többsége számára a mobilitás korlátozásának egyik fő oka, ezért ezeket is be kell építeni a strukturális folytonosság értékelésébe. Uniós szinten azonban hiányoznak a megfelelő adatok. Ráadásul ezen információk nemzeti elérhetősége és minősége alapvetően különbözik a vizsgálati területek között. Ezért egy olyan közös projekt adatkészletet használunk, amely – legalábbis az európai országok esetében – megfelelő minőségű infrastrukturális adatokat szolgáltat, nevezetesen az **Open Street Map** (OSM, lásd <https://www.openstreetmap.org/about>) közös térképészeti projektet. A SaveGREEN-en belül három adatréteg kerül felhasználásra: (1) a közúthálózat, (2) a vasúthálózat és (3) az egyes épületek.

A közúti és vasúthálózat esetében – a vízfolyáshálózathoz hasonlóan – szükséges az egyes szakaszok hierarchikus megkülönböztetése, mivel a rangsorolási szint befolyásolja az infrastruktúra átteresztőképességét a különböző fajcsoportok számára. Ez a megkülönböztetés lényegében Haberl et al. (2021) érvelését követi, és a közúthálózat esetében három, a vasúthálózat esetében pedig két különböző szintből álló hierarchiát biztosít.

A települési területek, amelyek befolyásolják a magzónákat és a fajcsoportokkal szembeni ellenállást, megfelelően reprezentáltak a Sentinel-2 adatkészletben, azonban az egyes épületek, amelyek szintén befolyásolhatják a strukturális folytonosságot, hiányoznak ebből az adatkészletből. Ezért ezeket az OSM-adatkészletből kell kinyerni, és be kell építeni a modellbe.

Az antropogén infrastruktúra akadályozó hatásai mellett, az állatok mozgását megkönnyítő struktúrák is léteznek. Ezek jellemzően az akadályok felett (hidak, felüljárók) vagy alatt (alagutak, aluljárók) elhelyezkedő szerkezetek. Külön említést érdemelnek a vadátjárók, amely szerkezeteket kifejezetten erre a célra hozták

létre. Gyakori, hogy az OSM nem kielégítő minőségben nyújtja ezeket az információkat, ezért ezeket a vizsgálati területek partnereinek kell biztosítaniuk a modellezésbe bevonandó regionális adatkészletek vagy térképészeti adatok felhasználásával.

2.3. A célfajok (csoportok) kiválasztása

A vizsgálati terület tájképét leíró bemeneti adatok meghatározásával párhuzamosan ki kell választani az érdeklődésre számot tartó megfelelő fajokat (vagy fajcsoportokat) is. A korábbi projektek (pl. OBWIC) során néhány faj (nagyragadozók) esetében a pontszerű elterjedési adatokat az élőhely-alkalmassági index (HSI) modellek kidolgozásához használták, hogy le lehessen vezetni a magterületek és az azokat összekötő folyosók térbeli ábrázolását.

Kiindulópontként, a projektpartnerek összeállítottak egy hosszú listát a későbbi funkcionális monitoring során figyelemmel kísérendő fajokról (vagy fajcsoportokról), amely lista a strukturális folytonosság monitorozására alkalmas ernyőfajok (vagy ernyőfaj csoportok) kiválasztására szolgál (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgálati területeken élő ernyőfajok jegyzéke.

*** faj (vagy fajcsoport), amelynek esetében rendelkezésre állnak elterjedési adatok**

**** faj (vagy fajcsoport), amelynek esetében modellezett adatok állnak rendelkezésre**

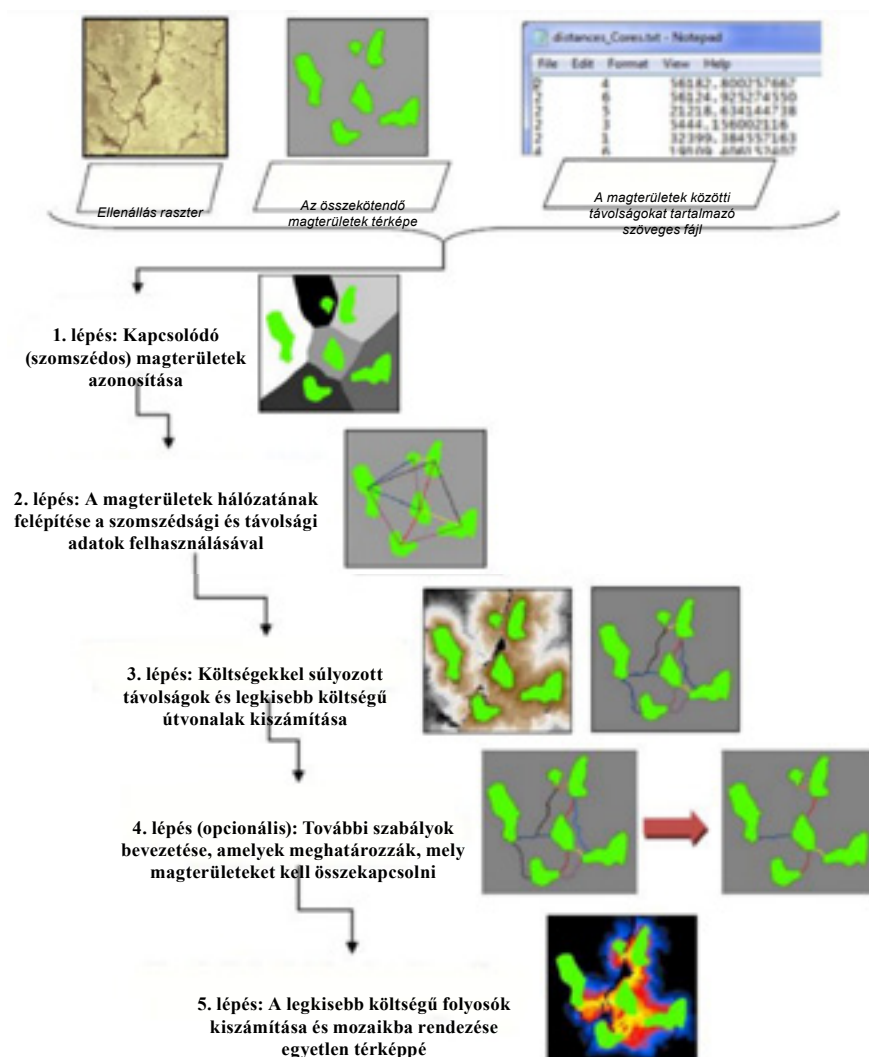
Fajcsoport	Faj
Kiszucai-Beszkidék vizsgálati terület (CZ-SK)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>)**, Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>)**, Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>)**
Közepes méretű emlősök	Vadmacska (<i>Felis silvestris</i>)* Európai vidra (<i>Lutra lutra</i>)
Növényevők	
Madarak	Császármadár (<i>Bonasia bonasia</i>)**
Arad-Déva vizsgálati terület (RO)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>)**, Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>)**, Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>)**
Egyéb nagyemlősök	Gímszarvas (<i>Cervus elaphus</i>), Európai őz (<i>Capreolus capreolus</i>), Vaddisznó (<i>Sus scrofa</i>)
Denevérek	többféle
Kétéltűek	többféle
Hüllők	többféle
Halak	többféle
Keleti-Kárpátok vizsgálati terület (RO)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>), Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>), Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>)
Nagy növényevők	Gímszarvas (<i>Cervus elaphus</i>), Vaddisznó (<i>Sus scrofa</i>)
Novohrad-Nógrád vizsgálati terület (SK-HU)	
Vízi makrogerinctelenek	Rákok, halak
Nagy növényevők	Patások
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>), Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>), Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>)
Közepes méretű emlősök	Vadmacska (<i>Felis silvestris</i>)
Rila-Verila-Kraishte vizsgálati terület (BG)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>)**, Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>)**
Hüllők	Mór teknős (<i>Testudo graeca</i>), Görög teknős (<i>Testudo hermanni</i>)
Közepes méretű emlősök	Gímszarvas (<i>Cervus elaphus</i>), Európai borz (<i>Meles meles</i>)
Nagy növényevők	Patások
Kárpátalja vizsgálati terület (UA)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>)*, Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>)*, Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>)*
Kobernauberwald vizsgálati terület (AT)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>), Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>), Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>) – telepítés esetén
Nagy növényevők	Gímszarvas (<i>Cervus elaphus</i>), Vaddisznó (<i>Sus scrofa</i>)
Közepes méretű emlősök	Európai őz (<i>Capreolus capreolus</i>), Vörös róka (<i>Vulpes vulpes</i>), Európai borz (<i>Meles meles</i>), Vadmacska (<i>Felis silvestris</i>), Mezei nyúl (<i>Lepus europaeus</i>), Nyest (<i>Martes foina</i>), Nyuszt (<i>Martes martes</i>)
Kisemlősök	Európai mókus (<i>Sciurus vulgaris</i>), Közöséges görény (<i>Mustela putorius</i>), Sünfélék (<i>Erinaceinae</i>), Hermelin (<i>Mustela erminea</i>), Pelefélek (<i>Gliridae</i>), Mezei pocok (<i>Microtus arvalis</i>)
Pötsching vizsgálati terület (AT)	
Nagyragadozók	Barna medve (<i>Ursus arctos</i>), Szürke farkas (<i>Canis lupus</i>), Eurázsiai hiúz (<i>Lynx lynx</i>), Aranyakál (<i>Canis aureus</i>) – telepítés esetén
Nagy növényevők	Gímszarvas (<i>Cervus elaphus</i>), Vaddisznó (<i>Sus scrofa</i>)
Közepes méretű emlősök	Európai őz (<i>Capreolus capreolus</i>), Vörös róka (<i>Vulpes vulpes</i>), Európai vidra (<i>Lutra lutra</i>), Eurázsiai hód (<i>Castor fiber</i>), Európai borz (<i>Meles meles</i>), Vadmacska (<i>Felis silvestris</i>), Mezei nyúl (<i>Lepus europaeus</i>), Nyest (<i>Martes foina</i>), Nyuszt (<i>Martes martes</i>)
Kisemlősök	Európai mókus (<i>Sciurus vulgaris</i>), Közöséges görény (<i>Mustela putorius</i>), Sünfélék (<i>Erinaceinae</i>), Hermelin (<i>Mustela erminea</i>), Pelefélek (<i>Gliridae</i>), Mezei pocok (<i>Microtus arvalis</i>)

2.4. A folyosók kiszámítása

2.4.1. Eszköz: Linkage Pathways

A vadon élő állatok folyosóinak kiszámítására széles körben használt eszköz a Linkage Pathways alkalmazás, amely a – hasznosságát már számos alkalmazási példában (pl. Dutta et al. 2016, Littlefield et al. 2017) bizonyító – Linkage Mapper készlet (lásd <https://linkagemapper.org/linkage-mapper-tools/>)

részét képezi. A folyosók kiszámításához (5. ábra) a Linkage Pathways-nek térbeli információkra van szüksége a faj legfontosabb, a folyosók kezdő- és végpontjaként szolgáló élőhelyeit tartalmazó magterületről. A terep átteresztőképességét egy faj esetében az ellenállási felület írja le, ahol az alacsony érték könnyű átteresztőképességet jelent, míg a magas értékű területek nehezen átjárhatóak. Az akadályokat nagyon magas ellenállási érték jellemzi. A Linkage Pathways egyik előnye, hogy az elektronika területéről származó áramkörelméltre támaszkodik, és a hagyományos legkisebb költségű útvonal megközelítéseket azáltal javítja, hogy egyidejűleg figyelembe veszi a központi területeket összekötő összes lehetőséget.



5. ábra: A fajspecifikus folyosók kiszámításának általános munkafolyamata a Linkage Pathways eszköz segítségével

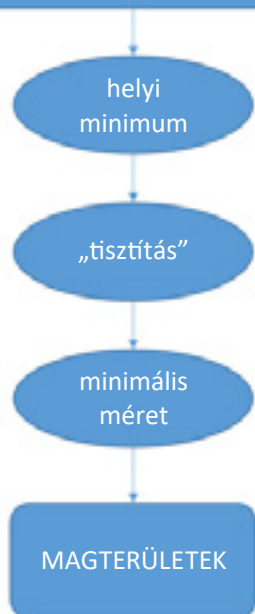
2.4.2. A magterületek kiszámítása

A magterületek kijelöléséhez az igaz vagy hamis értéket (igen/nem) jelentő boolean értékek leképezése a bemeneti adatkészletek alapján az alábbiak szerint történik.

A kategorikus bemeneti adatok (földtakaró, épületek, valamint vízfolyás-, közúti és vasúthálózat) esetében minden egyes kategóriára el kell dönteni, hogy az a magterület része lehet-e vagy sem. A vonalas struktúrák (folyók, közutak, vasutak) esetében ez azt jelenti, hogy hierarchikus szintjük miatt valószínűsíthető-e, hogy feldarabolnak egy potenciális magterületet. A metrikus bemeneti adatok (tengerszint feletti magasság, lejtés) esetében küszöbértékeket határozunk meg a magzónának való alkalmasság jelzésére.

A boolean értékek (igen/nem) összes térképének

Földtakaró: földtakaró típus megfelelő igen/nem
Tengerszint feletti magasság/lejtés: küszöbérték a nem megfelelő területek kizárására
Folyók: vízfolyás-rend megfelelő igen/nem
Utak: szint megfelelő igen/nem
Vasutak: szint megfelelő igen/nem
Épületek: igen/nem



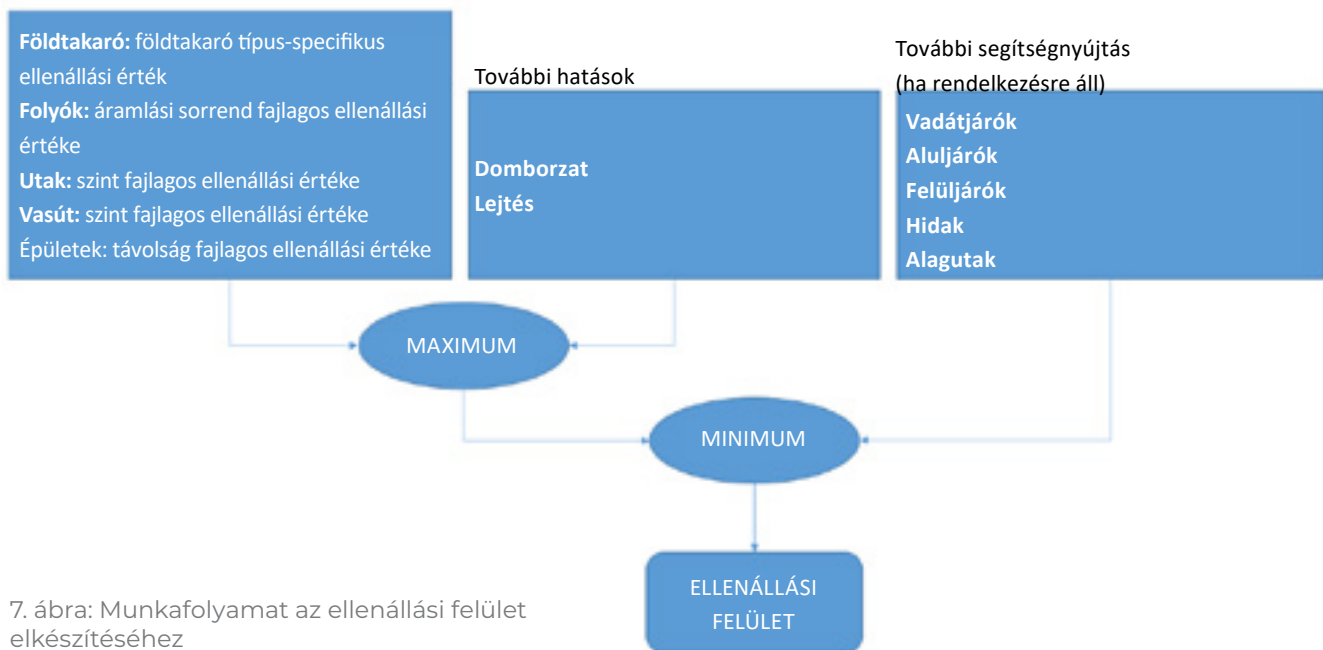
6. ábra: Munkafolyamat a magterületek kijelölésére

egy, a nem-értékeket előnyben részesítő minimális operátorral történő átfedése eredményezi az első köztes eredményt. Annak érdekében, hogy a keletkező területek az egyes állatcsoportok számára szükséges tömörséggel rendelkezzenek, megfelelő GIS munkafolyamati lépéseket teszünk a felszakadt határok megtisztítására. Ezt követően, kizárjuk azokat a területeket, amelyek nem felelnek meg a fajra (vagy fajcsoportra) vonatkozó minimális méretnek. A számítási folyamat áttekintése a 6. ábrán látható. A fajok (vagy fajcsoportok) konkrét kijelölését még ki kell dolgozni.

Hangsúlyozni kell, hogy a magterület fogalma – bár a Linkage Pathways eszköz ezen alapul – nem minden fajcsoportra és vizsgálati területre alkalmazható. Például előfordulhat, hogy nincsen olyan megfelelő élőhely, amely elég nagy ahhoz, hogy magterületként szolgáljon, pl. nagyragadozók számára. Ezért ilyen esetekben pontosabb olyan területekről beszélni, amelyek elegendő alkalmas élőhelyet biztosítanak ahhoz, hogy egy folyosó részeként működjenek, amelyeket még azonosítani kell.

2.4.3. Az ellenállási felületek kiszámítása

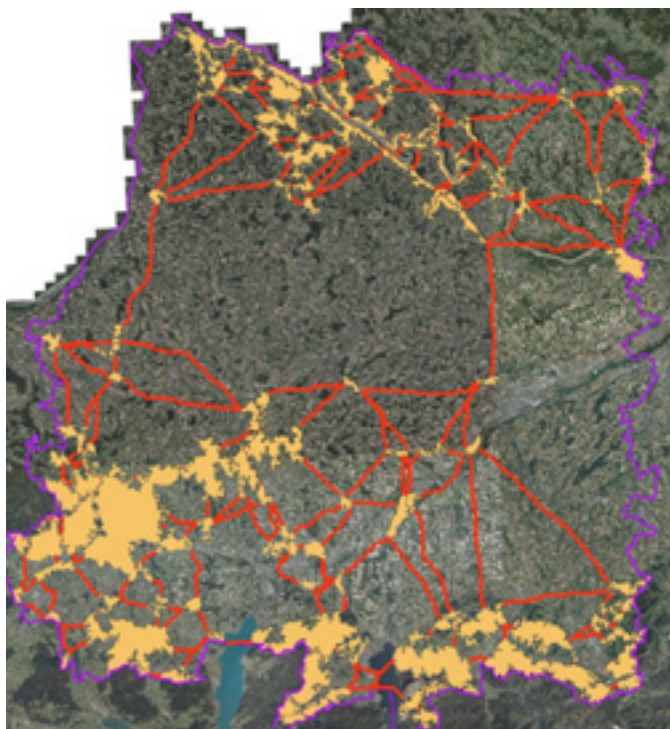
A Sentinel-2 osztályozás szerinti egyes földtakaró-kategóriákat az átteresztőképességük alapján ellenállási értékekhez rendeljük. További adatkészletek felhasználásával ezek az ellenállási értékek ennek megfelelően módosíthatóak. Például a közúti és vasúthálózatok, valamint a vízfolyások növelhetik az ellenállási értéket, sőt akadályként is működhetnek. A vadátjárókra/átkelőhelyekre vonatkozó információk – ha rendelkezésre állnak – szintén módosíthatják a térbeli ellenállást. Ezenkívül, az épületektől való távolság és a tengerszint feletti magasság/lejtés is az akadály jellegű területek azonosítására szolgál. Például a településekhez közeli területeket állatcsoport-specifikusan akadályként kezeljük azzal, hogy a távolság csoportonként változik. Hasonlóképpen, egy bizonyos tengerszint feletti magasságot vagy lejtésszöveget akadályként jelölünk meg. A munkafolyamat áttekintése a 7. ábrán látható.



7. ábra: Munkafolyamat az ellenállási felület elkészítéséhez

2.4.4. A folyosók kiszámítása

A magterületekre és ellenállási felületre vonatkozó adatok elkészítése után, a Linkage Pathways eszközt a folyosók kiszámítására



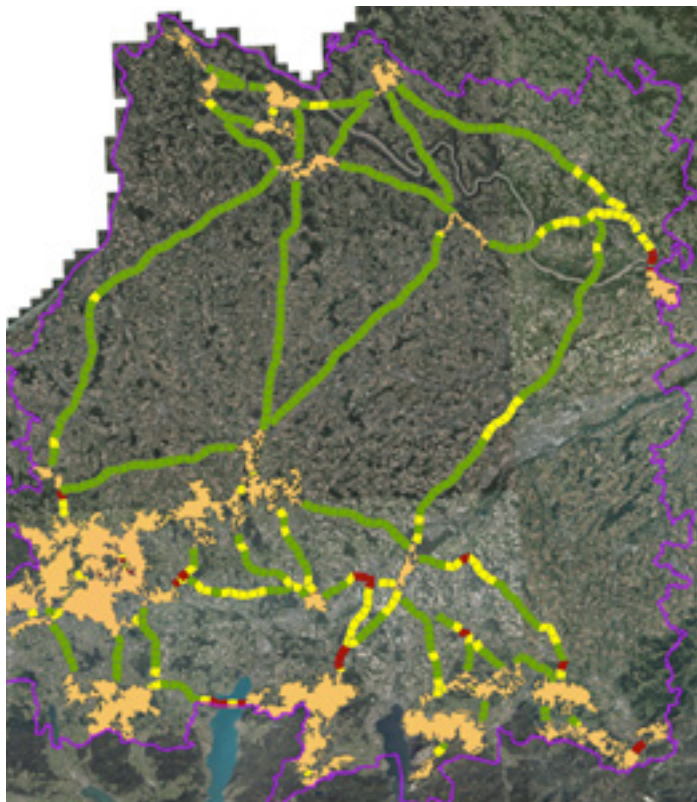
8. ábra: Előzetes folyosók a gímszarvas számára a Kobernaußerwald vizsgálati területen

használjuk. Ezt a számítást az adott vizsgálati területre ernyőfajként kiválasztott minden egyes fajcsoportra külön-külön kell elvégezni. A 8. ábra a kezdeti feltételezéseken alapuló előzetes eredményt mutatja a gímszarvasra vonatkozóan az osztrák Kobernaußerwald vizsgálati területen.

2.5. Az elakadási pontok kiszámítása

A folyosók funkcionális folytonosságának nyomon követésére alkalmas területek kiválasztása szempontjából döntő fontosságú a szűk keresztmetszetek azonosítása a strukturális folytonosság alapján. Ehhez ismét a Linkage Mapper eszköztár egy komponensét, a Pinchpoint Mappert fogjuk használni (McRae 2012). Ez az eszköz megjelöli a folyosókban azokat a területeket, amelyek különösen érzékenyek a folytonosság sértetlenségére, és amelyek

9. ábra: A Kobernaußerwald vizsgálati területen lévő folyosószakaszok átjárhatósági állapotának bemutatása a barna medve vonatkozásában az előzetes eredmények alapján



elvégezték különösen nagy hatással lenne a hálózatra. A 2.4.4. pont eredményei alapján a szűk keresztmetszettel járó helyzetek kiszámíthatóak a folyosókra vonatkozóan valamennyi kiválasztott faj (vagy fajcsoport) esetében.

Az azonosított folyosók funkcionális folytonosságának nyomon követésére szolgáló, lehetséges célterületek kiemelésé érdekében, elvégezzük a folyosók átteresztőképességének minőségi értékelését. Ehhez a folyosókat különböző ökológiai átteresztőképességű szegmensekre osztjuk, az előző lépésekből származó eredmények alapján. A 9. ábra a megközelítés mód barna medvére vonatkozó tesztelésének előzetes eredményeit mutatja a Kobernaußerwald vizsgálati területen: a zöld szegmensek a folyosón belüli magas ökológiai átteresztőképességű tájrészeket, a narancssárga folyosószakaszok az alacsonyabb átteresztőképességű részeket, míg a piros szegmensek az akadályjellegű tájrészeket jelölik.

2.6. A vadvédelmi folyosók kiszámításának módszere

Az alábbi szakasz lépésről lépésre ismerteti a vadon élő állatok folyosóinak kiszámítását és az úgynevezett szűk keresztmetszetek felderítését térbeli GIS-adatok és a vadon élő állatok tájhasználatára és tájban való mozgására vonatkozó feltételezések felhasználásával.

Erre a célra a Linkage Mapper keretrendszer (<https://linkagemapper.org/linkage-mapper-tools/>) két eszközét használjuk:

Linkage Pathways: kiszámítja a folyosókat a) az összekapcsolandó magterületeket tartalmazó réteg, b) az ellenállás értékeket tartalmazó réteg (amely jelzi, mennyire veszélyes egy állat számára a terepen való átkelés), és c) a magterületek közötti távolságot tükröző távolságmátrix felhasználásával.

Pinchpoint Mapper: azonosítja a szűk keresztmetszeteket az előző lépésben ismertetett Linkage Pathways eszköz eredményei alapján.

A szükséges magterületek kiszámításához szükségünk van az ellenállási térképre valamint a távolságmátrixra, mint releváns GIS-rétegekre. Ezenkívül, szükség van egy szabálykészletre arra vonatkozóan, hogyan kell ezeket a rétegeket összekapcsolni.

Ezt a szabálykészletet két Python szkript (lásd SaveGREEN könyvtár https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs:calculation_corearea.py és [calculation_resistance.py](https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs:calculation_resistance.py)) implementálásával képezzük le, amelyek a rendelkezésre álló adatokból és bemeneti információkból kiszámítják a szükséges inputokat. A számítás paraméterei az egyes fajokra vagy fajcsoportokra jellemzőek, és egy táblázatban előre megadhatóak (lásd SaveGREEN könyvtár <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs:InputParameters>).

xlsx) a paraméterek meghatározásának megkönnyítése érdekében.

Az utolsó lépésben a folyosók és a szűk keresztmetszetek kiszámítása után, a folyosókat szegmensekre osztjuk, és a szűk keresztmetszetek kiszámításának eredményét átvisszük a szegmensekre. Ez lehetővé teszi a folyosószakaszok értékelését, továbbá azok rangsorolását áteresztőképességük alapján.

A két használandó eszköz (Linkage Pathways, Pinchpoint Mapper) az ESRI ArcGIS (ArcMap 10.x) GIS-szoftvert és a „Spatial Analyst” bővítményt igényli, míg a szkriptek futtatása Python 2 nyelven történik. A folyosószakaszok kiszámításának egyes lépéseire a QGIS 3.x szabadon használható szoftver a legalkalmasabb.

A számítási folyamatot a következő lépések ismertetik:

1. A GIS-rétegek elkészítése
2. A fajspecifikus bemeneti paraméterek elkészítése
3. Magzónák kiszámítása a `calculation_corearea.py`
4. Az ellenállási értékek kiszámítása a `calculation_resistance.py`
5. A folyosók kiszámítása a Linkage Pathways eszköz segítségével
6. A szűk keresztmetszetű területek kiszámítása a Pinchpoint Mapper eszközzel
7. A folyosók szakaszokra osztása
8. A folyosószakaszok és a szűk keresztmetszetű területek metszéspontja

2.6.1. A GIS-rétegek elkészítése

Egy kivétellel az összes szükséges bemeneti fájl 10 méteres felbontású, EPSG 3035 vetületű, kongruens raszterfájlokká (GeoTIFF) kell elkészíteni, amely a szkript könyvtárban

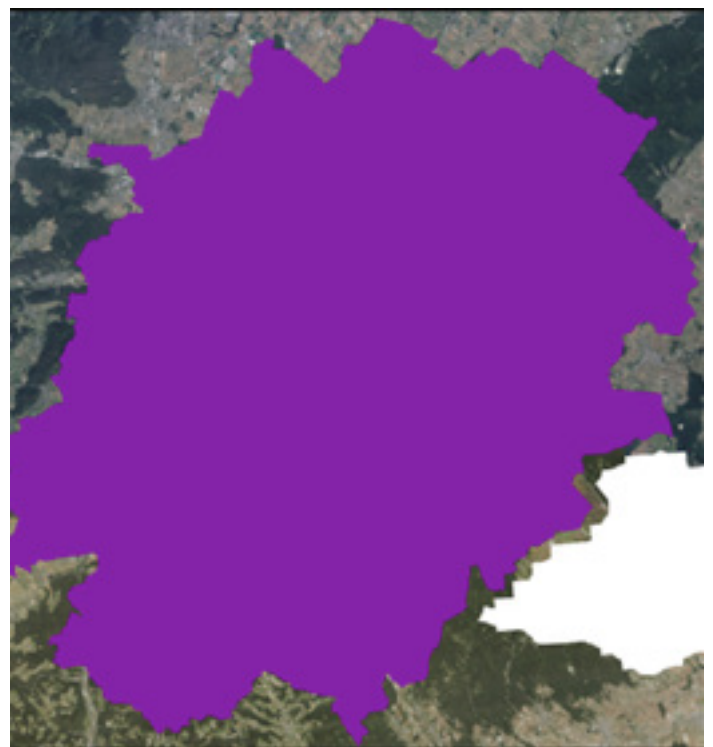
található (lásd a „theInputPath” szkriptet). A vizsgálati területek számára megfelelő adatok rendelkezésre állása és a vizsgálati területek közötti jó összehasonlíthatóság fontos szerepet játszott a megfelelő bemeneti adatkészletek kiválasztásában. A bemeneti adatok jövőbeli frissítésének garantálása és a kapcsolódó állandó karbantartás is fontos tényezőnek minősült, és indokoltá tette a Kopernikusz program keretében létrehozott adatkészletekre való támaszkodást. Egy másik kritérium a térbeli és tematikus felbontás közötti megfelelő egyensúly volt. Az alábbi példák kiválóan szemléltetik az osztrák Pöttlaching vizsgálati terület esetében alkalmazott munkafolyamatot és adatokat.

Maszk

A maszk határozza meg azt a vizsgálati területet, amelyre az összes számítást elvégezzük. A vizsgálati területen belüli cellák értéke 1, az összes többi értéke NoData. Ez az adatkészlet más forrásokból kerül levezetésre, ez esetben a földtakaró adatkészletből (lásd alább).

Használat szkriptekben:

Input: *theMask*



10. ábra: „Maszk” réteg a vizsgálati terület lehatárolására

Földtakaró

A SaveGREEN keretében használt földtakaró-adatkészlet a Kopernikusz Sentinel-2 adatain alapul a 2017-es referenciaévre vonatkozóan, 10 méteres felbontással (Malinowski et al., 2020; lásd <http://s2glc.cbk.waw.pl/extension>).

Az adatkészlet az alábbi osztályokat különbözteti meg:

Érték	Földtakaró osztály
62	Mesterséges felszín
73	Művelt terület
75	Szőlő
82	Lombos erdő
83	Tűlevelű erdő
102	Lágyszárú növényzet
103	Mocsár és hangás fenyér
104	Szklerofil növényzet
105	Láp
106	Tőzegláp
121	Természetes anyagfelszín
123	Állandó hó
162	Vízfelület

Használat szkriptekben:

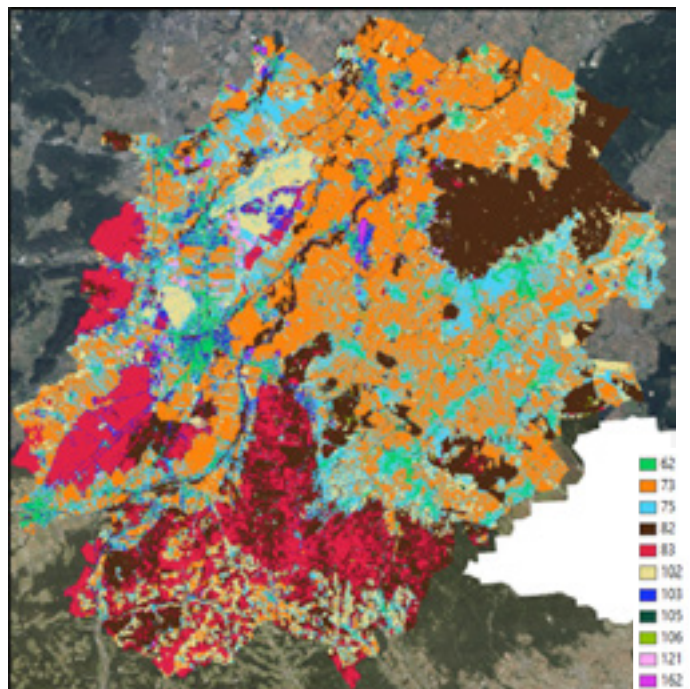
- » Input: theS2GLC
- » calculation_corearea.py szkript: theRemapValList_S2GLC meghatározza, hogy egy bizonyos földtakaró-osztály a magterület részeként szolgálhat-e.
- » calculation_resistance.py szkript: theRemapValList_S2GLC_res meghatározza a földtakaró osztályok ellenállás értékeit.

Digitális domborzatmodell

A magassági információkhoz az Európai Digitális domborzatmodell (EU-DEM) használtuk 10 méteres felbontással (forrás: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>).

Használat szkriptekben:

- » Input: theDEM



11. ábra: A „Földtakaró” réteg a felszín fizikai lefedettségének különböző típusaira vonatkozó térbeli információkat képviseli



12. ábra: A „Digitális domborzatmodell” réteg a terep magassági adatait ábrázolja

- » calculation_corearea.py szkript: theThresholdsList meghatároz egy küszöbértéket arra vonatkozóan, melyik magassági szint képezheti a magterület részét.

Átminősített Digitális domborzatmodell

Az ellenállási réteg kiszámításához az EU-DEM alapján átminősített digitális domborzati modellt használták az alábbi átminősítési táblázat segítségével:

Meters a.s.l.	Szint
0-1500	1
1501-1750	2
1751-2000	3
>2000	4

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theDEMrc1
- » Szkript calculation_resistance.py:
theRemapVallist_dem_res meghatározza a magassági osztályok ellenállási értékeit.

Lejtés

A lejtés réteget (szkript: theSlope) az EU-DEM segítségével számították ki. Az egységek fokban vannak megadva.



13. ábra: „Átminősített Digitális domborzatmodell” réteg

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theSlope
- » Szkript calculation_corearea.py:
theThresholdsList meghatároz egy küszöbértéket, amely szerint a lejtés mértéke még átjárható, és ezért a magterület részét képezheti.

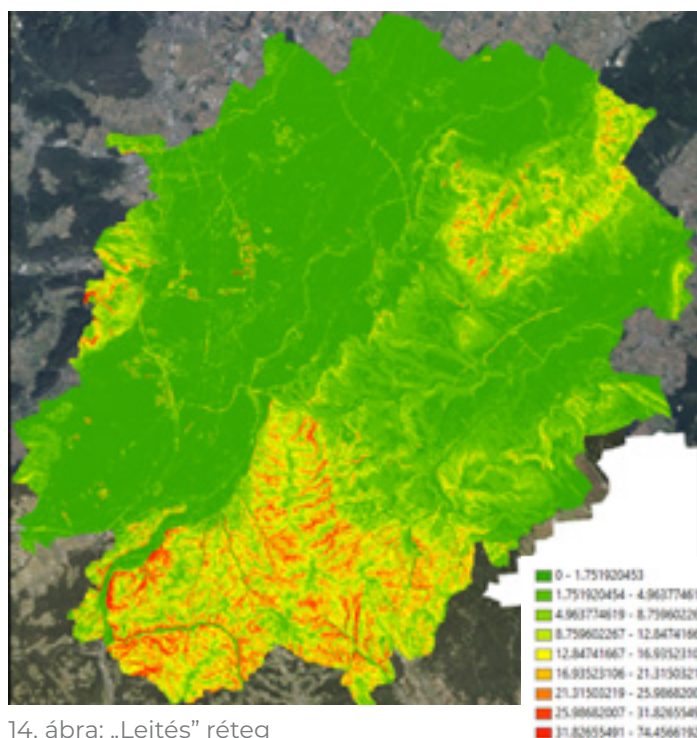
Átminősített lejtés

Az átminősített digitális domborzatmodellhez hasonlóan az alábbi átminősítési táblázat segítségével egy átminősített lejtésréteget is létrehozhat:

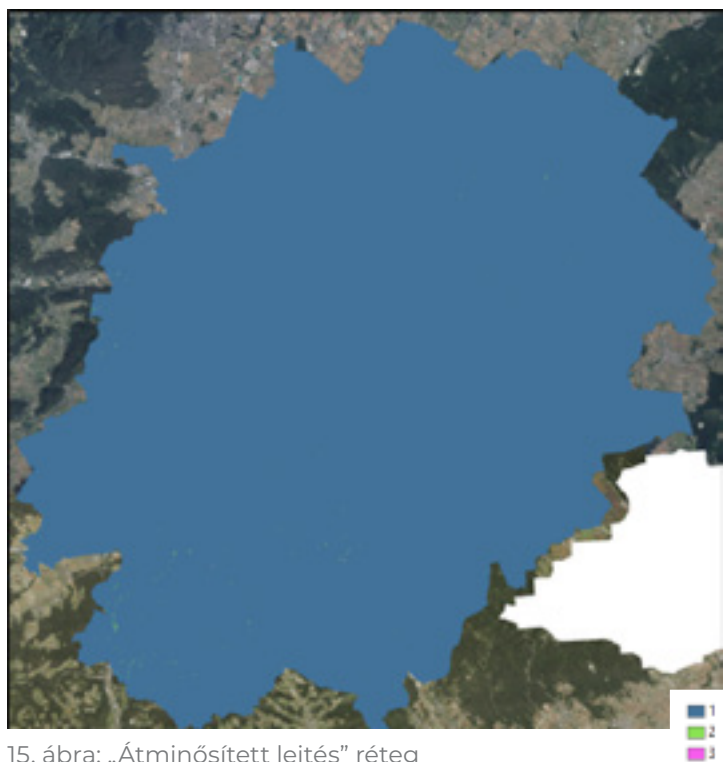
Lejtés °-ban	szint
< 40	1
40-60	2
> 60	3

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theSlopercl
- » Szkript calculation_resistance.py:
theRemapVallist_dem_res meghatározza a lejtési osztályok ellenállási értékeit.



14. ábra: „Lejtés” réteg



15. ábra: „Átminősített lejtés” réteg

Utak

Az utakra vonatkozó információk az Open Street Map (OSM, <https://www.openstreetmap.org>, elérés: <https://www.geofabrik.de/en/index.html>), oldalról származnak, amely a világ ingyenes és rendszeresen frissített földrajzi adatait biztosító kollaboratív projekt.

A különböző kategóriákat a következőképpen osztályozták:

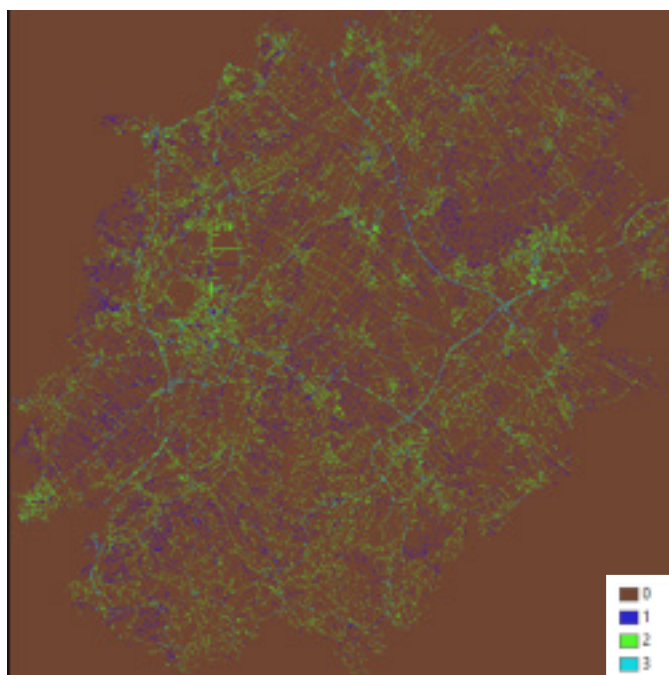
fclass	szint
lovaglóút	1
kerékpárút	1
gyalogút	1
lakó_utca	2
autópálya	3
autópálya_link	3
ösvény	1
gyalogos	2
elsődleges	3
elsődleges_link	3
lakott terület	2
másodlagos	3
másodlagos_link	3
szolgálati	2
lépések	1

fclass	szint
harmadlagos	2
harmadlagos_link	2
pálya	2
pálya_osztály1	2
pálya_osztály2	2
pálya_osztály3	1
pálya_osztály4	1
pálya_osztály5	1
törzs	3
törzs_link	3
nem minősített	2
ismeretlen	1

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theRoads
- » Szkript calculation_corearea.py:
theRemapValList_roads meghatározza, hogy egy adott útosztály felosztja-e a magterületet.
- » Szkript calculation_resistance.py:
theRemapValList_roads_res meghatározza az útosztályok ellenállási értékeit.

Figyelmeztetés: A hidakat és alagutakat a vektoros adatok raszterizálása előtt el kell távolítani a rétegből!



16. ábra: „Utak” réteg

Vasútvonalak

A közút réteghez hasonlóan, a vasútvonalak is az OSM adatbázisának felhasználásával készültek (a <https://www.geofabrik.de/en/index.html> oldalról érhető el), a következő kategóriák felhasználásával:

fclass	szint
vasút	2
minden egyéb	1

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theRail
- » Szkript `calculation_corearea.py`: `theRemapValList_rail` meghatározza, hogy egy adott vasútosztály felosztja-e a magterületet.
- » Szkript `calculation_resistance.py`: `theRemapValList_rail_res` meghatározza a vasútosztályok ellenállási értékeit.

Figyelmeztetés: A hidakat és alagutakat a vektoros adatok raszterizálása előtt el kell távolítani a rétegből!



17. ábra: „Vasút” réteg

Folyók

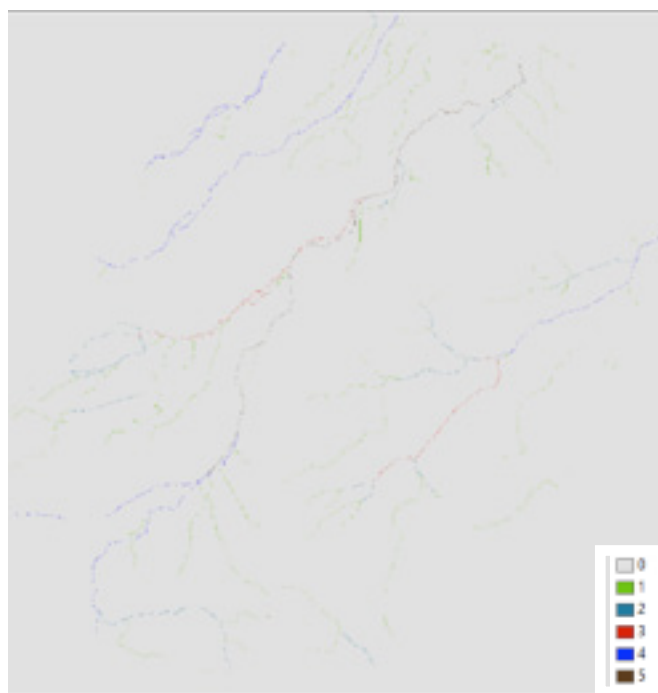
A folyók ábrázolása az EU-HYDRO-adatkészlet alapján történik (lásd <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro>), a „Strahler” cellaértéket használva, amely a hidrológiai folyam rendjét jelenti. A Strahler-értéket a mellékfolyók hierarchiája alapján a patak mérete határozza meg (Strahler, 1957).

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theRivers
- » Szkript `calculation_corearea.py`: `theRemapValList_rivers` meghatározza, hogy egy adott Strahler-értékkel rendelkező folyó felosztja-e a magterületet.
- » Szkript `calculation_resistance.py`: `theRemapValList_rivers_res` meghatározza a folyók ellenállási értékeit Strahler-értékek alkalmazásával.

Épületektől való távolság

Az első lépésben az OpenStreetMap (OSM) „épületek” adatállománya (a <https://www.geofabrik.de/en/index.html> oldalról) szolgált bemeneti adatként az euklideszi távolságok kiszámításához, amelyeket később egy második lépésben az alábbi átsorolási táblázat segítségével átminősítettünk:



18. ábra: „Folyók” réteg

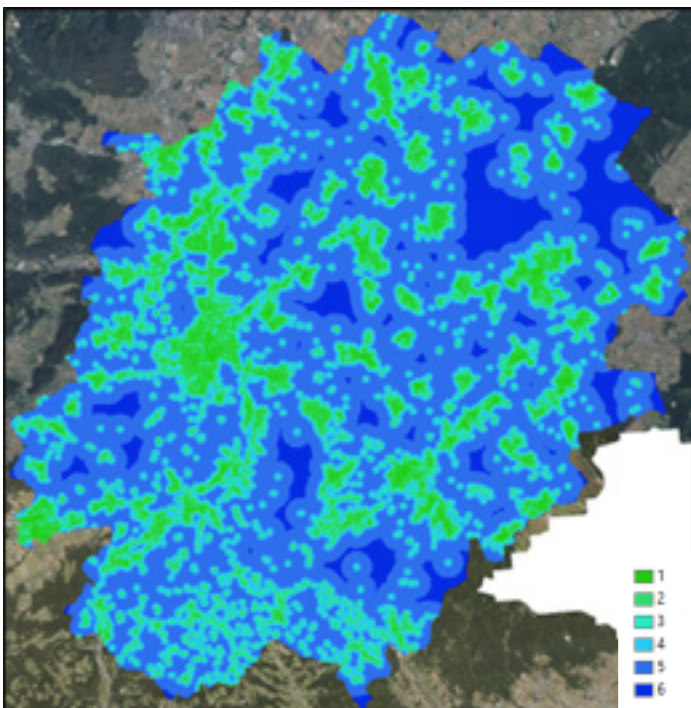
Euklideszi távolság méterben	szint
< 10	1
< 50	2
< 100	3
< 250	4
< 1000	5
> 1000	6

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theDist2Buildings
- » Szkript calculation_resistance.py:
theRemapValList_dist2buidlings_res
meghatározza az euklideszi távolság értékek ellenállási értékeit.

Vadátjárók

A vadátjárók a vadon élő állatok számára a nagy forgalmú utakon való átkelést lehetővé tevő területek. Annak biztosítása érdekében, hogy ezeket az átkelőhelyeket a folyosómodellben figyelembe vegyék, szükség esetén ajánlott a vadátjárókat magterületként bevonni a modellezésbe. Ez az egyetlen olyan bemeneti adatállomány, amely



19. ábra: „Épületektől való távolság” réteg



20. ábra: „Vadátjárók” réteg

vektoros adatok (poligonok) formájában szerepel a számításban. Ezen átkelést segítő eszközök sajátos jellege miatt a vonatkozó adatkészletek nem állnak a nyilvánosság rendelkezésére, és azokat projektspecifikusan kell elkészíteni.

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theGreenbridges

Létesítmények

A létesítményeket olyan további, a vadon élő állatok mozgását elősegítő vagy korlátozó építményekként határozzák meg, amelyek más bemeneti geoadatkészletekben nincsenek megfelelően feltérképezve. Ezek közé tartoznak például a felül- és alujárók, de más szerkezetek, például a kerítések is. A vadátjárókra vonatkozó adatkészlethez hasonlóan, egy ilyen adatkészletet olyan információk felhasználásával kell létrehozni, amelyek a terület speciális ismeretét vagy terepi térképezési adatokat igényelnek. A hozzárendelt ellenállási értékeket egyenként kell összehangolni a többi bemeneti adat értékei alapján, amelyeket aztán ennek megfelelően növelni vagy csökkenteni kell ezen adatkészlet értékei alapján.

Használat szkriptekben:

- » Bemenet: theFacilities



21. ábra: „Létesítmények” réteg

2.6.2. A fajspecifikus bemeneti paraméterek előkészítése

A magterület és az ellenállási réteg számításaihoz szükséges faj- vagy fajcsoport-specifikus bemeneti paraméterek meghatározása szakértői értékelések alapján történt. Ez az értékelés többféleképpen is elvégezhető, de minden esetben fajfüggő minősítést igényel. Segítségként, egy Excel-táblázat (InputParameters.xlsx) készült a különböző fajokhoz rendelt értékek összegzésére (lásd SaveGREEN könyvtár <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs>).

A magterületek kiszámításához különböző igen/nem döntéseket, valamint bizonyos küszöbértékeket, például a magterület maximális tengerszintjét határozzák meg. Ezek az értékek ezután átkerülnek a megfelelő Python-szkriptbe (lásd a 2.6.3. fejezetet).

Az ellenállási értékek meghatározása különösen fontos szempont a folyosók számításánál, amely kiemelt figyelmet igényel. Az értékeléshez ajánlott nyelvi kategóriákat találni, mivel ez gyorsabb megegyezést tesz lehetővé egy szakértői alapú folyamatban. Itt öt kategóriát

This part is to identify core areas and (large) stepping stones that should be connected by corridors using the Linkage Mapper tool. Suitable areas can be divided by linear structures like motorways or large rivers. In addition, areas above a certain altitude or steep areas can be excluded. A crucial point is the patch minimum area that can differ significantly between the pilot areas.

CORE AREA		Red deer (Cervus elaphus)
Land cover (Sentinel 2)		
Artificial surfaces and constructions		no
Cultivated areas		no
Vineyards		no
Broadleaf tree cover		yes
Coniferous tree cover		yes
Herbaceous vegetation	Suitability [yes/no]	yes
Moors and Heathland		yes
Sclerophyllous vegetation		yes
Marshes		no
Peatbogs		no
Natural material surfaces		yes
Permanent snow covered surfaces		no
Water bodies		no
Landscape		
patch minimum area	[km ²]	2
Elevation (EU-DEM)	maximum [m]	2500
Slope (EU-DEM)	maximum [°]	80
Infrastructure (OSM)		
high-level road network		no
medium-level road network	Suitability [yes/no]	yes
low-level road network		yes
railroad		yes
Rivers (EU-Hydro) Strahler		
< 4		yes
>= 4 and < 7	Suitability [yes/no]	yes
>= 7		no

22. ábra: Az InputParameters.xlsx fájl képernyőképén a gímszarvas magterületének kiszámításához szükséges bemeneti paraméterek láthatók példaként.

(nincs, alacsony, közepes, magas, akadály) határoznak meg, amelyek egy ordinális skálán írják le a terep áteresztőképességét a vadon élő állatok számára. Ez a rendszer természetesen szükség esetén kiigazítható. A lejtés és a tengerszint osztályai további hatással vannak a terep áteresztőképességének értékére, itt négy lehetséges hatás valósul meg (-: nincs további hatás, +: alacsony további hatás, ++: közepes további hatás, +++: magas további hatás).

Ezeket az ordinális skálán mért értékeléseket a szkriptben számokká kell alakítani (lásd a 2.6.4. fejezetet), az „alacsony” osztályhoz nagyon alacsony, az „akadály” osztályhoz pedig nagyon

This part is to assign resistance values to the landscape and the features inside in order to derive a resistance map for the Linkage Mapper tool using linguistic terms. Resistance categories range from no, low, medium and high resistance to barriers. Elevation and slope act as amplifiers, where - means no effect, + medium effect and ++ large effect. For calculation these categories will be translated to values. For each location the maximum value will be used. In a final step spatial information on over- and underpasses and greenbridges (if available) will be used to assign places of passability.

RESISTANCE		Red deer (<i>Cervus elaphus</i>)
Land cover (Sentinel 2)		
Artificial surfaces and constructions		high
Cultivated areas		low
Vineyards		medium
Broadleaf tree cover		no
Coniferous tree cover		no
Herbaceous vegetation		low
Moors and Heathland		low
Sclerophyllous vegetation		low
Marshes		low
Peatbogs		low
Natural material surfaces		low
Permanent snow covered surfaces		high
Water bodies		high
Infrastructure (OSM)		
high-level road network		barrier
medium-level road network		medium
low-level road network		low
railroad		medium
Rivers (EU-Hydro)		
1		low
2		low
3		low
4		medium
5	[Strahler value]	medium
6		high
7		high
8		high
9		barrier
10		barrier
Elevation (EU-DEM)		
0-1500		-
1500-1750	[m a.s.l.]	-
1750-2000		+
>2000		++
Slope (EU-DEM)		
< 40		-
40-60	[°]	+
> 60		+
Distance to buildings (OSM)		
< 10		barrier
< 50		high
< 100	[m]	low
< 250		low
< 1000		no
> 1000		no
Facilities		
Overpasses		low
Underpasses		low
Green bridges		low

◀23. ábra: Az InputParameters.xlsx fájl képernyőképén pl. a gímszarvasra vonatkozó ellenállási réteg kiszámításához szükséges bemeneti paraméterek láthatók.

magas értékek ajánlottak. A számszerű értékekre való megfelelő átültetéshez egyaránt szükség van a vadon élő állatok ökológiájával kapcsolatos ismeretekre és modellezési tapasztalatokra, de megfelelő próba és hiba folyamatra is.

2.6.3. A magzónák kiszámítása a calculation_corearea.py szkript segítségével

A szkript a listák listáit használja, hogy minden faj vagy fajcsoport esetében külön-külön megadjon többféle bemeneti paramétert. Jelenleg 11 fajra és fajcsoportra vonatkozóan adnak meg ilyen paramétertáblázatokat. Ez a lista azonban egyszerűen bővíthető. Ennek a megközelítésnek a fő előnye, hogy a modellezési környezetet minden egyes fajra vagy fajcsoportra vonatkozóan menet közben dokumentálja, és ez a környezet minden további nehézség nélkül módosítható.

A következő bemeneteket kell megadni:

BEMENETI VÁLTOZÓ / PARAMÉTER	JELENTÉS
thePraefix	A munkakönyvtár meghatározó elérési útvonal a vizsgálati terület és az adat almappa argumentumán kívül.
theRemapValList_S2GLC	Hozzárendeli a földtakaró osztályok alkalmasságát egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapValList_rivers	Hozzárendeli a Strahler-értékek alkalmasságát egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapValList_roads	Hozzárendeli az útosztályok alkalmasságát egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapValList_rail	Hozzárendeli a vasútosztályok alkalmasságát egy fajhoz (csoporthoz).

BEMENETI VÁLTOZÓ / PARAMÉTER	JELENTÉS
theRemapValList_S2GLC_border	
theShrinkValues	A magterületeket e paraméter által megadott számú cellával zsugorítja.
theMinimumSize	A magterület minimális mérete
theMask	A vizsgálati területet meghatározó maszk
theS2GLC	A földtakaró raszteres fájl
theDEM	A digitális domborzatmodell
theSlope	A lejtés raszteres fájl
theRoads	Az utak raszteres fájl
theRivers	A folyók raszteres fájl
theRail	A sínek raszteres fájl
theGreenbridges	A vadátjárókat tartalmazó shapefile, amelyeknek magterületként kell szolgálniuk

Az összes bemeneti fájl előkészítése és a bemeneti paraméterek megadása után a szkript a python parancssorban két további argumentummal futtatható:

- » A vizsgálati terület / vizsgálat terület neve
- » A modellezendő faj (csoport)

Példa:

> calculation_corearea.py poettsching 3

lefuttatja a „poettsching” vizsgálati területre vonatkozó szkriptet a „gímszarvas” fajra, feltételezve, hogy a szükséges bemeneti fájlok a következő könyvtárban találhatóak: thePraefix + „poettsching” + „data”

Tehát, ha thePraefix „C:\model”, akkor a bemeneti fájloknak a következő helyen kell lenniük: C:\model\poettsching\data

Figyelem: mivel a Python a 0 értékkel kezdi a számolást, a faj sorát meghatározó számot eggyel csökkenteni kell (Szurke farkas: 0, Barnamedve: 1 stb.)

A szkript sikeres futtatása után, az eredmények az alábbi könyvtárban találhatóak: thePraefix + vizsgálati terület + faj (csoport)

Ebben a példában ez a következő: C:\model\poettsching\red_deer

Számos köztes eredmény mellett két fájl, a magterületek és a távolságmátrix különösen érdekes, mivel ezek szolgálnak a Linkage Mapper bemeneteként:

- » „corearea” + vizsgálati terület + faj (csoport) + „.shp”
- » „neartable” vizsgálati terület + faj (csoport) + „.txt”

Ebben a példában:

- » corearea_poettsching_red_deer.shp
- » neartable_poettsching_red_deer.txt

2.6.4. Az ellenállási értékek kiszámítása a calculation_resistance.py

A calculation_corearea.py szkripthez hasonlóan a calculation_resistance.py szkript is kiszámítja az ellenállási réteget a Linkage Mapper eszköz számára az alábbi bemeneti adatok felhasználásával:

BEMENETI VÁLTOZÓ / PARAMÉTER	JELENTÉS
thePraefix	A munkakönyvtár meghatározó elérési útvonal a vizsgálati terület és az adat almappa argumentumán kívül.
theRemapValList_S2GLC_res	Hozzárendeli a földtakaró osztályok ellenállási értékeit egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapValList_rivers_res	Hozzárendeli a Strahler-értékek ellenállási értékeit egy fajhoz (csoporthoz).

BEMENETI VÁLTOZÓ / PARAMÉTER	JELENTÉS
theRemapVal-List_roads_res	Hozzárendeli az útosztályok ellenállási értékeit egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapVal-List_rail_res	Hozzárendeli a vasútosztályok ellenállási értékeit egy fajhoz (csoporthoz)
theRemapVal-List_dist2buildings_res	Hozzárendeli az épületektől való távolság ellenállási értékeit egy fajhoz (csoporthoz).
theRemapVal-List_dem_res	További értékeket rendel egy faj (csoport) magassági osztályaihoz, amelyek hozzáadódnak az ellenállási értékekhez.
theRemapVal-List_slope_res	További értékeket rendel egy faj (csoport) lejtési osztályaihoz, amelyek az ellenállási értékekhez adódnak hozzá.
theMask	A vizsgálati terület meghatározó maszk
theS2GLC	A földtakaró raszteres fájl
theRoads	Az utak raszteres fájl
theRivers	A folyók raszteres fájl
theRail	A sínek raszteres fájl
theDist2Buildings	Az épületektől való távolság raszteres fájl
theDEMrc1	A minősített digitális domborzatmodell
theSloperc1	A minősített lejtés raszteres fájl
TheFacilities	Az elkészített raszteres fájl, amely a megfelelő ellenállási értékek felhasználásával jelzi a könnyítéseket és a komplikációkat.

Az előző szkripthez hasonlóan, a számítás a szkript Python környezetben történő futtatásával kezdődik, két további argumentummal, amelyek meghatározzák a vizsgálati területet és a kiszámítandó fajt (csoportot).

Példa:

> calculation_resistance.py poettsching 3

kiszámítja a gímszarvasok ellenállási rétegét a Pöttching vizsgálati területre.

Az ellenállási réteg ugyanabban a könyvtárban található, mint a magterületek és a távolságmátrix, és a következő nevet kapta:

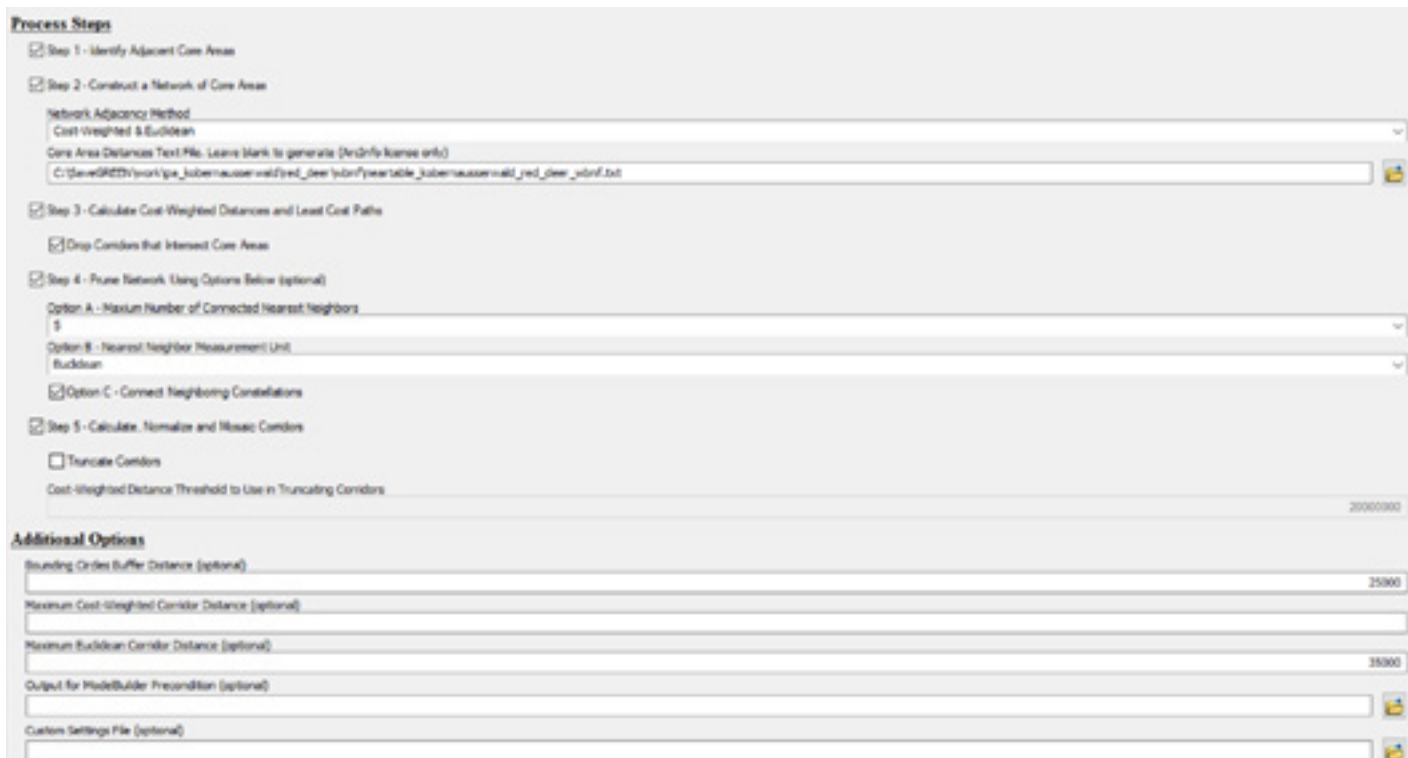
„ellenállás” + vizsgálati terület + faj (csoport) + „.tif”

Ebben a példában: resistance_poettsching_red_deer.tif

2.6.5. A folyosók kiszámítása a Linkage Pathways eszköz segítségével

A szükséges bemeneti fájlok elkészítése után a folyosók kiszámítása a Linkage Pathway eszközzel történik, amely meglehetősen összetett keretet kínál - az eljárás részletes leírása meghaladja e kézikönyv kereteit. Ezért utalunk a vonatkozó weboldalra, ahol részletes információk állnak rendelkezésre: <https://linkagemapper.org/linkagemapper-tools/>

Kihívást jelent az eszköz számos beállítási lehetősége és optimalizálása, ami az intézkedések különböző hatásainak alapos tanulmányozását igényli. Továbbá, a vizsgált terület sajátos jellemzői, valamint a vizsgált faj (vagy fajcsoport) bizonyos követelményeket támasztanak a számítás beállításaiival szemben. Ezért az optimalizálást iteratív folyamat keretében kell elvégezni. Az alábbiakban egy képernyőképet találunk a gímszarvasra vonatkozó beállításokkal, amelyek a legtöbb ellenőrzött vizsgálati terület esetében kielégítő eredményeket adtak.



24. ábra: Képernyőkép a Linkage Pathways eszközről, amely a gímszarvasra javasolt beállításokat mutatja.

2.6.6. A szűk keresztmetszetű területek kiszámítása az elakadási pont feltérképező (Pinchpoint Mapper) eszközzel

A vizsgálati területek folyosóinak kiszámítására építve, a szűk keresztmetszetek meghatározása a Pinchpoint Mapper eszközzel történik. Az eszközzel kapcsolatos részletes információkért látogasson el a <https://linkagemapper.org/linkage-mapper-tools/> weboldalra. Az előző lépéshez hasonlóan, a megfelelő paramétereket a terület és a faj (vagy fajcsoport) általános körülményei alapján kell optimalizálni.

2.6.7. A folyosók szegmentálása

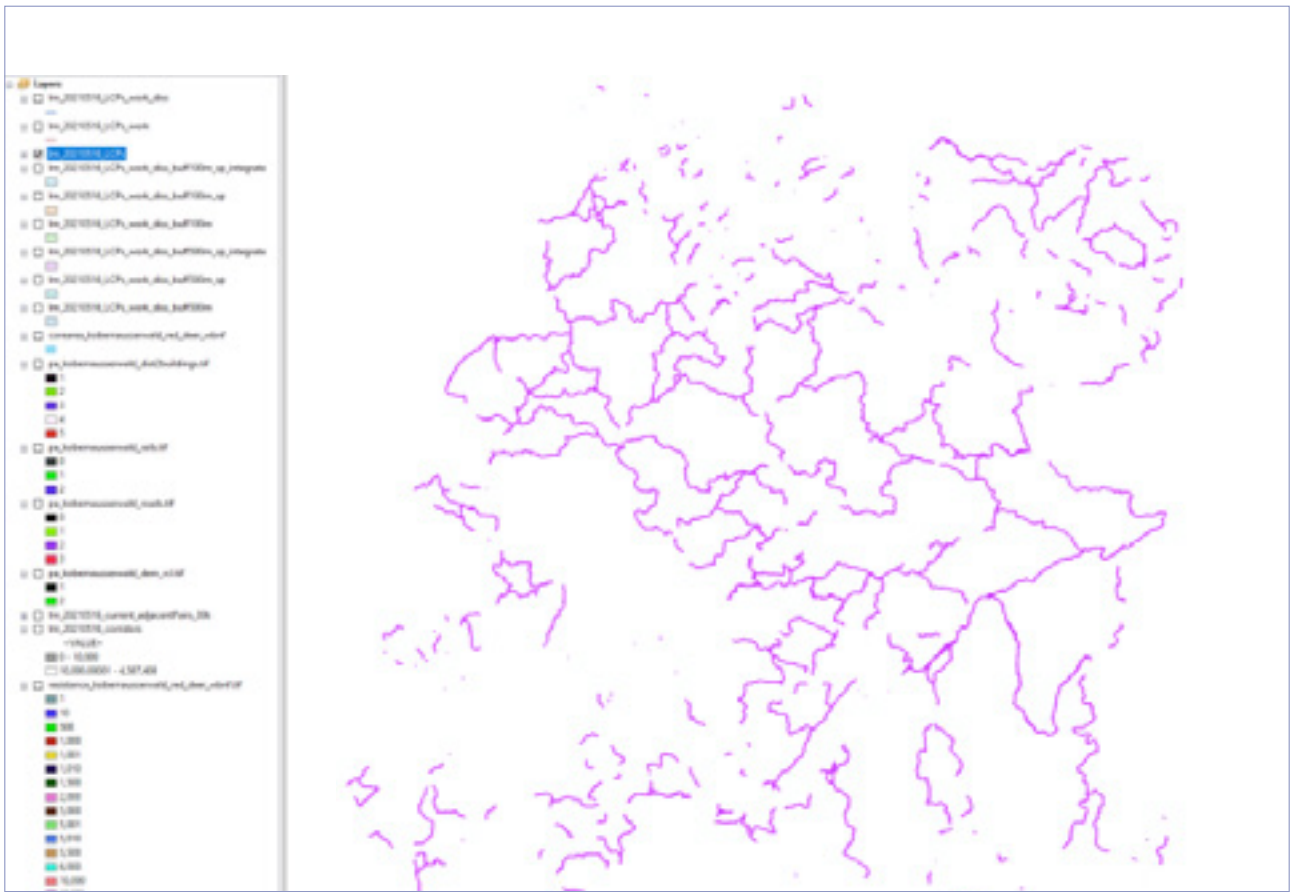
A folyosók kiszámítását követően, a Linkage Pathway eszköz kimeneteként különböző eredmények állnak rendelkezésre. Az így kapott folyosókat egyrészt raszteres fájlként

adjuk meg, amely tükrözi a cellák folyosóként való alkalmasságát, másrészt vonalvektoros fájlként, ahol a vonalak egy adott terület magterületeit kötik össze. Ahhoz, hogy a folyosók egyes szakaszait értékelni lehessen, azokat először egyes szegmensekre kell osztani, amelyekhez aztán bizonyos tulajdonságokat lehet hozzárendelni. Az alábbi példa lépésről lépésre mutatja be a szegmensek levezetését az ArcGIS és a QGIS segítségével az ausztriai Kobernausser Forest vizsgálati területre vonatkozóan.

ArcGIS

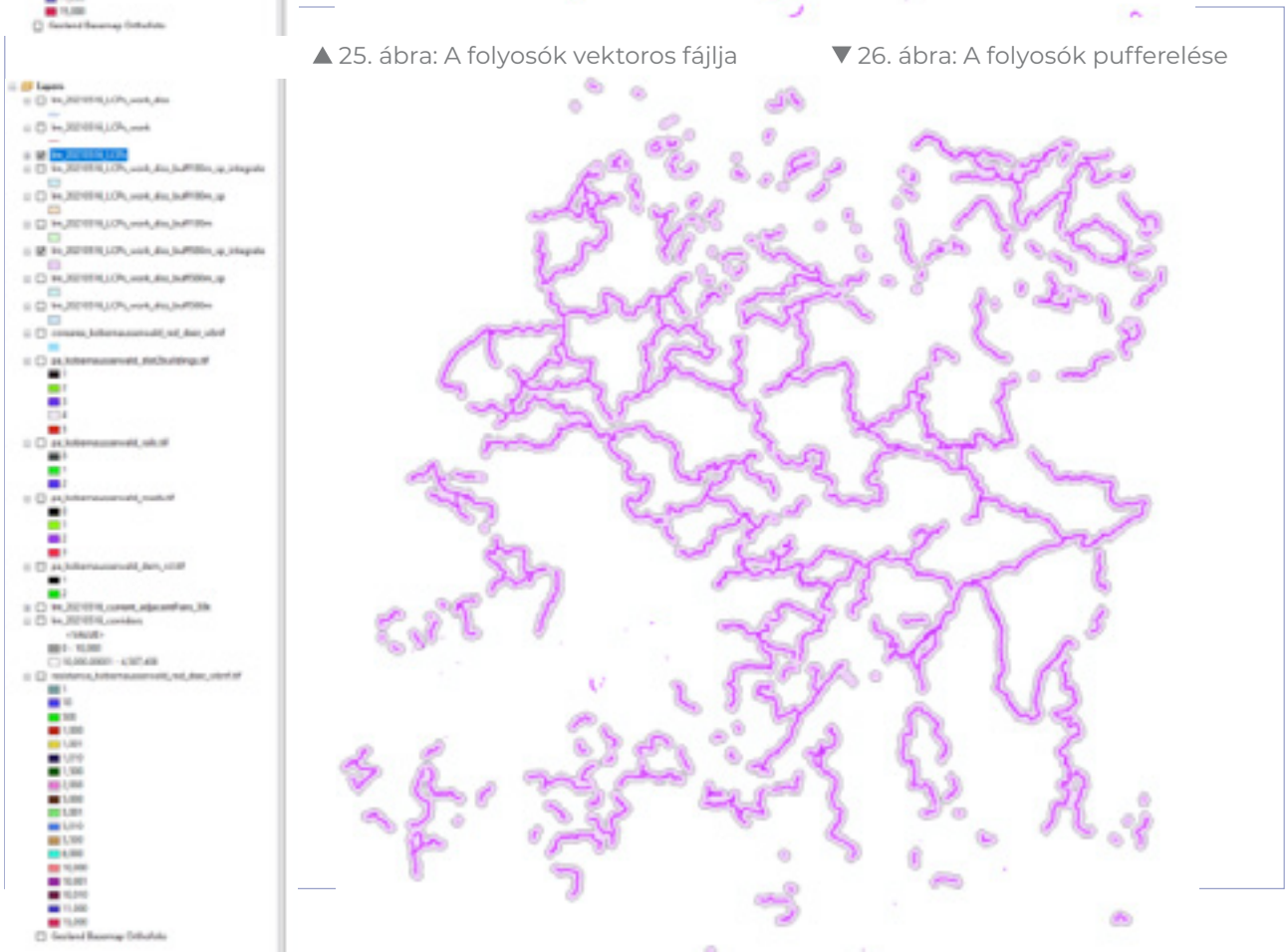
a) Kiindulópont: a folyosókat ábrázoló vonalvektoros fájl (25. ábra).

b) „Puffer számítása távolság szerint” (itt 500m), majd az „Integrate” eszköz alkalmazása (itt 30m) (26. ábra).



▲ 25. ábra: A folyosók vektoros fájlja

▼ 26. ábra: A folyosók pufferelése



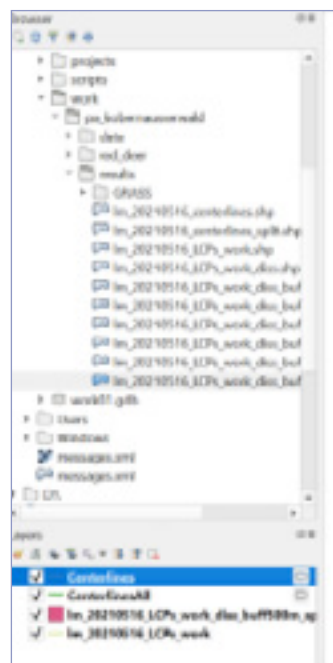
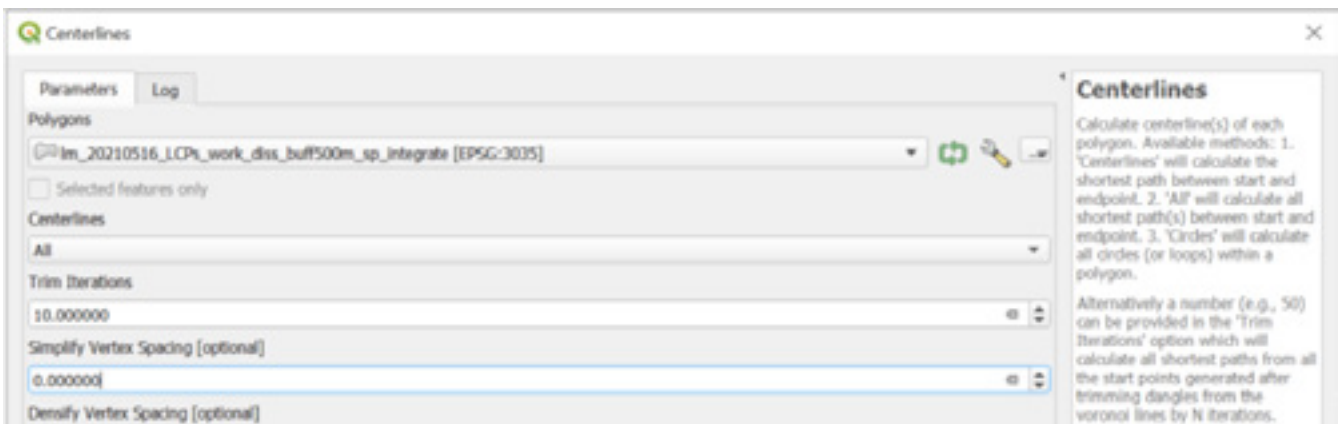
1. lépés



▲ 27. ábra: Képernyőkép a „Centerlines” eszköz alkalmazásának kezdeti lépéséről a QGIS-ben

2. lépés

▼ 28. ábra: Képernyőkép a „Centerlines” eszköz alkalmazásának következő lépéséről a QGIS-ben



29. ábra: A „Centerlines” eszköz alkalmazásának eredménye a QGIS-ben

Váltás QGIS-re

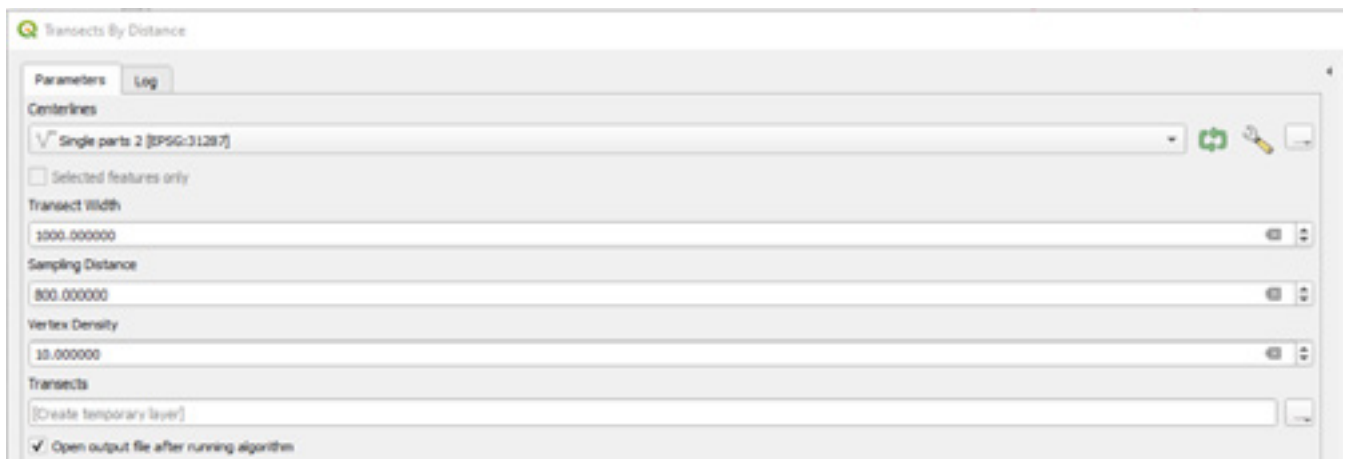
c) A középvonalak kiszámítása a „Geometriai attribútumok” bővítmény „Középvonalak” eszközével (27. ábra, 28. ábra és 29. ábra).

d) Összevonás és szegmentálás a következő lépések segítségével: „Merge”, „Dissolve” és „Single Parts”.

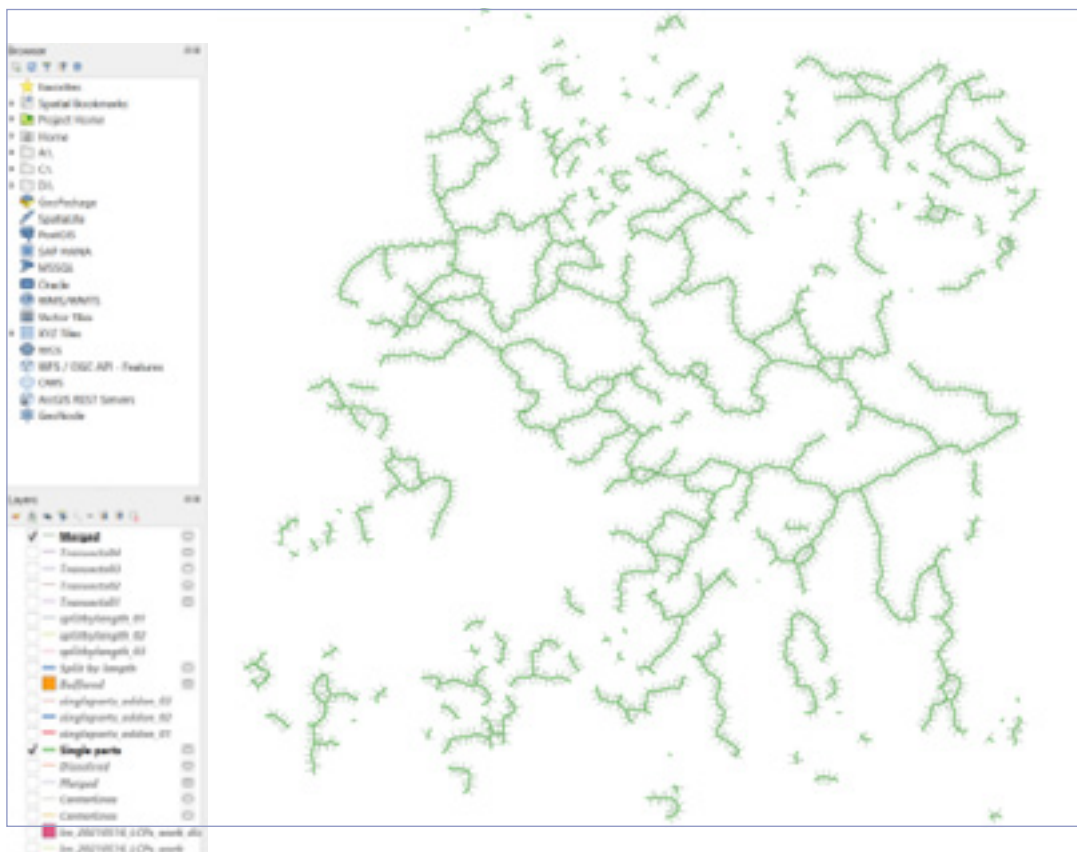
Az átjárók kiszámítása a „Geometric Attributes” beépülő modul „Transects by Distance” (Távolság szerinti metszetek) eszközével (30. ábra és 31. ábra).

Meg kell ismételni a nem kalkulált szakaszok esetében.

30. ábra: Képernyőkép a „Transzektusok távolság alapján” eszköz alkalmazásáról a QGIS-ben



31. ábra: A szegmentálási munkafolyamat eredménye a QGIS-ben



3. FEJEZET

A funkcionális folytonosság nyomon követése



© caption

© Gebhard Banko, Umweltbundesamt



© Christophe Janz

Atjék funkcionális összeköttetésének átfogó nyomon követése során a második fő lépés a funkcionális összekapcsolhatóság nyomon követése, azaz annak értékelése, hogy a fajok (vagy fajcsoportok) el tudják-e érni a magterületeiket, és használni a köztük lévő, azonosított folyosókat. Tisztában kell lenni azzal, hogy a különböző keretrendszerek és irányelvek követelményeinek teljesítése érdekében végzett monitoringmunka nagy része folyamatban van, vagy már megtörtént. Hiányzik azonban egy homogén megközelítés a funkcionális összekapcsolhatóság nyomon követésére, különösen a kapott információk nagyobb adatbázisokba való integrálására és a különböző forrásokból származó információk kombinálásával történő hasznosítására.

Így a funkcionális összekapcsolhatóság nyomon követésének egyik legfőbb célja az indikátorfajokra vonatkozó információgyűjtés mellett egy olyan technikai háttérrel javasolni, amely lehetővé teszi egyrészt a hatékony terepi felhasználást, másrészt az adatok egyszerű integrálását a nagyobb adatgyűjtésekbe.

A nyomon követés középpontjában az érintett folyosók felül- és aluljáróinak és egyéb szűk keresztmetszeteinek kell állnia, hogy felmérhető legyen azok átjárhatósága. Ez hasznos információkkal szolgálhat az enyhítő intézkedések további végrehajtásához, a magterületek összekapcsolhatóságának további növelése, vagy a táj funkcionális összeköttetését önmagában csökkentő új infrastrukturális projektek jobb kiegészítése érdekében.

A funkcionális folytonosság nyomon követése különböző lépéseket foglal magában. A folyamat elején ki kell választani a **megfelelő mutatókat**. Ilyen megfelelő indikátorok lehetnek például az állatfajok, amelyek az élőhely bizonyos állapotát jelzik előfordulási jellemzőik (pl. jelenlétük/hiányuk, gyakoriságuk, életképességük) révén ezen az élőhelyen. A mutatóként kiválasztott állatcsoportok között különösen sok olyan faj található, amelyek élőhelyi igényei jól ismertek, és amelyek előfordulása összefüggésbe hozható az élőhely sajátos jellemzőivel. A jó mutatókat (vagy mutatócsoportokat) az jellemzi,

hogy viszonylag könnyen rögzíthetők és értékelhetők, és lehetővé teszik a megállapítások megtételét az egyébként nehezen mérhető tényezőkről és/vagy kumulatív hatásokról.

A megfelelő indikátorfajok vagy -csoportok meghatározásához a folyamat elején ki kell választani a szűk keresztmetszetű területek környező és szomszédos élőhelyeit, amelyeket vadátkelők vagy átkelést segítő eszközök kötnek össze.

A SaveGREEN könyvtárban (lásd <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs>) található a vadátkelőkre, aluljárókra és folyosókra vonatkozó élőhelytípusok listája (az EUNIS-élőhelyosztályozás szerint). Ezek a táblázatok tartalmazzák a későbbi megfigyelés szempontjából releváns állatcsoportok listáját és a javasolt megfigyelési módszereket is.

Ezek az EUNIS élőhelytípusok a következők:

- » Belvízi felszíni vizek (C, C2, C3),
- » Fűfélék, mohák vagy zuzmók által uralt legelők és területek (E, E2),
- » Rendszeresen vagy nemrégiben művelt mezőgazdasági, kertészeti és háztartási élőhelyek (I),
- » Erdőségek, erdők és egyéb fás területek (G, G5),
- » Épített, ipari és egyéb mesterséges élőhelyek (J),
- » Élőhely-komplexumok (X),
- » Belvízi, növényzet nélküli vagy gyéren növényzettel borított élőhelyek (H),
- » Lápok, mocsarak és posványok (D).

A mutatócsoportok kiválasztása szempontjából - az ASFINAG (2020) (osztrák autópálya- és gyorsforgalmi útfelügyeleti hatóság) által készített, az átkelést segítő eszközök nyomon követéséről szóló tanulmányt is figyelembe véve - két kérdés központi jelentőségű:

- » Mely állatcsoportok alkalmasak általában indikátorcsoportnak, és egy faj mely életszakaszára vonatkozóan lehet megbízható megállapításokat tenni? (Élőhelyi folyosó, élőhelyhasználat).
- » Melyik felmérési módszer a leghatékonyabb az egyes állatcsoportok esetében?

A különböző állatcsoportok eltérő cselekvési sugarat mutatnak, ami az adott faj vándorlási teljesítményére utal. Ez magában foglalja mind a részélőhelyek közötti váltást (pl. táplálkozás vagy párzás céljából), mind az új élőhelyek benépesítését (szétszóródási tendencia). A mozgási sugár ezért három kategóriára osztható: nagy, közepes és kicsi.

A **nagy mozgási sugarú** fajok az Alpok-Kárpátok folyosó (AKK) és más transzregionális folyosók keretében már érintett fajokra vonatkoznak. Az AKK célfajok felsorolása szerint ez a nagytestű emlősökre vonatkozik, mint például a gímszarvas, vaddisznó, őz és később a húsevő fajok, például a barnamedve, hiúz és farkas. Ez vonatkozik továbbá azokra a halfajokra is, amelyek a szaporodási időszakban a hegyvidéki területek mellékfolyóinak élőhelyeit használják (pl. kis sügér, dunai galóca, európai szürke géb), és ezért vándorolniuk kell. Mivel a madarak és denevérek csoportja repülni is képes, a szétszóródási viselkedés szempontjából is a szóródók közé sorolható. Végül a nagy mozgási sugarú fajok közé tartoznak a közepes testű emlősök is, amelyek nagyon mobilisak (különösen a barna nyúl, a vörös róka, a márna és a vidra).

A **közepes mozgási sugarú** fajok szintén a helyi környezet átkelést segítő eszközeit használják, de kevésbé mobilisak. Ebbe a csoportba tartoznak az olyan kisemlősök, mint a nyest, az egér, az ürge, a hörcsög, a sün és a hüllők, valamint számos kétéltűfaj (pl. közönséges varangy).

A **kis mozgási sugarú** fajok csoportja alapvetően heterogénebb. Ebbe a csoportba tartoznak az olyan kisállatok, mint egyes kétéltűfajok (pl. a szalamandrák csoportja, beleértve a gótéket is) és a hüllők (pl. gyíkok), de mindenekelőtt a talajlakó és vízi gerinctelen fajok.

E tanulmányhoz nagy mozgási sugarú állatcsoportokat képviselő, nagy- és közepes testű emlősöket választottak ki. Mivel a madarak nem függenek az átkelést segítő eszközöktől, a denevérek felmérése pedig igen bonyolult, a megfigyelés csak akkor javasolt, ha a megfelelő fajok jelen vannak, és természetvédelmi szempontból különösen fontosak.

A kis és közepes mozgási sugarú gerincesek közül a kisemlősöket és hüllőket választották ki. A rovarok esetében a futóbogárféléket (kis és közepes mozgási sugárral) választották ki. Mint kis területen megtelepedők, jó információkat szolgáltatnak a talajnedvességről, a talajállapotról és a szukcessziós szakaszokról (fásszárú növények szukcessziója). Ugyanakkor elegendő ismeret áll rendelkezésre ezen állatcsoport élőhelyi igényeiről és elterjedési tendenciáiról (ASFINAG 2020).

Minimumkövetelményeket határoztak meg a következő meghatározott csoportok nyomon követésére vonatkozóan:

- » **Nagy húsevők,**
- » **Nagytestű emlősök,**
- » **Közepes testű emlősök**

Ezeket az indikátorfaj-csoportokat kétféle megközelítés alapján követik nyomon: (1) fotócsapdák használata, és (2) terepi megfigyelés a közvetlen megfigyelés vagy bármely más tevékenységre utaló jel, például nyomok, ürülék vagy dagonyák rögzítése céljából.

A **fotócsapdák és a fajok jelenlétére utaló jelek** (táplálékmaradványok, ürülék, szőr, pihenőhelyek stb.), valamint az **állatnyomok** (hóban, sárban, homokban stb.) megfigyelését **párhuzamosan** kell végezni, hogy kiegészítő információkat lehessen gyűjteni a folyosó fajok általi használatáról. Ha fotócsapdák nem állnak rendelkezésre, vagy nem a szükséges számban vannak kihelyezve, akkor a tevékenységre utaló jelek (jelenlétre utaló jelek és nyomok) gyűjtésére lehet összpontosítani.

3.1. Időrend

A felméréseknek ideális esetben az egész évre vagy legalább a vonatkozó vegetációs időszakra (amely az év azon része, amelyben a helyi körülmények lehetővé teszik a növények rendes növekedését) kell kiterjedniük, hogy tükrözzék az esetleges szezonális különbségeket. Mivel a megfigyelést a lehető legnagyobb szinkronban kell végezni, szűk időablakokat határoztak meg, amelyekben az összes megfigyelési területet azonos időben kell felmérni.

A SaveGREEN projekt során a minimális követelményeket jelentő emlősök megfigyelése esetében a megfigyelési időszakot ideális esetben egy évre tervezik. Ha ez nem lehetséges, a megfigyelést legalább akkor kell elvégezni, amikor a célfajok az átvonulási útvonalakat látogatják.

A SaveGreen online könyvtár „Timeline” (Időrend) című táblázata áttekintést nyújt az egyes nyomonkövetési módszerek nyomonkövetési gyakoriságáról. Az egyes módszerek időzítését és időtartamát a 3.2. fejezet ismerteti.

A megfigyelés optimális időtartamának és gyakoriságának minősülnek az egész évre kiterjedő, havi rendszerességgel tett látogatások. Korlátozott erőforrások esetén fontos **legalább a fajspecifikus átvonulási mozgások rögzítése**, pl. átvonulás a téli élőhelyről a nyárra és vissza, a párzási helyekre, a költőhelyekre, a táplálkozási helyekre. Azokban az időszakokban, amikor ilyen átvonulás nem fordul elő, és így az észlelés valószínűsége alacsony, a megfigyelésre nem feltétlenül van szükség.

3.2. Az indikátorfajok módszertana

A következőkben nagyjából áttekintjük a gyakori indikátorfajok legfontosabb nyilvántartási módszereit. Ezért ezek a magyarázatok a teljesség

igénye nélkül készültek, és a döntéshozatal elsődleges alapjául, illetve az érdeklődésre számot tartó fajok alaposabb kutatásának kiindulópontjául szolgálnak. Az osztrák autópálya-hálózat üzemeltetője, az ASFINAG már meglévő nemzeti nyomon követési módszertana (ASFINAG, 2018) alapján igazították a megközelítést a projekt igényeihez, és átfogóan kiegészítették azt, hogy megfeleljen a SaveGREEN pilot területek eltérő követelményeinek.

3.2.1. Nagy- és közepes testű emlősök, a nagyragadozókat is beleértve

A nagy- és közepes testű emlősök felmérése alapvetően egész évben kameracsapdák segítségével történik (azaz folyamatos rögzítésre kerül sor). Az akkumulátorcseréről és az adathordozó cseréjéről megfelelő időben kell gondoskodni (lásd még a 3.3. pontot és a SaveGREEN könyvtár „Timeline” (Idővonal) című részét).

Ezenkívül, egész évben meg kell figyelni a fajok előfordulásának bizonyítékait, például állatnyomokat vagy ürüléket. Alternatívaként más, az állatok jelenlétére utaló jelek is megfigyelhetők (pl. begyepesedett növényzet, agancsok stb.). A felügyeleti intézkedéseket a QField alkalmazás



használata segíti. A SaveGREEN keretében olyan adatcsomagot fejlesztettek ki, amely lehetővé teszi a különböző vizsgálati területek egységes helyszíni megfigyelési megközelítését, és támogatja az összegyűjtött információk hatékony adatintegrációját egy átfogó adatbázisba - további részletek a SaveGREEN könyvtárban találhatóak (lásd: <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/savegreen/outputs>). A nagy- és közepes testű emlősök megfigyelésének minimális gyakorisága három látogatás a téli és három látogatás a nyári időszakban, hogy egész évben megfigyelhessék az állatok aktivitására utaló jeleket, valamint télen észlelhessék a hóban lévő nyomokat. Ideális esetben további megfigyelésre kerül sor tavasszal és ősszel is, hogy figyelembe lehessen venni más állatok, például a barnamedve aktivitási maximumát, amely a funkcionális összeköttetés elemzése szempontjából kulcsfontosságú faj. Ezek a tevékenységek összehangolhatók a fotócsapdák megfigyelésével, mivel a fotócsapdák elemeit és adattárolóit általában egy-két havonta cserélni kell - az ilyen karbantartási látogatások más fajok adatainak gyűjtésére is felhasználhatók (Reimoser et al. 2010, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2009).

3.2.2. Kisemlősök

A kisemlősök felmérésére is kameracsapdák segítségével kerül sor. A nagyobb fajokkal ellentétben a kameracsapdákat a talajhoz közel állítják fel. A kisebb fajok észlelési valószínűségének növelése érdekében, a kameracsapdák előtt rendszeresen le kell nyírni egy fűsávot. Emellett, a felvételi időközök a kisemlősök aktivitási idejéhez igazodnak.

Júniustól augusztusig javasoljuk a felvételek folyamatos rögzítését. Emellett, az állatok nyomai és jelei, valamint az ürülék egész évben megfigyelhetők. Lehetőség van állatnyom-csapda használatára is, amelyet a célfajoktól függően márciustól novemberig lehet kihelyezni. Ezek az egyszerű talaj/homokcsapdák lehetővé teszik a lábnyomok rögzítését, 14 napig kell alkalmazni őket, és rendszeresen ellenőrizni kell a nyomokat. Emellett élőcsapdák (dobozcsapdák) is használhatók bizonyítékként. Ezeket minden esetben négy egymást követő napon vagy éjszakán



át kell kihelyezni az augusztustól októberig terjedő időszakban (Williams et al. 2018, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2009).

3.2.3. Kétéltűek és hüllők

A kétéltűek és hüllők felmérése csak akkor ajánlott, ha a vadátjárók, az átkelést segítő eszköz vagy a folyosó az élőhelyek összekapcsolása szempontjából nagy jelentőségű, és ezért feltételezhető az előfordulása a megfigyelési területen belül.

A kétéltűek és hüllők leghatékonyabb és legjobban bevált megfigyelési módszere a vizuális megfigyelés, a mintavétel és az úton elgázolt egyedek azonosítása. Meg kell jegyezni, hogy az átkelést segítő eszközök (pl. kétéltű alagutak, felüljárók stb.) közelében az úton elgázolt állatok nagyobb száma azt jelzi, hogy ezeket a műtárgyakat nem tartják elfogadhatónak. A megfigyelés céljából március és október között havonta egyszer felmérést kell végezni a kétéltűek körében. A hüllők esetében a felméréseket február végétől/március végétől októberig havonta egyszer kell elvégezni.

Ezenkívül és a mélyebb elemzés érdekében, mesterséges búvóhelyeket is ki lehet alakítani a kétéltűek és hüllők számára. Minden 200 m² átkelési területre elegendő egy mesterséges búvóhely, lehetőleg az átkelési terület központi területén. Az ellenőrzéseket havonta kell elvégezni, a megfigyelési adatok gyűjtésével azonos időszakban, mindkét taxonómiai csoportra vonatkozóan, március és október között.

Emellett, a kétéltűekre és kishüllőkre vonatkozó adatok megfelelő kerítések és csapdák segítségével is rögzíthetők. Ezért az átkelő közepén csapdakerítést kell felállítani, lehetőleg az átkelő teljes szélességében. A felmérés időszakát és időtartamát a jelen lévő fajok figyelembevételével kell meghatározni, de legalább két alkalommal, egyenként 14 napos időtartamban kell elvégezni (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, 2015).

Ezen túlmenően, a hangos kétéltűek (pl. békák és varangyok) hangdetektorok segítségével megfigyelhetők, elsősorban a békafajok szaporodási területeinek azonosítása érdekében. Ezek a módszerek tavasszal és kora nyáron (március-június) alkalmazhatók jól. A hangfelvételhez szükséges berendezéseket havonta kétszer kell áthelyezni, és minden egyes felvételre 48 órát kell szánni.



A kétéltűek és hüllők ezenfelül a közúti gázolások elemzésével is rögzíthetők, mivel a burkolattal rendelkező utak gyakran ökológiai csapdaként működnek. A kétéltűek és hüllők az utakat hideg időszakban melegedő zónaként, nyáron pedig napnyugtakor és napkeltekor táplálkozási zónaként használják. A mintavételi szakasz hossza az átkelési terület méretétől függ, de legalább 100 méteren át kell húzódnia az út mindkét oldalán.

A kétéltűeket és hüllőket kameracsapdák segítségével is fel lehet mérni. Ezeket a kameracsapdákat a kétéltűalagutak belsejében és a talajhoz közel állítják fel. Mindkét fajcsoport használhatja a kombinált aluljárókat a különböző élőhelyek közötti vándorlásra.

A vízi élőhelyeken az elektromos halászattal végzett felmérések és a merítőhálóval történő mintavételek sok információt szolgáltatnak a kétéltűfajok és számos vízi hüllő előfordulására és élőhelyhasználatára vonatkozóan. Mindkét módszer alkalmazható párhuzamosan a halak és a makrogerinctelenek felméréseivel (Hachtel et al. 2009, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2019).



3.2.4. Madarak

A madarak felmérése csak akkor javasolt, ha a zöld híd, az átkelést segítő eszköz vagy a folyosó nagy jelentőségű a madarak élőhelyeinek funkcionális összeköttetése szempontjából, és ennek megfelelően a madarak valószínűleg használják.

Az úton elgázolt egyedek azonosítása felhasználható a madarakra veszélyes zónák azonosítására és a vizsgálati területen élő faunajegyzék összeállítására.

A vizuális megfigyelés a madarak leghatékonyabb és legjobban bevált megfigyelési módszere. A terepi térképezésnek legalább 10 napra kell kiterjednie, és az adott faj előfordulásától függően áprilistól októberig ajánlott.

Ezenkívül, állatnyomok és jelek télen is rögzíthetők. Ez különösen alkalmas vadmadarak és számos vízi madár (pl. nagy kócsag, szürke kócsag) esetében. Az ellenőrzés 3 napos zárt hótakaró után ajánlott, és novembertől márciusig végezhető, párhuzamos madármegfigyelésekkel kiegészítve.

Ezen túlmenően, a madarak jól rögzíthetők különböző típusú akusztikus detektorokkal az egész

szezonban, de ideális esetben a költési időszak kezdetétől őszt végéig, amikor befejeződik a kis énekesmadarak intenzív vonulási időszaka (Bibby et al. 1995, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2007).

3.2.5. Denevérek

A denevérek felmérése csak akkor ajánlott, ha a zöld híd, átkelést segítő eszköz vagy folyosó a denevér élőhelyek funkcionális összeköttetése szempontjából nagy jelentőségű, és ezért az átkelő állatok megfelelő gyakoriságára lehet számítani.

A következő módszerek alkalmazhatók áprilistól októberig:

Hálók: a hálós csapdázás jól alkalmazható módszer a denevér alkalmazkodásának kimutatására, különösen a zöld hidakon és folyosókon.

Automatikus hívásrögzítés Batcorder detektorral: A Batcorder detektor felvételek jól alkalmazhatóak a denevérek előfordulásának kimutatására, különösen az aluljárók közelében.

Alkonyati megfigyelés kézi aktív denevérdetektorokkal: A hálós csapdázást és a Batcorderes denevérfigyelést kiegészítő módszer (Berthinussen & Altringham 2015, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2015).

3.2.6. Halak

Mivel a halak képezik a vízi ökoszisztémák legmagasabb trofikus szintjét, a halakra vonatkozó adatsorok nyomon követése megalapozott megállapításokat tesz lehetővé a felszíni vizek vízminőségének változásáról. Az EU országokban a halakat a Víz Keretirányelv (VKI) keretében vizsgálják, amelyet azzal a céllal vezettek be, hogy egységes megközelítést biztosítson a vízkészletekkel való gazdálkodáshoz egész Európában, és elősegítse az egészséges vízi ökoszisztémák védelmét és javítását. A valamennyi uniós tagállam a jogrendjébe átültetett irányelv kötelezte az uniós tagállamokat a jó vagy magas ökológiai állapotú víztestek védelmére és a



© B. Ferner

leromlott állapotú víztestek helyreállítására annak érdekében, hogy 2015-ig, de legkésőbb 2027-ig legalább jó ökológiai állapotot érjenek el. A VKI keretében a különböző víztestek halfaunájának felmérésére minden EU tagállam saját megfigyelési eljárást dolgozott ki.

Mivel a Kárpátok térségében számos autópálya, gyorsforgalmi út és főút keresztezi a patakokat és állóvizek élőhelyeit, a halak megfigyelése fontos a különböző típusú aluljárók halfaunára gyakorolt hatásainak időbeli és regionális szintű megértéséhez.

A különböző vízi élőhelytípusokban élő halak felmérésének ideális módszere az elektromos halászat. Ez a módszer egyidejűleg alkalmazható rákok (pl. *Astacus astacus*), ebihalak, valamint kételtűek és félvízi hullófajok (*Natrix natrix*, *Natrix tessellata*) lárváinak, fiatal és kifejlett egyedeinek mintavételére is.

A megfigyelési megközelítés célja többféle biotikus (pl. vízi növényzet) és abiotikus (üledéktípusok) környezeti változó mérése az értékelés lehetővé tétele érdekében.

A mintavételt a víztest három szakaszán kell elvégezni. E szakaszok hossza a patak méretétől függ: 150 m kis patakok esetében, a folyókat 300 méterenként kell felosztani. A megfigyelendő

folyásirány feletti és folyásirány alatti szakaszok mérete legalább 100 m, de legfeljebb 1000 m lehet az adott aluljáró közepétől mérve. A felméréseket évente kétszer kell elvégezni, tavasszal, valamint nyár végén vagy kora ősszel.

3.2.7. Vízi makrogerinctelenek

A vízi makrogerinctelenek a vízi ökoszisztémák különböző trofikus szintjein találhatók, így a releváns fajok és rendszertani csoportok megfigyelésére vonatkozó adatsorok lehetővé teszik a felszíni vizek vízminőségének változásaira vonatkozó következtetések levonását. A vízi makrogerinctelenek mintavételezésének technikai hátterét az EU víz keretirányelv (VKI) és a nemzeti megfigyelési rendszerek határozzák meg. A vizsgálati helyek lokációját a halak megfigyelésének megfelelően lehet megválasztani.

A makrogerinctelenek megfelelő gyűjtésére a kézi hálóval (500 µm-es szembőségű háló) végzett különböző rúgásos és söpréses mintavételi technikák (AQEM Consortium 2002, Bojana et al. 2017) váltak bevetté.



3.2.8. Beporzók (pillangókat is beleértve)

A beporzók mintavétele csak kivételes esetekben ajánlott, és csak akkor, ha az egyes fajok szempontjából nagy tervezési jelentőséggel bír. Elsősorban a folyosókon és a zöld hidakon célszerű felméréseket végezni; az aluljárók alkalmi használata a szétszóródásra alig észlelhető.

A vadméhek felmérése hálóval (vizuális befogás), a megfelelő fészkelőhelyek és virágok mintavételével történik. Ezért március és szeptember között öt vizsgálatot ajánlott elvégezni. A pillangókat a képek vizuális megfigyelésével regisztrálják napos, meleg és szélcsendes időben. Április és augusztus között 4-5 felmérés ajánlott. A zöld hidak és folyosók használata a rendelkezésre álló virágos növények elérhetőségétől függ. A sikeres átkelés csak kivételes esetekben bizonyítható (Abraham 1991, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2015).

3.2.9. Futóbogárfélék

Mivel a futóbogárfélék különleges életmódjuk miatt ideális indikátorfajok az élőhelyek funkcionális összeköttetésére, az erre vonatkozó

felmérések szinte minden élőhelyen ajánlottak. Bioindikátorként való nagyfokú alkalmasságuk a talajnedvességgel, a talaj tulajdonságaival, az éghajlattal és az élőhelytípusokkal kapcsolatos ökológiai rések sajátos használatából ered.

A futóbogárfélék mintavételezéséhez ugyanazok a felmérési módszerek alkalmazhatók, mint a hidak, aluljárók és folyosók esetében. A teljes felmérési időszak alatti egységes módszertan biztosítása érdekében, élőhelytípusonként hat barber csapdát (Barber 1931) helyeznek el a zöld hídon, aluljáróban vagy folyosón. A csapdázó folyadék alkohol, desztillált víz és ecet esszencia keveréke 3:1:0,75 arányban, kevés mosogatószerrel. Ezeket a csapdákat a talaj felszínébe ássák, és 14 naponta cserélik. Ezeket a felméréseket áprilistól szeptemberig lehet elvégezni. Nem halálos alternatívaként, személyes megfigyelés is választható havonta egyszer ugyanebben az időszakban (Rietze 2002, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2015).

3.2.10. Földi pókok

A pókok talajhoz és bokrokhoz kötődő, kis kiterjedésű területen élő állatok csoportja.



© Christian Kantner



© Christian Kantner

Ezek a fajok kiválóan alkalmasak a vadátjárók területén található élőhelyek indikátorainak, és a futóbogárfélék vizsgálatának alternatívájaként is szolgálhatnak mintavételezésre.

A pókok mintavételezéséhez hidak, aluljárók és folyosók esetében alkalmazhatók ugyanazok a felmérési módszerek. Az út- és vasútépítés területén szabványosított módszerek szerint (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen, 2015) a mintavétel minimális követelménye, hogy élőhelytípusonként 3 barber csapdát kell kihelyezni, ezért kereszteződésenként (pl. fás állományokkal szomszédos réti területek) 6 barber csapdával kell számolni.

A megfigyelést áprilistól szeptemberig kell végezni. Nem halálos alternatívaként, személyes megfigyelés is választható havonta egyszer ugyanebben az időszakban (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2015).

3.2.11. Szárazföldi puhatestűek

A puhatestűek talajhoz és bokrokhoz kötődő, kis kiterjedésű területen élő állatok csoportja. Az alacsony elterjedési arány és az adott élőhelyre és helyszínre való gyakran nagyfokú specializálódás



miatt, a puhatestűek mintavétele különösen ajánlott azokon a helyeken, ahol e csoport nagy potenciállal rendelkezik.

Azonos felmérési módszerek alkalmazhatók hidak, aluljárók, útszegélyek, árkok, átereszek és folyosók esetében.

E tekintetben a kézi gyűjtést általában meleg és párás időben végzik a növényzetben, a talajon és az építmények alatt (holtfa, mesterséges bűvőhelyek, természetes vagy emberi szerves törmelék). Ezenkívül, aljzatmintákat kell gyűjteni a kis- és mikrocsigák kimutatására a vadátjáró területén.

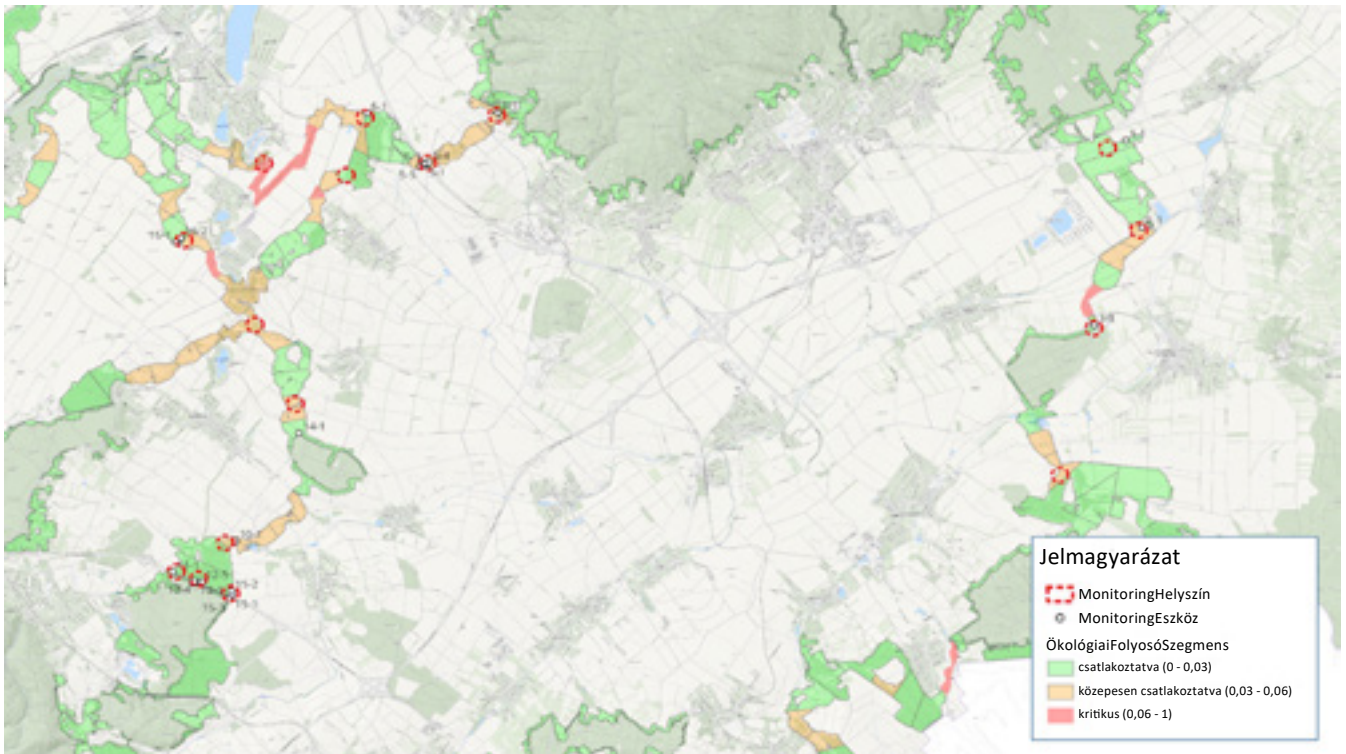
E tekintetben a felmérésnek legalább 5 látogatást kell magában foglalnia: 2-3 helyszíni megfigyelés márciustól júliusig, és további 1-2 látogatás szeptember és november között (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 2015).

3.3. Kameracsapdák elhelyezése nagy-, közepes és kistestű emlősök esetében

A strukturális összeköttetés modellezésének célja a célfajok legmegfelelőbb vándorlási folyosóinak meghatározása, valamint azon szűk keresztmetszetek azonosítása volt, amelyek a vizsgálati területeken belül különös figyelmet igényelnek a magterületek közötti funkcionális összeköttetés fenntartása érdekében. Ezért a strukturális összeköttetés elemzésének eredményeit figyelembe kell venni a funkcionális összeköttetés nyomon követése során, különös tekintettel a fotócsapdákkal és a QField alkalmazással végzett terepi megfigyeléssel gyűjtött adatokra. A megfelelő megfigyelési helyek meghatározásához a strukturális összeköttetés modellezése által azonosított szűk keresztmetszetek fontos helyszíneket biztosítanak a fotócsapdák telepítéséhez. Így a strukturális összeköttetési modellezés eredményei szolgálnak alapként a nyomon követés beállításaihoz. Ezt a kiindulási alapot szakértői ismeretekkel kell kiegészíteni. A SaveGREEN keretében ez a nagyon heterogén vizsgálati területek (jelentős különbségek mutatkoznak a méret, a környezeti feltételek és a releváns célfajok tekintetében) értékelésére vonatkozott. A helyi szakértők ismeretei tehát kulcsfontosságúak a fotócsapdák végleges elhelyezéséhez és a helyszíni megfigyelés célterületeinek kijelöléséhez. Főként a nagyon nagy kiterjedésű területeken aligha valósítható meg az egész területre kiterjedő megfigyelés, ezért el kell dönteni, hogy ideális esetben hol kerüljön sor a megfigyelésre.

A fotócsapdák helyét és számát úgy kell meghatározni, hogy legalább 10 területet lehessen felmérni. Ezért a folyosó következő szakaszain kell megfigyelőhelyeket létrehozni:

- » Az ernyőfajok potenciális forrás- és célterületei.
- » A folyosó azon területei, ahol a modell szerint nagyfokú összeköttetés mutatkozik.



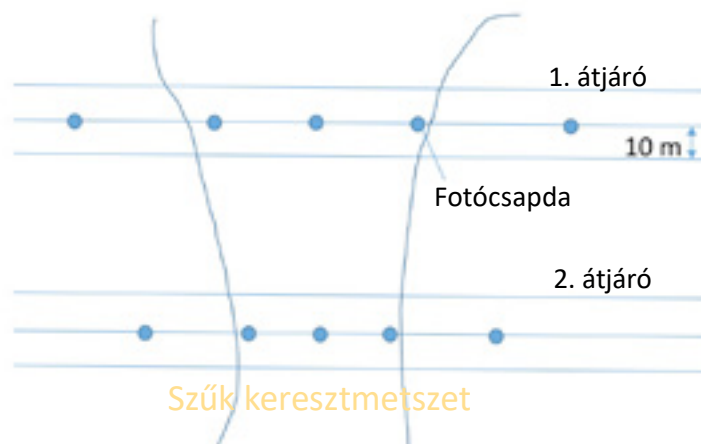
34. ábra: Áttekintés a vizsgálati területen belüli megfigyelési helyekről és a készülékek helyéről Pötsching (AT)

- » A folyosó azon területei, ahol a modell szerint az összeköttetésre gyakorolt hatás/megszakítás tapasztalható.
- » A folyosó szűk keresztmetszetei (autópályák kereszteződései alul- és felüljárókkal, települések miatti szűk keresztmetszetek stb.)

A 34. ábra tartalmaz egy példát az ausztriai Kobernausser Forest PA-ban létrehozott megfigyelési helyszínekre. Ezen a vizsgálati területen a megfigyelési helyek kiválasztásának valamennyi fenti kritériuma teljesül.

A zöld hidaknál, felüljáróknál és aluljáróknál a megfigyelőberendezések elhelyezésének biztosítania kell a teljes be- és kijáratú terület megfigyelését. Ebből a célból a kameracsapdákat mindkét bejáratnál egymással szemben kell elhelyezni, és a közöttük lévő távolság nem lehet több 40 méternél. A kamerák összehangolása esetén egy kamera maximális megfigyelési távolsága 20 méter. A maximális távolság azonban a helytől és a fotócsapda típusától is függ. További fotócsapdákat kell elhelyezni a felüljárók, aluljárók és a folyosó szűk keresztmetszeteinél, azon állatok rögzítésére, amelyek

végül nem kelnek át ezeken a szerkezeteken. A folyosó méretétől függően, az összes állatmozgás megfigyelése érdekében egy vagy két átjárót kell kiválasztani a terület közepén (35. ábra).



35. ábra Az átjárók és a fotócsapdák elhelyezkedése egy vándorlási folyosó szűk keresztmetszetében. A fotócsapdák közötti távolság a folyosón kívül megduplázódik.

A zöld hidak, felüljárók és aluljárók lefedettsége mellett magukat a folyosókat is figyelemmel kell kísérni a nagyobb szakaszok esetében. A folyosók mentén kialakuló szűk keresztmetszetek esetén, amikor ezeken a szakaszokon nagy a vonulási nyomás, a közvetlen közelében lévő vadkamerákat a folyosó tengelyéhez közelebb helyezik el, hogy a megfigyelés átfogóbb legyen, ami azt jelenti, hogy a készülékek távolsága a folyosó tengelyétől való távolsággal nő (35. ábra). A fotócsapdákat a visszavonulási és rejtkehelyek, pl. tájképi elemek vagy mezsei sövények közelében is fel kell állítani.

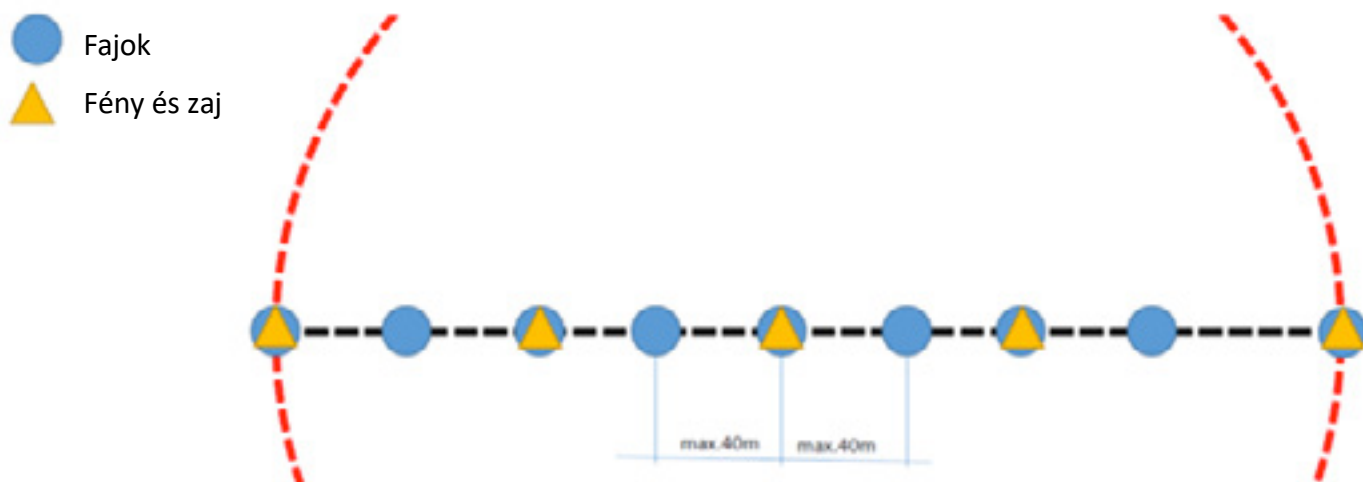
3.4. A funkcionális monitoring módszertana: zavaró források – fény és zaj

Az élővilágot befolyásolja a fény- és zajszennyezés. Mindkét tényező hatással lehet számos állati rendszertani csoport fiziológiájára, viselkedésére és szaporodására. Ugyanakkor jelentős tudáshiány mutatkozik e szennyező tényezők behatásával kapcsolatban (Newport J. 2014). A közlekedési

infrastruktúra felett és alatt áthaladó, a vadon élő állatok átkelését szolgáló szerkezeteket javasolták megoldásként az utakhoz kapcsolódó élőhelyek fragmentációjának, az állatokkal való ütközések és a gázolások ellen. Az átkelőszerkezetek hatékonyságának biztosítása érdekében, figyelembe kell venni az úthoz és a közlekedéshez kapcsolódó negatív hatásokat - mint például a zaj és a fény - amelyek miatt a vadon élő állatok elkerülhetik ezeket a szerkezeteket (Shilling F. 2018).

Ezért a fény és a zaj vonulási folyosókra gyakorolt hatásának nyomon követése szintén nagy jelentőséggel bír. A SaveGREEN programban a fény és a zaj hatásának értékelését a vizsgálati területeken a monitoring egyéb intézkedéseitől függetlenül rögzítették. A SaveGREEN pilot területein a fény- és zajszint rögzítése önkéntes alapon történt, és nem volt kötelező feladat, mivel az ilyen mérésekhez szükséges adatgyűjtő készülékeket csak nemrég fejlesztették ki. A telepített adatgyűjtők azonban költséghatékony megoldást jelentenek a zaj- és a fényhatás rögzítésére. A fényt lux egységben, a zajt pedig decibelben mérik legalább 15 perces időintervallumban. 45 napos akkumulátor-élettartamot céloztak meg a megfelelő megfigyelési időtartam biztosítása érdekében.

Összesen 40 érzékelőt fejlesztettek ki, amelyek közül 20-at Ausztriában (a Pötsching és a Kobernausser erdő vizsgálati területein) használnak



36. ábra. Az érzékelők száma és elhelyezése kameracsapdákkal kombinálva, 40 méteres távolságban történő felállítás esetén

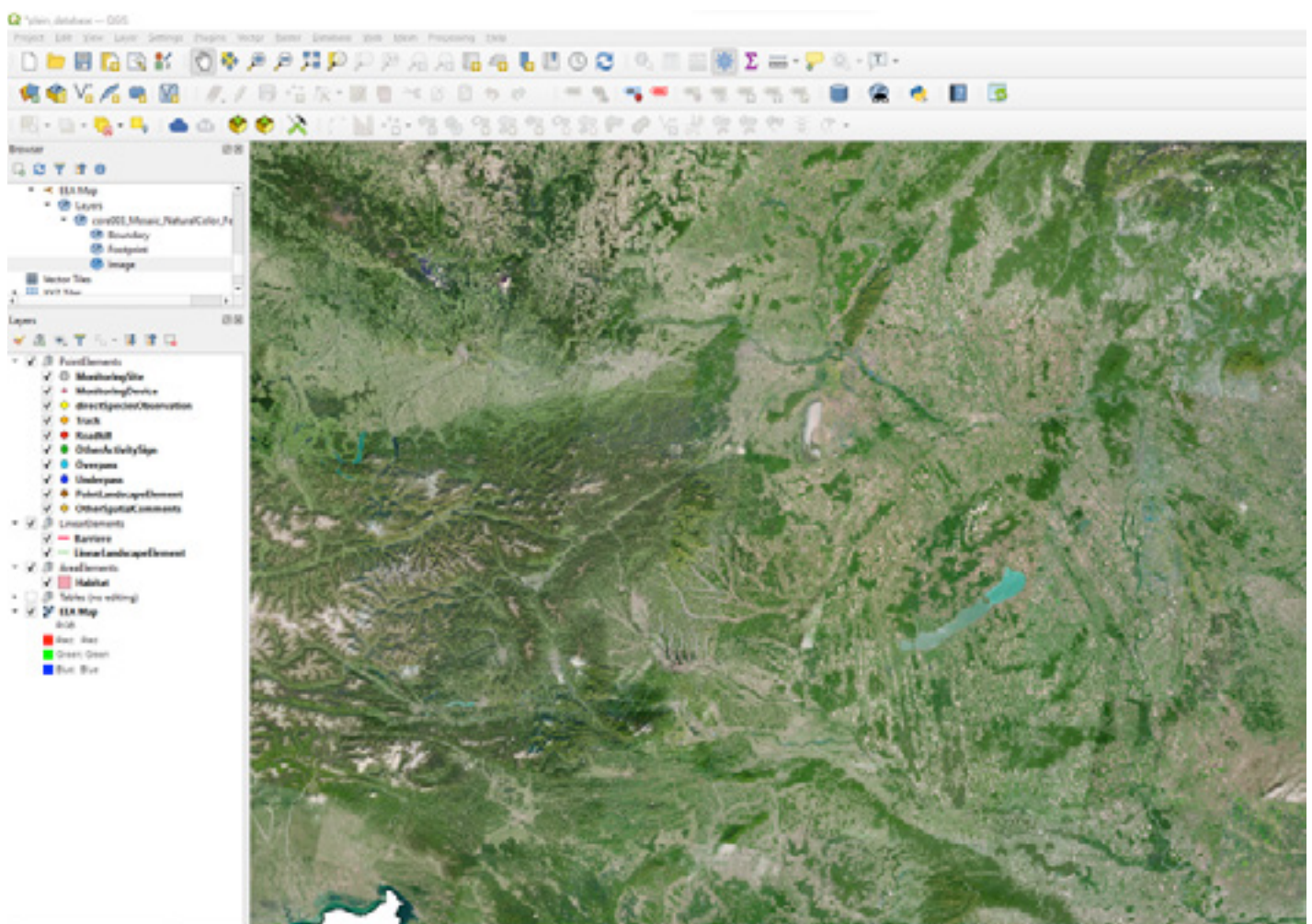
majd a kezdeti teszteléshez, míg további 20 érzékelőt a szoftver tesztelési szakaszát követően, a partnerektől kaphatnak kölcsön.

A fény- és zajszintet ideális esetben a lakóterületek, valamint az ipari területek és a közlekedési útvonalak közelében kell mérni. A telepítést különösen a szürke infrastruktúra, valamint a zöld hidak és aluljárók mentén javasoljuk, ahol a fény- és zajhatás egyaránt jelen van, és befolyásolhatja a vonulást ezen átkelőszerkezeteken keresztül.

A megfigyelési koncepció szerint 40 méterenként kell elhelyezni a vadkamerákat. Minden második megfigyelőeszköznél további fény- és

zajméréseket terveznek (36. ábra). Az érzékelőket a helyszínen telepítik, és a QField alkalmazással állítják be, amely a terepen egyéb adatok megfigyelésére is szolgál. A fényt és a zajt a kibocsátási helyek közelében rögzítik, ahol a mérési pontok nagyobb számban kerülnek felállításra. A kibocsátási helyektől való távolság növekedésével a mérőeszközök sűrűsége csökken.

A méréseket azonban az állatok zavarás nélküli előfordulása alapértékeinek meghatározása érdekében olyan területeken is el kell végezni, ahol feltételezhetően nincs fény- és zajszennyezés.



37. ábra: SaveGREEN adatmodell a QGIS-ben, amely a QField csomag alapját képezi

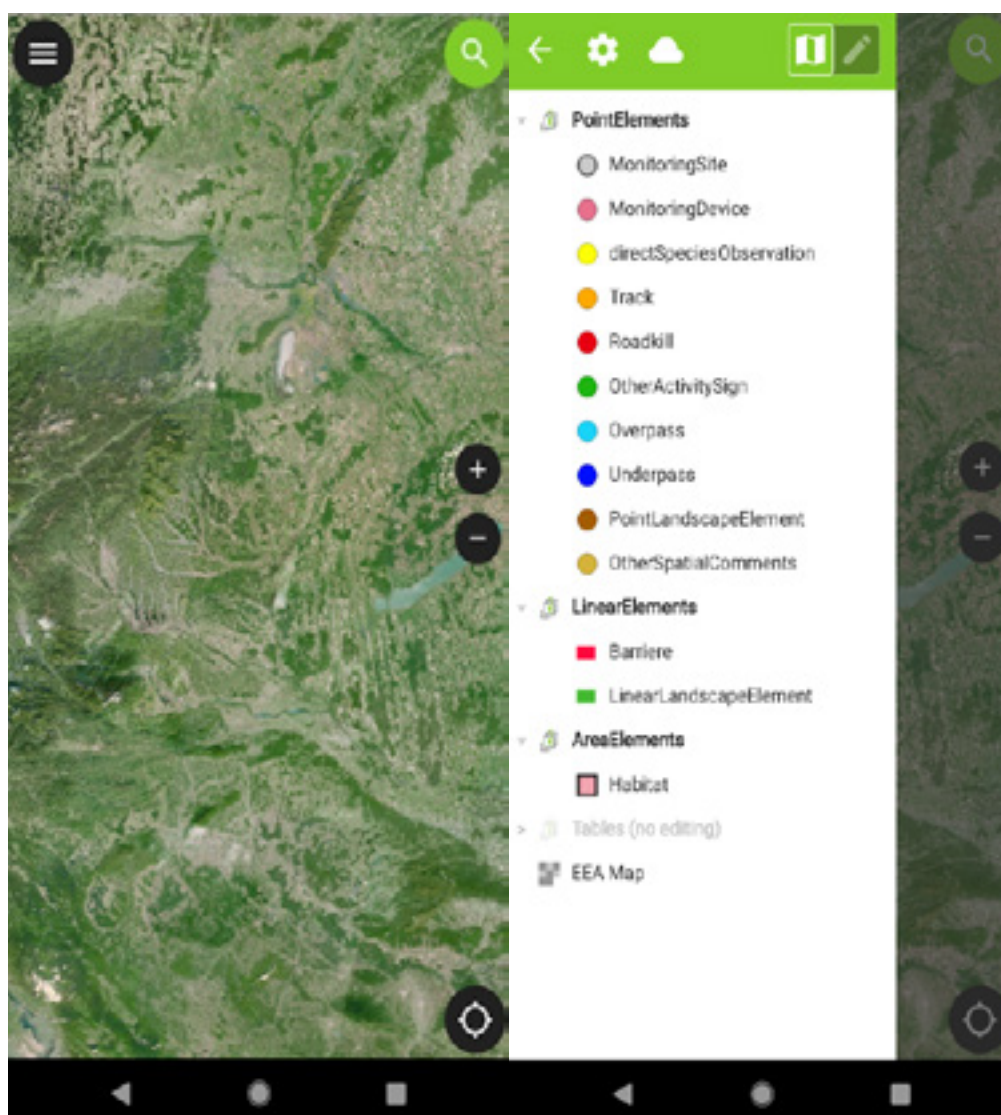
3.5. A funkcionális monitoring módszertana: tájleltár és a fajok előfordulásának bizonyítása a vizsgálati területen

3.5.1. Terepi térképező alkalmazás és általános adatmodell

A tájleltár felmérése és a vizsgálati területeken a fajok előfordulásának áttekintése érdekében, a Funkcionális Monitoring Alkalmazás Eszköztár (FM-AT) keretében egy testreszabott QField-projektet (lásd a QField alkalmazást: <https://qfield.org/>) állítottak össze és tettek elérhetővé minden vizsgálati terület számára.

A QField egy nyílt forráskódú mobil GIS alkalmazás, amelyet az OPENGIS.ch, egy nyílt forráskódú szoftverszolgáltató fejlesztett ki. A QField lehetővé teszi egy projekt létrehozását a QGIS asztali alkalmazásban (37. ábra), amelyet aztán a QField plugin segítségével lehet exportálni. A létrehozott adatcsomag ezután a telepített QField alkalmazással (Android vagy iOS rendszerre

38. ábra: SaveGREEN adatmodell a QField alkalmazásban a tájleltár felmérésére és a fajok előfordulására utaló bizonyítékok (nyomok, egyéb aktivitási jelek, közvetlen megfigyelések stb.) területre kiterjedő feltérképezésére. A bal oldali kép a jellegzetes- ségek digitalizálásához használt projekt térképi nézetét mutatja (alaptérkép az EEA-tól: <https://discomap.eea.europa.eu/Index/Services.aspx?agsid=61&fid=6657/>), A jobb oldali kép a QField réteg áttekintését mutatja.



elérhető) mobil eszközre telepíthető. Ezt követően, a QField projekt használható a terepen az adatok rögzítésére és integrálására az elkészített rétegekbe és térképekbe.

A vizsgálati területek eltérő igényeinek kielégítésére a regionálisan aktív projektpartnerekkel együttműködve kidolgozták az úgynevezett „általános adatmodellt”. Az adatmodell tartalmazza az összes olyan objektumot (azaz a fajok előfordulására és a tájelemekre vonatkozó információk tárolására szolgáló különböző rétegeket és táblázatokat), amelyeket a vizsgálati területeken belül fel kell térképezni. Az összes réteget és táblázatot geopackage formátumban (szintén nyílt forráskódú fájlformátum) tárolt geoadatbázis formájában tették elérhetővé. Ezen túlmenően, a terepmunka megkönnyítése és támogatása, valamint a QField alkalmazás terepen történő egyszerű kezelésének biztosítása érdekében ezen objektumok jellemzésére egyedi formákat dolgoztak ki.

A QField alkalmazás mobil eszközre történő telepítése után, a QGIS asztali alkalmazásban létrehozott adatcsomagot fel kell tölteni az eszközre. Az adatkészlet (geoadatbázis, úrlapok, térképstílusok és a kifejezetten a vizsgálati területre gyűjtött helyszíni adatok) így készen áll a terepmunka megkezdésére (lásd 38. ábra).

A vonatkozó QGIS- és QField-projektek sablonjai (a vizsgálati területre vonatkozó helyszíni adatok nélkül) itt érhetők el:

https://savegreen.grillmayer.eu/SaveGREEN_QGIS_project.zip

https://savegreen.grillmayer.eu/SaveGREEN_QField_project.zip

A QGIS és a QField közötti információcseréhez (azaz a QGIS-ben csomagok létrehozása a QField számára és a QField-adatok importálása vissza a QGIS-be) a QField plugin (lásd <https://qfield.org/docs/de/synchronise/qfieldsync.html>) szükséges a QGIS-ben.

3.5.2. A vizsgálati területre kiterjedő információk fontossága az ökológiai folyosó folytonosságára vonatkozó információk megszerzése szempontjából

A folyosók folytonosságának és funkcionalitásának meghatározásához, valamint az ökológiai folyosó azon szakaszainak azonosításához, ahol az átjárhatóság korlátozott, terepi térképezési adatok - mint kiegészítő és területi szintű információk - szükségesek.

A 400 négyzetkilométert meghaladó méretű nagy vizsgálati területeken a minimális követelmény az általános modellben meghatározott összes objektum feltérképezése bármely megfigyelési helytől számított 500 méteres körzetben. Biztosítani kell, hogy a megfigyelési helyek térbeli elhelyezkedésének és számának helyes megválasztása révén a megszerzett információk elegendőek legyenek a folyosó működőképességének értékeléséhez.

A 400 négyzetkilométernél kisebb vizsgálati területek esetében ajánlott az ökológiai folyosó teljes területének feltérképezése. A feltérképezésnek a fő ökológiai folyosó központi tengelyén kell alapulnia, amelyet a GIS-modell a strukturális összekapcsolhatósági modell részeként azonosított. A terepmunka elvégzéséhez a különböző megfigyelési helyszínek megközelítése és az ingatlan tulajdonosokkal való problémák elkerülése érdekében, a közutakat és az úthálózatot kell használni. Az ökológiai folyosóra vonatkozó felméréshez a folyosó tengelyének mindkét oldalán 400 méteres távolságban minden, a vadon élő állatok ökológiája szempontjából releváns tájelemet el kell helyezni, és az általános modellben meghatározott összes objektumot a QField alkalmazás segítségével kell feltérképezni.

A SaveGREEN pilot területein gyűjtött adatokat szinkronizálják a Kárpáti országok integrált biológiai sokféleség információs rendszerével (Carpathian Countries Integrated Biodiversity Information System, CCIBIS, lásd <http://ccibis.org/>). Egyrészt az adatok a folyosó további tervezésének és védelmének támogatása érdekében lehetőséget biztosítanak a végleges eredmények térképeinek felülvizsgálatára a jövőbeli döntéshozatalhoz és a határokon átnyúló értékeléshez. Másodszor, az adatok a megfigyelési tevékenységek és a helyszíni tudományos munka támogatása céljából letölthetők lesznek.

3.6. A funkcionális összeköttetés monitorozásából nyert adatok értékelési módszerei

3.6.1. Helyhez kötött monitoring eszközök

A 3.3. fejezetben leírtak szerint, a helyhez kötött megfigyelőeszközök döntő szerepet játszanak abban, hogy a strukturális megfigyelésből következtetéseket lehessen levonni a célfajok meghatározott vándorlási folyosóinak tényleges elfogadásáról és az azonosított szűk keresztmetszetekről. Ez nem csak lehetővé teszi a folyosó és a vándorló fajok funkcionalitására vonatkozó következtetések levonását, hanem értékes visszajelzést is ad az előző adatvezérelt megközelítéshez.

A SaveGREEN programon belül különösen az alábbi helyhez kötött megfigyelőeszközöket használták a terepen:

- » Kameracsapdák
- » Fényérzékelők
- » Hangérzékelők

A következőkben a szemléltetés kedvéért csak a kameracsapdákkal végzett megfigyelés eredményeit mutatjuk be.

A kameracsapdák használata gyakori módszer a vadon élő állatok tevékenységének nyomon követésére a terepen. Ezek a kamerák a környezetükben zajló tevékenység változása, például egy állat jelenléte esetén automatikusan működésbe lépnek. Jellemzően mozgásérzékelővel vannak felszerelve, általában infravörös fénysugárral, amely éjjel-nappal rögzíti a tevékenységet.



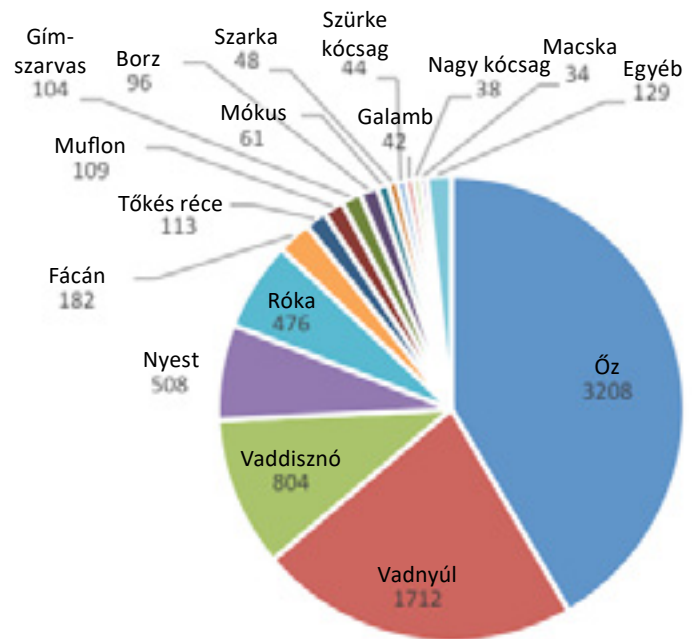
39. ábra: A kameracsapdák helye a vizsgálati területen belül Pötsching (AT)

A képek színes fotók formájában kerülnek továbbításra, amelyek közvetlenül olvasható információként tartalmazzák a dátumot, az időt és a hőmérsékletet. A kiválasztott megfigyelési helyszínek előre meghatározottak, amely lehetővé teszi a felvételek térbeli helyének meghatározását (39. ábra).

A rögzített képek kézi vagy félautomata azonosítását követően, többek között a következő információk nyerhetők ki:

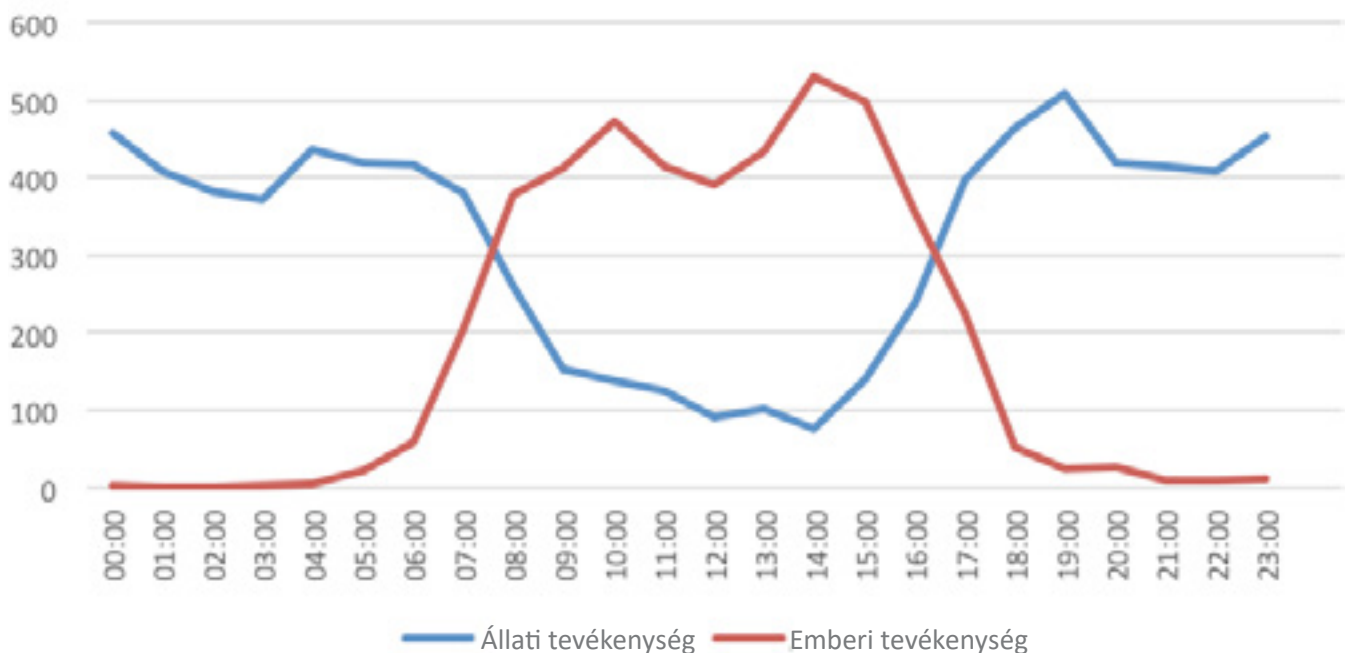
- » Tevékenységi kategória (állati/emberi tevékenységek)
- » Fajok (40. ábra)
- » Állatok bősége (40. ábra)
- » A mozgás iránya

A különböző paraméterek értékelése lehetővé teszi a különböző szempontok szemléltetését, a konkrét kérdéstől függően, pl. az aktivitási csúcsok vagy a potenciális elkerülő magatartás (41. ábra), akár az egyes helyszínekre, akár a teljes vizsgálati területre vonatkozóan.



40. ábra: A Pöttlaching (AT) pilot területen a rögzített felvételekből levezetett gyakoriság és fajok.

Ily módon a megfigyelési helyszínek és a kapcsolódó eredmények egyes tájrészletekre vonatkozóan külön-külön és térbeli szempontból is bemutathatók, lehetővé téve ezzel a folyosók



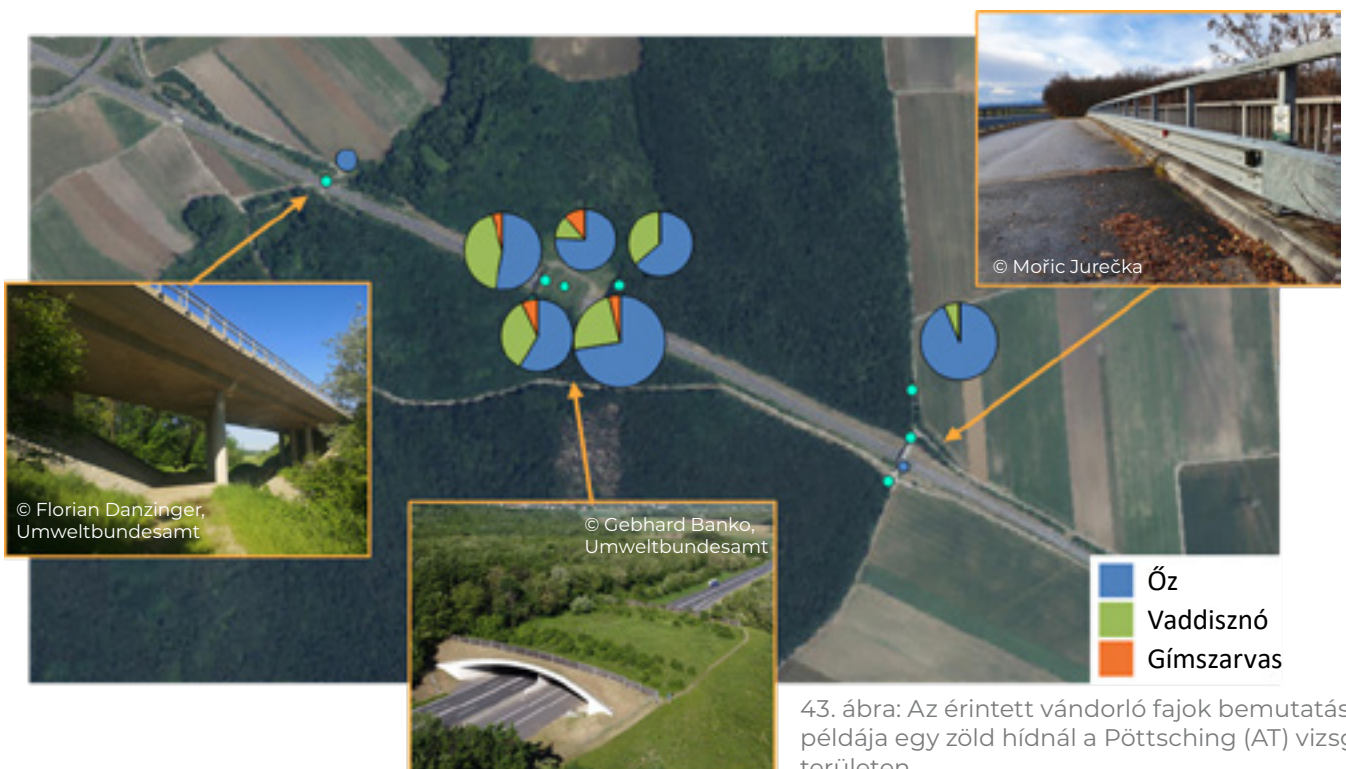
41. ábra: Emberek és állatok nappali aktivitási mintázatai a Pöttlaching (AT) vizsgálati területen



42. ábra: Az emberi és állati tevékenységek térbeli bemutatása a Pötsching (AT) vizsgálati térségben

vagy neuralgikus területek funkcionalitásának értelmezését a folyosó mentén (42. ábra) a geoinformatika közös módszereivel és a megfigyelési eredmények értelmezésével.

Ezek a térbeli ábrázolások az érdeklődés tárgyának vagy a probléma meghatározásának megfelelően az egyes fajokra vagy fajcsoportokra igazíthatók (43. ábra).



43. ábra: Az érintett vándorló fajok bemutatásának példája egy zöld hídnál a Pötsching (AT) vizsgálati területen.

3.6.2. Terepi feltérképezés

A helyhez kötött megfigyelőberendezéseknek a rögzített helyeken túli kiegészítése érdekében a nehezen megközelíthető helyek vagy a nehezen rögzíthető területek lefedésére különböző helyszíni megfigyelési módszerek alkalmazhatók. Ezek közé tartozik többek között a következők megfigyelése és nyilvántartása:

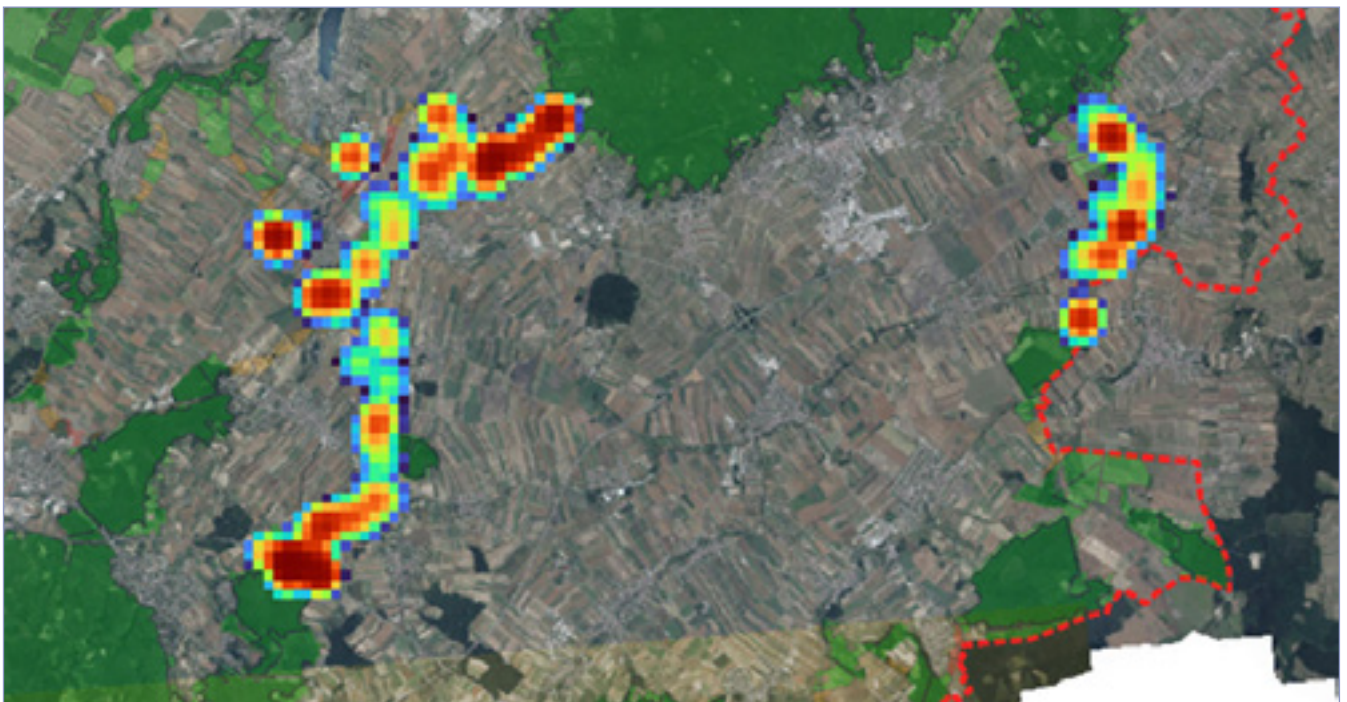
- » Közvetlen fajmegfigyelések
- » Nyomok
- » Egyéb tevékenység jelei
- » Közúti gázolások
- » Felül- és aluljárók

» Tájképi elemek (vonalas/pontszerű)

» Akadályok

A helyhez kötött eszközökkel történő megfigyeléshez képest a terepi feltérképezési módszerek nagyobb területeken is alkalmazhatók a nyílt tájon belül és a helyhez kötött helyszínek között. Ezenkívül, ez lehetővé teszi a még specifikusabb kérdések meghatározását is, de a kapott adatpontok esetében lényegesen nagyobb erőfeszítéssel és költségekkel.

Az eredmények összesítve, tényezőnként vagy a vizsgált régióban térben kifejezett minden egyes fajra vonatkozóan bemutatathatók. Az aktivitási gócpontok megjelenítésének egyik lehetőségét jelentik az úgynevezett hőterképek, amelyek egy földrajzi információs rendszer egyszerű műveleteivel hozhatók létre (44. ábra).



44. ábra: A Pötsching (AT) vizsgálati területen regisztrált összes állati tevékenység hőterképének ábrázolása



4. FEJEZET

Tanulságok és ajánlások

© Gebhard Banko, Umweltbundesamt



© B. Croeger

2022 tavaszán a vizsgálati területeken dolgozó projektpartnerek körében felmérést végeztek a meglévő monitoringmódszertannal kapcsolatos tapasztalatokról. A következő nehézségekről számoltak be többször is: **nem áll rendelkezésre elegendő számú kamera.** Ennek oka egyrészt az volt, hogy nem állt rendelkezésre elegendő forrás, így nem lehetett elegendő számú kamerát vásárolni. Ez különösen fontos, ha a vizsgált terület nagyon nagy, mint például a bulgáriai vagy romániai vizsgálati területek esetében. A Cseh Köztársaságban ezért a helyzet megoldása érdekében a kamerákat nem mindkét bejáratnál, hanem a zöld hidak közepén helyezték el. Ez a megoldás is kellően jól képes jelezni a folyosó használatát.

Egy másik nehézség a **kamerák eltulajdonítása volt**, amiről több partner is beszámolt. Voltak olyan helyzetek, amikor a kamerákat a módszertannak megfelelően be lehetett állítani, de a kamerák és a hozzájuk tartozó információk egy vagy több kamera ellopása miatt elveszett. Ezt a helyzetet a kamerák elrejtésével és a kamerák láthatóságának csökkentése érdekében a nyílt helyekre történő telepítés elkerülésével orvosolták. Mivel a megfigyelés során állatnyomokat is gyűjtöttek, és így a vándorlási útvonalakról is rendelkezésre álltak információk, a kamerák hiánya vagy a lopás miatti veszteség részben kompenzálható volt.

Az Ausztriában tapasztalt egyik nehézség a **monitoring elfogadottsága az érintettek részéről**, különösen a földtulajdonosok és a helyi vadászok körében. A megfigyelés elvégzéséhez, beleértve

a kamerák felszerelését is, engedélyeket kellett beszerezni a földtulajdonosoktól és a használoktól (pl. vadászoktól). Néhány jelentős földtulajdonos és vadász azonban nem volt, vagy csak hosszadalmas meggyőzés után volt hajlandó engedélyt adni a megfigyelésre.

A folyamat tanulságai a következők voltak:

- » kisebb támogató csoportokkal való együttműködés, hogy később több érdekelt felet érjenek el,
- » a társulások hierarchikus szerkezetének ismerete,
- » érvek összeállítása a fontos érdekelt felek aggályainak kezelésére,
- » nem szabad alábecsülni az érdekelt felekkel való kapcsolattartáshoz szükséges időt.

Általánosságban elmondható, hogy a **monitoring módszertanára vonatkozó visszajelzések** pozitívak voltak. Mivel a vizsgálati területek nagyon heterogének, mindig voltak olyan helyszínek, ahol a megfigyeléshez igazított megoldásokat kellett találni. Mivel a helyi szakértők a helyszínen végezték a munkát, az aktuális módszertant a helyi körülményekhez igazították. Ily módon kielégítő megoldások születtek, amelyek értékes információkkal szolgáltak a vadon élő állatok által használt folyosókról.

Hivatkozások



© A Szlovák Köztársaság Állami
Természetvédelmi Hivatala

- Abraham R. (1991): Fang und Präparation wirbelloser Tiere (Gerinctelen állatok befogása és preparálása). Springer Spektrum Verlag
- Andersson, E. and Bodin, O. (2009): Practical tool for landscape planning? An empirical investigation of network based models of habitat fragmentation. (Gyakorlati eszköz a tájtervezéshez? Az élőhelyek fragmentálódásának hálózat alapú modelljeinek empirikus vizsgálata.) *Ecography* 32: 123-132.
- AQEM Consortium (2002): Manual for the application of the AQEM system: A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework. (Kézikönyv az AQEM rendszer alkalmazásához: Átfogó módszer a Víz Keretirányelv céljaira kifejlesztett európai patakok felmérésére a vízfenéki makrogerinctelenek segítségével). Essen: University Duisburg-Essen, Németország, 198 o.
- ASFINAG - Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (2020): Monitoring an 18 Grünquerungen im Jahre 2018 (Monitoring 18 zöld átkelőnél 2018-ban). Forschungsbericht. Wien.
- Barber, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects (Csapdák barlanglakó rovarok számára). - *J Elisha. Mitchell Sci. Soc.* 46: 259-266.
- Berthinussen, A. and Altringham, J. (2015): Development of a cost-effective method for monitoring the effectiveness of mitigation for bats crossing linear transport infrastructure (Költséghatékony módszer kidolgozása a lineáris közlekedési infrastruktúrán áthaladó denevérek védelme hatékonyságának nyomon követésére). Defra contract report WC1060
- Bibby C. J., Burgess N. D. & Hill D. A. (1995): Methoden der Feldornithologie: Bestandserfassung in der Praxis (A terepi ornitológia módszerei: állományfelvétel a gyakorlatban). - Neumann, Radebeul, 270. o.
- Brooks, C.P. (2003): A scalar analysis of landscape connectivity (A tájak funkcionális összeköttetésének skaláris elemzése. *Oikos* 102: 433-439.
- Bojana P. Tubić^{1,*}, Nataša Z. Popović¹, Maja J. Raković, A.S. Petrović, V.M. Simić, .M.M. Paunović (2017): Comparison of the effectiveness of kick and sweep hand net and Surber net sampling techniques used for collecting aquatic macroinvertebrate samples (A vízi makrogerinctelen minták gyűjtésére használt kézi hálós és Surber-hálós mintavételi technikák hatékonyságának összehasonlítása). *Arch Biol Sci.* 69(2): 233-238.
- Di Febbraro, M.; Sallustio, L.; Vizzarri, M.; De Rosa, D.; De Lisio, L.; Loy, A.; Eichelberger, B.; Marchetti, M. (2018): Expert-based and correlative models to map habitat quality: Which gives better support to conservation planning? (Szakértői alapú és korrelatív modellek az élőhelyek minőségének feltérképezésére: Melyik támogatja jobban a természetvédelmi tervezést?) *Glob. Ecol. Conserv.*, 16, e00513. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00513>
- Dutta, T., Sharma, S., McRae, B. H., Roy, P. S., & DeFries, R. (2016): Connecting the dots: mapping habitat connectivity for tigers in central India (A pontok összekapcsolása: a tigrisek élőhelyi funkcionális összeköttetésének feltérképezése Közép-Indiában). *Regional Environmental Change*, 16(1), 53-67. 10.1007/s10113-015-0877-z
- Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA). (2014): EU-DEM statisztikai hitelesítés.
- Haberl, H., Wiedenhofer, D., Schug, F., Frantz, D., Virág, D., Plutzer, C., Gruhler, K., Lederer, J., Schiller, G., Fishman, T., Lanau, M., Gattringer, A., Kemper, T., Liu, G., Tanikawa, H., van der Linden, S., Hostert, P., (2021): High-resolution maps of material stocks in buildings and infrastructures in Austria and Germany (Nagy felbontású térképek az épületek és infrastruktúrák anyagkészleteiről Ausztriában és Németországban. *Environ. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05642>
- Hachtel M., Schlüpmann M., Thiesmeier B. & K.Weddeling (2009): Methoden der Feldherpetologie. Supplement der Zeitschrift für Feldherpetologie 15; 424 S.
- Hlaváč, V., Anděl, P., Matoušová, J., Dostál, I., Strnad, M., Immerová, B., Kadlečík, J., Meyer, H., Moť, R., Pavelko, A., Hahn, E., Georgiadis, L. (2019): Wildlife and Traffic in the Carpathians. Guidelines how to minimize impact of transport infrastructure development on nature in the Carpathian countries (Vadvilág és közlekedés a Kárpátokban. Útmutató a közlekedési infrastruktúrafejlesztés természetre gyakorolt hatásainak minimalizálására a Kárpát-medencei országokban). Danube Transnational Programme TRANSGREEN Project, A Szlovák Köztársaság Állami Természetvédelmi Hivatala, Besztercebánya. 228. o.
- Kadoya, T. (2009): Assessing functional connectivity using empirical data (A funkcionális összekapcsolhatóság értékelése empirikus adatok felhasználásával). *Population Ecology* 51: 5-15.
- Kindlmann, P. and F. Burel. (2008): Connectivity measures: a review (Összekapcsolási intézkedések: áttekintés). *Landscape Ecology* 23: 879-890.
- Littlefield, C. E., McRae, B. H., Michalak, J. L., Lawler, J. J., & Carroll, C. (2017): Connecting today's climates to future climate analogs to facilitate movement of species under climate change (A mai éghajlat és a jövőbeli éghajlati analógok összekapcsolása a fajok éghajlatváltozás alatti mozgásának megkönnyítése érdekében). *Conservation Biology*, 31(6), 1397-1408.

Malinowski, R., Lewiński, S., Rybicki, M., Gromny, E., Jenerowicz, M., Krupiński, M., Nowakowski, A., Wojtkowski, C., Krupiński, M., Krätzschar, E., Schauer, P. (2020): Automated Production of a Land Cover/Use Map of Europe Based on Sentinel-2 Imagery (Európa földfelszínborítási/használati térképének automatizált előállítására Sentinel-2 képek alapján). <https://doi.org/10.3390/rs12213523>

McRae B.H. (2012): Pinchpoint Mapper Connectivity Analysis Software. (Elakadási pont feltérképező összekapcsolhatóság elemző szoftver). The Nature Conservancy, Seattle, WA. Elérhetőség: <https://linkagemapper.org>

Mönkkönen, M. and P. Reunanen. (1999): On critical thresholds in landscape connectivity: a management perspective (A tájak összekapcsolhatóságának kritikus küszöbértékeiről a menedzsment szempontjából). *Oikos* 84(2): 302-305.

Newport J., Shorthouse D. J. & A. D. Manning (2014): The effects of light and noise from urban development on biodiversity: Implications for protected areas in Australia (A városfejlesztésből származó fény és zaj hatása a biológiai sokféleségre: Az ausztráliai védett területekre vonatkozó következmények). <https://doi.org/10.1111/emr.12120>

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006): Maximum entropy modeling of species geographic distributions (A fajok földrajzi eloszlásának maximális entrópiás modellezése). *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

Reimoser, F., Pfeifer, M. & Leitner, H. (2010): Entwicklung methodischer Standards für die Erfolgskontrolle von Wildquerungshilfen. Projektbericht. (Módszertani szabványok kidolgozása a vadon élő állatok átkelését segítő eszközök sikerességének ellenőrzésére). Projektjelentés). (Szövetségi Közlekedési Innovációs és Technológiai Minisztérium, szerk.)

Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) 04.03.13 (2007): Vogelschutz an Verkehrswegen (Útügyi iránymutatások és szabályok: Madárvédelem a közlekedési útvonalak mentén). Hatályosnak nyilvánítva 2006.12.18-án. Kiadja a Szövetségi Közlekedési, Innovációs és Technológiai Minisztérium, BMVIT-300.041/0061-II/ST-ALG/2006 és az Osztrák Közúti - Vasúti - Közlekedési Kutatási Társaság.

Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) 04.03.14 (2009): Schutz wildlebender Säugetiere (ausgenommen Fledermäuse) an Verkehrswegen (Útügyi iránymutatások és szabályok: A vadon élő emlősök (kivéve a denevérek) védelme a szállítási útvonalak mentén). Hatályosnak nyilvánítva: 2009.11.20. Kiadja a Szövetségi Közlekedési, Innovációs és Technológiai Minisztérium BMVIT-300.041/0064-II/ST-ALG/2009 és az Osztrák Közúti - Vasúti - Közlekedési Kutatási Társaság.

Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) 04.03.15 (2015): Artenschutz an Verkehrswegen (Útügyi iránymutatások és szabályok: Fajvédelem a közlekedési útvonalak mentén). Hatályosnak nyilvánítva: 2015.10.01. Kiadja a Szövetségi Közlekedési, Innovációs és Technológiai Minisztérium és az Osztrák Közúti - Vasúti - Közlekedési Kutatási Társaság.

Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) 04.03.11 (2019): Amphibienschutz an Verkehrswegen (Útügyi iránymutatások és szabályok: Kétéltűek védelme a közlekedési útvonalak mentén). Hatályosnak nyilvánítva: 2019.02.01. Kiadja a Szövetségi Közlekedési, Innovációs és Technológiai Minisztérium, BMVIT -300.041/0005-IV/IVVS-ALG/2019 és az Osztrák Közúti - Vasúti - Közlekedési Kutatási Társaság.

Serfling C. (2014): Methoden der Reptilienerfassung (A hüllők befogásának módszerei). https://www.thueringen.de/imperia/md/content/tlug/abt1/v-referate/2014/16_2014/3_serfling_methoden_reptilienerfassung.pdf

Shilling F., Collins A. & A. Louderback-Valenzuela (2018): Wildlife-Crossing Mitigation Effectiveness with Traffic Noise and Light (A vadon élő állatok átkelésének hatékonysága közlekedési zaj és fény mellett.) <https://escholarship.org/uc/item/8893d8zw>

Strahler A. N. (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology (A vízgyűjtő geomorfológiájának mennyiségi elemzése). *Am Geophys Union Trans* 38:913–920. doi: <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>

Wansink, D., Tukker, A., Weiperth, A. P. M., & Gál, B. (2013): Cost-effective maintenance to support the ecological functions of roads. Harmony procedures for the design of roads in harmony with wildlife (Költséghatékony karbantartás az utak ökológiai funkcióinak támogatása érdekében. Harmónia-eljárások a vadon élő állatokkal összhangban lévő utak tervezéséhez). CEDR call. https://3e370274-79bf-479a-be0a-690637f02a27.filesusr.com/ugd/1cba1b_9967e0fbcac44f5aa689f1114653b587.pdf

Williams, B. M., Baker, P. J., Thomas, E., Wilson, G., Judge, J., & Yarnell, R. W. (2018): Reduced occupancy of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in rural England and Wales: The influence of habitat and an asymmetric intra-guild predator (A sünök (*Erinaceus europaeus*) csökkenő tartózkodása Anglia és Wales vidéki területein: Az élőhely és egy aszimmetrikus, falkán belüli ragadozó hatása). *Scientific Reports*, 8(1), 1-10.



VIZSGÁLATI TERÜLETEK:

Ausztria

- 1 Kobernausser erdő
- 2 Pöttlaching (Alpok-Kárpátok folyosó)

Cseh Köztársaság/Szlovákia

- 3 Beskydy-Kysuce CZ-SK határon átnyúló terület

Magyarország/Szlovákia

- 4 Novohrad-Nógrád SK-HU határon átnyúló terület

Ukrajna

- 5 Kárpátaljai régió

Románia

- 6 Maros-völgy (Arad-Déva)
- 7 Maros-völgy (Marosvásárhely – Németvásár)

Bulgária

- 8 Rila-Verila-Kraishte folyosó



© Ivo Dostál

Projektpartnerek:

Ausztria: WWF Közép- és Kelet-Európa (Vezető Partner), Osztrák Környezetvédelmi Ügynökség

Bulgária: Fekete-tengeri NGO Hálózat, Bolgár Biodiverzitás Alapítvány

Cseh Köztársaság: A Föld Barátai Csehország – Program a ragadozók védelmére, Csehországi Közlekedési Kutatóközpont

Magyarország: CEEweb a Biológiai sokféleségért, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Románia: Zarand Egyesület, EPC Environmental Consultancy Ltd., WWF Romania

Szlovákia: Pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem – az EU SPECTRA Kiválósági Központja

Társult stratégiai partnerek:

Ausztria: Klímavédelmi, Környezetvédelmi, Energiaügyi, Mobilitási, Innovációs és Technológiai Minisztérium

Bulgária: Mezőgazdasági, Élelmezési és Erdészeti Minisztérium – Végrehajtó Erdészeti Ügynökség, Délnyugati Állami Vállalat SE – Blagoevgrad

Cseh Köztársaság: Környezetvédelmi Minisztérium, Természetvédelmi Ügynökség

Franciaország: Európai Infrastruktúra és Ökológiai Hálózat (IENE)

Németország: Bajor Állami Környezetvédelmi és Fogyasztóvédelmi Minisztérium

Görögország: Egnatia ODOS S.A.

Magyarország: Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zártkörűen Működő Részvénytársaság (NIF Zrt.), Agrárminisztérium, Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság

Románia: Környezetvédelmi, Vízügyi és Erdészeti Minisztérium, Közművekért Felelős, Fejlesztési és Közigazgatási Minisztérium, Közlekedési, Infrastrukturális és Hírközlési Minisztérium

Szlovákia: Állami Természetvédelmi Hivatal, Környezetvédelmi Minisztérium, Közlekedési és Építésügyi Minisztérium, Nemzeti Autópálya Társaság

Ukrajna: M.P. Shulgin Állami Útkutató Intézet Vállalat – DerzhdorNDI SE, Kárpátaljai Területi Adminisztráció Ökológiai és Természeti Erőforrások Osztálya

ISBN 978-3-99004-659-3

SaveGREEN „A Duna-medencében található transznacionális jelentőségű ökológiai folyosók működőképességének megóvása”

DTP3-314-2.3, 2020. július - 2022. december

A projekt teljes költségvetése: 2.681.728,70 euró, ebből ERFA forrás: 2 279 649,36 euró