



Indikátorfajok kiválasztásának szempontjai ökológiai hálózat tervezéséhez

KUTNYÁNSZKY Virág¹ , SZILVÁCSKU Miklós Zsolt² 

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola
1118 Budapest, Villányi út 29-43., e-mail: kut.virag@gmail.com

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet,
Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék
1118 Budapest, Villányi út 29-43., e-mail: szilvacsku.miklos.zsolt@uni-mate.hu

Kulcsszavak: ökológiai hálózat, indikátorfaj, tájökológia, fragmentáció, konnektivitás

Összefoglalás: Kutatásunkban az általános érvényű ökológiai hálózat térképezéséhez kerestünk indikátorfajokat, melyek segítségével egy átfogó természetvédelmi szempontú hálózat tervezhető. Az élőlény mérete, viselkedése, a számára optimális élőhely minimális kiterjedése, territórium, valamint a diszperziós távolság mind-mind befolyásolják egy faj hálózatának kiterjedését. Az ember alkotta barrierék is fajonként eltérően hatnak. A modellezéseket továbbá segítik a már meglévő monitoring rendszerek és adatbázisok, melyeket szintén figyelembe vettünk a fajok kiválasztásánál, amelynek azonban elsődleges szempontja az volt, hogy a területekre releváns fajokat válasszunk, tehát a választott indikátorfaj számára a területen előforduló élőhelyek megfelelő életfeltételeket biztosítsanak. Természetesen elvárt szempont, hogy a fajnak bizonyított előfordulása legyen a területen. A három különböző mintaterületünkön (Mecsek, Közép-Tisza, Pesti-síkság) összesen 26 (7, 14 és 5) faj bizonyult potenciálisan alkalmasnak az ökológiai hálózat modellezésére, melyek nagyrésze madárfaj volt, azonban az emlősök közül a denevérek is megfelelőek lehetnek egy ilyen fókuszú modellezéshez több területen is.

Bevezetés

Az ökológiai hálózat az általánosan elfogadott definíció szerint „természetes és féltermészetes élőhelyek és tájelemek koherens rendszere, amely az ökológiai funkciók fenntartására van kialakítva és fenntartva” (Bennet and Witt 2001). Ez a rendszer több, mint a védett területek összessége, hiszen a köztük lévő kapcsolatok is kulcsszerepet játszanak a hálózatosság kialakításában. Kutatások az 1990-es évektől napjainkig támasztják alá, hogy az ökológiai hálózat a biodiverzitás fejlesztésének és megőrzésének alkalmas eszköze, hatékonyabb eszköz a természetvédelem számára az izolált védett területeknél (Jongman et al. 2011, De Montis et al. 2014, van der Sluis and Chardon 2001, Bennet and Mulongoy 2006). Emellett számos más pozitív

környezeti, társadalmi-gazdasági hatása is van, például a klímaváltozás és városi hőszigetek csökkentése, az anyag- és energiakörforgás biztosítása vagy éppen a fragmentáció csökkentése a konnektivitás növelésével (Mander et al. 2003, Konkolyiné 2003, Nie et al. 2021, Meier 2005).

Az ökológiai hálózatok modellezésére sokféle lehetőségünk van, melyek közül az egyik legelterjedtebb módszer az egy faj számára ideális hálózat feltérképezése. A hálózat célja ez esetben az adott faj életfeltételeinek javítása és a megfelelő életterek biztosítása a faj védelme érdekében. Az ökológiai hálózat általános értelmezése ennek a fordítottjára épül. Egy olyan hálózat tervezése a cél, amely a vizsgált terület fragmentáltságát csökkenti, és a természetes folyamatok lefolyását segítve a lehető legtöbb faj számára biztosítja az optimális életfeltételeket és az átjárhatóságot. Általában ezek az „általános érvényű” hálózatok integrálódnak a jogi területi tervezési környezetbe is (hazánkban: Országos Ökológiai Hálózat övezetei a 2018. évi CXXXIX. Törvény Magyarország és egyes kiemelt térségeinek területrendezési tervéről).

Kutatásunkban olyan fajokat kerestünk, melyek egy általános hálózat leírásában lehetnek segítségünkre. Három merőben különböző jellegű, táji léptékű mintaterületen vizsgáljuk a szóba jöhető fajokat, melyek életmódjukban és preferált élőhelyeikben a terület adottságainak megfelelnek, ezzel kutatásunk folytatásaként segítségünkre lehetnek a területek hálózatának feltérképezésében.

Anyag és módszer

Indikátorfajok és ökológiai hálózat

A biodiverzitás monitorozására indikátorfajok alkalmazása széleskörűen elterjedt módszer. Egy-egy jól megválasztott faj állományának módosulásából következtethetünk az élőhely állapotában bekövetkezett változásokra és arra, hogy ez az ott élő társulásokat hogyan befolyásolja. Ilyen célra választott indikátorfajok kijelölésénél fontos szempont, hogy azok élőhelyi igényeik a terület adottságainak megfelelőjenek, viszont ne legyenek se túl specialista, se túl generalista fajok (Larsen et al. 2010, Versuljis et al. 2019).

A fajspecifikus ökológiai hálózatok fejlesztései is hasonló következményekkel járnak, még ha a kezdeti indíttatásuk egy faj populációjának védelme is. Az útvonalak feltérképezésével és egy működő hálózat kialakításával nemcsak a vizsgált faj egyedeinek helyzete, hanem az ott élő többi faj életfeltételei is javulnak. Emellett, ha a választott faj közösségi jelentőségű, és a helyi lakosok számára fontos a megőrzése, az elősegítheti a hálózati tervek megvalósulását. Így, ha célunk egy általános érvényű, azaz területi tervezési és természetvédelmi, jogi környezetbe integrálható hálózat meghatározása, akkor a faj vagy fajok kiválasztását ilyen szempontból is meg szükséges vizsgálni.

A legtöbb fajspecifikus hálózat kutatása során nagytestű emlősök vagy madárfajok hálózatát vizsgálják (Feng et al. 2021, Graves et al. 2007, Wu et al. 2022), hiszen ezek az élőlények mozognak abban a táji léptékben, melyben az ökológiai hálózat tervezése a leghatékosabb (Mander et al. 2003). A nagytestű fajok könnyebben megfigyelhetők, így útvonalaiuk pontosabban meghatározhatóak, valamint életmódjukból adódóan nem elegendő számukra csupán egyetlen élőhely védelme, hiszen táplálékkeresés közben foltról-foltra vándorolnak.

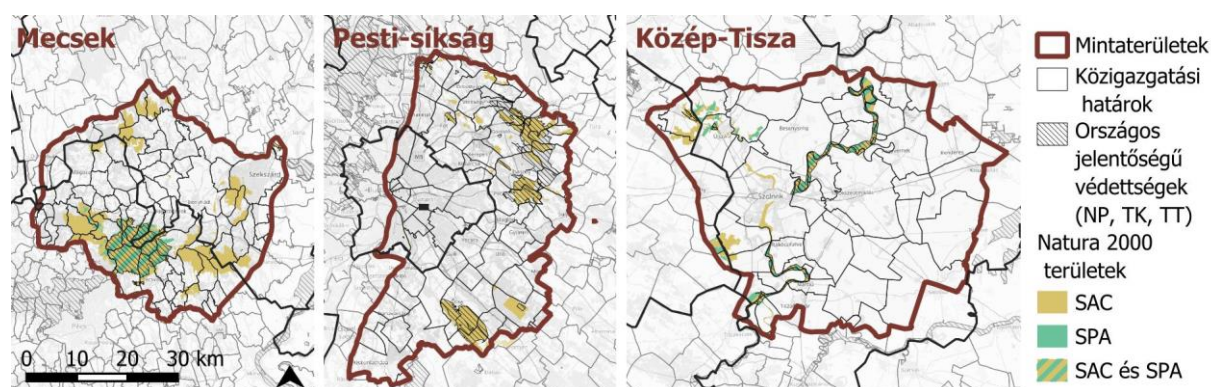
Ezen két állatcsoport képviselői mellett gyakoriak még olyan kutatások, melyek több faj hálózatát egyszerre vizsgálják, akár különböző léptékekben, kételtűeket, rovarokat és hüllőket

is számításba véve (van der Sluis & Chardon 2001, Sahraoui et al. 2021). Ezek a kutatások sokkal átfogóbb eredményre vezetnek, céljuk egyértelműen nem egy faj védelme, hanem egy rendszerszintű ökológiai hálózat megállapítása.

Legyen szó egy fajról vagy több fajcsoportról, a hálózat modellezésénél többféle tulajdonságot, szempontot kell figyelembe venni. Az eltérő ökológiai igények, a preferált élőhely, az élőlény mérete, viselkedése, a számára optimális élőhely minimális kiterjedése, territórium, valamint az a távolság, amelyet az állat képes megtenni táplálékkeresés vagy új élőhely keresése során (diszperziós távolság) mind-mind befolyásolják az élőlény hálózatának kiterjedését. Az ember alkotta barrierék is máshogy befolyásolják a fajok hálózatát, hiszen például a nagyforgalmú utak egy kétéltű számára áthatolhatatlan akadályt tudnak képezni, addig egy madár faj könnyedén átrepül felette. Ezeket a szempontokat mind figyelembe szükséges vennünk, ha megfelelő fajokat kívánunk választani a hálózat feltérképezéséhez.

Vizsgálati területek

Az ökológiai hálózat modellezésére három jellegében jelentősen eltérő tájat választottunk: a Mecsek környékét, amely egy erdő dominálta térség, és ahol a legmeghatározóbb tájalakító tényező a domborzat, a Közép-Tisza vidékét, amely egy jellemzően víz alakította mezőgazdasági és gyepek borította terület, valamint a Pesti-síkság területét, amelyet az emberi tájformáló tevékenysége jellemzi (1. ábra). A lehatárolást fragmentáló elemek mentén végezzük, figyelembe véve a kistájak határait (Dövényi 2010), hogy egy mintaterületen belül hasonló adottságú tájakkal dolgozzunk.



1. ábra. Mintaterületek elhelyezkedése és védettségei (készítette Kutnyánszky Virág)

Figure 1 Sample areas and their natural protections (by Virág Kutnyánszky)

Módszertan

Első lépésként a területeken előforduló fajokat listáztuk, melyhez a Natura 2000 területek adataiban felsorolt jelölőfajok, valamint a Tájvédelmi Körzetek és Természetvédelmi Területek leírásai voltak segítségünkre. Az eleve jelölőfajokra szűkítés segíti a természetvédelmi szempontból nem jelentős vagy indikátorfajnak nem alkalmas fajok kiszűrését, ezzel megkönnyítve a kiválasztási folyamatot.

A védett területenként készült fajlisták összeállítása után kiválasztottuk azokat a fajokat, amelyek kettő vagy több védett területen is előfordulnak, ezzel biztosítva azt, hogy több for-

rásterületük (azaz bizonyítottan alkalmas élőhelyük) is legyen a mintaterületeken belül. A célnak megfelelő ökológiai hálózat modellezésére nem alkalmas fajokat (halak és puhatestűek) nem vettük figyelembe. A fajokhoz ezután egy elsődleges és egy másodlagos élőhelytípust rendeltünk azért, hogy olyan fajt választhassunk, amely számára a mintaterület domináns adottságai megfelelnek. A Mecsek területen az erdőt preferáló fajok jöhetnek szóba, a Közép-Tisza esetében a szántókat, másodlagosan a vizes élőhelyeket egyaránt kedvelő fajokat vettük figyelembe – kizárva így a csak vizekhez köthető fajokat. A Pesti-síkság területén nem az élőhelyi preferencia volt fontos, hanem hogy az adott faj valamilyen mértékben alkalmazkodjon a városi környezetbe, ezzel bekapcsolva a települési területeket az ökológiai hálózatba.

Az alkalmas indikátorok meghatározásához ezen felül még figyelembe vettünk egyéb szempontokat is, például a faj felismerhetőségét, mérhetőségét, közösségi megítélését, valamint azt, hogy létezik-e már az adott fajra monitoring vagy fajmegőrzési program, amely a modellezési és nyomon követési munkákat segítheti.

A legalkalmasabb fajok esetében diszperziós távolságot becsültünk az élőlény életmódja, mérete, térigénye alapján, amely a faj ökológiai hálózatának léptékének meghatározásában volt segítségünkre.

Eredmények

Összesen 38 védett terület faunáját tártuk fel, melyek között egyaránt voltak Natura 2000 SAC és SPA területek, Tájvédelmi Körzetek és Természetvédelmi Területek is. A Natura 2000 jelölőfajok és más természeti értéket képviselő fajok listázása során a Mecsek területen 77, a Közép-Tiszai területen 140, a Pesti-síkság mintaterületén pedig 95 fajt találtunk. A fajok között csaknem az összes állatcsoport képviselői jelen voltak a puhatestűektől az emlősökig.

Az első szűrőt – legalább két helyen előfordul a faj – alkalmazva, valamint az ökológiai hálózat szempontjából alkalmatlan fajokat (a halakat és a puhatestűeket) leszűrve a Mecsekben 20, a Közép-Tiszánál 45, a Pesti-síkság területén pedig 17 faj jöhetett szóba. Ezután definiáltuk az elsődleges és másodlagos élőhelyi preferenciáit ezeknek a fajoknak, feltárva, hogy mely fajok igényei tükrözik a területek adottságát.

A Mecsek esetében az erdő preferencia összesen 7 fajnál jelent meg. Az emlősök közül két denevérfaj, a nyugati pisedenevér (*Barbastella barbastellus*) és a nagyfülű denevér (*Myotis bechsteinii*) bizonyult alkalmasnak, míg a madarak közül a fekete harkály (*Dryocopus martius*), a fekete gólya (*Ciconia nigra*) és a rétisas (*Haliaeetus albicilla*) lehetnek relevánsak. Míg ezek a fajok a térségi-regionális léptékű mintaterület hálózatának feltárására alkalmasak, addig a kisebb léptékű, helyi hálózat tervezéséhez két cincérfaj alkalmas a területen a módszer alapján, a havasi cincér (*Rosalia alpina*) és a nagy hőscincér (*Cerambyx cerdo*). Ezek a kisebb léptékű hálózatok kiegészíthetők, részletezhetők és pontosíthatják egy nagyobb területigényű faj hálózatait az optimális eredmény érdekében.

Nagy területéből és változatos faunájából adódóan a Közép-Tisza területen több faj bizonyult alkalmasnak a másik két területhez képest, ennek azonban legnagyobb részét madárfajok teszik ki. Ezek olyan fajok, amelyek nem kizárólag a gyepeket és a vizes élőhelyeket preferálják, hanem szántókon és átmeneti élőhelyeken is megjelennek. A vízhez kötődő nagytestű madarak közül a fehér gólya (*Ciconia ciconia*), a nagy kócsag (*Ardea alba*) gyakran keresnek táplálékot a földeken. A ragadozómadarak nagyobb területigényűek és sokféle élőhely tartoz-

hat vadászterületükhöz, közülük a parlagi sas (*Aquila heliaca*), a barna rétihéja (*Circus aeruginosus*), a kerecsensólyom (*Falco cherrug*), a kék vércse (*Falco vespertinus*) és a réti fülesbagoly (*Asio flammeus*) is mind alkalmas volna az indikátor szerepre. Az Alföld egyik ikonikus madara a szalakóta (*Coracias garrulus*) is alkalmas indikátornak, mellette szól a kiterjedt monitoring programja és emblematis közönségi megítélése. A szegélyélőhelyek jelzésére jobb választások az énekesmadarak, módszerünk alapján a tövisszűrő gébics (*Lanius collurio*), a kis őrgébics (*Lanius minor*) vagy a parlagi pityer (*Anthus campestris*) lenne a legjobb erre a szerepre. A madarak mellett egy kistestű ragadozó emlős, a molnár görény (*Mustela eversmannii*) került a listába, míg a rovarok közül a nagy tűzlepke (*Lycaena dispar*), amely a vizes gyepek és szegélyek kisebb léptékű elemzésére alkalmas.

A Pesti-síkságot felölelő mintaterületen fontos szempont volt, hogy olyan fajokat válasszunk, amelyek nem csupán a természetes környezetben, hanem az ember alakította élőhelyeken (városi parkokban, zöldfelületeken) is megjelenhetnek. A helyi léptékű hálózat modellezésére egy ilyen rovarfaj a nagy szarvasbogár (*Lucanus cervus*) bizonyult jó választásnak. A repülési képessége nemcsak ennek a bogárfajnak, hanem a többi fajnak is előnyt jelent a városi szövetben való megjelenéshez, hiszen a közlekedés okozta fragmentáló hatás kevésbé érvényesül számukra. Az emlősök közül a közönséges denevér (*Myotis myotis*), míg a madarak közül a hamvas küllő (*Picus canus*), a szürke gém (*Ardea cinerea*) és az erdei fülesbagoly (*Asio otus*) azok a fajok, melyek a fenti feltételeknek eleget tesznek. Ezen fajoknak eltérő az életmódja és az elsődleges preferenciái, ezért viszont a kombinációjuk elősegítheti többféle élőhely védelmét is, míg a zavarástűrő képességük miatt a városi területeket is bekapcsolhatják az ökológiai hálózat rendszerébe.

Irodalom

- Bennett, G., Wit, P. (2001): The Development and Application of Ecological Networks: a Review of Proposals, Plans and Programmes. AIDEnvironment, Amsterdam, p. 132.
- Bennett, G., Mulongoy, K. J. (2006): Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones. Technical Series, 23: 1–97.
- De Montis, A., Bardi, M.A., Ganciu, A., Ledda, A., Caschili, S., Mulas, M., Dessena, L., Modica, G., Laudari, L., Fichera, C.R. (2014): Landscape planning and ecological networks, Part A-B. A Rural System in Nuoro, Sardinia. TeMA – Journal of Land Use, Mobility and Environment, Special Issue: 297–307. <http://dx.doi.org/10.6092/1970-9870/2485>
- Dövényi Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. Második, átdolgozott és bővített kiadás. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, p. 876.
- Feng, H., Li, Y., Li, Y.Y., Li, N., Li, Y., Hu, Y., Yu, J., Luo H. (2021): Identifying and evaluating the ecological network of Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*) in Tieli Forestry Bureau, northeast China. Global Ecology and Conservation, 26: e01477. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01477>
- Graves, T. A., Farley, S., Goldstein, M. I., Servheen, C. (2007): Identification of functional corridors with movement characteristics of brown bears on the Kenai Peninsula, Alaska. Landscape Ecology, 22: 765–772. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-007-9082-x>
- Jongman, R. H. G., Bouwma, I. M., Griffioen, A., Jones-Walters, L., Van Doorn A. M. (2011): The Pan European Ecological Network: PEEN. Landscape Ecology, 26: 311–326. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-010-9567-x>
- Konkolyné Gyuró, É. (2003): Környezettervezés. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft., Budapest, p. 448.
- Larsen J. L., Haldbjerg, H., Eskildsen A. (2011): Improving national habitat specific biodiversity indicators using relative habitat use for common birds. Ecological Indicators, 11(5): 1459–1466 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.03.023>

- Mander, Ü., Külvik, M., Jongman, R. H. G. (2003): Scaling in territorial ecological networks. *Landschap*, 20(2): 113–127.
- Meier, K., Kuusemets, V., Luig, J., Mander Ü. (2005): Riparian buffer zones as elements of ecological networks: Case study on *Parnassius mnemosyne* distribution in Estonia. *Ecological Engineering*, 24(5): 531–537. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.01.017>
- Nie, W., Shi, Y., Siaw, M. J., Yang, F., Wu, R., Wu, X., Zheng, X., Bao Z. (2021): Constructing and optimizing ecological network at county and town Scale: The case of Anji County, China. *Ecological Indicators*, 132:108294. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108294>
- Sahraoui, Y., De Godoy Leski, C., Benot, M., Reversm F., Salles, D., Van-Halder, I., Barneix, M., Carassou, L. (2021): Integrating ecological networks modelling in a participatory approach for assessing impacts of planning scenarios on landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 209: 104039. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104039>
- van der Sluis, T., Chardon, J. P. (2001): How to define European ecological networks. *Transactions on Ecology and the Environment*, 46: 119–128.
- Versluijs, M., Hjältén, J., Roberge J. (2019): Ecological restoration modifies the value of biodiversity indicators in resident boreal forest birds. *Ecological Indicators* 98: 104–111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.020>
- Wu, X., Zhang, J., Geng, X., Wang, T., Wang, K., Liu, S. (2020): Increasing green infrastructure-based ecological resilience in urban systems: a perspective from locating ecological and disturbance sources in a resource-based city. *Sustainable Cities and Society* 61: 102354. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102354>.

Selection criteria for indicator species for ecological network planning

V. KUTNYÁNSZKY¹ , M. Zs. SZILVÁCSKU² 

¹ Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Doctoral School of Landscape Architecture and Landscape Ecology, Villányi út 29–43., H-1118 Budapest

² Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Garden Art, Department of Landscape Planning and Regional Development, Villányi út 29–43., H-1118 Budapest

Keywords: ecological network, indicators species, landscape ecology, fragmentation, connectivity

Our research aimed to look for indicator species to map a general ecological network, which can be used to design a comprehensive conservation system. The size of a species, its behavior, the extent of its optimal habitat, territory and dispersal distance all influence the extent of its network. Man-made barriers also have different effects on species. The modelling is further supported by existing monitoring systems and databases, which are also taken into account in the species selection. The main criterion was to select species relevant to the areas, i.e. that the patches in the area provide suitable habitat conditions for the chosen indicator species. It is also a requirement that the species should have a proven occurrence in the area. A total of 26 species (7, 14 and 5) were found to be potentially suitable for modelling the ecological network in our three different sample areas (Mecsek, Middle Tisza, Pesti Plain), most of which were bird species, but some mammals, mainly bats may also be suitable for network construction.