

Természetes gyepek tájleptékű védelme a Hortobágyi Nemzeti Park határzónájában

Bók Tünde

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar,
Ökológiai Tanszék, Debrecen
boktunde@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

A védett területek füves élőhelyei világszerte erős antropogén zavarásnak vannak kitéve, melynek vizsgálata természetvédelmi oltalom alatt álló területek határzónájában rendkívül hatékonyan kivitelezhető. Ez azért is nagyon fontos, mert a védett területek pufferzónáját érintő negatív hatások időbeli felismerésével azokat még az érzékenyebb, belső területek elérése előtt csökkenteni lehet. Ennélfogva a nagy kiterjedésű és összefüggő nemzeti parkok különösen alkalmasak a védett területek határzónáit érintő antropogén eredetű tényezők elemzésére. Általánosságban a nemzeti parkok határán a régióra jellemző földhasználati típusok térben és időben változatos aránya figyelhető meg. Vizsgálatunkban a Hortobágyi Nemzeti Park határzónájában fellépő, emberi tevékenységhez köthető diszturbancia-faktorok hatását elemeztük, különös tekintettel az özönművények előfordulására. Mivel a terület a régióra reprezentatív egységként tekinthető, eredményeink a pannon régió más füves élőhelyeire is értelmezhetőek. Tanulmányunk eredményei alapján a nemzeti park határzónáját elsősorban a földhasználat-váltás, illetve az agrártechnológia intenzifikálódása érinti negatívan. Az özönművények térhódítását az öntözőcsatornák gyorsítják fel, emellett terjeszkedésüket elősegíti a legeltetés intenzitása és az élőhely-típus is.

Összességében a következő javaslatokat tesszük a természetvédelmi oltalom alatt álló füves területek kezeléséhez: (1) legeltetési és özönművény ellenes rendszerek hosszú távú kombinációi (2) hulladékok eltávolítása (3) vonalas létesítmények megszüntetése (4) csurgalékvizek kezelése (5) fényszennyezés csökkentése.

Kulcsszavak: gyeptvédelem, tájökológia, pufferzóna

SUMMARY

On a global scale, nature reserves are facing a number of negative anthropogenic effects, which can primarily be investigated in buffer zones and borderlines of protected areas. This is of key importance, as the timely detection of negative impacts in buffer areas and reserve borderlines might help to mitigate their spreading out in inner, highly sensitive zones. Thus, large and compact national parks are especially suitable for studying anthropogenic factors affecting reserve borderlines. One of the most representative members of this group in Europe is the Hortobágy National Park (HNP), the largest compact alkaline steppe in the continent, and at the same time one of the most undisturbed ecosystem-types in the Carpathian Basin. The borderline of the national park is characterised by a number of land use types typical of the region with highly various intensities and temporal as well as spatial patterns. In our work we analysed the effects of disturbance factors related to human activities, with a special respect to the distribution of alien plants.

As the area is considered to be representative for the region, our results can be applied to other grassland habitats of the Pannonian region. Based on the results of our findings, the border zone of the national park is affected negatively predominantly by land use change and intensification of agricultural technology. Further, the expansion of alien plant are accelerated by irrigation canals, grazing intensity and habitat type. In sum, we propose the followings for managing protected grassland areas: (1) long-term combinations of grazing and anti-alien plant systems (2) removal of waste materials (3) removal of linear structures (4) management of waste waters (5) mitigation of light pollution.

Keywords: grassland protection, landscape ecology, buffer zone

BEVEZETÉS

Napjainkban a természetes- és természetközeli füves élőhelyeket számos antropogén eredetű hatás veszélyezteti, aminek eredményeképpen számos faj került a kipusztulás szélére, vagy vált kritikusán veszélyeztetetté (Baillie et al., 2004; IUCN, 2012; Dengler et al., 2014). A füves élőhelyek életközösségeit és fajait veszélyeztető, az emberi civilizációhoz köthető faktorok közül kiemelendők a földhasználati váltás révén kialakult élőhelyvesztés (Tilman et al., 2001; Kleijn és Sutherland, 2003; Török et al., 2011; Kovács-Hostyánszki et al., 2013; Malatinszky et al., 2013), a klímaváltozás hatását befolyásoló ipari tevékenységek (Houghton et al., 2001), mely védett fajok klimatikus adaptációját is befolyásolja (Végvári et al., 2010), illetve a természetes élőhelyeken zajló rekreációs tevékenységek (Drewitt, 2007). A füves élőhelyek életközösségeit az is veszélyezteti, hogy az azokat kialakító és fenntartó legeltetési rendszerek ritkán kombinálódnak a vizes élőhelyek olyan jellegű kezelésével, mely az irányított tüzek integrációjával együtt természetközeli működést eredményezne (Deák et al., 2012; Valkó et al., 2012, 2014a).

A védett természeti területek határzónájának ökológiai és emberi zavarásra vonatkozó jellemzői rendkívül fontosak, hiszen ezeken át juthatnak be negatív hatások a belső, általában sérülékenyebb zónákba (IUCN, 2012). Éppen ezért a nemzeti parkok füves élőhelyei védelme esetében a minél kompaktabb, azaz a minél kisebb határvonal-összterület arány az optimális, illetve a határfelületet kívülről burkoló keskeny pufferzóna kialakítása, ami a veszélyeztető tényezőket már a pufferzóna természetes gyeptvetésének elérése előtt mérsékli (Ewers és Rodrigues, 2008).

Ezek a feltételek legkönnyebben a nagyobb kiterjedésű nemzeti parkok esetében teljesíthetőek, ezért az ott található fajoknak és életközösségeknek kisebb valószínűséggel fog romlani a védelmi státuszuk (Primack, 1993).

Régióink védett füves élőhelyeinek veszélyeztető tényezőit a következőképpen csoportosíthatjuk. Jelenleg talán a legkomolyabb, a védett természeti területeket érintő veszélyforrás az özönnövények terjeszkedése, ami egyes invazív fajok esetén (gyalogakác *Amorpha fruticosa*, selyemkóró *Asclepias syriaca*, bálványfa *Ailanthus altissima*, parlagfű *Ambrosia elatior*) nagy kiterjedésű értékes területek visszafordíthatatlan roncsolódását okozza gyorsuló ütemben, mindezidáig feltartóztathatatlanul (Foxroft et al., 2011; Albert et al., 2013; Csiszár, 2012; Mihály és Botta-Dukát, 2004; Botta-Dukát és Mihály, 2006; Penksza et al., 2012).

Sok antropogén eredetű, bennszülött állat- és növényfajokat érintő veszélyt nem lehet szokványos természetvédelmi területek létrehozásával mérsékelni. Elméletileg annak a valószínűsége, hogy egy adott védett terület eléri a létrehozásának céljait, megnövelhető az által, hogy védett területek hálózatait hozzájuk létre és ezeket ökológiai folyosókkal kötik össze. Ez azonban kevés ahhoz, hogy az özönnövények terjeszkedését megakadályozza, hiszen bizonyos tájökölógiai jellemzők elősegíthetik az ilyen kolonizációkat. A védett füves területek kezelési stratégiái, amelyek az invazív növényfajok kolonizációjának meggátolását célozzák, általában arra fókuszálnak, hogy a terjeszkedést időben lehessen észlelni és megszüntetni. Továbbá csak azon fajokra írnak elő beavatkozásokat, amelyek a legintenzívebb negatív hatásokat tehetik az ökoszisztéma működésére. Azonban az özönnövények kezelése a füves ökoszisztémák helyreállításának csak egyik eszköze. A bennszülött növényfajok sérült állományainak regenerálódásának kiterjedése és sebessége erősen függ az élőhelyek zavartságától és degradációjától a talajban elfekvő magkészlettől és a környező vegetáció összetételétől (Reid et al., 2008; Valkó et al., 2011, 2014b).

Bár a nemzeti parkok területén végzett vegyszerezésre szigorú szabályok vonatkoznak, rendszeresen előfordul, hogy a nemzeti park határa felett megforduló vegyszerező repülőgépek vegyi anyagokat szórnak határon belülré is, mely alapjaiban megváltoztathatja a gyepterület fajösszetételét és ökológiai interakcióinak teljes hálózatát is (Murphy et al., 2009). Emellett nem elhanyagolható a nemzeti park felé erősen lejtő szántókról bemosódó vegyszerek hatása sem (Ruiz et Labourdette, 2009; Török et al., 2010; Vida et al., 2010).

A legújabb vizsgálatok szerint a fényszennyezés felerősödése az elmúlt évtizedekben számos negatív ökológiai hatással jár a füves élőhelyeken: éjszaka vonuló madarak tájékozódását zavarja meg, csökkentve túlélési esélyeiket, illetve éjjel repülő rovarok nagy tömegeit pusztíthatja el (Navara és Nelson, 2007). Az ökológiai fényszennyezés egy új típusának, a poláros fényszennyezésnek felfedezése

(Horváth et al., 2009) irányította a figyelmet azokra a mesterséges objektumokra, amelyek a vízfelszínhez hasonlóan vízszintesen poláros fényt reflektálva tévesztik meg és ejtik csapdába a repülő vízirovarokat és madarakat (Csabai et al., 2006; Egri et al., 2012; Horváth et al., 2007, 2008, 2011; Kriska et al., 2008a, 2009). A polárosan fényszennyező források közül a természetes gyepek környezetében leginkább az aszfaltutak (Kriska et al., 1998, 2008b), a fekete műanyag agrofóliák (Bernáth et al., 2001a, b, 2008), az üvegtáblák (Kriska et al., 2008c; Malik et al., 2008; Robertson et al., 2010), a napelemek és napkollektorok (Horváth et al., 2010) és a sötét színárnyalatú gépkocsik (Kriska et al., 2006) jelentenek veszélyt. Ezek az objektumok a hagyományos fényszennyezéstől eltérően nem csak éjjel, hanem nappal is kifejthetik természetkárosító hatásukat. Újabb kutatások szerint a hagyományos és a poláros fényszennyezés egymás hatását erősítő kapcsolata a vízirovarok komplex ökológiai csapdáit alakíthatja ki (Boda et al., 2014). Az sem elhanyagolható, hogy a fényszennyezés az éjszakai égbolt tájképi értékeit rombolja, illetve nehezíti meg csillagászati vizsgálatok elvégzését (Gallaway et al., 2010).

Vizsgálataink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy mely szempontok alapján lehetne a Hortobágyi Nemzeti Park (HNP) határzónájának külső és belső oldalán található füves élőhelyek védelmét optimalizálni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Terepi adatgyűjtés

A nemzeti park határát érintő antropogén eredetű zavarótényezők vizsgálatára 2011. áprilisa és októbere között végeztünk terepi bejárásokat. A területbejárások elsősorban terepjárával történtek, míg néhány alkalommal gyalogosan tettük meg az aznapra tervezett útvonalat. A kinyomtatott légifotó alapján tájékozódunk. A határszakaszok kezdő- és végpontjainak koordinátáit kézi Garmin E-trex Venture GPS műszerrel állapítottuk meg. Egy-egy alkalommal 10-12 órát töltöttünk a terepen, és átlagban ez idő alatt 150 km-t tettünk meg, 27 terepnapon.

Minden szakaszon feljegyeztük a védett és nem védett területeken a földhasználati módokat, a potenciális lokális- és tájleptékű skálán ható zavaró faktorokat, a védett fajokat, és jegyzőkönyvben rögzítettük észrevételeinket, az összegyűjtött adatokat pedig Excel táblázatban dolgoztuk fel. A felvett GPS koordináták alapján szakaszfedvényeket (vonalfedvényeket) készítettünk, a HNP fontosabb tájökölógiai jellemzőinek rendelkezésre álló fedvényei (nemzeti park, települések, utak, halastavak, mocsarak) alapján, a bejárt határszakaszokról pedig térképeket szerkesztettünk ArcGis 9.2 és Qgis 1.7.3. programok segítségével, illetve az R programkörnyezet „mapproj” és „spatstat” csomagjainak alkalmazásával.

Statisztikai elemzések

A kategóriaváltozóknak a határszakasz sérülékeny voltára gyakorolt hatását χ^2 -teszttel elemeztük. A numerikus változóknak a határszakasz sérülékeny voltára gyakorolt hatását $n=2$ esetben Mann-Whitney teszttel, $n > 2$ esetben pedig Kruskal-Wallis teszttel végeztük.

Özönnövényfajok: külön függő, numerikus változóban rögzítettük a határszakaszon talált özönnövényfajok számát. A kategóriaváltozóknak az özönnövényfajok számára gyakorolt hatását $n=2$ esetben Mann-Whitney teszttel, $n > 2$ esetben pedig Kruskal-Wallis teszttel végeztük. A numerikus változóknak az özönnövényfajok számára gyakorolt hatását, mivel az utóbbi változó nem mutatott normáeloszlást, Spearman rangkorrelációval végeztük.

A független változóknak az özönnövényfajok számára gyakorolt együttes hatását általánosított lineáris modellel vizsgáltuk, mivel egyik numerikus változó sem mutatott normáeloszlást. A modell fejlesztését az úgynevezett visszafelé léptetési módszerrel végeztük, azaz a teljes modellből (mely tartalmazta az összes független változót) a modell futtatása után a legkevésbé szignifikáns faktort vettük ki. Majd ezt az eljárást ismételtük addig, amíg már csak szignifikáns változók maradtak a modellben. A statisztikai elemzéseket R programkörnyezetben végeztük.

EREDMÉNYEK

1. A HNP határzónájában található természetes és természetközeli füves élőhelyeket negatívan érintő tényezők térbeli elhelyezkedése

Területbejárásaink során az alábbi olyan térbeli faktorok meglétét tapasztaltuk a HNP határvonalaán, illetve annak közvetlen közelében, melyek jelenléte negatív hatással lehet a védett területeken belüli fajokra és életközösségekre, feltételezett hatásuk erősségének csökkenő sorrendjében (Csiszár, 2012; Mihály és Botta-Dukát, 2004; Botta-Dukát és Mihály, 2006):

- ◆ özönnövények
 - amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*)
 - zöld juhar (*Acer negundo*)
 - gyalogakác (*Amorpha fruticosa*)
 - bálványfa (*Ailanthus altissima*)
 - parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*)
- ◆ mezőgazdasági tevékenységek negatív hatásai
 - gyepterületek beszántása a rosszul vagy nem jelölt határvonalaakon
 - vegyszerek bemosódása a védett területek felé erősen lejtős szakaszokon
 - védett terület permetezése a határvonala felett forduló repülőgépekről

- ◆ vonalas létesítmények
 - aszfaltutak
 - makadámutak
 - csatornák
 - magasfeszültségű vezetékek
 - villanypásztorok
 - földutak
- ◆ személerakatok
 - ipari hulladék
 - mezőgazdasági hulladék
 - roncsok
 - kommunális hulladék
- ◆ fényszennyezés

A terepbejárásaink során a HNP határzónájában megfigyelt állat- és növényfajok listáját, illetve azok tömegességi viszonyait az 1. táblázat tünteti fel.

2. Statisztikai elemzések eredményei

A védett területen belüli legeltettségnek nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=0,9782$, $df=1$, $p=0,3227$). A védett területen kívüli legeltettségnek erős hatása volt az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=4,4819$, $df=1$, $p=0,03426$). A védett területen belüli kaszáltságnak nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=3,7464$, $df=1$, $p=0,05292$). A védett területen kívüli kaszáltságnak nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=0,3785$, $df=1$, $p=0,5384$). A védett területen belüli élőhelytípusnak szignifikáns hatása volt az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=9,6281$, $df=7$, $p=0,2106$). A védett területen kívüli élőhelytípusnak szignifikáns hatása volt az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=8,5493$, $df=8$, $p=0,3817$). A szakasz hosszának nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Spearman rangkorreláció, $r=0,060$; $p=0,1383$). A csatorna-belépőpontoktól való távolságnak szignifikáns hatása volt az özönnövényfajok jelenlétére (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2=8,5493$, $df=8$, $p=0,0003$, 1. ábra). A településtől való távolságnak nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Spearman rangkorreláció, $r=0,0533$; $p=0,1895$). Az állattartó teleptől való távolságnak nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Spearman rangkorreláció, $r=-0,0695$; $p=0,0863$). A kaszált területtől való távolságnak nem volt hatása az özönnövényfajok számára (Spearman rangkorreláció, $r=-0,0430$; $p=0,2893$).

Az általános lineáris modell eredményeképpen az egyes szakaszokon megjelenő özönnövényfajok számát pozitívan befolyásolta a szakasz hossza ($b=0,00008$; $p=0,0102$), a védett területen kívüli terület legeltetése ($b=0,1362$; $p=0,0043$), illetve negatívan befolyásolta nemzeti parkon belüli halastó ($b=-0,1535$; $p=0,0256$).

A terepbejárásaink során a HNP határvonalán megfigyelt állat- és növényfajok listája illetve azok tömegességi viszonyai

1. táblázat folytatása

Magyar név(1)	Tudományos név(2)	Megfigyelési hónapok(3)	Tömegesség(4)
Réti őszirózsa	Aster punctatus	9 – 10	szórványos(5)
Macskahere	Phlomis tuberosa	4 – 5	ritka(6)
Magyar szegfű	Dianthus ponederae	5	helyenként tömeges(7)
Taréjos búzafű	Agropyron pectinatum	6 – 7	szórványos
Kunkorgó árvalányhaj	Stipa capillata	7 – 9	ritka
Sziki kocsord	Peucedanum officinale	9 – 10	ritka
Tündérfátyol	Nymphoides peltata	7 – 10	helyenként tömeges
Fehér tündérrózsa	Nymphaea alba	7 – 10	szórványos
Buglyos kocsord	Peucedanum alsaticum	6	ritka
Tiszaparti margitvirág	Chrysanthemum serotinum	9 – 10	szórványos
Nagy tűzlepke	Lycaena dispar	5 – 8	szórványos
Farkasalma-lepke	Zerynthia polyxena	5	ritka
Atalanta-lepke	Vanessa atalanta	3 – 10	rendszeres(8)
Fecskefarkú lepke	Zerynthia polyxena	4 – 9	szórványos
Nappali pávaszem	Inachis io	3 – 10	rendszeres
Dunai gőte	Triturus dobrogicus	5	szórványos
Levelibéka	Hyla arborea	4 – 10	rendszeres
Ásóbéka	Pelobates fuscus	4 – 10	rendszeres
Zölbéka-komplex	Rana sp.	4 – 10	helyenként tömeges
Vízisikló	Natrix natrix	4 – 10	tömeges(9)
Kis vöcsök	Podiceps ruficollis	4 – 10	rendszeres
Búbos vöcsök	Podiceps cristatus	4 – 10	szórványos
Kárókatona	Phalacrocorax carbo	4 – 10	rendszeres
Bölgömbika	Botaurus stellaris	4 – 10	szórványos
Bakcsó	Nycticorax nycticorax	5 – 8	ritka
Kis kócsag	Egretta garzetta	5 – 8	ritka
Nagy kócsag	Egretta alba	4 – 10	rendszeres
Szürke gémm	Ardea cinerea	4 – 10	rendszeres
Vörös gémm	Ardea purpurea	4 – 10	ritka
Fehér gólya	Ciconia ciconia	4 – 10	rendszeres
Nyári lúd	Anser anser	4 – 10	tömeges
Csörgő réce	Anas crecca	4,5,9,10	rendszeres
Tökés réce	Anas platyrhynchos	4 – 10	rendszeres
Bőjtői réce	Anas querquedula	4 – 9	ritka
Barátréce	Aythya ferina	4 – 10	rendszeres
Cigányréce	Aythya nyroca	4 – 10	ritka
Rétisas	Haliaeetus albicilla	4,9,10	ritka
Barna rétihéja	Circus aeruginosus	4 – 10	rendszeres
Kékes rétihéja	Circus cyaneus	10	rendszeres
Karvaly	Accipiter nisus	10	ritka
Egerészölyv	Buteo buteo	4 – 10	rendszeres
Vörös vércse	Falco tinnunculus	4 – 10	Rendszeres
Kék vércse	Falco vespertinus	5 – 8	ritka

Magyar név(1)	Tudományos név(2)	Megfigyelési hónapok(3)	Tömegesség(4)
Fácán	Phasianus colchicus	4 – 10	rendszeres
Guvat	Rallus aquaticus	4 – 10	ritka
Szárca	Fulica atra	4 – 10	rendszeres
Daru	Grus grus	4,5,9,10	helyenként tömeges
Túzok	Otis tarda	4	ritka
Havasi lile	Charadrius morinellus	8 – 10	ritka
Bíbic	Vanellus vanellus	4 – 10	helyenként tömeges
Pajzsoscankó	Philomachus pugnax	4,5,8,9	helyenként tömeges
Sárszalonna	Gallinago gallinago	4 – 10	rendszeres
Nagy goda	Limosa limosa	4 – 10	ritka
Dankasirály	Larus ridibundus	4 – 10	helyenként tömeges
Viharsirály	Larus canus	10	ritka
Sárgalábú sirály	Larus cachinnans	4 – 10	helyenként tömeges
Küszvágó csér	Sterna hirundo	5 – 8	ritka
Fattyúszerkő	Chlidonias hybridus	5 – 8	helyenként tömeges
Kormos szerkő	Chlidonias niger	5 – 8	rendszeres
Fehérszárnyú szerkő	Chlidonias leucopterus	5 – 8	ritka
Örvös galamb	Columba palumbus	4 – 10	rendszeres
Vadgerle	Streptopelia turtur	5 – 8	ritka
Kakukk	Cuculus canorus	5 – 8	rendszeres
Kuvik	Athene noctua	4 – 10	rendszeres
Erdei fülesbagoly	Asio otus	4	ritka
Gyurgyalag	Merops apiaster	5 – 8	ritka
Szalakóta	Coracias garrulus	5 – 8	ritka
Búbosbanka	Upupa epops	4 – 10	rendszeres
Búbospacsirta	Galerida cristata	4 – 10	rendszeres
Mezei pacsirta	Alauda arvensis	4 – 10	rendszeres
Füsti fecske	Hirundo rustica	4 – 10	rendszeres
Molnárfecske	Delichon urbica	4 – 10	helyenként tömeges
Parlagi pityer	Anthus campestris	5 – 8	ritka
Réti pityer	Anthus pratensis	4,9,10	rendszeres
Sárga billegető	Motacilla flava	4 – 10	rendszeres
Barázdabillegető	Motacilla alba	4 – 10	rendszeres
Fülemüle	Luscinia luscinia	4 – 10	rendszeres
Kékbecg	Luscinia svecica	4 – 10	ritka
Cigánycsuk	Saxicola torquata	4 – 10	rendszeres
Függőcinege	Remiz pendulinus	4 – 10	rendszeres
Sárgarigó	Oriolus oriolus	5 – 8	rendszeres
Tövisszűrő gébics	Lanius collurio	5 – 8	rendszeres
Vetési varjú	Corvus frugilegus	4 – 10	helyenként tömeges
Seregély	Sturnus vulgaris	4 – 10	helyenként tömeges

Table 1: List and relative frequency distribution of plants and animals recorded during surveys in the border zone of the HNP
hungarian name(1), scientific name(2), months of observation(3), abundance(4), dispersed(5), rare(6), abundant in some locations(7), regular(8), very frequent(9)

1.ábra: Invazív növényfajok jelenléte a csatorna-belépőpontok távolságának függvényében

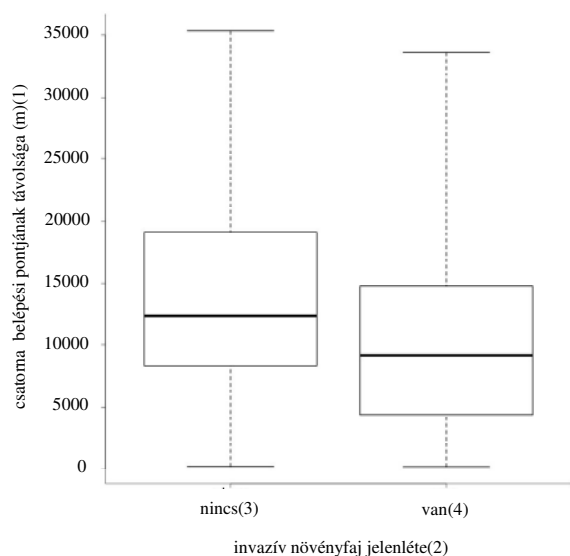


Figure 1: Occurrence of alien plants as a function of distance to entrance points of canals
distance to entrance points of canals (m)(1), occurrence of alien plants(2), not present(3), present(4)

DISZKUSSZIÓ

Eredményeink alapján a Hortobágyi Nemzeti Park határzónájában – beleértve a védett terület pufferezónáját is – található természetes és természetközeli füves élőhelyeket mind lokálisan, mind tájleptékben ható károsító faktorokat veszélyeztetik. Ezek nagyobb részben az özönnövények terjeszkedéséhez, illetve földhasználat-váltáshoz, valamint a legeltetés intenzitásának csökkenéséhez köthető tényezők, kisebb részben a gyepek fragmentációjához, szemétkerakatok jelenlétéhez és vonalas létesítmények kialakításához köthetőek.

Továbbá a HNP határzónája annak ellenére, hogy a legkompaktabb hazai nemzeti park, indokolatlanul sok helyen megtörik, többé-kevésbé izolált zárványokat tartalmaz, és a törzsterülettel térbelileg nem összekapcsolt blokkokat is tartalmaz, amely a természetes és természetközeli gyepterületek további fragmentációjához vezethet. Ez nemcsak megnöveli a határzóna/terület arányt, ami a kívülről érkező negatív hatásoknak nagyobb felületet hagy a behatolásra, de megnehezíti a terület hatékony védelmét és ellenőrzését, beleértve a területen élő fajok védelmét (Végvári et al., 2011). A határzónának nemcsak a szakadozottsága a probléma, hanem az is, hogy terepen még a szakemberek számára is sok helyen azonosíthatatlan, így emberi károkozás úgy is történhet, hogy annak elkövetője nem is tudja, hogy védett területen belül tevékenykedik: ez súlyos következményekkel járhat mezőgazdasági munkálatok végzésekor.

A terepbejárásokkor megfigyelt özönnövényfajok száma ugyan nem volt magas, de jelenlétük és egyes

szakaszokon állománysűrűségük és borításuk aggasztó, ugyanis a regisztrált fajok a térség egyik legfenyegetőbb természetvédelmi problémáját jelentik, aminek egyelőre a mérséklését sem sikerült megoldani (Bók et al., 2012). Ezek közül különösen kiemelendő a gyalogakác terjeszkedése, amely most már nemcsak ártéri területeken terjed, de megjelent a szikírétek zónájában is, ami a faj esetleges lokális adaptációja révén Európa legnagyobb összefüggő szikes pusztáján katasztrofális következményekkel járhat. Az eddigi tapasztalatok alapján az amerikai kőrös, a zöld juhar és a bálványfa meglévő állományait sem sikerült kiirtani, illetve a bálványfa terjeszkedését megállítani, ami elsősorban a HNP északi, löszösebb területein jellemző. Mivel a HNP határzóna több mint 90%-ban gépkocsival bejárható, az özönnövényeknek a közlekedés révén széthurcolt magvai jelentős és potenciális veszélyt jelentenek az eddig nem fertőzött szakaszokra is. A parlagfű egyelőre csak a szántóterületeken jelent komolyabb fertőzési forrást, de már megjelent dűlőutakon is. Ez a tendencia a faj esetleges lokális adaptációja révén beláthatatlan következményekkel járhat.

Eredményeink más tanulmányokhoz hasonlóan arra utalnak, hogy a nemzeti park határzóna korlátot szab az inváziós fajok terjeszkedésének, ami elsősorban az intenzíven legeltetett határzónán vagy a pufferezónában elhelyezkedő legelőkön jellemző (Foxroft et al., 2011; Gaston et al., 2008). Ezt az eredményt támogató statisztikai tesztek prediktív ereje, illetve a HNP reprezentatív volta alapján úgy gondoljuk, hogy ez a megállapítás az alföldi nemzeti parkokra általánosan jellemző.

A legeltetésnek az özönnövények terjeszkedésének meggátolására vonatkozó eredményeink alapján javasoljuk, hogy az inváziós fajok által fenyegetett határzónákban növeljék a legeltetés intenzitását, illetve agrárkörnyezetvédelmi, és Érzékeny Természeti Területekre vonatkozó programcsomagokkal támogassák a pufferezónában zajló legeltetés szintjének növelését, hasonlóan más európai nemzeti parkokhoz (Wilson, 1994; Balázs et al., 2001). A legeltetés rendszerének esetleges átalakításakor azonban tekintetbe kell venni a Hortobágy, mint ökoszisztéma fejlődéstörténetét. A Hortobágyon, mint a Föld minden más füves élőhelyén az ökoszisztéma működését három alapvető folyamat – a vizek mozgása, a tüzek, és a legelés – határozza meg (Deák et al., 2014), ezek természetszerű viszonyokat modellező kezelési tervének kidolgozása elengedhetetlen lenne a nemzeti park életközösségeinek hatékony védelméhez.

A terület füves élőhelyeit tájképi értelemben roncsoló vonalas létesítmények két csoportra oszthatók. Az ökológiai értelemben károsabb hatásúak a csatornák, amelyek egyrészt hozzájárulnak ahhoz, hogy a térség vízrendszere kevésbé természetszerűen működik, másrészt viszont hozzájárulnak a mezőgazdasági területek felől érkező bemosódás csökkentéséhez.

Ehhez a csoporthoz tartoznak még az aszfaltozott és stabilizált utak, amelyek egyrészt negatív hatásokkal

járó emberi tevékenységeket vonzanak, másrészt viszont megakadályozzák az esetleges téves beszántásokat (a szándékosakat természetesen nem), és a csatornához hasonlóan gátat szabnak a bemosódásnak. A vonalas létesítmények másik csoportja tájképi értékeket csökkentő elemekből áll, melyeknek nem feltétlenül van negatív ökológiai hatása, viszont egy nemzeti park környezetében jelenlétük nem kívánatos: itt kiemelő, hogy a HNP a kulturális örökség kategóriában kapta meg az UNESCO Világörökség diplomáját, ami kiemeli a tájképi értékek megőrzésének fontosságát.

A szemét jelenléte a HNP határvonalán mind ökológiai, mind tájképi szempontból rendkívül káros. Mivel társadalmunkban az emberi jelenlét egyenes vonzata a szemét megjelenése, a hosszabb határszakasz automatikusan több szemét megjelenését vonzza maga után.

A fényszennyezés ökológiai hatásai egyelőre ismeretlenek, de más vizsgálatok alapján egyes rovarcsoportok állományosságaira katasztrofális hatással lehetnek, melyek füves-vizes élőhelykomplexumokhoz kötődnek. Ennél a tényezőnél is a hosszabb határszakasz intenzívebb éjszaka végzett emberi tevékenységet jelent, ami a fényszennyezés mértékét növeli. Emellett veszélyt jelentenek azok a mesterséges objektumok is, amelyek poláros fényszennyező forrásként nem csak éjszaka, hanem nappal is kifejtik károsító hatásukat.

Kezelési javaslatok

A nemzeti parkot veszélyeztető és szennyező hatások mérséklésének érdekében indokolt lenne a nemzeti park füves élőhelyeinek még kompaktabbá tétele, ami elsősorban Hort térségét, Elep térségét, az

Angyalházi szántókat, Mihályhalma térségét, Karcagi területeket, Kungyörgyi-, Akadémiai- és Csécsi-halastavak közötti területet, illetve Tiszacsege és az Ohati-erdő, valamint az Ohati-erdő és Egyek-Pusztakócsi-mocsarak közti térségeket érinti. Feltétlenül szükséges lenne a nemzeti park határa körül a Hortobágy, mint kistáj széléig egy olyan pufferezónát létrehozni, ami jelen munkám tárgyát is képező, veszélyeztető forrásokat már a határ elérése előtt megszünteti (Bók et al., 2013). Továbbá a jelenlegi határvonal kezelését tekintve javasoljuk (1) az özönnövények terjeszkedését megállítani célzó erdészeti és legeltetési programok kombinációit (2) kommunális személtlerakatok, építési törmelékek és ipari hulladék mihamarabbi felszámolását (3) a vonalas létesítmények tájba illesztését, megszüntetését (4) a nemzeti parkon belüli, illetve annak határához legközelebb eső épületeken a fényszennyező lámpatestek megfelelő burkolását és a poláros fényszennyező objektumok felszámolását. Emellett azokon a határszakaszokon, ahol a tereplejtés miatt a mezőgazdasági vegyszerek bemosódása valószínű, a csurgalékvíz elvezetéséről gondoskodni. Végezetül a kezelési tervnek a határvonalat érintő részeit érdemes lenne a nemzeti parkon kívül eső területeket érintő agrár-környezetvédelmi programokkal harmonizálni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Tóthmérész Bélának, Végvári Zsoltnak, Molnár Attilának, Valkó Orsolyának a munkám során nyújtott segítségükért. Köszönjük a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságnak, hogy lehetővé tette a terepi kutatás feltételeit.

IRODALOM

- Albert, Á. J.-Kelemen, A.-Valkó, O.-Migléc, T.-Csecerits, A.-Rédei, T.-Deák, B.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2013): Trait-based analysis of spontaneous grassland recovery in sandy old-fields. *Applied Vegetation Science* doi: 10.1111/avsc.12068
- Baillie, E. M.-Hilton-Taylor, C.-Stuart, S. N. (szerk.) (2004): IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Balázs, K.-Szabó, G.-Podmaniczky, L. (2001): Agri-environmental policy in environmentally fragile areas. In: ACE Seminar on Sustainable Agriculture in Central and Eastern European Countries: The Environmental Effects of Transition and Needs for Change. Sep 10-16; Nitra, Slovakia
- Bernáth, B.-Szedenics, G.-Molnár, G.-Kriska, Gy.-Horváth, G. (2001a): Visual ecological impact of „shiny black anthropogenic products” on aquatic insects: oil reservoirs and plastic sheets as polarized traps for insects associated with water. *Archives of Nature Conservation and Landscape Research* 40(2): 87-107.
- Bernáth, B.-Szedenics, G.-Molnár, G.-Kriska, Gy.-Horváth, G. (2001b): Visual ecological impact of a peculiar waste oil lake on the avifauna: dual-choice field experiments with water-seeking birds using huge shiny black and white plastic sheet. *Archives of Nature Conservation and Landscape Research* 40(1): 1-28.
- Bernáth, B.-Kriska, Gy.-Suhai, B.-Horváth, G. (2008): Insectivorous birds as insect indicators on plastic sheets attracting polarotactic aquatic insects. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54 (Suppl. 1): 145-155.
- Boda, P.-Horváth, G.-Kriska, G.-Blahó, M.-Csabai, Z. (2014): Phototaxis and polarotaxis hand in hand: Night dispersal flight of aquatic insects distracted synergistically by light intensity and reflection polarization. *Naturwissenschaften* doi: 10.1007/s00114-014-1166-2
- Botta-Dukát Z.-Mihály B. (2006): Biológiai inváziók Magyarországon. *Özönnövények II. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei* 10.
- Bók T.-Molnár A.-Végvári Zs.-Novák T. J. (2012): A Hortobágyi Nemzeti Park határvonalán megjelenő veszélyeztető tényezők vizsgálata, *Tájökológiai Lapok* 10 (1): 41-51.
- Bók T.-Molnár A.-Végvári Zs. (2013): Javaslatok a Hortobágyi Nemzeti Park határvonalának módosításához, *Calandrella* 21: 22.
- Csabai, Z.-Boda, P.-Bernáth, B.-Kriska, Gy.-Horváth, G. (2006): A 'polarisation sun-dial' dictates the optimal time of day for dispersal by flying aquatic insects. *Freshwater Biology* 51: 1341-1350.
- Csiszár Á. (szerk.) (2012): *Inváziós növényfajok Magyarországon.* Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron

- Deák B.-Valkó O.-Schmotzer A.-Kapocsi I.-Tóthmérész B.-Török P. (2012): Gyepék égetésének természetvédelmi megítélése – probléma vagy gyepkezelési alternatíva? *Tájökológiai Lapok* 10(2): 287-303.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Végyvári, Zs.-Hartel, T.-Schmotzer, A.-Kapocsi, I.-Tóthmérész, B. (2014): Grassland fires in Hungary – experiences of nature conservationists on the effects of fire on biodiversity. *Applied Ecology and Environmental Research* (in press)
- Dengler, J.-Janišová, M.-Török, P.-Wellstein, C. (2014): Biodiversity of Palaearctic grasslands: a synthesis. *Agriculture Ecosystems & Environment* 182: 1-14.
- Drewitt, A. L. (2007): Birds and recreational disturbance. *Ibis*, 149: 1-2.
- Egri, Á.-Blahó, M.-Sándor, A.-Kriska, Gy.-Gyurkovszky, M.-Farkas, R.-Horváth, G. (2012): New kind of polarotaxis governed by degree of polarization: attraction of tabanid flies to differently polarizing host animals and water surfaces. *Naturwissenschaften* 99: 407-416.
- Ewers, R. M.-Rodrigues, A. S. L. (2008): Estimates of reserve effectiveness are confounded by leakage. *Trends in Ecology & Evolution* 23:113-116.
- Foxcroft, L. C.-Jarošík, V.-Pyšek, P.-Richardson, D. M.-Rouget, M. (2011): Protected-area boundaries as filters of plant invasions. *Conservation Biology* 25: 400-405.
- Gallaway, T.-Olsen, R. N.-Mitchell, D. N. (2010): The Economics of Global Light Pollution. *Ecological Economics*, 69: 658-665.
- Gaston, K. J.-Jackson, S. F.-Cantú-Salazar, L.-Cruz-Plñón, G. (2008): The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 39: 93-113.
- Horváth, G.-Malik, P.-Kriska, Gy.-Wildermuth, H. (2007): Ecological traps for dragonflies in a cemetery: attraction of *Sympetrum* species (Odonata: Libellulidae) by horizontally polarizing black gravestones. *Freshwater Biology* 52: 1700-1709.
- Horváth, G.-Majer, J.-Horváth, L.-Szivák, I.-Kriska, Gy. (2008): Ventral polarization vision in tabanids: horseflies and deerflies (Diptera: Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light. *Naturwissenschaften* 95: 1093-1100.
- Horváth, G.-Kriska, Gy.-Malik, P.-Robertson, B. (2009): Polarized Light Pollution: A New Kind of Ecological Photopollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7(6): 317-325.
- Horváth, G.-Blahó, M.-Egri, Á.-Kriska, Gy.-Seres, I.-Robertson, B. (2010): Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. *Conservation Biology* 24: 1644-1653.
- Horváth, G.-Móra, A.-Bernáth, B.-Kriska, Gy. (2011): Polarotaxis in non-biting midges: female chironomids are attracted to horizontally polarized light. *Physiology and Behavior* 104: 1010-1015.
- Houghton, J. T.-Ding, Y.-Griggs, D. J.-Noguer, M.-Van Der Linden, P. J.-Dai, X.-Maskell, K.-Johnson, C. A. (szerk.) (2001): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IUCN (2012): <http://www.iucn.org/about/union/commissions/wcpa/>
- Kleijn, D.-Sutherland, W. J. (2003): How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40: 947-969.
- Kovács-Hostyánszki, A.-Elek, Z.-Balázs, K.-Centeri, Cs.-Falusi, E.-Jeanneret, P.-Pensza, K.-Podmaniczky, L.-Szalkovszki, O.-Báldi, A. (2013): Reply to reviewers' comments on MS „Earthworms, spiders and bees as indicators of habitat and management in a low-input farming region – a whole farm approach” *Ecological Indicators* 33: 111-120.
- Kriska, Gy.-Horváth, G.-Andrikovics, S. (1998): Why do mayflies lay their eggs en masse on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts Ephemeroptera. *Journal of Experimental Biology* 200: 2273-2286.
- Kriska, Gy.-Csabai, Z.-Boda, P.-Malik, P.-Horváth, G. (2006): Why do red and dark-coloured cars lure aquatic insects? The attraction of water insects to car paintwork explained by reflection–polarization signals. *Proceedings B of the Royal Society* 273: 1667-1671.
- Kriska, Gy.-Majer, J.-Horváth, L.-Szivák, I.-Horváth, G. (2008a): Polarotaxis in tabanid flies and its practical significance. *Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica* 18: 101-108.
- Kriska, Gy.-Barta, A.-Suhai, B.-Bernáth, B.-Horváth, G. (2008b): Do brown pelicans mistake asphalt roads for water in deserts? *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54 (Suppl. 1): 157-165.
- Kriska, Gy.-Malik, P.-Szivák, I.-Horváth, G. (2008c): Glass buildings on river banks as 'polarized light traps' for mass-swarming polarotactic caddis flies. *Naturwissenschaften* 95: 461-467.
- Kriska, Gy.-Bernáth, B.-Farkas, R.-Horváth, G. (2009): Degrees of polarization of reflected light eliciting polarotaxis in dragonflies (Odonata), mayflies (Ephemeroptera) and tabanid flies (Tabanidae). *Journal of Insects Physiology* 55: 1167-1173.
- Malatinszky, Á.-Ádám, Sz.-S. Falusi, E.-Saláta, D.-Pensza, K. (2013): Planning management adapted to climate change effects in terrestrial wetlands and grasslands. *International Journal of Global Warming* 5(3): 311-325.
- Malik, P.-Hegedüs, R.-Kriska, Gy.-Horváth, G. (2008): Imaging polarimetry of glass buildings: why do vertical glass surfaces attract polarotactic insects? *Applied Optics* 47(24): 4361-4374.
- Mihály B.-Botta-Dukát Z. (2004): *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönövények. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei* 9.
- Murphy, R. K.-Mcpherron, S. M.-Wright, G. D.-Serbousek, K. L. (2009): Effectiveness of avian collision averters in preventing migratory bird mortality from powerline strikes in the central Platte River, Nebraska. Nebraska Game and Parks Commission, U.S. Fish and Wildlife Service, and University of Nebraska, Kearney
- Navara, K. J.-Nelson, R. J. (2007): The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research* 43: 215-24.
- Pensza, K.-Nagy, A.-Laborczi, A.-Pintér, B.-Házi, J. (2012): Wet habitats along River Ipoly (Hungary) in 2000 (extremely dry) and 2010 (extremely wet). *Journal of Maps* 8: 157-164.
- Primack, R. B. (1993): *Essentials of conservation biology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer

- Reid, A. M.-Morin, L.-Downey, P. O.-French, K.-Virtue, J. G. (2008): Does invasive plant management aid restoration of natural ecosystems? *Biological Conservation* 142: 2342-2349.
- Robertson, B.-Kriska, Gy.-Horváth, V.-Horváth, G. (2010): Glass building as bird feeders: urban birds exploit insects trapped by polarized light pollution. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 56(3): 283-293.
- Ruiz-Labourdette, D.-Schmitz, M. F.-Montes, C.-Pineda, F. D. (2009): Zoning a Protected Area: proposal based on a multi-thematic approach and final decision. *Environmental Monitoring and Assessment* 15: 531-547.
- Tilman, D.-Fargione, J.-Wolff, B.-D'Antonio, C.-Dobson, A.-Howarth, R.-Schindler, D.-Schlesinger, W. H.-Simberloff, D.-Swackhamer, D. (2001): Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281-284.
- Török, P.-Deák, B.-Vida, E.-Valkó, O.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2010): Restoring grassland biodiversity: Sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. *Biological Conservation* 143: 806-812.
- Török, P.-Vida, E.-Deák, B.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2011): Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity and Conservation* 20: 2311-2332.
- Vida, E.-Valkó, O.-Kelemen, A.-Török, P.-Deák, B.-Migléc, T.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2010): Early vegetation development after grassland restoration by sowing low-diversity seed mixtures in former sunflower and cereal fields. *Acta Biologica Hungarica* 61: 246-255.
- Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B.-Matus, G. (2011): Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? *Restoration Ecology* 19: 9-15.
- Valkó O.-Deák B.-Kapocsi I.-Tóthmérész B.-Török P. (2012): Gyepek kontrollált égetése, mint természetvédelmi kezelés – Alkalmazási lehetőségek és korlátok. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 517-526.
- Valkó, O.-Török, P.-Deák, B.-Tóthmérész, B. (2014a): Prospects and limitations of prescribed burning as a management tool in European grasslands. *Basic and Applied Ecology* 15: 26-33.
- Valkó, O.-Tóthmérész, B.-Kelemen, A.-Simon, E.-Migléc, T.-Lukács, B.-Török, P. (2014b): Environmental factors driving vegetation and seed bank diversity in alkali grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 80-87.
- Wilson, G. A. (1994): German agri-environmental schemes. I. A preliminary review. *Journal of Rural Studies* 10: 27-45.
- Végyvári, Z.-Bókonyi, V.-Barta, Z.-Kovács, G. (2010): Life history predicts advancement of avian spring migration in response to climate change. *Global Change Biology* 16(1): 1-11.
- Végyvári, Z.-Barta, Z.-Mustakallio, P.-Székely, T. (2011): Consistent avoidance of human disturbance over large geographical distances by a migratory bird. *Biology letters*, 7(6): 814-817.