

Autópályák szárazföldi ászkarák-együtteseinek (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) ökológiai és diverzitás vizsgálata

Vona-Túri Diána¹, Szmatona-Túri Tünde², Kiss Balázs³

¹*Eötvös József Református Oktatási Központ 3360 Heves, Dobó út 29.*

²*Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola
3232 Mátrafüred, Erdész út 11.*

³*Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet
1022 Budapest, Herman Ottó út 15.*

e-mail: turidiana79@gmail.com

Összefoglaló: Négy magyarországi autópálya és egy autót szegélyeinek szárazföldi ászkarák-együtteseit hasonlítottuk össze, hogy az ászkarákok ökológiai paramétereit alapján értékeljük a sztrádák menti élőhelyeket. A legmagasabb diverzitást az M0-as, a legmagasabb fajgazdagságot az M7-es autópályákon találtuk, míg a legalacsonyabb értékeket az M3-as autópálya szegélyében tapasztaltuk. Az M7-es és M3-as sztráda között volt a legalacsonyabb a hasonlóság, de a fajkicserélődés mértéke itt volt a legmagasabb. Az ország melegebb, délnyugati részein és a főváros környékén a legmagasabb fajszaámok mellett déli eredetű fajok megjelenését is kimutattuk. A területeket magas komplementaritás jellemzi, hiszen az egyes élőhelyeken az összes fajgazdagság közel 50 %-a megtalálható volt. Összességében elmondható, hogy az autópálya szegélyek gazdag és változatos ászkarák-együttesekkel rendelkeznek, amely a mozaikos élőhelyeknek és az ember környezet alakító tevékenységének köszönhető.

Kulcsszavak: Szárazföldi ászkarák, autópálya szegély, diverzitás, fajgazdagság, szimilaritás, fajkicserélődés, komplementaritás

Bevezetés

Az emberiség – azzal a tevékenységével, hogy megalkotta az úthálózatot – egy új élőhelytípust hozott létre, mely új és hosszú távú stabil élőhelyet szolgáltat számos növényfaj (Hansen & Clevenger 2005, Pauchard & Alaback 2006, Jodoin *et al.* 2008) és állatfaj (Meunier *et al.* 1999, Lesbarreres *et al.* 2006, Le Viol *et al.* 2012, Knapp *et al.* 2013) számára, valamint biztosítja azok fennmaradását és szétterjedését. Az úthálózat a legnagyobb létesítmény, amit valaha ember alkotott. A hossza meghaladja a 8 millió km-t, ami egy hatalmas hálóként borítja be a Földet (Forman *et al.* 2002). A nyomvonalas létesítmények példátlan emberi mozgékonytságot nyújtanak, megkönnyítik az árucikkek szállítását és nyújtják a társadalmi kölcsönhatások határát (Forman *et al.* 2002). Miközben összekötik az

országokat, városokat és embereket, egyidejűleg elválasztják egymástól a természetes élőhelyeket. Elsősorban a növekvő sűrűségű vasút-és úthálózatot teszik felelőssé az élőhelyek egyre kisebb darabokra hasadásáért (Csorba 2005). A magyarországi autópálya nyomvonala számos értékes helyen halad át érintve néhány természetvédelmi oltalom alatt álló területet, mint a Kelet-Mezőföldi löszvölgyek jóváhagyott kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület vagy a Budai Tájvédelmi Körzet. Hazánk éghajlatának irányvonalából ítélve, kedvezőtlen hőmérséklet-és csapadékviszonyok várhatóak az elkövetkező években (Láng *et al.* 2007). A Föld klímája kb. 0,6 °C-ot emelkedett az elmúlt 100 évben és a XXI. századra 2–4 °C-os emelkedés várható (Kovács-Láng *et al.* 2008). Az utolsó két évtized átlaghőmérsékletét tekintve a felmelegedés inkább hazánk keleti és észak-nyugati területeit érintette, míg az ország középső részén kevésbé volt jelentős (Lakatos *et al.* 2011). Kozár (2009) szerint a sztrádák, mint a hőmérők kapillárisai jelennek meg, ahol a higany helyett a rovarfajok terjedését figyeljük meg. A klimatikus változások biológiai diverzitásra gyakorolt hatásait illetően nem áll kellő információ a rendelkezésünkre, hisz a klíma mellett számos helyi hatás is befolyásolja az élővilág összetételét. A klímaváltozásra jól reagáló sikeresen betelepülő fajok nem minden esetben eredményezik a fajszám növekedését, mivel más fajok ezzel egy időben kiszorulnak az élőhelyről (Horváth *et al.* 2012, Magura *et al.* 2013, Bogyó *et al.* 2015). Az utóbbi évtizedekben az inváziós fajok térhódítása az intenzív éghajlatváltozással és a nemzetközi kereskedelem egyre fokozódó ütemű fejlődésével hozható kapcsolatba világszerte (Thuiller *et al.* 2007). A sztrádák mentén az emberi tevékenység van a legnagyobb befolyással a fajok megtelepedésére. Számos faj diszperziójában játszanak szerepet a gépjárművek, az autópálya telepítéssel járó nagy mennyiségű talajmozgatás és a földlabdával történő cserjetelepítés. A megváltozott élőhelyeken nagyobb sikerrel telepednek meg új tájidegen faunaelemek (Alarukka *et al.* 2002), melyek gyakran nagy abundanciával válnak a fauna állandó alkotóivá (Hornung *et al.* 2007). Ezek a fajok új, földrajzilag távoli élőhelyeken kapnak esélyt a megtelepedésre és a zöldfolyosó hatás révén sikeresen terjedhetnek el az autópályák menti gyepsávokban, míg más fajok elterjedési területe merőben lecsökken vagy szigetszerűvé válik, utat engedve a behurcolt fajok rohamos megtelepedésének (Hornung *et al.* 2007). Az inváziós fajok ökoszisztémában betöltött szerepe világszerte figyelemreméltó probléma, mert hatást gyakorolnak az ökoszisztéma szerkezetére és funkciójára, a biológiai sokféleségre, illetve az egyedi élőhelyek elvesztésére. A megtelepülő fajok őshonos fajokat szoríthatnak ki és ezáltal komoly természetvédelmi, szociális vagy gazdasági károkat okozhatnak (Charles & Dukes 2007). Munkánk célja, hogy megvizsgáljuk az autópálya szegélyt, mint újonnan létrehozott élőhelyet, az ott élő szárazföldi ászkarák fajok közötti kölcsönhatásokat, az inváziós fajok országos léptékben

történő megtelepedését, valamint a szárazföldi ászkarák-együttesek variabilitását összehasonlítsuk a vizsgált autópályákon.

Módszerek

Négy magyarországi autópálya és egy autóút szegélyeiben végeztünk mintavételezéseket 2011–2013 között. A 4 autópálya (M1, M3, M5 és M7) 2 országos tengelyként 4 részre osztja Magyarországot. Az M1-es és M5-ös autópálya a Brüsszel-Athén sztrádatengely magyarországi szakasza, míg az M7-es és M3-as autópálya nyomvonal a Róma-Kijev tengely hazai részét képviseli. A két tengely metszéspontjánál található az M0-ás autóút, amely a fővárost veszi körbe. A mintavételi helyeket az autópályákat szegélyező vetett gypsávokon és az autós-pihenők mellett jelöltük ki, melyeket rendszeresen kaszálnak és karban tartanak. A 30 mintavételi helyen 6–6, összesen 180 db 65%-os etilén-glikollal félig töltött Barber-féle talajscapdát telepítettünk ki lineáris vonalban, melyek tavasszal, nyáron és ősszel 3–3 hétig voltak kint a területeken (ld. 1. függelék az Online Függelékben [OF]). A fajok azonosítása sztereo mikroszkóp és fénymikroszkóp segítségével, Schmidt (1997), Hopkin (1991), Berg & Wijnhoven (1998), illetve Farkas & Vilisics (2013) határozói alapján történt. A feldolgozott fajok tudományos neveinél Schmalzfuss (2003) katalógusát, a magyar neveknél Farkas & Vilisics (2013) határozóját vettük alapul. Az eredmények kiértékeléséhez a PAST PAleontological STatistic programcsomagját alkalmaztuk (Hammer *et al.* 2001). Az összes mintavételi helyen megtalálható ászkarák fajok számával jellemeztük az egész terület γ -diverzitását és az egyes autópályákon regisztrált α -diverzitást az ott kimutatott fajok számával adtuk meg. A szárazföldi ászkarák-együttesek jellemzésére megállapítottuk a fajszámot (S), az egyedszámot (N), a Shannon-Wiener diverzitás indexet (H), a Berger-Parker dominancia indexet, a Pielou-féle egyenletességi indexet (J), valamint a fajok relatív abundancia (Ar) és frekvencia (F) értékeit. A Berger-Parker dominancia index értékét a legnagyobb abundanciájú faj befolyásolja, míg a Shannon-Wiener diverzitási index leginkább a ritka fajokra érzékeny (Magurran 2004). Hierarchikus klaszteranalízist használtunk a szárazföldi ászkarák-együttesek közötti távolság szemléltetésére Jaccard hasonlósági index segítségével, ami kizárólag a fajok jelenlétét és hiányát veszi figyelembe (Schmera & Erős 2008). A Wilson & Shmida féle β -diverzitási index (βT) által a mintavételi helyek közötti fajkicserélődés mértékét adtuk meg, a Whittaker-féle β -diverzitási index segítségével (βW), ami az átlagos alfa diverzitás és a gamma diverzitás hányadosából adódik, a területen belüli élőhely-komplementaritás szintjét jellemeztük (Magurran 2006).

Eredmények

Az öt vizsgált nyomvonalas létesítmény gamma diverzitása 18 szárazföldi ászkarák faj 60012 egyedéből tevődött össze (ld. 2. függelék az Online Függelékben [OF]). A 8 családba sorolt 18 faj az ismert hazai fajoknak (57 faj) 31,5%-át tette ki. A 30 mintavételi helyen az összes fajszám mindhárom évben 12 volt, azonban a Shannon-Wiener diverzitási index értéke csökkenő tendenciát mutatott évről évre. Az alfa diverzitás szempontjából különbségeket találtunk az autópályák szárazföldi ászkarák-együtteseinek között. A legnagyobb fajgazdagságot az M7-es autópályán tapasztaltuk, ezt követte az M1-es, az M0-ás, míg a legalacsonyabb fajszám az M3-as és az M5-ös autópályákon volt megfigyelhető. Figyelembe véve az éves dinamikát, a legtöbb faj minden évben az M7-esen volt jelen, azonban az M0-ás fajkészlete több mint 50%-al csökkent a harmadik év végére. A Shannon-Wiener diverzitási indexek nem egyöntetűen követték a fajgazdagságot. A legnagyobb értéket az M0-áson kaptuk, majd ez után következtek az M1-es, az M5-ös, az M7-es, míg az egyik legalacsonyabb fajszámú M3-as autópálya a Shannon-Wiener diverzitási index szerint is az utolsó helyre szorult (1. táblázat). Az egyedszám megoszlása az öt sztráda között nem egészen követi a fajgazdagság tendenciáját, mivel a legalacsonyabb fajszámú és Shannon-Wiener diverzitású M3-as autópályán a legnagyobb egyedszámot, míg az M3-al azonos fajszámmal rendelkező M5-ös autópályán a legalacsonyabb egyedszámot regisztráltuk. Ezzel szemben az M7-es sztrádán a faj és egyedszám is jelentősen magas volt (1. táblázat). Az élőhelyeket összevonva a legnagyobb relatív abundanciája (89%) az *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) nevű szürke gömbászkának volt. Ugyanez a faj érte el a legmagasabb frekvenciaértéket is 96%-os éves átlaggal (ld. 3. függelék az Online Függelékben [OF]). A 3 év eredményei alapján elmondható, hogy az összes egyedszám évről évre növekvő tendenciát mutatott és az *A. vulgare* és az üvegházi gömbászka (*Armadillidium nasatum* Budde-Lund, 1885) fajok esetében a frekvencia és a relatív abundancia értékei is évről-évre nőttek. A többi 16 faj esetében ezek az adatok negatív irányban mozdultak el (ld. 3. függelék az Online Függelékben [OF]). A Béta diverzitás értékéből adódó szárazföldi ászkarák-együttesek közötti fajkicserélődés és a fajok komplementaritása is meglehetősen magas volt. A legmagasabb Wilson & Shmida-féle β -diverzitás értéket az M3-as és M7-es között észleltük, a legalacsonyabb fajkicserélődési ráta az M3-as és M5-ös közt volt megfigyelhető (2. táblázat). A fajok Whittaker-féle β -diverzitás értéke adta meg a vizsgált fajok komplementaritásának mértékét, ami estünkben 0,47 volt. A Jaccard hasonlósági index segítségével végzett szimilaritás vizsgálat azt mutatta, hogy az M3-as és az M5-ös valamint az M1-es és az M7-es autópályák szárazföldi ászkarák-együtteseinek hasonlóan a legjobban egymásra. A legalacsonyabb hason-

1. táblázat. A fajok száma (s), egyedszáma (N), Shannon-Wiener diverzitási index (H), Berger-Parker dominancia index (nmax/N) és Pielou-féle egyenletességi index (J) értékei az öt autópályán a három év folyamán és összesen.

Mintavételi évek	Ökológiai paraméterek	Autópálya					Összes
		M0	M1	M3	M5	M7	
2011	s	8	7	4	5	9	12
	N	1706	1928	5480	898	5275	15287
	H	0,692	0,8619	0,1791	0,7376	0,5817	0,6226
	nmax/N	0,6676	0,6919	0,9662	0,755	0,7915	0,8225
	J	0,3328	0,4429	0,1292	0,4583	0,2647	0,2505
2012	s	6	6	4	4	9	12
	N	766	4206	8928	601	6872	21373
	H	0,7454	0,7703	0,1317	0,3309	0,4086	0,4697
	nmax/N	0,6214	0,763	0,9764	0,9168	0,8905	0,8871
	J	0,416	0,4299	0,09502	0,2387	0,186	0,189
2013	s	3	6	5	3	9	12
	N	390	5535	11335	417	5675	23352
	H	0,6149	0,5165	0,06687	0,2565	0,1371	0,2465
	nmax/N	0,8103	0,8623	0,99	0,9329	0,9744	0,9518
	J	0,5597	0,2883	0,04155	0,2335	0,0624	0,09912
Összes	s	9	10	5	5	14	18
	N	2862	11669	25743	1916	17822	60012
	H	0,7286	0,6859	0,1293	0,5587	0,4259	0,4401
	nmax/N	0,6747	0,7979	0,9776	0,8445	0,8825	0,8957
	J	0,3316	0,2979	0,08031	0,3471	0,1614	0,1523

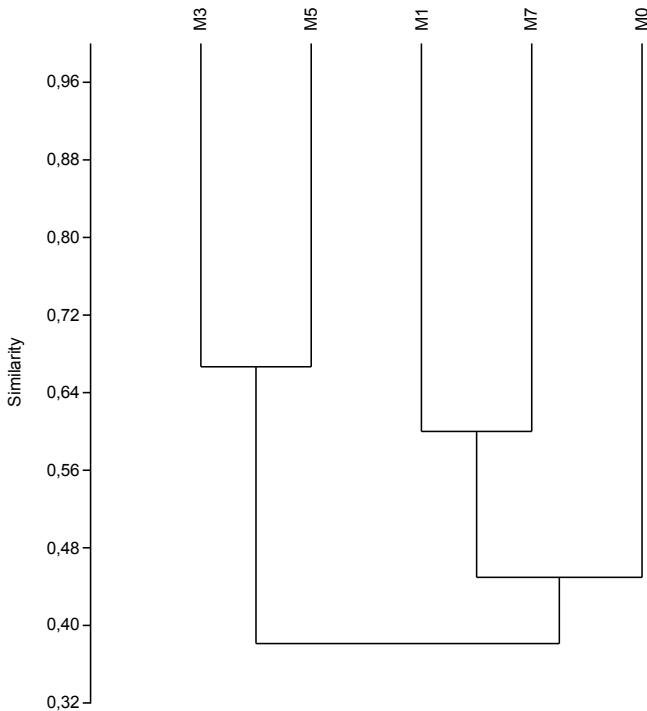
lóságot azonban az M3-as és az M7-es között találtuk, ahol a szimilaritás értéke csak 0, 27 volt (1. ábra, 2. táblázat).

Értékelés

Az ászkarák fajok száma, valamint a domináns és ritka fajok megoszlása rámutat a vizsgált autópályák közötti különbségekre. A leggyakoribb fajok minden élőhelyen nagy egyedszámban jelentek meg, a kis egyedszámú, ritka fajok száma és megoszlása azonban eltérő volt. Az ország nyugati részén fekvő M1-es és M7-es autópályák mentén találtuk a legmagasabb fajszámokat, míg a keleti országrészben, az M3-as és M5-ös sztrádák mellett volt megfigyelhető a legala-

2. táblázat. Wilson & Shmida-féle β -diverzitási index (β_T) és a Jaccard hasonlósági index értékei az öt autópályán.

		M0	M1	M3	M5
Wilson & Shmida-féle β -diverzitási index	M0				
	M1	0,36842			
	M3	0,42857	0,46667		
	M5	0,42857	0,33333	0,2	
	M7	0,3913	0,25	0,57895	0,47368
Jaccard-féle hasonlósági index	M0				
	M1	0,46154			
	M3	0,4	0,36364		
	M5	0,4	0,5	0,66667	
	M7	0,4375	0,6	0,26667	0,35714



1. ábra. Klaszteranalízis a Jaccard hasonlósági index alapján

csenyebb fajgazdagság. Hazánk központjában az M0-ás autótút szegélyeiben az összes gamma diverzitás fele volt csak jelen. Ez az eredmény részben tükrözi az ország klímaviszonyait, miszerint az északias lejtőkön a legalacsonyabb hőmérsékletek jellemzőek, míg a déli, délnyugati lejtőkön és a városhatás következtében Budapest körzetében melegebb régiók is megjelennek (Bartholy *et al.* 2011). Az ország nem túlságosan szélsőséges makroklímájú nyugati területei, mint Letenye (9 faj) és Turul (7 faj), valamint az urbán M0-ás Csepel autósípenője (7 faj), kiemelkedtek magas fajszámukkal, amit minden bizonnyal befolyásolt a melegebb klíma mellett számos ökológiai tényező is. Az urbanizált élőhelyek magas diverzitása felvet néhány kérdést. Általában a megváltozott élőhelyeken a funkcionális elemek után a vertikális szerkezet is megváltozik, ezáltal nem csak az élőhelyek tűnnek el, hanem az táplálékforrás is megszűnik (Favila & Halfpeter 1997). Azonban az autópálya szegélyek rendszerint átmenet nélkül érintkeznek a városi élőhelyekkel és a természetes vegetációval, ezáltal lehetőség nyílik az őshonos és a behurcolt faunaelemek keveredésére főleg az urbán élőhelyeken. Továbbá a heterogén szerkezetű szinantrop élőhelyek védelmet nyújtanak az élőlények számára a szélsőséges éghajlati viszonyoktól (Gregory *et al.* 2009). Másrészt a Budapestet körülvevő M0-ás autótút a városi hősziget-hatás (Stewart 2011) révén megfelelőbb körülményeket biztosíthat a mediterrán fajoknak, melyek nagyobb sikerrel telepedhetnek meg városi területeken. Ezzel is magyarázható, hogy a mediterrán *A. nasatum* egyre növekvő populációit figyeltük meg a Csepeli mintavételi helyen. A legmagasabb Shannon-Wiener diverzitást és a legegyszerűsebb fajmegoszlást is az M0-ás autópálya szegélyeiben találtuk, ami nem meglepő, hiszen egy élőhely állatközössége annál diverzebb, minél összetettebb struktúrával rendelkezik (August 1983). A városi élőhelyeket a hőhatás mellett, a komplexitás, a mozaikosság és a kettőség is jellemzi, amely a sűrűn beépített városmagra és a természetközeli élőhelyekkel határos kertvárosi zónák váltakozására utal (Vilisics & Hornung 2008). A legalacsonyabb diverzitású észak-keleti fekvésű M3-as autópálya Nyíregyháza mintavételi helyén találtuk meg a korábban ritkának tartott változékony gömbászka (*Armadillidium versicolor*) két példányát. Ennek az Erdélyben őshonos fajnak (Ferenți & Covaciu-Marcov 2013) mára hazánkban is egyre több elszórt előfordulása regisztrált a Dráva, a Duna, a Balaton mellett (Farkas & Vilisics 2013) és a Mátra-hegységben (Vona-Túri *et al.* 2012). Az M3-as autópálya kedvezett legkevésbé a ritka fajok megtelepedésének, ellenben a tág tűrésű, homogenizáló fajoknak (*A. vulgare*, *T. nodulosus*, *T. rathkii*, *P. collicola*) ezek a területek megfelelő táplálékot nyújtottak. Csaknem az összes élőhelyet benépesítették és megfigyelhető volt ennek a néhány fajnak a túlszaporodása, ami a diverzitás csökkenését okozta. E domináns r-stratégista fajok jó terjedő képességűek, ugyanis rövid életük során nagyszámú egyednek hoznak a világra mielőtt

gyors fejlődésük befejeződne (Quadros *et al.* 2009). Összehasonlítva a különböző sztrádák szárazföldi ászka-együtteseinek szerkezetét azt tapasztaltuk, hogy a két legalacsonyabb fajszámú autópálya szegély szárazföldi ászka-együttese hasonlítanak egymásra a legjobban, de közöttük is csak alig több mint 66%-os hasonlóság figyelhető meg. A legfajgazdagabb M7-es és a legalacsonyabb diverzitású M3-as autópálya szárazföldi ászka-együttese tértek el egymástól a legnagyobb mértékben, és e két sztrádán a fajoknak csupán 26,7%-a volt azonos. Ez az aránylag alacsony szimilitás egybevág az általunk észlelt magas fajkicserélődéssel és komplementaritással, mivel a két legkülönbözőbb autópályán tapasztaltuk a legmagasabb β -diverzitást. Elmondhatjuk, hogy a szárazföldi ászkarakok esetében az autópályák erősen β -diverz területek, mert minden sztrádán az összes fajgazdagság közel 50%-a megtalálható volt. A Róma-Kijev és az Athén-Brüsszel tengely kiteljesedésével a magyarországi autópályák kutatása időszerűvé vált (Kozár 2009). Ennek ellenére a hazai sztrádák élővilága alig ismert, különös tekintettel az ízeltlábú faunára. A hazai nyomvonalas létesítmények szárazföldi ászkarak-együtteseinek első kutatóiként, nem tudjuk a vizsgálataink kimenetét összevetni más, sztráda menti szárazföldi ászkafaunára vonatkozó elterjedési adatokkal. De ha az autópályát vesszük figyelembe, akkor elmondhatjuk, hogy az eredményeink megegyeznek Kiss *et al.* 2013a, b, Koczor *et al.* 2012, Kontschán & Kiss 2013, Kozár *et al.* 2004, 2013, Knapp *et al.* 2013 munkáival, miszerint számos déli eredetű inváziós és kártevő ízeltlábú faj hazai megjelenése igazolható az utóbbi években és országos léptékben történő elterjedésükben szerepe lehet az autópályának, mint ökológiai folyosónak.

Köszönetnyilvánítás – Köszönetünket fejezzük ki Kádár Ferencnek a talajscsapdás gyűjtésekben végzett munkájáért és az anyagok válogatásáért, továbbá néhai Illyés Eszternek a cönológiai felmérésért. A gyűjtéseket az OTKA k83829-es kutatási programjának keretében végeztük.

Irodalomjegyzék

- Alaruikka, D. M., Kotze, D. J., Matveinen, K. & Niemelä, J. (2002): Carabid and spider assemblages along an urban to rural gradient in Southern Finland. – *J. Insect Conserv.* **6**: 195–206.
- August, P. (1983): The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. – *Ecology* **64**: 1495–1507.
- Bartholy, J., Bihari, Z., Horányi, A., Krüzselyi, I., Lakatos, M., Pieczka, I., Pongrácz, R., Szabó, P., Szépszó, G. & Torma, Cs. (2011): Hazai éghajlati tendenciák. – In: Bartholy, J., Bozó, L. & Haszpra, L. (szerk): Klímaváltozás – 2011, *Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére*. A Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tan-
széke, ISBN 978-963-284-232-5.

- Berg, M.P. & Wijnhoven, H. (szerk) (1998): *Landpissebedden. Een tabel voor de landpissebedden (Crustacea: Oniscidae) van Nederland en België.* – Wetenschappelijke Mededelingen KNNV, 221 pp.
- Bogyó, D., Magura, T., Simon, E. & Tóthmérész, B. (2015): Millipede (Diplopoda) assemblages alter drastically by urbanisation. – *Landscape Urb. Plann.* **133**: 118–126.
- Charles, H. & Dukes, J. S. (2007): Impacts of Invasive Species on Ecosystem Services. – In: Nentwig, W. (szerk.): *Biological invasions* (Ecological Studies Vol. 193) Springer-Verlag, Berlin, 217–237.
- Csorba, P. (2005): Magyarország út- és vasúthálózatának ökológiai tájfragmentációs hatása. – *Öko XIII*(3–4): 102–112.
- Favila, M. & Halffter, G. (1997) : The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. – *Acta Zool. Mex.* **72**: 1–25.
- Farkas, S. & Vilisics, F. (2013) : Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (Isopoda: Oniscidea). – *Nat. Somogy.* **23**: 89–124.
- Ferenti, S. & Covaciu-Marcov, S. D. (2013): Travelling isopods: *Oniscus asellus* (Crustacea, Isopoda) in an anthropogenic habitat from north-western Romania. – *Entomol. Rom.* **8**: 11–13.
- Forman, R. T. T., Sperling, D., Bionette, J. A. & Clevenger, A. P. (szerk.) (2002): *Road Ecology: Science and Solutions.* – Island Press Washington, Covelo, London, 481p.
- Gregory, S. J., E. Hornung, Z. Korsós, A. D. Barber, R. E. Jones, R. D. Kime, J. G. E. Lewis & H. J. Read (2009): Woodlice (Isopoda: Oniscidea) and the centipede *Scutigera coleoptrata* (Chilopoda) collected from Hungary by the British Myriapod Group in 1994: Notes and observations. – *Fol. Entomol. Hungarica* **70**: 43–61.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. – *Palaeontol. Electron.* **4**/1: 9.
- Hansen, M. J. & Clevenger, A. P. (2005): The influence of disturbance and habitat on the frequency of non-native plant species along transportation corridors. – *Biol. Conserv.* **125**: 249–259.
- Hopkin, S.P. (szerk.) (1991): A Key to the Woodlice of Britain and Ireland. – AIDGAP, Field Studies Council Publication No. **204**. 52 pp.
- Hornung, E., Vilisics, F. & Szilávecz, K. (2007): Hazai szárazföldi ászkarák fajok (Isopoda, Oniscidea) tipizálása két nagyváros, Budapest és Baltimore (ÉK Amerika) összehasonlításának példájával. – *Termvéd. Közl.* **13**: 47–58.
- Horváth, R., Magura, T. & Tóthmérész, B. (2012): Ignoring ecological demands masks the real effect of urbanization: a case study of ground-dwelling spiders along a rural-urban gradient in a lowland forest in Hungary. – *Ecol. Res.* **27**: 1069–1077.
- Jodoin, Y., Lavoie, C., Villeneuve, P., Theriault, M., Beaulieu, J. & Belzile, F. (2008): Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. – *J. Appl. Ecol.* **45**: 459–466.
- Kiss, B., Karap, A., Kis, A. & Szita, É. (2013a): Az amerikai lepkekabóca (*Metcalfa pruinosa*) és a tujakabóca (*Liguropia juniperi*) előfordulása hazai autópálya pihenőhelyeken. – *Növényvéd.* **49** (12): 571–575.
- Kiss, B., Lengyel, G., Nagy, Zs. & Kárpáti, Zs. (2013b): A pettyesszárnyú muslica (*Drosophila suzukii*) első Magyarországi előfordulása. – *Növényvéd.* **49**(3): 97–99.
- Knapp, M., Saska, P., Knappova, J., Vonicka, P., Moravec, P., Kurka, A. & Andel, P. (2013): The habitat-specific effects of highway proximity on ground-dwelling arthropods: implications for biodiversity conservation. – *Biol. Cons.* **164**: 22–29.
- Koczor, S., Kiss, B. Szita, É. & Fetykó, K. (2012): Two Leafhopper Species New to the Fauna of Hungary (Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadellidae). – *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* **47**: 69–73.

- Kontschán, J. & Kiss, B. (2013): Egy ritka takácsatka, a *Petrobia latens* (Müller, 1776) második igazolt előfordulása Magyarországon (Acari: Tetranychidae). – *Növényvéd.* **49**: 281–284.
- Kovács-Láng, E., Kröel-Dulay, Gy. & Czúcz, B. (2008): Az éghajlatváltozás hatásai a természetes élővilágra és teendőink a megőrzés és kutatás területén. – *Termvéd. Közl.* **14**: 5–39.
- Kozár, F. (2009): Pajzstetű (Hemiptera: Coccoidea) fajok és a klímaváltozás: Vizsgálatok magyarországi autópályákon. – *Növényvéd.* **45**: 577–588.
- Kozár, F., Szentkirályi, F., Kádár, F. & Bernáth, B. (2004): Éghajlatváltozás és a rovarok. – “AGRO-21” Füzetek **33**: 49–64.
- Kozár, F., Szita, É., Fetykó, K., Neider, D., Konczné Benedicty, Zs. & Kiss, B. (2013): Pajzstetvek, sztrádák, klíma. – MTA ATK Növényvédelmi Intézet, Budapest.
- Lakatos, M., Szentimrey, T. & Bihari, Z. (2011): Application of gridded daily data series for calculation of extreme temperature and precipitation indices in Hungary. – *Időjárás* **115**: 99–109.
- Láng, I., Csete, L. & Jolánkai, M. (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés. – Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 220 p. ISBN:9639736177
- Lesbarreres, D., Primmer, C.R., Lode, T. & Merila, J. (2006) The effects of 20 years of highway presence on the genetic structure of *Rana dalmatina* populations. – *Ecoscience* **13**: 531–538.
- Le Viol, I., Chiron, F., Julliard, R. & Kerbiriou, C. (2012): More amphibians than expected in highway stormwater ponds. – *Ecol. Eng.* **47**: 146–154.
- Magura, T., Nagy, D. & Tóthmérész, B. (2013): Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. – *J. Insect. Cons.* **17**: 715–724.
- Magurran, A. E. (2004): Measuring biological diversity. – Blackwell Science, Oxford, 260 pp.
- Magurran, A. E. (2006): Measuring biological diversity. – Blackwell Publishing, 256 pp.
- Meunier, F. D., Verheyden, C. & Jouventin, P. (1999): Bird communities of highway verges: influence of adjacent habitat and roadside management. – *Acta Oecol.* **20**: 1–13.
- Pauchard, A. & Alaback, P.B. (2006): Edge type defines alien plant species invasions along *Pinus contorta* burned, highway and clearcut forest edges. – *Forest Ecol. Manag.* **223**: 327–335.
- Quadros, A. F., Caubet, Y. & Araujo P. B. (2009): Life history comparison of two terrestrial isopods in relation to habitat specialization. – *Acta Oecol.* **35**: 243–249.
- Schmalfuss, H. (2003): World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* (Ser. A). **654**: 1–341.
- Schmera, D. & Erős, T. (2008): A mintavételi erőfeszítés hatása a mintareprezentativitásra. – *Acta Biol. Debrecina, Suppl. Oecol. Hung.* **18**: 209–213.
- Schmidt, C. (1997): Revision of the European species of the genus *Trachelipus* Budde-Lund, 1908 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). – *Zool. J. Linn. Soc-Lond.* **121**: 129–244.
- Stewart, I. D. (2011). A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature. – *Int. J. Climatol.* **31**: 200–217.
- Thuiller, W., Richardson, D. M. & Midgley, G. F. (2007): Will Climate Change Promote Alien Plant Invasions? – In: Nentwig, W. (szerk.) *Biological invasions* (Ecological Studies Vol. 193) Springer-Verlag, Berlin, 197–211 pp.
- Vilisics, F. & Hornung, E. (2008): A budapesti szárazföldi ászkarákfauna (Isopoda: Oniscidea) kvalitatív osztályozása. – *Állattani Közl.* **93**: 3–16.
- Vona-Túri, D., Szmatona-Túri, T. Kiss, B. (2012): Adatok a Mátra-hegység ászkarák (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) faunájához, különös tekintettel az út menti élőhelyekre. – *Termvéd. Közl.* **18**: 537–548.

Függelék:

A cikkhez tartozó Online Függelékek a folyóirat honlapján találhatóak.

Függelék 1: Az autópálya mintavételi helyek jellemzése.

Függelék 2: A fajok egyedszáma (N) és megoszlása a mintavételi helyeken.

Függelék 3: A fajok relatív abundancia (A_r) és frekvencia (F) értékei a három mintavételi év folyamán.

Ecologic evaluation and diversity changes of terrestrial isopod assemblages (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) on Hungarian highway margins

Diana Vona-Túri¹, Tünde Szmatona-Túri² and Balázs Kiss³

¹*Eötvös József Református Oktatási Központ,
H-3360 Heves, Dobó út 29, Hungary*

²*Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola,
H-3232 Mátrafüred, Erdész út 11, Hungary*

³*Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézet,
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15, Hungary
e-mail: turidiana79@gmail.com*

Terrestrial isopods of Hungarian highways were compared to each other. The aim of our study was to evaluate the side regions of highways based on ecological patterns of isopod assemblages. The highest diversity was along M0 highway and the highest species richness was identified on the margins of M7 highway, the lowest ones were recorded on the side regions of M3 highway. The composition similarity between M7 and M3 highways of terrestrial isopod assemblages was the lowest, but the species turnover was the highest there. In the side regions of M1 and M7 highways and in the habitats around the capital the highest species richness and some southern species were found. The areas are characterized by the high complementarity as nearly 50% of the species richness can be found in each of the habitats. Altogether we may conclude that in the highway margins uniquely structured isopod communities occurred due to the mosaic-like man-made environment.

Keywords: Isopods, highway margins, diversity, number of species, similarity, species turnover, complementarity