

Szárazföldi ászkarák (Isopoda: Oniscidea) együttesek egyedszám változásai egy dániai urbanizációs grádiens mentén

Vilisics Ferenc^{1*}, Hornung Erzsébet¹, Elek Zoltán^{1,2}, Lövei Gábor²

¹Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar, Zoológiai Intézet, Ökológiai Tanszék, Budapest

²Department of Integrated Pest Management, University of Aarhus,

Flakkebjerg Research Centre, DK-4200 Slagelse, Denmark

*Cím: SZIE ÁOTK, Biológiai Intézet, Ökológiai tanszék,

1077 Budapest, Rottenbiller u. 50. fax: 06-1-4784232 e-mail: Vilisics.Ferenc@aotk.szie.hu

Összefoglaló: Szárazföldi ászkarák együtteseket (Isopoda: Oniscidea) tanulmányoztunk egy urbanizációs grádiens mentén 2004-ben a dániai Sorø mellett, a Globenet-protokoll szerint. Jelen tanulmányunkban négy mintavételi periódust értékeltünk. Három hipotézist vizsgáltunk: (a) a fajdiverzitás a zavarás növekvő mértékével csökken; (b) a fajdiverzitás a közepesen zavarított területen a legnagyobb; (c) a zavarított területeken megjelennek kozmopolita és/vagy behurcolt fajok. A természetes – városzéli és városi élőhelyek fajösszetétele megegyezett: *Porcellio scaber*, *Oniscus asellus*, *Philoscia muscorum*, *Armadillidium vulgare*, *Trachelipus rathkii*, *Ligidium hypnorum*. Az urbanizáció hatása nem a fajok minőségi összetételében, hanem azok egyedszám eltéréseiben tükröződött. Az egyes fajok élőhelytípusonkénti gyakorisága – a *P. muscorum* kivételével – szignifikánsan különbözött egymástól.

Kulcsszavak: szárazföldi ászkarák, Isopoda, urbanizációs zavarási grádiens, fajszám, egyedszám, diverzitás

Bevezetés

A városok terjeszkedése világszerte egyre nagyobb méreteket ölt. Becslések szerint (Vandruuff *et al.* 1995) napjainkra a Föld teljes népességének 60%-a városlakó, és 2025-re ez az arány a fejlett ipari országok esetében 80% –ra is nőhet (Douglas 1992). A lakosság növekedésével együtt nő a beépített területek aránya is, amelynek hatására a természetes élőhelyek átalakulnak, esetleg a városi peremterületeken izolált fragmentumok formájában fennmaradnak. A beépítettség rohamos növekedése és az ezzel járó fokozott természet-átalakítás miatt fontos vizsgálnunk az emberi zavarás élővilágra tett hatását annak érdekében, hogy kísérletet tehesünk a faji sokféleség megőrzésére.

Mindehhez először látnunk kell a város, mint ökoszisztéma általános jellemzőit: (a) magas népsűrűség, (b) magas beépítettség, üzleti, ipari és lakóövezetek formájában, (c) a természetes élőhelyek jelentős megváltozása, leromlása, pusztulása, (d) a környező területeknél magasabb hőmérséklet, városi „heat island” hatás (Lo & Quattrochi 2003, Wienert & Kuttler 2005), (e) az élővilág átalakulása: exotikus, invazív és generalista növény- és állatfajok megjelenése és térnyerése (Alaruiikka *et al.* 2002).

Az ember által okozott hatások, a városiasodással járó változások növelhetik az élőhelyek sokféleségét, amely a magasabb faji diverzitásban is megmutatkozhat, szemben a

kevésbé zavart, természetes habitatokkal, noha a fajszám önmagában nem utal az élőhelyek minőségére (Eversham *et al.* 1996). Az új élőhelyeket általában kozmopolita és trópusi, szubtrópusi fajok kolonizálják, klímaövtől és esetenként a kontinenstől is függő mértékben (Niemelä *et al.* 2000; Zapparoli 1997).

A világ összes nagyvárosára jellemző, hogy a természetes refugiumoktól a városmagig haladva egy olyan urbanizációs grádiens alakul ki, amely természetes/természetközeli, az elővárosi/városperemi, és a városi kategóriákat foglalja magába (Niemelä *et al.* 2000, 2002). Ezek mentén jól vizsgálhatók az urbanizáció hatásai a helyi életközösségekre. Az elmúlt évtizedben hasonló vizsgálatok tárgyai voltak a növények (Guntenspergen & Levenson 1997), madarak (Parsons *et al.* 2000, hullók (Germaine & Wakeling 2001), és több ízeltlábú csoport (pl. Zapparoli 1997, Alaruikka *et al.* 2002, Niemelä *et al.* 2002, Ishitani *et al.* 2003, Weller & Ganzhorn 2004).

Egy nagyobb kutatási projekt (Danglobe) részeként arra a kérdésre kerestük a választ, hogy melyek az urbanizáció hatásai a szárazföldi ászkarákok (Isopoda, Oniscidea) biodiverzitására a dániai Sorø városban, és annak környékén. A város mérete és lakóinak száma elmarad a nagyvárosokétól amelyek az urbanizációs vizsgálatok elsődleges célpontjai. Sorø-ben az urbanizáció vélhetően az erdő-fragmentációban, a beépítettségben és a park kezelésében mutatkozik meg erőteljesebben, míg a „hősziget” (heat island) hatás vélhetően – pl. a parkot övező tó puffer-hatása miatt – nem lehet jelentős.

Alapkérdésünk az volt, hogy miként alakulnak a taxon fajgazdagság, egyedszám- és diverzitás viszonyai az urbanizáció fokának függvényében? Vizsgálataink aktualitását az adja, hogy csak kevés adattal rendelkezünk (Magura *et al.* 2006), különösen Dániából, mivel itt az elmúlt negyven évben nem végeztek vizsgálatokat ászkarákokon. Ugyanakkor a taxon funkcionális szempontból is nagy jelentőségű a talajlakó makrolebontó közösség összetételében.

Az európai mérsékelt és hideg klímájú városi élőhelyek ászkaegyütteseinek sok más gerinctelen csoporthoz viszonyítva általában fajszegények, mert legtöbbször ugyanazok az euriök és/vagy szünantróp fajok [pl. *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804), *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833), *Porcellio scaber* Latreille, 1804 képezik az alapfaunát (Gruner 1966).

A sorø-i ászkarák együttesek vizsgálatok a következő, Globenet vizsgálatok összefüggésében más taxonra (pl. futóbogarak, (Magura *et al.* 2004, Elek & Lövei 2005) feltett hipotéziseket teszteltük: (a) a diverzitás a közepes mértékű zavarásnak kitett területen a legnagyobb [„Intermediate Disturbance Hypothesis” (Connell 1978)]; (b) a diverzitás a nagyobb zavarás irányába csökken, [„Increasing Disturbance Hypothesis” (Gray 1989)]; (c) a zavartabb élőhelyek (szuburbán, urbán) szegények szűk tűrésű specialistákban, de gazdagabbak tágtűrésű és behurcolt fajokban.

Módszerek

A vizsgálati terület és a mintavételi módszer

A 6996 fő (2003) lakosú Sorø városa a dániai Nyugat-Zealand megyében található. A várost intenzív művelésű mezőgazdasági területek övezik és az eredetileg folytonos vegetáció (bükkös) csak izolált fragmentumokban maradt fenn. A vizsgált erdőfolt, amely egyben Dánia utolsó nagyobb egységben megmaradt lombhullató erdeje, Sorø városától 1,5 km-re található. Az erdei élőhely az erősen záródó lombkoronaszinttel és gyér cserje, illetve gyepszinttel jellemezhető.

A szuburbán terület Sorø kertvárosi övezetében, egy bükkös erdőfoltban található. A terület jellegében jelentősen eltér az erdőtől: családi házak, egy temető, aszfaltozott és aszfaltozatlan utak és árkok találhatók itt. A gyepszint fejlett, és az egykori erdőre csak néhány út menti idős bükk emlékeztet.

Az Urbán mintavételi területnek egy parkot választottunk a Sorø Akademi területén, amely szintén egykori bükkös erdő helyén található. A parkosítás következtében a természetes vegetációt jórészt gondozott gyepék és egzotikus fák, cserjék váltották fel. A parkot részben egy tó határolja.

A mintavételezést 2004. áprilisától 2004. októberéig a Globenet protokollnak megfelelően (Niemelä *et al.* 2000) végeztük: összesen 120 (3×40) talajcsapdát helyeztünk le három eltérő zavartságú területen, amelyeken belül egyenként négy mintavételi helyet jelöltünk ki. Az egyes mintavételi területeken 10-10 talajcsapdát alkalmaztunk 2×5-ös vonalban. A foltok min. 50 m-re, az egyes csapdák min. 10 m-re voltak egymástól. A csapdák ürítése kéthetente történt. Jelen közleményben négy gyűjtési periódus (május 6–21.; július 2–19.; augusztus 16–30.; szeptember 23. – október 11.) anyaga alapján kapott eredményeket értékeljük. Ezen időpontok jól reprezentálják az ászkák fő aktivitási periódusait (pl. Farkas 1998).

Adatelemzés

A diverzitások számításához Simpson, Shannon-Wiener és Berger-Parker indexeket használtuk (Magurran 2003). A Simpson és a Berger-Parker indexek értékét leginkább a legnagyobb abundanciájú faj befolyásolja, míg a Shannon-Wiener index inkább ritka fajokra érzékenyebb (Magurran 2003). A hierarchikus klaszter analízis a NuCoSa programcsomaggal (Tóthmérész 1993) készült, egyszerű lánc (single linkage) módszerrel, Czekanowsky – Czekanowsky – Bray-Curtis távolságfüggvényt használva. A 12 csapdacsoport adatait hierarchikus ANOVA módszerrel elemeztük, hogy megállapíthassuk az általunk felállított három fajcsoport elterjedésében és gyakoriságában megmutatkozó különbségeket. Post-hoc tesztként Fisher – LSD (legkisebb szignifikáns különbség próba) tesztet alkalmaztunk, $p < 0.001$ szignifikancia szinten. A számításokat a Statistica 7.0 programcsomaggal végeztük (Statsoft 2004).

Eredmények

Fajösszetétel

Gyűjtéseink során hét ászkafajt találtunk a soro-i urbanizációs grádiens mentén (1. táblázat). Ezek közül a területen egyeléssel gyűjtött, gyakori *Trichoniscus pusillus* Brandt, 1833 fajt nem vontuk be az elemzésbe, mivel ez a faj méreténél és életmódjánál fogva talajcsapda gyűjtéssel ritkán mutatható ki. A többi, felszínen mozgó ászkafaj fogási számai (30 904) jóval meghaladják a hasonló protokoll alapján kapott eredményeket (Magura *et al.* 2006). Az élőhelyek ászkaegyütteseinek fajösszetételében nem találtunk különbséget.

Abundancia

Az ászkafajok abundanciája (1. táblázat) a természetes bükkösben volt a legalacsonyabb (3077), amely egy nagyságrenddel kisebb a szuburbán (11719) és a városi (16108) élőhelyekénél. A legnagyobb gyakorisággal fogott faj a *Porcellio scaber* (az összes fogás 39%-a) volt, amelyet az *Oniscus asellus* (34%), és *Philoscia muscorum* (21%) követett. Az egyes fajok egyedszámaiban, a *P. muscorum* kivételével, szignifikáns különbség mutatkozott az élőhelytípusok között.

A gyakoriságok alapján a fajok három csoportra oszthatók:

1. Domináns fajok, amelyek nagy egyedszámban a zavartabb (urbán, szuburbán) élőhelyeken élnek (*P. scaber*, *O. asellus*);

2. Gyakori fajok: amelyek elterjedését lokális skálán az élőhelyek zavartsági foka jelentősen nem befolyásolja (*P. muscorum*);

3. Kis egyedszámú fajok: *L. hypnorum*, *T. rathkii*, *A. vulgare*, melyek előfordulását – az adott éghajlati viszonyok mellett – vélhetően elsősorban mikro-élőhelyi szinten ható, esetleg mintavételi tényezők befolyásolják.

A fenti csoportosítás alapján elvégzett hierarchikus ANOVA elemzés eredményeiből (2. táblázat) látható, hogy a domináns, és a gyakori fajok a zavartabb élőhelyek irányába mutatnak preferenciát, míg a kis egyedszámú fajok elsősorban az átmeneti zónát kedvelik.

1. táblázat. Ászkarákok (Isopoda, Oniscidea) fajszaám, összegyedszám és diverzitás értékei a három élőhelytípusban, a dániai Sorø városban és környékén, 2004-ben.

| | <i>Élőhelyek</i> | | |
|----------------|------------------|--------------------|------------------|
| | városi park | szuburbán erdőfolt | természetes erdő |
| Fajszaám | 6 | 6 | 6 |
| Egyedszám | 16108 | 11719 | 3077 |
| Shannon-Wiener | 1.104 | 1.261 | 0.736 |
| Simpson | 0.371 | 0.334 | 0.566 |
| Berger-Parker | 0.482 | 0.412 | 0.743 |

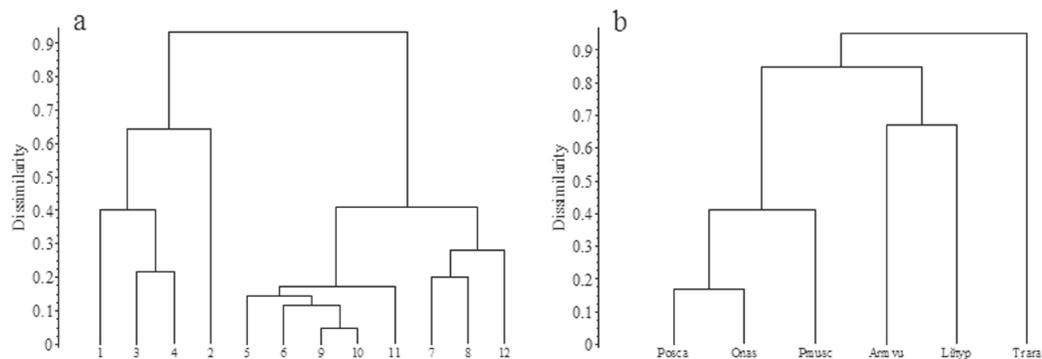
2. táblázat. A három gyakorisági kategóriához tartozó fajcsoport összehasonlítása az egyedszámok és az elterjedés (élőhelyek) alapján (hierarchikus ANOVA)

| | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | <i>Fisher-LSD-test</i> |
|----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|--------------------------|
| domináns | | | | | |
| Grádiens | 2 | 882392.6 | 7.62 | <0.01 | Erdő < Szuburbán = Urbán |
| Csapdahelyek | 9 | 115797.8 | 4.37973 | .000069 | |
| Hiba | 108 | 26439.50 | | | |
| gyakori | | | | | |
| Grádiens | 2 | 31345.81 | 10.44 | <0.001 | Erdő < Szuburbán = Urbán |
| Csapdahelyek | 9 | 3001.89 | 4.02205 | .000184 | |
| Hiba | 108 | 746.3593 | | | |
| alacsony egyedszámú | | | | | |
| Grádiens | 2 | 8352.108 | 16.25 | <0.001 | Szuburbán > Erdő = Urbán |
| Csapdahelyek | 9 | 513.750 | 3.53669 | .000708 | |
| Hiba | 108 | 145.2630 | | | |

A hierarchikus klaszter analízis alapján (1/a. ábra) nincs elkülönülés az urbán és szuburbán csapdacsoportok ászkaegyüttesek összetételében, míg a természetes élőhely ebből a szempontból elkülönül. Az egyes fajok mintavételi helyek (10-es csapdacsoportok) szerinti elterjedésének összehasonlítása során (1/b ábra) azok különíthetők el egy csoportként, amelyek elterjedése a legszélesebb: minden mintahely minden 10-es csapdacsoportjában jelen vannak (*P. scaber*, *O. asellus*, *P. muscorum*). Ettől elválnak azon fajok (*A. vulgare*, *L. hypnorum*, *T. rathkii*) amelyek jelenléte aggregáltabb, valamely urbanizációs kategóriához köthető: a *L. hypnorum* elsősorban a szuburbán élőhelyeken, míg a *T. rathkii* a városi parkban volt gyakori.

Diverzitás

Az élőhelyek ászkarák együtteseinek diverzitása mindhárom index alapján jelentősen különbözött. A „közepes zavarás hipotézist” a Shannon-Wiener diverzitás számítás eredménye támogatja, míg a „növekedő zavarás hipotézis” nem igazolódott. A (c) hipotézis, miszerint a zavartabb élőhelyek gazdagabbak kozmopolita és behurcolt fajokban, csak részben igazolódott, mert a kozmopolita *A. vulgare* és *P. scaber* egyedeinek 95%, illetve 99%-a a zavartabb élőhelyekről került elő, de behurcolt ászkafajt nem sikerült kimutatnunk a területről.



1. ábra. A három vizsgált élőhely hasonlósága az Isopoda együttesek összetétele alapján (a) és az ászkafajok hasonlósága az egyes élőhelyeken mutatott egyedszámok alapján (b), a dániai Sorø városban és környékén, 2004-ben. Jelmagyarázat: (a): 1–4: természetes erdő; 5–8: szuburbán élőhely; 9–12: városi park, (b): Posca: *Porcellio scaber*; Onas: *Oniscus asellus*; Pmusc: *Philoscia muscorum*; Armvu: *Armadillidium vulgare*; Lhynp: *Ligidium hypnorum*; Trara: *Trachelipus rathkii*.

Megvitatás

Több, gerincteleneken elvégzett hasonló vizsgálat eredményével (pl. Niemelä *et al.* 2002, Venn *et al.* 2002, Gaubomme *et al.* 2006, Sadler *et al.* 2006) ellentétben nem találtunk eltérést a vizsgált három élőhelyi kategória ászka együtteseinek összetételében. A dániai vizsgálat azt igazolta, hogy az emberi zavarás hatása az élőhelytípusok szintjén a domináns fajok egyedszám különbségeiben, és nem az ászkaegyüttesek összetételében nyilvánul meg. A három elkülöníthető csoportból az első a domináns fajoké. Ezek a fajok Dániában őshonosak, és Észak-Európában széles körben elterjedtek (Gruner 1966, Meinertz 1964). Meinertz (1950) kiemeli, hogy a *P. scaber* Dániában elsősorban a zavartabb, és a szárazabb élőhelyeken, míg az *O. asellus* elsősorban a lombhullató erdőkben, és kisebb arányban a lakott területeken fordul elő. Vizsgálataink alapján e két domináns faj jelentős egyedszáma a zavart területeken összefügghet a bükköstől különböző, nagyobb mozaikossággal és változatosabb táplálékkínálattal. A második csoportot (gyakori fajok) egyedül a *P. muscorum* alkotja, amelyet Meinertz (1950) Dániában a természetes területek őshonos fajaként említ. Ez a faj gyűjtéseink során mindhárom élőhelyi kategóriában előfordult, ráadásul hasonló gyakorisággal. Ezek alapján vélhetjük, hogy az általunk vizsgált skálán egyik élőhely típus irányába sincs kimutatható preferenciája. A harmadik csoportba sorolt, alacsony egyedszámú fajok (*L. hypnorum*, *T. rathkii*, *A. vulgare*) előfordulása és abundanciája a zavartabb élőhelyeken a legmagasabb, azon belül is kiemelkedő a szuburbán zónában. Ezek a fajok kis egyedszámuk alapján kerültek egy csoportba, és éppen emiatt nem vonhatunk le

egyértelmű következtetéseket az urbanizációra adott válaszukról. A futóbogarakon leírt (Tóthmérész & Magura 2005) habitat affinitási indexek új lehetőséget adnak arra nézve, hogy megállapíthassuk az ászka együttesek ökológiai karakterét, ám még a Sorø-ben kimutatott viszonylag kis számú fajnak sem tudunk egyértelmű affinitási értékeket adni a több mint 40 éves dániai, és az ezekkel egyidős dél-skandináv adatok alapján.

A hierarchikus klaszter analízis eredményei alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az ászkarajok szempontjából az urbán és szuburbán területek élőhelyek hasonlóak voltak. Mindazonáltal a kis egyedszámú („ritka”) fajok jelenléte felhívja a figyelmet arra, hogy az általunk vizsgált skála (rural-szuburbán-urbán grádiens) mellett az adott élőhely mikro-mozaikosságából fakadó különbségekkel is számolnunk kell. Erre jó példa *L. hypnorum*, amelynek adatai a vizsgálati területünkön a szuburbán területhez köthetők, de az irodalmi adatok (Meinertz 1964) alapján a faj elterjedése erősen kötődik az állandóan vizes élőhelyekhez, még a humid klímájú Dánián belül is (Meinertz 1950, Gruner 1966). Miután a szuburbán csapdahelyek közelében vizesárok húzódik, feltehető, hogy az *L. hypnorum* élőhely választását is ez, semmint a terület zavartsági foka határozta meg. Ez a tény több korábbi tanulmány (Savard *et al.* 2000, Weller & Ganzhorn 2004) tapasztalatait támasztja alá, miszerint a megfelelő, esetünkben az eddigieknél sokkal finomabb skálán szükséges a kapott eredményeket értelmezni.

Hipotézisünkkel ellentétben a sorø-i vizsgálatok nem mutattak ki olyan fajokat, amelyek a melegebb égtájokról behurcolva sikeresen kolonizálták volna a hűvösebb klímájú, északi város élőhelyeit. Ennek bizonyára biogeográfiai okai vannak, hiszen a vizsgált terület földrajzilag és makroklímájában is távol esik a Mediterráneumtól és a Közel-Kelettől, amelyek az endemizmusok alapján az Oniscidea taxon fontos fajképződési centrumjának tekinthetők (Pl. Sfenthourakis & Giokas 1998). Görögországban csupán az *Armadillidium* genus fajából 55 ismert (Schmalfuss 2000), ezzel szemben a Németalföldön és Skandináviában az eddig kimutatott ászkafajok száma csak az üvegházi, behurcolt fajokkal együtt haladja meg a harmincat (Meinertz 1950, Wouters *et al.* 2000, Berg & Wijnhoven 1998). A közbeeső területek városi élőhelyeiről, például Magyarországról (Korsós *et al.* 2002, Farkas 2005, Vilisics 2005) vagy Csehországból (Flasarová 1968, 1995) már vannak feljegyzések mediterrán fajok megtelepedéséről. Ezek alapján feltételezhető, hogy Európában az urbanizált területek behurcolt mediterrán fajainak aránya a mérsékelt éghajlatú területeken nagyobb, míg az északi országokban már csak az üvegházakra korlátozódik. Mindezen feltevéseket módosíthatja az a tény, hogy a vizsgált város mérete meg sem közelíti az általában vizsgált városokét (pl. Hamburg, Helsinki), és kis városokra vonatkozó előzetes tapasztalatok híján mi nagyvárosi viszonyokra alkalmazott hipotéziseket teszteltünk. Sorø-ben a bevezetésben ismertetett főbb urbanizációs hatások közül a város méreténél fogva a természetes élőhelyek jelentős megváltozása, leromlása, pusztulása, illetve a magas beépítettség vehető figyelembe.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy az Isopoda fajok válasza az urbanizációs folyamatokra, urbán és szuburbán területeken egyaránt, a jelentősen növekvő abundanciában jelentkezett, tehát az urbanizáció hatásai még a viszonylag kis számú lakosság mellett, és az adott vizsgálati területen egy fajszegény állatcsoporton is kimutathatóak voltak.

A gyűjtések során előkerült hat faj mindegyike régről ismert Dániában (Meinertz 1934).

Elterjedésük a régió többi országát is érinti, ezért feltételezhető, hogy ebben a klímaöbven a németalföldi és a skandináv országok hasonló méretű városaiban az urbanizációs folyamatok hasonlóan hatnak az ászkarák együttesekre.

*

Köszönetnyilvánítás – Segítségükért köszönetet mondunk a Sorø Akademi Stiltfelse-nek, és a Dán Mezőgazdaságtudományi Kutatóintézetnek; anyagi támogatást az OTKA T 043508, a Danish International School for Biodiversity Studies (ISOBIS) és a Magyar Ösztöndíj Bizottság (Eötvös ösztöndíj, Elek Z) biztosítottak.

Irodalomjegyzék

- Alaruikka, D., Kotze D. J., Matveinen K. & Niemelä J. (2002): Carabid beetle assemblages along a forested urban-rural gradient in southern Finland. – *J. Insect Conserv.* **6**: 195–206.
- Berg M. P. & Wijnhoven H. (1998): Landpissebedden. – *Wetenschappelijke Mededelingen KNNV* **221**: 1–80.
- Connell, J. H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. – *Science* **199**: 1302–1310.
- Douglas, I. (1992): The case for urban ecology. – *Urban Nat. Mag.* **1**: 15–17.
- Elek, Z. & Lövei G. L. (2005): Ground beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages along an urbanisation gradient near Sorø, Zealand, Denmark. – *Entomologiske Meddelelser* **73**: 17–23.
- Eversham B. C., Roy D. B., Telfer, M. G. (1996): Urban industrial and other manmade sites as analogues of natural habitats for Carabidae. – *Ann. Zool. Fenn.* **33**: 149–156.
- Farkas, S. (1998) Population dynamics, spatial distribution, and sex ratio of *Trachelipus rathkei* Brandt (Isopoda: Oniscidea) in a wetland forest by the Drava River. – *Isr. J. Zool.* **44**: 323–331.
- Farkas, S. (2005): Data to the knowledge of the terrestrial isopod (Isopoda: Oniscidea) fauna of Baranya county (Hungary: South Transdanubia). – *Acta Agraria Kaposvárensis* **9**: 67–86.
- Flasarová, M. (1968): *Buddelundiella cataractae* Verhoeff, 1930, in der Tschechoslowakei (Isopoda, Oniscoidea). – *Crustaceana* **11**: 33–44.
- Flasarová, M. (1995): Die Isopoden Nordwestböhmens (Crustacea: Isopoda: Asellota et Oniscidea). – *Acta Scientiarum naturalium* (Brno) **29**: 1–156.
- Germaine S. S. & Wakeling, B. F. (2001): Lizard species and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA. – *Biol. Cons.* **97**: 229–237.
- Gray, J. S. (1989): Effects of environmental stress on species rich assemblages. – *Biol. J. Linn. Soc.* **37**: 19–32.

- Gaublomme, E., Dhuyvetter, H., Verdyck, P. & Desender, K. (2005): Effects of urbanisation on carabid beetles in old beech forests. – In: Lövei, G. L. & Toft, S. (eds.): *European Carabidology 2003. Proceedings of the 11th European Carabidologists' Meeting. DIAS Report, Flakkebjerg*, pp. 111–123.
- Gruner, H. E. (1966): Krebstiere oder Crustacea. V. Isopoda. – In: Dahl, F. (szerk): *Die Tierwelt Deutschlands, Teil 53, 2. Lieferung*. Gustav Fischer Verlag, Jena, pp. 151–380.
- Guntenspergen, G. R. & Levenson, J. B. (1997): Understory plant species composition in remnant stands along an urban-rural land use gradient. – *Urban Ecosyst.* **1**: 155–169.
- Ishitani, M., Kotze, D. J. & Niemelä, J. (2003): Changes in carabid beetle assemblages across an urban-rural gradient in Japan. – *Ecography* **26**: 481–489.
- Korsós, Z., Hornung, E., Szlávecz, K. & Kontschán, J. (2002): Isopoda and Diplopoda of urban habitats: new data to the fauna of Budapest. – *Annls. hist.-nat. natn. hung.* **94**: 193–208.
- Lo, C. P. & Quattrochi, D. A. (2003): Land-use and land-cover change, urban heat island phenomenon, and health implications: A remote sensing approach. – *Photogramm. Eng. Rem. S.* **69(9)**: 1053–1063
- Magura, T., Tóthmérész, B., Molnár, T. (2004): Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary. – *Landscape Ecol.* **19**: 747–759.
- Magura, T., Tóthmérész, B. & Molnár, T. (2005): Species richness of carabids along a forested urban-rural gradient in eastern Hungary. – In: Lövei, G. L. & Toft, S. (eds.): *European Carabidology 2003. Proceedings of the 11th European Carabidologists' Meeting. DIAS Report, Flakkebjerg*, pp. 209–217.
- Magura T., Tóthmérész, B. Hornung, E. (2006): Az urbanizáció hatása talajfelszíni ízeltlábúakra. – *Magyar Tudomány*, pp. 705–708.
- Magurran, A. E. 2003. Measuring biological diversity. Blackwell Science, Oxford, pp. 260.
- Meinertz, T. (1934): Die Landisopoden Dänemarks. II. Die Onisciden. – *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere* **66**: 211–284.
- Meinertz, T. (1950): The distribution of the terrestrial isopods in Denmark and some remarks on their distribution in the neighbouring countries. – *Videnskabelige Meddelelser fra dansk naturhistorisk Forening* **112**: 165–223.
- Meinertz, T., (1964): The distribution of the terrestrial isopods in Denmark up to 1963. – *Videnskabelige Meddelelser fra dansk naturhistorisk Forening* **126**: 465–496.
- Niemelä, J., Kotze, D. J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M., & Spence, J. (2000): The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. – *J. Insect Conserv.* **4**: 3–9.
- Niemelä, J., Kotze, D. J., Venn, S., Penev, L., Stoyanov, I., Spence, J., Hartley, D. & Montes de Oca, E. (2002): Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. – *Landscape Ecol.* **17**: 387–401.
- Parsons, H., French, K. & Major, R. E. (2000): The influence of remnant bushland on the composition of suburban bird assemblages in Australia. – *Landscape Urban Plan.* **66**: 43–56.

- Sadler, J. P., Small, E. C., Fiszpan, H., telfer, M. G. & Niemelä, J. (2006): Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban–rural gradient using woodland carabid assemblages. – *J. Biogeogr.*, **33**: 1126–1138.
- Savard J.-P.L., Clergeau, P. & Mennechez, G. (2000): Biodiversity concepts and urbaneco-systems. – *Landscape Urban Plan.* **48**: 131–142.
- Schmalfuss, H. (2000): Distributional patterns in the Greek species of the terrestrial isopod genus *Armadillidium* Brandt, 1833. – *Belgian Journal of Zoology* **130**: 77–82.
- Sfenthourakis, S. & Giokas, S. (1998): A biogeographical analysis of Greek Oniscidean endemism. – *Isr. J. Zool.* **44**: 273–282.
- Statsoft 2004: The small book. *Statsoft Inc.*, Tulsa, OK, USA.
- Tóthmérész, B. 1993: NuCoSa 1.0.: Number cruncher for community studies and other ecological applications. – *Abstracta Botanica* **17**(1–2): 283–287.
- Tóthmérész, B. & Magura, T. (2005): Affinity indices for environmental assessment using carabids. In: Lövei, G. L. & Toft, S. (eds.): *European Carabidology 2003. – Proceedings of the 11th European Carabidologists' Meeting. DIAS Report, Flakkebjerg*, pp. 345–352.
- Vandruff, L. W., Leedy, D. L., & Stearns, F. W. (1995): Urban wildlife and human well-being. – In: Sukopp, H., Numata, M. & Huber, A. (szerk.): *Urban Ecology as the Basis of Urban Planning*. SPB Academic Publishing, Hága, Hollandia, pp. 203–211.
- Venn, S. J., Kotze, D. J. & Niemelä, J. (2003): Urbanization effects on carabid diversity in boreal forests. – *Eur. J. Entomol.* **100**: 73–80.
- Vilisics, F. (2005): Új fajok és ritkaságok Magyarország teresztis ászkafaunájában (Isopoda, Oniscidea). Összefoglaló cikk, IV. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium, Budapest, pp. 479–485.
- Weller, B. & Ganzhorn, J. U. (2004): Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. – *Basic Appl. Ecol.* **5**: 193–201.
- Wienert, U. & Kuttler, W. (2005): The dependence of the urban heat island intensity on latitude – A statistical approach. – *Meteorologische Zeitschrift* **14** (5): 677–686
- Wouters, K., Tavernier, J. & Meurisse, L. (2000): Distribution and bibliography of the terrestrial Isopoda of Belgium. – *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique* **70**: 193–205.
- Zapparoli, M. (1997): Urban development and insect biodiversity of the Rome area, Italy. – *Landscape Urban Plan.* **38**: 77–86.

Abundance changes in terrestrial isopod assemblages along an urban-rural gradient in Denmark

Ferenc Vilisics¹, Erzsébet Hornung¹, Zoltán Elek^{1,2}, Gábor Lövei²

¹*Szent István University, Faculty of Veterinary Science, Department of Zoology*

²*Department of Integrated Pest Management, Danish Institute of Agricultural Sciences, Flakkebjerg Research Centre, Slagelse, Denmark*

We studied the species composition and abundance relations in isopod assemblages along an urbanisation gradient in Sorø, Denmark. We assumed a positive response for the increasing disturbance hypothesis or the intermediate disturbance hypothesis. We also predicted that cosmopolitan and exotic species gain dominance in the urban sites. Our results gave mixed support to these predictions. Species richness and species composition were the same along the gradient, but the abundance values were significantly higher in urban and suburban sites than in the forest. Hierarchical clustering separated the rural woodlice assemblage but the isopod assemblages of suburban and urban sites did not separate to distinct groups.

Key-words: terrestrial isopods, Isopoda, urbanisation disturbance gradient, species richness, abundance, diversity