

**Urbanizációs hatás vizsgálata ászkarák együtteseken
(Isopoda: Oniscidea):
esettanulmányok magyar és dán GlobeNet vizsgálatokból**

A doktori (PhD) értekezés tézisei

Vilisics Ferenc

Témavezetők:

Prof. Dr. Tóthmérész Béla
Debreceni Egyetem, TTK, Ökológiai Tanszék

Dr. Magura Tibor
Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság

Dr. Hornung Erzsébet
Szent István Egyetem, ÁOTK, Ökológiai Tanszék

DEBRECENI EGYETEM
Debrecen, 2009

1. BEVEZETÉS

Alapprobléma: a városiasodás

A városok terjeszkedése világszerte egyre nagyobb méreteket ölt. Becslések szerint napjainkra a Föld teljes népességének nagyobb része város lakó, de az arány a fejlett ipari országok esetében 80 %-ra is nőhet¹. A lakosság növekedésével együtt nő a beépített területek aránya is, amelynek hatására a természetes élőhelyek átalakulnak, esetleg a városi perem területeken izolált fragmentumok formájában fennmaradnak. A beépítettség rohamos növekedése és az ezzel járó fokozott természet-átalakítás miatt fontos vizsgálnunk az emberi zavarás élővilágra gyakorolt hatását. Tehetjük ezt annak érdekében, hogy kísérletet tehessünk a faji sokféleség, és elsősorban az őshonos fajok megőrzésére akár a városokban is.

A városi ökoszisztéma jellemzői

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. Az új élőhelyeket általában kozmopolita és trópusi, szubtrópusi fajok kolonizálják, klímaövtől és esetenként a kontinentstől is függő mértékben, miközben kiszorítják a régióra jellemző őshonos faunát a megtelepedésre alkalmas városi élőhelyekről is.

A világ nagyvárosaira jellemző, hogy durva közelítéssel, a természetes erdőfoltoktól a városmagig haladva egy olyan urbanizációs grádiens alakul ki, amely természetközeli, az elővárosi/városperei, és a városi kategóriákat foglalja magába. Ezek mentén vizsgálhatók az urbanizáció hatásai a helyi életközösségekre. Az elmúlt évtizedben hasonló vizsgálatok tárgyai voltak a növények, madarak, hullók és több ízeltlábú csoport is, ám a szárazföldi Isopoda együttesek nem.

A vizsgált taxon: szárazföldi ászkarák

Vizsgálataink aktualitását az adja, hogy városok teresztrisz ászkarák (Isopoda: Oniscidea) együtteseiről csak kevés ismerettel rendelkezünk. Ez különösen Dániára igaz, ahol az elmúlt negyven évben ezen az állatcsoporton semmilyen vizsgálatot nem végeztek. Ugyanakkor a talajlakó, makrolebontó közösség részeként funkcionális szempontból is nagy jelentőségű taxonról van szó, hiszen az ászkák fontos szerepet játszanak a szerves anyag, főként az elhalt növényi részek felaprózásában, lebontásában.

Az európai mérsékelt és hideg klímájú élőhelyek ászkafaunája sok más gerinctelen csoporthoz viszonyítva általában fajszegény. Az együttesek vázát jellemzően ugyanazon vagy hasonló kozmopolita és holarktikus fajok képezik, de jellemzőek a lokális, natív fajkészlet generalista, olykor specialista fajai is. Figyelemreméltó az ászkák ember általi terjedési képessége, amely segítségével sikeresen behurcolódnak új területekre is.

Jelen diszertációban csupán a felszínaktív ászkarák fajok adatainak elemzésére vállalkozunk, mert az alkalmazott talajcsapdázás a rejtettebb életmódú (pl. avarban bújkáló) fajokra erősen szelektív, ennél fogva nem nyújt megbízható képet az adott fajok populációiról.

A vizsgálatok célja

Két nagyobb, a GlobeNet protokollt² alkalmazó kutatási projekt részeként arra a kérdésre kerestük a választ, hogy melyek az urbanizáció hatásai a szárazföldi ászkarák együttesekre Debrecenben és a dániai Sorø városában. A két város mérete és lakóinak száma elmarad a korábbi kutatásokban vizsgált nagyvárosokétól (pl. Helsinki, Edmonton, Szófia), vizsgálataink ezáltal hozzájárulnak a kis és közepes méretű városok biodiverzitásának jobb feltáráshoz is.

Alapkérdésünk az volt, hogy a városiasodás miként hat a felszínaktív Isopoda együttesek egyes mutatóira, mint amilyen a fajgazdagság,

fajösszetétel, abundancia, szezonális aktivitás vagy az egyes populációk ivararánya? A kérdések megválaszolásához a talajlakó gerinctelen állatok kutatásában elterjedt hipotézisek mellett új, kifejezetten az ászkarákokra alapozottakat is teszteltünk.

Hipotézisek

Növekvő zavarás hipotézis³

A vizsgált területek ászkarák együtteseiben a zavarással együtt fokozatosan csökkenő fajgazdagságot feltételezünk.

Közepes zavarás hipotézis⁴

Feltételezzük, hogy a nagyobb biotóp diverzitással és mérsékelt zavartsággal bíró szuburbán területeken az ászka együttesek diverzitása a legnagyobb, mert itt a "természetes" natív fajok túlélése mellett a kozmopolita/szinantróp fajok is megjelennek, de jelentős dominancia rangot egyikük sem ér el.

Behurcolt fajok hipotézis⁵

Ez a hipotézis feltételezi, hogy a városi területeken (*urbán és szuburbán*) az erdei területekkel összehasonlítva a natív fajok aránya alacsonyabb a kozmopolita és idegenhonos fajokhoz képest.

Csökkenő egyenletesség hipotézis

Ez alapján feltételezzük, hogy az együttesek egyenletessége (a fajok adott együttesen belüli részesedése alapján) a városi területek felé csökken, mert a zavartsággal együtt nő a részaránya néhány kozmopolita és/vagy natív generalista fajnak, amelyek esetenként az urbanizált területeken egyeduralkodóvá is válhatnak.

Ivararány eltolódási hipotézis⁶

Hipotézisünkben feltételezzük, hogy a zavartság hatással van az ivararányokra is. Feltételezzük, hogy a széles elterjedésű

(pl. *kozopolita*) fajok ivararányaiban az eltérő bolygatottságú területeken nem, vagy csak csekély mértékű eltérést fogunk tapasztalni. Ezzel szemben az erdei fajok ivararányaiban jelentős különbségeket tapasztalunk az erdei és a zavart (*szuburbán, urbán*) élőhelyek között.

2. ANYAG ÉS MÓDSZEREK

A vizsgálati terület

A vizsgálatok 205100 fő (2008) lakosú Debrecenben és a 6996 fő (2003) lakosú dániai Sorø városokban történtek. A két város egyebek mellett földrajzi fekvésben, méretében és a lakosság számában különbözik alapvetően egymástól, mégis találunk olyan tényezőket, amelyekben hasonlítanak, és amely tényezők mentén bizonyos összehasonlítások is lehetségesek.

Fontos kritérium a GlobeNet vizsgálatokban, hogy a vizsgálandó területek fás vegetációval borítottak legyenek. Annak ellenére, hogy mindkét várost egyik oldalról intenzív művelésű mezőgazdasági területek övezik, a közigazgatási határ közvetlen közelében az eredetileg folytonos vegetáció tölgyes (Debrecen), illetve bükkös (Sorø) izolált foltjai is megtalálhatók. A vizsgált erdők a maguk nemében az utolsó nagyobb lombhullató erdőfragmentumok közé tartoznak az adott régióban.

Debrecenben ez a Nagyerdő, amelynek állományalkotó fafaja a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.), míg Sorø-ben az őshonos síkvidéki bükkösök maradványáról van szó. Az *erdei élőhelyek* az adott növény-társulásra jellemző struktúrát mutatnak, és folytonos, vagy gyakran ismétlődő emberi zavarásnak nincsenek kitéve.

A *szuburbán terület* a kertvárosi övezetben a natív erdő helyén található. A terület jellegében jelentősen eltér az erdőtől: épített környezetét a kertvárosra jellemző alacsony beépítettség (kb. 30 %) családi házak, aszfaltozott és aszfaltozatlan utak határozzák meg. Sorø-ben ezen kívül egy temető és egy nyílt csatorna is tartozik a szuburbán

övezetbe. Mindkét városban csak a szándékosan ki nem vágott és még élő őshonos fák emlékeztetnek az egykori erdőkre.

A belvárosi (*urbán*) mintavételi területnek Sorø-ben egy parkot választottunk a Sorø Akademi területén, amely szintén egykori bükkös erdő helyén található. Itt a parkosítás következtében a természetes vegetációt jórészt gondozott gyepek és egzotikus fák, cserjék váltották fel. A parkot részben egy tó határolja. Debrecenben az urbán terület egy városi park volt. A folyamatos látogatottság és a fenntartó kezelések miatt mindkét park változó mértékű, de rendszeres emberi zavarásnak van kitéve.

A mintavételi módszer

A mintavételezést a GlobeNet protokollban leírtaknak megfelelő volt: összesen 120 (3x40) talajcsapda működött három eltérő zavartságú területen, amelyeken belül egyenként négy mintavételi hely került kiválasztásra a talajcsapdák (40) 10-10-es megoszlásával. A foltok legalább 50 m-re, az egyes csapdák legalább 10 méterre voltak egymástól. A csapdázás minden esetben a talajállatok fő aktivitási periódusában, május elejétől október közepéig tartott. A csapdák ürtése Debrecenben 2002-ban és 2004-ben, illetve Sorø-ben 2004-ben kéthetente történt, miközben a talajcsapdák folyamatosan üzemeltek. Sorø-ben 2005-ben ún. impulzív mintavételi módszert alkalmaztak, ami kéthetes működés és kéthetes pihentetési periódusok váltakozását jelenti. Ez a talajfauna kíméletesebb, mégis reprezentatív mintavételezését eredményezi.

Az adatok elemzése

A három élőhelytípus csapdánkénti átlagos fajgazdagságát és átlagos egyedszámát a robusztus Kruskal-Wallis nem parametrikus teszttel végeztük. A leíró statisztikák közül hierarchikus klaszteranalízist használtunk az egyes városokban elhelyezett

12 csapdacsoport hasonlóságának kimutatására, kvalitatív és kvantitatív adatokat véve alapul. Az analízishez Bray-Curtis távolságfüggvényt használtunk.

A tízes csapdacsoportok adatait hierarchikus ANOVA módszerrel elemeztük, hogy megállapítsunk az egyes Isopoda fajok elterjedésében és gyakoriságában megmutatkozó különbségeket. Post-hoc tesztként Fisher LSD (*legkisebb szignifikáns különbség próba*) tesztet alkalmaztunk, $p < 0,05$ szignifikancia szinten.

Az Isopoda együttesek struktúráját rang/abundancia görbékkel vizsgáltuk. Ez utóbbi az együttesek fajainak százalékos megoszlása alapján csökkenő rendben mutatja az egyes rangokat, amely alapján következtetni lehet egy együttes egyenletességére. Az együttesek abundancia adatait különböző modellekre (pl. geometrikus, törtpálca) illesztettük.

A diverzitási értékek számításához Shannon egyenletességet, valamint Simpson, Shannon-Wiener és Berger-Parker indexeket használtunk. Az élőhelytípusok diverzitását Rényi-diverzitási profilokkal tettük szemléletessé. A gyakoribb ászkarák fajok szezonális aktivitását négy negyedre osztottuk. Az aktivitás csúcsát ott határoztuk meg, ahol az abundancia elérte az összes fogott egyed 50 százalékát⁶. A „fő aktivitási periódus” kezdetét és a végét az a pont határozta meg, ahol az összegyedszám elérte a 25, illetve a 75 százalékot. A „korai” és a „kései aktivitási” periódusok ennek megfelelően a fő aktivitási periódus előtti és utáni időszakot jelölik.

A gyakoribb ászkarák fajok ivararányának a hipotetikus 1:1 aránytól való eltérését mind az egy évre összesített adatok alapján, mind a az egyes talajcsapda ürítési időpontra vontakoztatva χ^2 tesztel hasonlítottam össze. A nemek aktivitási mintázatát, a szezononkénti eltérést az 1:1 aránytól a hímek százalékos részesedését alapul véve ábrázoltuk.

3. EREDMÉNYEK

1. A talajcsapdás mintavétel közösségi szinten hasonló eredményeket mutatott Debrecenben és Sorø-ben: mindhárom, egymástól eltérő urbanizáltságú területen (erdő, szuburbán, urbán) egyaránt alacsony fajszaám és magas abundancia volt jellemző, miközben semmilyen, vagy csak kis eltérések mutatkoztak a fajösszetételben a városok egyes területei között.

2. A két városban összesen kilenc felszínaktív ászkafajt találtunk. Ezekből három (*Armadillidium vulgare*, *Porcellio scaber*, *Trachelipus rathkii*) volt közös. Nem találtunk behurcolt, idegenhonos fajokat, mindkét városban kozmopolita, holarktikus és gyakori európai fajok kerültek elő. Élőhely specialistát egyet-egyet tudtunk kimutatni mindkét városban (Debrecen: *Trachelipus ratzeburgii*; Sorø: *Ligidium hypnorum*). Nevezett fajok – talán éppen különleges igényeik miatt – nem mutattak egyértelmű preferenciát kizárólagosan egy élőhelytípus irányába sem, ezért valószínű, hogy elterjedésüket nem az urbanizációs hatások, hanem a bizonyos speciális élőhelyek vagy mikroélőhelyek megléte (pl. nedves árokpárt) vagy hiánya befolyásolta a legjobban.

Az élőhelytípusok hasonló vagy egyforma fajösszetétele miatt több hipotézisünk nem, vagy csak részben teljesült („Közepes zavarás”, „Növekvő zavarás” és „Behurcolt fajok” hipotézisek).

3. Debrecenben 2002-ben az erdőtől a városi parkig csökkenő tendencia mutatkozott a csapdánkénti átlagos fajszaámban. Szignifikáns eltérést tapasztaltunk ($H=45,7$; $p<0,05$) az erdő és a szuburbán, valamint az erdő és urbán területek között ($p<0,05$), míg az urban és szuburbán terület között nem volt jelentős eltérés ($p=0,36$). A csapdánkénti fajszaám 2004-ben nem különbözött szignifikánsan az élőhelytípusok között (Kruskal-Wallis $H=2,8$; $p=0,2$).

4. Sorø-ben a csapdánkénti átlagos fajgazdagságban 2004 és 2005 között eltéréseket mutatkoztak. Az első évben az erdőtől a városi parkig

fokozatos csökkenés mutatkozott (négyről három fajra), míg a következő évben nem volt számottevő eltérés ebben a mutatóban (3 faj) az élőhelytípusok között.

5. Az ászkarák együttesek aktivitási denzitása Sorø-ben mindkét évben az erdőben volt a legalacsonyabb (10345 és 1970 egyed), amelyet a szuburbán (34112, 8751) és a városi park (55112, 19718) követett; míg Debrecenben nem lehetett hasonló következtetést megfigyelni (erdő: 2735 és 3257; szuburbán: 2720 és 4000; urbán: 3548 és 2584).

6. Debrecenben a csapdánkénti átlagos egyedszámok eltérően alakultak a két év során. 2002-ban a városi park szignifikánsan a legnagyobb értéket (Kruskal-Wallis $H=6,51$, $p<0,05$) mutatta, míg az erdő és a szuburbán terület nem különbözött egymástól jelentősen. Ezzel szemben 2004-ben mind a három vizsgált élőhelytípus terület csapdánkénti egyedszámainak összehasonlításával szignifikáns különbségeket kaptunk ($H=14,3$, $p<0,05$). A területek összevetésekor a szuburbán és az urbán területek csapdánkénti egyedszámai szignifikáns különbséget mutattak a szuburbán és az urbán területektől ($p<0,05$).

7. A 2004-es és 2005-ös sorø-i minták alapján az Isopoda együttesek abundanciái mindkét évben hasonló trendet követtek, azaz az abundancia az erdőben volt a legkisebb, és a városi parkban a legnagyobb. A 2004-es és 2005-ös vizsgálati évben mindhárom élőhely típus között szignifikáns eltérés volt az Isopoda együttesek aktivitási denzitásai alapján (Kruskal-Wallis $H=61$, $p<0,01$; $H=58,5$, $p<0,01$).

8. A 12 csapdacsoport fajösszetétele és abundanciája alapján a városi park és a természetközeli erdő élőhelytípusok rendszerint jól elkülönültek, míg a szuburbán terület nem mutatott tiszta egyértelmű különbséget.

9. A hierarchikus ANOVA eredményei mindkét városban, és minden vizsgálati évben, mind a 12 csapdacsoport, mind az élőhelytípusok (erdő, szuburbán, urbán) alapján szignifikáns, illetve marginálisan szignifikáns eltéréseket mutatott az összesített egyedszámok alapján, bár eltérő

szignifikancia szinten ($p < 0,1 - 0,01$).

10. A felszínaktív Isopoda együttesek diverzitását mindkét városban – urbanizáltságtól függetlenül – az alacsony fajgazdagság mellett az alacsony egyenletesség jellemezte. Az egyes fajok tömegességi viszonyai azonban élőhely-típusonként változtak, tehát a különböző urbanizáltságú területek általában eltérnek a meghatározó, domináns Isopoda fajaikban.

11. Az alkalmazott diverzitási indexek, valamint a Rényi-diverzitási profilok alapján elmondható, hogy Debrecenben az erdei terület bizonyult a többinél magasabb diverzitásúnak, de összességében csak kis különbségek mutatkoztak a három élőhelytípus között, mind a ritka, mind a tömeges fajok tekintetében.

12. A soró-i területek diverzitása 2004-ben a ritka fajok alapján nem különbözött, míg 2005-ben a hiányzó *T. rathkii* miatt az erdő diverzitása alacsonyabbnak bizonyult a többi mintaterületnél. A tömeges fajok alapján mindkét évben a szuburbán élőhelyen tapasztaltuk a legnagyobb diverzitást. Ezt 2004-ben a városi park és az erdő követte, míg 2005-ben az urbán habitatban volt a legalacsonyabb a diverzitás.

13. Az Isopoda fajok szezonális aktivitásában bekövetkezett változásokból az urbanizáció közvetett hatásaira lehet következtetni. Ezek a hatások azonban minden fajon, a fajok ökológiai jellemzőinek, különbségeinek tükrében, másként érvényesülnek. Eredményeink egyértelműen jelzik, hogy az aktivitás mintázata mindig az adott fajra jellemző, amelyben nem lehet egyértelmű, közös trendet megállapítani az együttesek szintjén.

14. A gyakori felszínaktív fajok éves összesített ivararányai Debrecenben minden élőhely esetén egyértelmű 60-80 százalékos nőstény túlsúlyt bizonyítottak. A χ^2 teszt mind a négy vizsgált, gyakoribb fajnál (*A. vulgare*, *P. collicola*, *T. rathkii*, *T. ratzeburgii*) szignifikáns különbséget mutatott ($p < 0,05$) a nőstények javára a feltételezett 1:1 ivararányhoz képest.

A Sorø-ben, 2004-ben kimutatott gyakori felszínaktív fajok (*P. scaber*, *O. asellus*, *P. muscorum*) populációiban szintén nőstény túlsúlyt tapasztaltunk, a terület zavartságától függetlenül. Az 1:1 arányt egyedül az *O. asellus* populációi közelítették az erdőben (52 %), szuburbán (55 %) és urbán (54 %) élőhelyeken. A dániai vizsgálat második évében (Sorø, 2005) a gyakori fajok (*P. scaber*, *O. asellus*, *P. muscorum*) populációiban a nőstények az előző évinél kisebb mértékben, de többnyire szignifikáns többségben voltak a gyakori fajok populációiban, zavartságtól függetlenül. 2005-ben az 1:1 aránytól való legnagyobb, relevánsnak tekinthető eltérést a *P. muscorum* városi parkban (urbán) lévő populációjánál tapasztaltuk, az eltérés itt sem haladta meg a 60 százalékot (59 %). Az vizsgálatok során egyetlen ízben Sorø-ben (2005) találkoztunk enyhe hím túlsúllyal, nevezetesen az *O. asellus* faj esetében, ahol 52 százalékos hím részesedést tapasztaltuk.

15. A nemek szezonális aktivitási mintázatában mindkét városban (Debrecen, Sorø) a vizsgált fajok populációs trendjére jellemző volt a hímek tavaszi és kora nyári – az abundanciában tükröződő – felszíni aktivitás növekedése, ami esetenként még a nőstényekét is meghaladta. A tavaszi – kora nyári időszakot követő időpontokban kivétel nélkül a nőstények dominálnak (χ^2 teszt, $p < 0,05$).

4. A FEJEZETBEN HIVATKOZOTT IRODALOM

- ¹UN World Urbanization Prospects 2007 Revision. URL: www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf
- ²Niemelä, J., Kotze, 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.
- ³Gray, J.S. (1989): Effects of environmental stress on species rich assemblages. *Biol J Linn Soc* **37**: 19-32.
- ⁴Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* **199**: 1302-1310.
- ⁵Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, L.G. & Hornung, E. (2007): Composition of terrestrial Isopod assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. *Pedobiologia* **51**: 45-53.
- ⁶Paoletti, M.G. & Cantarino, C.M. (2002): Sex ratio alterations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy. *Appl Soil Ecol* **19**: 113-120.
- ⁷Fazekas, J., Kadar, F., Sároszpataki, M. & Lövei, L.G. (1997): Seasonal activity, age structure and egg production of the ground beetle *Anisodactylus signatus* (Coleoptera: Carabidae) in Hungary. *Eur J Entomol* **94**(4): 473-484.

5. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉVEL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓK

Külföldi folyóiratokban megjelent, lektorált cikkek

Vilisics, F. & Hornung, E. (2009): Urban areas as introduction hot-spots and shelters for native isopod species. *Urban Ecosystems* DOI: 10.1007/s11252-009-0097-8

Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, L.G. & Hornung, E. (2007): Composition of terrestrial isopod assemblages under different urbanisation stages in Denmark. *Pedobiologia* **51**: 45-53.

Hornung, E., Tóthmérész, B., Magura, T., & Vilisics, F. (2007): Changes of isopod assemblages along an urban - suburban - rural gradient in Hungary. *Eur J Soil Biol* **44**: 158-165.

Hazai folyóiratokban megjelent, lektorált szakcikkek

Vilisics, F. & Hornung, E. (in press): A budapesti ászkarák (Isopoda: Oniscidea) fauna kvalitatív osztályozása. *Állattani Közlemények*

Vilisics, F. (2007): New and rare species in the isopod fauna of Hungary (Crustacea, Isopoda, Oniscidea): results of field surveys and revisions. *Fol Hist Mus Matr* **31**: 115-123.

Szerkesztett kötetben megjelent, lektorált szakcikkek

Hornung, E., Vilisics, F. & Sóllymos, P. (2008): Low alpha and high beta diversity in terrestrial isopod assemblages in the Transdanubian region of Hungary. In: Zimmer, M., Cheikrouha, C., Taiti, S. (Szerk.): *Proceedings of the International Symposium of Terrestrial Isopod Biology, ISTIB-7*. Shaker Verlag, Aachen, Németország, pp 1–13.

Vilisics, F., Hornung, E., Elek, Z. & Lövei, G. (2007): Ászkarák (Crustacea, Isopoda) együttesek egyedszám változásai egy dániai urbanizációs grádiens mentén. *Termvéd Közl* **13**: 349-360.

Ismeretterjesztő munkák

Vilisics, F. (2008): A városok és az urbanizáció az ökológia kontextusában 1. rész: A városok fejlődése és a városiasodás. *Mentrópia* (online magazin) II(32):22-23. URL: <http://www.mentropia.hu>

Vilisics, F. (2007): Rákok a szárazföldön: A hódító ászkák. *Természet Búvár*, 62. évfolyam 1. szám, pp. 34-36.

6. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT PREZENTÁCIÓK

Nemzetközi konferenciák összefoglalói

Vilisics, F., Hornung, E. Elek, Z. Lövei L.G., Magura, T & Tóthmérész, B. (2009): Abundance patterns of isopod assemblages under different urbanization stages in Hungary and Denmark. *10th Central European Workshop of Soil Biology*, České Budějovice, Cseh Köztársaság, Abstract book p. 90.

Vilisics, F., Sólymos, P., Kemencei, Z., Nagy, A., Farkas, R. & Hornung, E. (2009): Contrasting responses to environmental factors in generalist and specialist terrestrial isopods. *10th Central European Workshop of Soil Biology*, České Budějovice, Cseh Köztársaság 2009 április.

Hornung, E., Tuf, I.H., Szlávecz K, Végh, A., Vesztergom, N. & Vilisics, F. (2009): Temporary pattern of isopod sexes (Crustacea, Oniscidea). *10th Central European Workshop of Soil Biology*, České Budějovice, Cseh Köztársaság 2009 április.

Szlávecz, K., Hornung, E., Csuzdi, Cs., Z. Korsós, Z., Vilisics, F., Sólymos, P. & Pouyat, R. (2008): Patterns in Urban Soil Biodiversity: Biotic Homogenization and Urban Vicariance. *2008 Baltimore Ecosystem Study (BES) Annual Meeting*, Baltimore, USA.

Vilisics, F. & Hornung, E. (2008): City matrix as hot spot for introduction and shelter for native fauna elements: examples on Isopods (Crustacea, Oniscidea) from Hungary. *Urban Biodiversity &*

Design, Erfurt, Németország. Book of Abstracts p. 243.

Szlávecz, K., Csuzdi, Cs., Korsós, Z., Hornung, E. & Vilisics, F. (2008) Earthworms, Isopods and Millipedes on the Urban Landscape: Patterns in European and American Cities (Előadó: Vilisics F.). *Urban Biodiversity & Design*, Erfurt, Németország. Book of Abstracts p. 234.

Szlávecz, K., Hornung, E., Csuzdi, Cs., Korsós, Z., Vilisics, F. & Pouyat, R. (2007): The Soil Biota of the Urban Landscape: Patterns in European and American Cities. *2007 Baltimore Ecosystem Study (BES), Annual Meeting*, Baltimore, USA.

Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, L.G & Hornung, E. (2007): Seasonal dynamics of isopod species under different urbanisation stages in Denmark. *9th Central European Workshop of Soil Biology*, České Budějovice, Cseh Köztársaság. Abstract Book p. 70.

Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, L.G & Hornung, E. (2007): Changes of terrestrial isopod assemblages under different urbanisation stages in Denmark. *7th International Symposium on the Biology of terrestrial Isopods*, Tunisz, Tunézia.

Szlávecz, K., Hornung, E., Vilisics, F., Csuzdi, Cs & Korsós, Z. (2006): The soil ecosystem in urban areas: soil biodiversity. *1st European Congress of Conservation Biology*, Eger, p. 333.

Hornung, E., Tóthmérész, B., Magura, T. & Vilisics, F. (2004): Changes of isopod assemblages along an urban - suburban - rural gradient in Hungary. *6th International Symposium on the Biology of terrestrial Isopods*, Aveiro, Portugália.

Magyarországi konferenciák, rendezvények

Vilisics, F., Hornung, E., Elek, Z., Lövei, L.G., Magura, T. & Tóthmérész, B. (2009): Urbanizációs hatás vizsgálata ászkarák együtteseken (Isopoda: Oniscidea): esettanulmányok magyar és dán GlobeNet vizsgálatokból. *MBT Állattani Szakosztály*, márciusi előadóülés.

- Vilisics, F., Hornung, E., Tóthmérész, B. (2009): Az urbanizáció hatása a talajfaunára: Debrecen. Állatorvosi Doktori Bizottság beszámoló. pp. 18.
- Vilisics, F., Hornung, E., Magura, T & Tóthmérész, B. (2008): A nemek aktivitási mintázata Isopoda együttesekben: Esettanulmány Debrecenből. *Magyar Biológiai Társaság, Állattani Szakosztály*, októberi előadózás.
- Vilisics, F. & Hornung, E. (2007): A budapesti ászkafauna (Isopoda: Oniscidea) kvalitatív osztályozása. *III. Szünzoológiai Szimpózium*, Budapest.
- Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, G & Hornung, E. (2006): Ászkarák (Isopoda: Oniscidea) abundancia és populáció-dinamikai vizsgálata egy dániai urbanizációs gradiens mentén. 7. *Magyar Ökológus Kongresszus*, Budapest
- Vilisics, F., Hornung, E., Elek, Z & Lövei, G. (2005): Ászkarák (Crustacea, Isopoda) együttesek egyedszám változásai egy dániai urbanizációs gradiens mentén. *III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia*, Eger, Program és Absztrakt kötet p. 225.

An outline of the PhD Thesis

**Effects of urbanization on terrestrial isopod assemblages
(Isopoda: Oniscidea):
GlobeNet studies in Hungary and Denmark**

Ferenc Vilisics

Supervisors:

Prof. Dr. Béla Tóthmérész

Debrecen University, Faculty of Science and Technology, Department of
Ecology

Dr. Tibor Magura

Hortobágy National Park Directorate

Dr. Elisabeth Hornung

Szent István University, Faculty of Veterinary Sciences, Department of
Ecology

DEBRECEN UNIVERSITY

Debrecen, 2009

1. INTRODUCTION

Key problem: urbanization

Rapid growth of urban areas is a global challenge. The latest figures show a striking increase in urban population world-wide, indicating that by now over 50% of humans inhabit major cities¹. Parallel with the increase of urban population a growing demand for more managed and urbanized lands have appeared. Urban land management means altering, fragmenting causing severe damage on natural habitats. To understand how human activity affects nature we must observe different species and communities in and around the cities. Thus, besides mere cognition, we can attempt to protect native flora and fauna *within* urban areas, supporting the well-being of human societies as well.

Urban environment

Proving that high biodiversity not necessarily means better (i.e. natural) environmental conditions, the activity of humans often leads to an increase of species richness in urban areas, in contrast with natural habitats.

Massively disturbed and newly created artificial biotopes are successfully colonized by a few eurytopic or exotic species extirpating more specialized native species in major settlements. This biotic homogenization is characterized by high similarities of species compositions among cities, regardless to altitude or topographical location.

Simplifying the similarities of city structures, major cities can be divided into three zones from the natural forest remnants to the suburban residential area and the greatly urbanized city core. This large-scale categorization gives opportunity to observe the human impact on local populations in cities among three disturbance levels. Studies on urban biota in the past few decades have covered vascular

plants, birds, mammals and several invertebrate taxa, but terrestrial isopods were not included.

Terrestrial isopods

Our knowledge of Isopoda fauna of cities is far from comprehensive. The lack of distribution data is especially eye-catching for Denmark, where no data have been published about woodlice from human settlements in the past half century.

As members of soil dwelling macrodecomposer guild, woodlice play an important functional role in fragmenting, and degrading dead plant material.

The isopod fauna of temperate European cities is often regarded as poor in comparison with other invertebrate taxa. I assume the low species number often reflect the limitations of applied sampling methods that greatly biases these results. Recent studies underline that species richness of urban areas are greater than the surrounding species pool due to habitat heterogeneity and intense species introduction processes. On the other hand, biotic homogenization has also been detected: widely distributed Cosmopolitan and Holarctic species cause great similarities in species composition among cities.

Aims of studies

As part of two research projects applying GlobeNet methods² we aimed to study how urbanization affects isopod assemblages in two European settlements (Debrecen, Hungary and Sorø, Denmark) of medium and small size, respectively. The size and number of inhabitants is far less than cities observed in previous GlobeNet studies (e.g. Helsinki, Edmonton, Sofia), thus our results provide unique information on the effects of urbanization on biodiversity in medium and small sized settlements.

We observed how urbanization affects species richness, abundance

patterns, seasonal dynamics and sex ratios of epigeic isopod assemblages and populations. We tested several hypotheses frequently used in soil zoological studies, and some new hypotheses were also developed specific to terrestrial isopods.

Hypotheses

Increasing disturbance hypothesis³

In this hypothesis we assumed a decrease in species richness in isopod assemblages with an increasing disturbance level. We also expected a rank/abundance to be the least even, fitting to geometric series model under the highest disturbance level (*urban park*).

Intermediate disturbance hypothesis⁴

We assumed the highest species richness of isopod assemblages in the suburban areas possessing a moderate disturbance and a higher habitat heterogeneity. Diversity of isopods is assumed to be the highest in the suburban areas, due to the expected co-occurrence of forest generalists and synanthropic species.

Introduced and invader species hypothesis⁵

In this hypothesis we expect introduced and synanthropic species to be dominant in urbanized areas in contrast with remnants of native forests where native generalists gain dominance.

Decreasing evenness hypothesis

We expect evenness of epigeic isopod assemblages to be lower in urbanized areas, because due to massive habitat alteration and destruction in urban areas, a few tolerant species can successfully establish, thus repressing other species of lower tolerance.

Shifting sex ratio hypothesis

We expect overall sex ratio of eurytopic isopods to be similar among areas representing different disturbance levels, while sex ratios of stenotopic isopods (*e.g. forest species*) shift towards females under higher disturbance.

2. MATERIALS AND METHODS

Study areas

We studied urban soil fauna in Debrecen (Hungary, 205,100 inhabitants in 2008) and in Sorø (Denmark, 6,996 inhabitants in 2003). Although the two observed towns show differences in many respects, the above mentioned fundamental similarities provide an opportunity to compare whether urbanization affects biodiversity in similar ways.

Both settlements are partly bordered by croplands while adjacent we found large remnants of native oak (Debrecen) and beech (Sorø) stands as well. The Nagyerdő ("*Big forest*") in Debrecen is dominated by English oak (*Quercus robur* L.), while forests near Sorø are characterized by European beech (*Fagus sylvatica* L.). Both forests are protected from frequent human disturbance.

Formerly forested areas, the *suburban zones* are located in the greenbelt of both towns, characterized by residential houses with gardens, paved and unpaved roads with an approximate 30% of total coverage altogether. Some remnants of the native forests are still visible in both towns. In Sorø, moreover, a cemetery and a ditch can be found in this zone.

Sampling areas regarded as "*urban*" were chosen in public parks in Debrecen and Sorø. In addition, both parks are covered with patches of native and "non-native" arboreal vegetation, shrubs and mown lawn. The Park of Sorø Akademi is bordered by a lake on the southern side. Due to regular management and to public access for leisure purposes,

both park areas are affected by frequent human disturbance (*e.g. trampling, dogs*).

Sampling design

The sampling methodology followed the GlobeNet protocol suggested by Niemelä *et al.*²: In total, 120 (3*40) pitfall traps were placed in three areas (rural, suburban, urban). Four sites were chosen within each area with 10 pitfall traps in each. Between-trap distance was at least 10 meters, within-site distance was at least 50 meters.

The sampling duration covered the main activity period of Carabid beetles (May – October) that more or less corresponds to the activity period of isopods. Years of sampling were 2002, 2004 (Debrecen) and 2004, 2005 (Sorø). Traps were emptied fortnightly in 2002 (Debrecen) and 2004 (Sorø), monthly in 2004 (Debrecen) and with the impulse method in 2005 (Sorø). With the latter method two weeks of pitfall trapping is followed by a two week break, thus effectively protecting soil fauna while still providing representative sampling data.

Data analyses

Due to high departures from normal distribution, for comparisons of species richness, and activity density among areas we applied the Kruskal-Wallis non-parametric test. We used cluster analyses with Bray-Curtis distances for revealing similarities among 12 trap-sites in each town and year. We tested similarities and differences of isopod abundances among and within areas by using hierarchical ANOVA, with Fisher LSD (*least significant difference*) as post-hoc test ($p < 0,05$).

Structures of epigeic isopod assemblages were observed with rank-abundance curves, allowing a simple way to compare assemblages by species ranks and evenness. I also attempted to fit rank abundance curves to different models (*e.g. geometric series, broken stick*) in order to give possible explanations for the results.

For diversity calculations I used Shannon evenness, and Simpson, Shannon-Wiener and Berger-Parker indices, and as a visual approach I applied Rényi diversity profiles.

Seasonal activity of frequent species was divided into four quarters. Peak activity was defined by the time when 50% of the total activity density was reached⁶. Main activity period started when abundance reached 25% of the total, and ended at 75%. We considered “early” and “late” activity periods to be before 25 and after 75 percent, respectively.

We observed the sex ratios of populations of common species in each area. Deviations from a hypothetical 1:1 ratio were tested with χ^2 test applied to overall population data, as well as seasonal activity densities.

3. RESULTS

1. Results of pitfall trapping on epigeic isopod assemblages of both towns studied showed similarly low species richness and relatively high activity densities regardless to the urbanization category of sampling areas (rural, suburban, urban). Uniformity was notable between epigeic species compositions of Debrecen and Sorø (33%), while similarities were remarkable in species compositions among areas in each town, too.

2. A total of nine epigeic species were found in two settlements observed with three frequent isopods (*Armadillidium vulgare*, *Porcellio scaber*, *Trachelipus rathkii*).

No alien species were found; in both towns, most species were common European, Holarctic or Cosmopolitan isopods. These woodlice are also regarded as habitat generalists. One species considered as habitat generalists appeared in each town: *Trachelipus ratzeburgii* (Debrecen), *Ligidium hypnorum* (Sorø). These species, however, didn't show clear preferences to certain habitat types. The occurrence of these

habitat specialists is often closely related to certain microhabitats (e.g. wet ditch, rotten logs), that can be found in all three habitat types.

In all cases, we must reject intermediate disturbance and the increasing disturbance hypotheses. While the presence and dominance of cosmopolitans partly supports the introduced species hypothesis, not a single alien isopod was found.

3. Average number of species (per trap) decreased from the rural to the urban areas in Debrecen in 2002. Significant differences were found in a comparison of the species of each of the three areas ($H=45,7$; $p<0,05$). Rural – suburban ($H=45,7$; $p<0,05$), and rural – urban comparisons showed significant differences between areas ($p<0,05$), while no significant difference was found between species numbers of suburban and urban areas ($p=0,36$). In 2004, the average numbers of species per trap didn't show great differences among areas (Kruskal-Wallis $H=2,8$; $p=0,2$).

4. In Sorø, we found differences in average species numbers (per trap) between 2004 and 2005. In the first year, we also found a gradual decrease from an average four to three species per trap along the rural – suburban – urban gradient. In 2005 an average three species appeared in each area per trap.

5. In Sorø, activity density of isopod assemblages was the lowest in the rural area (2004: 10345; 2005: 1970 individuals), followed by the suburban (34,112, 8,751) and the urban areas (55,112, 19,718) in each year. No such trend could be seen in Debrecen (rural: 2,735 and 3,257; suburban: 2,720 and 4,000; urban: 3,548 and 2,584).

6. Trends of activity density (captured individuals per traps) differed between the two years of observation in Debrecen. In 2002 the number of captured individuals was significantly higher in the urban park, while no such difference was measured between rural and suburban areas (Kruskal-Wallis $H=6,51$, $p<0,05$). In 2004, in contrast, the number of captured isopods was found to be significantly higher

between suburban and urban areas, while no great differences were found between suburban and rural areas (Kruskal-Wallis $H=14,3$, $p<0,05$).

7. In Sorø, overall activity densities of isopods showed similar trends in 2004 and 2005: the lowest numbers in the rural area and the highest activity densities in the urban park. We measured significant differences in activity densities among three areas in both years (Kruskal-Wallis $H=61$, $p<0,05$ (2004); $H=58,5$, $p<0,05$ (2005)).

8. 12 sampling sites - each consisting of ten pitfall traps - showed interesting clustering in the cluster analyses according to isopod species and abundance captured: in most cases rural sites formed distinct clusters while urbanized areas did not show great differences.

9. Hierarchical ANOVA proved the differences among rural, suburban and urban areas; moreover it also showed significant, or marginally significant differences in abundances among four sampling sites within a certain area ($p<0,1 - 0,05$).

10. Diversity of epigeic isopods was characterized by low species richness and low evenness regardless of urbanization level. Dominance structure of assemblages showed differences along the disturbance gradient indicating species specific responses to urbanization.

11. From the applied diversity indices and Rényi diversity profiles we can state that in Debrecen – with small differences though – diversity of the rural area was the highest (including rare and dominant species) in all cases.

12. Species richness in Sorø was the same in 2004 while one species, *T. rathkii* was missing from the rural area in 2005 causing additional slight differences in diversity values. Indices more sensitive to dominant species showed suburban area to have the highest diversity in both years.

13. Seasonal activity patterns of frequent isopod species suggest species specific responses to urbanization.

14. Overall sex ratios of populations of frequent species showed significant differences from an expected 1:1 ratio (χ^2 test, $p < 0,05$). All observed populations (*A. vulgare*, *P. collicola*, *T. rathkii*, *T. ratzeburgii*) were dominated by females comprising 60-80% of the total individuals captured.

Overall sex ratios of common epigeic isopods (*P. scaber*, *O. asellus*, *P. muscorum*) in Sorø differed significantly from an expected 1:1 ratio (χ^2 test, $p < 0,01$) in 2004, in most cases. The only exception is the rural population of *O. asellus* where we found no great difference in female – male ratio. In 2005, the overall sex ratios of common epigeic isopods (*P. scaber*, *O. asellus*, *P. muscorum*) were closer to 1:1 than in the previous year. The greatest difference occurred in the urban population of *P. muscorum* (59%) while slight male dominance occurred for *O. asellus*, for the first time in our studies.

15. Seasonal changes of sex ratios showed interesting patterns in both settlements (Debrecen, Sorø) characterized by an early summer activity peak for males, followed by the activity peak of gravid females. This trend, we suppose, clearly indicates a reproduction driven surface activity for males. Later periods are clearly dominated by females (χ^2 test, $p < 0,05$).

4. LITERATURE CITED

¹UN World Urbanization Prospects 2007 Revision. URL: www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf

²Niemelä, J., Kotze, 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.

³Gray, J.S. (1989): Effects of environmental stress on species rich assemblages. *Biol J Linn Soc* **37**: 19-32.

- ⁴Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* **199**: 1302-1310.
- ⁵Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, L.G. & Hornung, E. (2007): Composition of terrestrial Isopod assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. *Pedobiologia* **51**: 45-53.
- ⁶Paoletti, M.G. & Cantarino, C.M. (2002): Sex ratio alterations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy. *Appl Soil Ecol* **19**: 113-120.
- ⁷Fazekas, J., Kádár, F., Sárospataki, M. & Lövei, L.G. (1997): Seasonal activity, age structure and egg production of the ground beetle *Anisodactylus signatus* (Coleoptera: Carabidae) in Hungary. *Eur J Entomol* **94**(4): 473-484.

