

Soproni Egyetem

Erdőmérnöki Kar

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A környezet megvilágításának hatása a
fénycsapdába fogott rovarok összetételére**

Pintérmé Nagy Edit

Sopron

2017

Doktori Iskola:	Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
Program:	K1 Bio-környezettudomány alprogram
Tudományos témavezető:	Prof. Dr. Lakatos Ferenc

A téma jelentősége, a kutatás célkitűzései

A Föld népességének száma egyre gyorsabb ütemben emelkedik és ennek következtében a települések száma és kiterjedése növekszik. A nagyvárosokban élők számára biztonságot jelentenek az éjjel kivilágított utcák, terek, épületek, viszont a pozitív hatások magukban hordozzák a fejlett civilizációval járó negatív környezeti hatásokat is.

Az éjszakai természetes környezet megvilágítottságának szintjét megváltoztatják az emberi tevékenységből eredő fények, amelyet fényszennyezésnek nevezünk (CINZANO et al. 2001).

A rovarok az állatvilág összes csoportjai közül a legnagyobb számban előforduló élőlények. Egyes becslések szerint globális fajsámuk a Földön kb. 1 - 30 millió (MINELLI 1993), más források szerint 5- 10 millió, amelyek közül is kb. 1 millió rovarfajt írtak le és neveztek el hivatalosan (NEW 2009). A Magyarországon előforduló nagylepkek (Macrolepidoptera) fajsáma 1274, ezen belül az éjszakai nagylepke (Lepidoptera: Macroheterocera) fajok száma 1102 (VARGA 2010). Az éjszakai életmódú rovarok, ezen belül az éjjeli lepkék nagyon fontos növénybeporzók (McGREGOR et al. 2015), továbbá fontos táplálékbázist jelentenek számos állatcsoportnak pl. pókoknak (HEILING 1999), hüllőknek, kétéltűeknek (ENDERSON & POWELL 2001) madaraknak és a denevéreknek (RYDELL 1992).

A fényszennyezés az éjszakai életmódú rovarok ezen belül az éjjeli lepkék látását, életritmusát, védekező mechanizmusát, táplálkozását, szaporodását (peterakást és a párzást) (SOWER et al. 1970, NEMEC 1969, PFRIMMER et al. 1955, BROWN 1984), tájékozódását változtatja meg (FRANK 1988).

A dolgozat célja, hogy megvizsgálja a különböző fényszennyezettsgű vizsgálati területeken a fénycsapdába gyűjtött rovarközösségek összetételét, feltárja a fényforrástípusok, továbbá a környezet háttérmegvilágítás értéke és az egyedszámok közötti kapcsolatot. A dolgozat bemutatja szakirodalmi ismeretek alapján a fényszennyezés

legfontosabb negatív környezeti hatásait az állatvilágra, ezen belül is az éjszakai rovarokra.

A szerző az alábbi kérdésekre kereste a választ:

1. Szakirodalmi ismeretek alapján melyek a fényszennyezés hatásai az egyes állatcsoportokra vonatkozóan?
2. A megfigyelt éjszakai rovarok (rend szinten), továbbá az éjjeli nagylepkék (faj szinten) milyen arányban vonzódnak a kutatásban alkalmazott különböző teljesítményű, színhőmérsékletű mesterséges fényforrásokhoz?
3. Tapasztalható-e lényeges különbség az eltérő mértékben fényszennyezett környezetben fénycsapdázott rovarrendek egyedszáma között?
4. Mely rovarrendek dominánsak az éjszaka egyes időintervallumaiban?
5. Kimutatható-e kapcsolat a környezet háttérmegvilágítása és a fénycsapdázott egyedek száma között?
6. A tavaszi és az őszi fénycsapdázási időszakokban milyen eltérések mutathatók ki diverzitási értékekben az egyes fényforrások szerint?
7. Meghatározható-e a fényszennyezettség a különböző fénymérési adatok (lux, magnitúdó) alapján?

Anyag és módszer

Vizsgálati terület

A fénycsapdázásra három különböző megvilágítottságú területet választottunk ki Sopronban és környékén. A területeket a következőképpen neveztük el: természetközeli, átmeneti és mesterséges. A természetközeli terület mesterséges fényektől, fényszennyezéstől mentes, mely a Soproni hegyvidéken került kiválasztásra. Az átmeneti terület az utcai lámpákból és a lakóházakból eredő fények miatt mérsékelten fényszennyezett, amely Sopron külterületén, Bánfalván helyezkedik el. A városi terület Sopron város központjában a meteorológiai állomáson található, ahol jelentős a mesterséges fényekből eredő fényszennyezés.

Mintagyűjtés módszere

A mintákat 2012-2013-ban nyáron (június, július és augusztus) és 2014-ben tavasszal (március, április) és ősszel (október, november) Jermy-típusú fénycsapdával gyűjtöttem. A fénycsapdákból három különböző fényforrástípust használtam (nagynyomású nátrium lámpa, HMLI kevert fényű lámpa, kompakt fénycső). A fénycsapdázás időpontjait három napos ciklusokban választottam ki igazodva az első negyedhez, a teliholdhoz, az utolsó negyedhez és az újholdhoz. A fénycsapdák napnyugtától napkeltéig működtek, a rovarok elkábítása etil-acetáttal történt. A fénycsapdázás mellett fényméréseket is végeztem.

Az adatok kiértékelése

2012-ben és 2013-ban a begyűjtött rovarokat rend szinten határoztam meg, 2014-ben a nagylepkefajokat faj szinten azonosítottam. Az első két évben a rendek egyedszáma, a harmadik évben a nagylepke fajok fajszáma szerint történt a kiértékelés.

2012. és 2013. évben:

- *A rendek dominancia kategóriákba sorolása a dominancia értékek alapján*
- *A rendek dominancia vizsgálata a különböző időintervallumok szerint*
- *Kruskal – Wallis- féle H- próbával (Statistica 12 program) a fénycsapdázott rovargyedek átlagos száma alapján a fényforrások és a helyszínek összehasonlítása*
- *A fényforrásokból eredő háttérmegvilágítás és a fénycsapdázott rovarok egyedszáma közötti összefüggés vizsgálata lineáris korreláció számítással*

2014. évben:

- *A nagylepkefajok dominancia értékeinek meghatározása Berger-Parker féle dominancia index módszerével*
- *Összehasonlító vizsgálatok: Jaccard és Bray-Curtis hasonlósági indexek alapján és Rényi-féle diverzitás összehasonlítás*
- *Diverzitás vizsgálatok (Simpson index, Shannon-Weaver féle index, Pielou-féle egyenletesség)*

Eredmények összefoglalása

Az első két évben 170 688 egyedet 8 rendbe soroltam, a harmadik évben 23 lepkefaj 985 egyedét határoztam meg.

2012-ben az átmeneti helyszínen júliusban a HMLI kevert lámpánál, a természetközeli és a városi helyszínen júniusban a nagynyomású nátrium és a HMLI kevert lámpánál volt legmagasabb az egyedszám. 2013. év júniusában a természetközeli területen a HMLI kevert lámpánál, júliusban a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál, az átmeneti helyszínen a kompakt fénycsőnél volt legnagyobb az egyedszám. Az átlagos egyedszámokat helyszínenként és fényforrástípusonként összehasonlítva lényegesen több szignifikáns eltérés volt a helyszínek, mint a fényforrástípusok között. A dominancia vizsgálatok eredményeként a természetközeli helyszínen mind a három fényforrás típusnál a Hemiptera rend sorolható az eudomináns kategóriába, az átmeneti és a városi területen a Diptera rend. Az időintervallumonkénti vizsgálat kimutatta, hogy a városi helyszínen a Diptera rend, a természetközeli helyszínen a Diptera rend mellett már a Hemiptera, a Coleoptera és a Lepidoptera rend dominancia értéke is magas volt.

A nagylepkék diverzitási elemzéséhez használt indexek (Simpson, Shannon, Pielou) értékei fényforrásonként és szezonálisan eltérőek voltak. Az összehasonlító vizsgálatok szerint a tavaszi hónapokban a kompakt fénycső és a HMLI kevert lámpa között, az őszi fénycsapdázáskor a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső között volt a legnagyobb hasonlóság, ha a tömegességi viszonyokat is figyelembe vesszük tavasszal a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső, ősszel a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső között volt a legnagyobb hasonlóság. A vizsgált fényforrásoknál csapdázott lepkékösszegek diverzitási profilja két esetben volt rangsorolható. Ennek alapján a diverzitás ősszel a HMLI kevert lámpánál nagyobb, mint a kompakt fénycsőnél, tavasszal a kompakt fénycsőnél nagyobb, mint a nagynyomású nátrium

lámpánál. A háttérmegvilágítási érték és az egyedszám között pozitív korrelációs kapcsolatot lehetett kimutatni a természetközeli helyszínen a HMLI kevert lámpánál. A dolgozatban bemutatott módszer a fényszennyezés luxban kifejezett értékeinek kiszámítására alkalmas, mely további adatok birtokában entomológiai, ornitológiai, közlekedésbiztonsági célú kutatásokhoz is eredményesen felhasználható.

Új tudományos eredmények (Tézisek)

1. A szerző vizsgálata során megállapította, hogy a HMLI kevert lámpához a természetközeli helyszínen vonzódott a legmagasabb egyedszámú rovar.

2012. és 2013. év nyári hónapjaiban a természetközeli helyszínen a fénycsapdázott egyedek száma minden fényforrás típus esetében több, mint az átmeneti és a városi helyszínen. 2012-ben a Hemiptera rendbe tartozó egyedek június 20-i tömegrajzása miatt az eltérés kiemelkedően magas a többi rend egyedszámához képest. 2013-ban egyértelműen a természetközeli helyszínen a HMLI kevert lámpával működő fénycsapda gyűjtötte be a legtöbb rovar egyedet.

2. A Lepidoptera rendbe tartozó egyedek eltérő egyedszámban vonzódnak a vizsgált fényforrás típusokhoz, amely helyszínek szerint különböző mértékű.

2012-ben és 2013-ban a nyári hónapokban a három vizsgált helyszínen a három vizsgált fényforrás típusal fénycsapdázást végeztem. A begyűjtött rovarok egyedszámát a Lepidoptera rendnél megvizsgáltam és megállapítottam, hogy a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycsőnél csapdázott egyedek száma között volt legnagyobb az eltérés (904 egyedszám eltérés); az átmeneti és a városi területen a HMLI kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső között volt legnagyobb az eltérés (792 és 532 egyedszám eltérés). A vizsgálati helyszíneket összehasonlítottam fényforrásonként és a legnagyobb eltérést az egyedszámokban a nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli és az átmeneti helyszín között (2187 egyedszám eltérés); a HMLI kevert fényű lámpánál és a kompakt fénycsőnél a természetközeli helyszín és a városi helyszín között (1625 és 1363 egyedszám eltérés) tapasztaltam.

3. Az eltérő vizsgálati helyszínek háttér megvilágítása befolyásolja a rovarok mesterséges fényforrásokhoz érkező mennyiségét.

A fénycsapdázott rovarok egyedszámának átlaga alapján vizsgálati helyszínenként és fényforrás típusonként történt összehasonlítás. Ennek alapján megállapítható, hogy a vizsgálati helyszínek között a HMLI kevert fényű lámpánál volt a legtöbb szignifikáns különbség. A helyszínenkénti vizsgálat esetén a fényforrás típusok között a természetközeli helyszínen nem mutatott ki a vizsgálat szignifikáns különbséget, az átmeneti területen viszont négy esetben is.

4. A szerző megállapította, hogy a vizsgált rovarcsoportok dominancia viszonyai helyszínenként és fényforrástípusonként is eltérő mértékű.

A természetközeli helyszínen a Lepidoptera, a Hemiptera és a Coleoptera rendek dominancia értéke magas, az átmeneti területen és a városi területen a Diptera rend dominancia értéke. A rendek dominancia értékét fényforrás típusonként vizsgálva a Diptera rend dominancia értéke a nagynyomású nátrium lámpánál kiemelkedően magas, a HMLI kevert fényű lámpánál a Diptera rend mellett a Hemiptera rend, a kompakt fénycsónél a Diptera rend dominancia értéke a legmagasabb.

5. A kevés számú vizsgálati időpont miatt nem lehet egyértelmű következtetést levonni az egyes rovarrendekbe tartozó egyedek időintervallumonkénti repülési aktivitásáról.

Időintervallumonkénti vizsgálatokat a városi és az átmeneti helyszínen a HMLI kevert fényű és a nagynyomású nátrium lámpánál végeztem, a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsónél. Az első vizsgálat szerint a városi helyszínen minden időintervallumban a Diptera rend dominancia értéke a legnagyobb, a természetközeli helyszínen a Diptera rend mellett a Hemiptera, Coleoptera, és a Lepidoptera rend értékei is nagyok. A rendenkénti vizsgálat nagyon változó értékeket mutatott

arra vonatkozóan, hogy az egyes rendeken belül melyik időintervallumban legnagyobb a rováregyedek repülési aktivitása, így erről pontos következtetést nem lehet levonni.

6. A mesterséges fényforrásokból eredő háttér megvilágítás és a fénycsapdázott egyedek száma között csak a természetközeli helyszínen tapasztalható pozitív korreláció, amelyet a kontrasztos, erős fény okozhat, amelynek következtében a gyűjtési távolság növekszik.

Korrelációs módszerrel megvizsgáltam a háttérmegvilágítás és az egyedszám közötti kapcsolatot. A természetközeli helyszínen a Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Heteroptera és a Trichoptera rendeknél megállapítottam, hogy a HMLI kevert fényű lámpánál pozitív korrelációs kapcsolat van a megvilágítás erőssége és az egyedszám között, azaz minél nagyobb a környezeti megvilágítás erőssége annál nagyobb a csapdába megfogott egyedek száma. Ezt az összefüggést a másik két helyszínen nem lehetett kimutatni.

7. Az éjszakai nagylepkék (Macrolepidoptera) gyűjtésének eredményessége szezonálisan meghatározott, továbbá a különböző fényforrások fénytani jellemzői fontos szerepet játszanak a fajok tekintetében.

A természetközeli helyszínen egy időben egyszerre fénycsapdáztam a három fényforrás típusal tavasszal és ősszel. A fénycsapdákat palánkokkal választottam el. Az értékelést az éjszakai nagylepkék (Macrolepidoptera) alapján végeztem. Tavasszal a HMLI kevert fényű lámpánál és a kompakt fénycsónél a *Lycia hirtaria*, a nagynyomású nátrium lámpánál a *Colocasiy coryli* faj dominanciáját állapítottam meg; ősszel mind a három fényforrás típusnál az *Operophtera brumata* volt a domináns faj.

8. Egy adott terület fényszennyezettsége a környezet lux-ban vagy magnitúdó/arcsecond² – ben mért értékeiből kiszámítható. Amennyiben a helyszínen magnitúdóban mérjük a tényleges környezeti megvilágítást, akkor azt először át kell alakítani lux értékévé.

A természetes környezeti megvilágítás luxban megadott értékének kiszámításához Tóth György csillagász dolgozott ki matematikai összefüggést. Ebben a programban a terület jellemzésére szolgáló adatokra van szükség, mint pl. a mérési helyszín földrajzi koordinátája, a naptári dátum, a mérés időpontja világidőben és az égbolt felhőzettel való borítottságának mértéke, azaz a felhőzeti kód oktában kifejezve. A mérést magnitúdó mérővel vagy lux mérővel lehet elvégezni és a mérési adatokat ettől függően kell átalakítani a megfelelő mértékegységre, majd kiszámítani a fényszennyezettséget.

Hivatkozott irodalom

- BROWN, L.N. (1984): Population outbreak of Pandora moths (*Coloradia Pandora* Blake) on the Kaibab plateau, Arizona (Saturniidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 38 65.
- CINZANO, P., FALCHI, F. & ELVIDGE, C.D. (2001): The first of World Atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 328:689-707.
- FRANK, K. D. (1988): Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *Journal of The Lepidopterist's Society* Volume 42 number 2: 63-93.
- HEILING, A. M. (1999): Why do nocturnal orb-web spiders (*Araneidae*) search for light? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 46: 43-49.
- HENDERSON, R. W. & POOWELL, R.(2001): Responses by the West Indian herpetofauna to human-influenced resources. *Caribbean Journal of Science*, 37: 41-54.
- MAC GREGOR, M.J., O. POCOCK, R., FOX & D.M. EVANS (2015): Pollination by nocturnal Lepidoptera and the effects of light pollution: a review. *Ecological Entomology*, 40:187-198.
- MINELLI, A. (1993): *Biological Systematics The State of Art*. Chapman c Hall, New York
- NEMEC, S.J. (1969): Use of artificial lighting to reduce *Heliothis* spp. populations in cotton fields. *Journal of Economic Entomology* 62: 1138-1140.
- NEW, T.R. (2009): *Insect Species Conservation. Ecology Biodiversity and Conservation* Cambridge University Press, UK. p:19. www.cambridge.org/9780521510776
- PFRIMMER, T.R., LUKEFAHR, M.J.& HOLLINGSWOTH, J.P. (1995): Experiments with Light Traps for Control of the Pink Bollworm. ARS-33-6. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, District of Columbia
- RYDELL, J. (1992): Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Funct Ecology* 6: 744-750.
- SOWER, L. L., SHOREY, H.H. & GASTON, L.K. (1970): Sex pheromones of noctuid moths. XXI. Light: dark cycle regulation and light inhibition of sex pheromone release by females of *Trichoplusia ni*. *Annals of the Entomological Society of America* 63: 1090-1092.
- VARGA, Z. (szerk): (2010): *Magyarország nagylepkéi*. Heterocera Press, Budapest

A szerző értekezés témájához kapcsolódó publikációi

Angol nyelven megjelent tudományos közlemény

Pintérmé Nagy E. – Pödör Z. (2017): The Effect of Artificial Lights on Nocturnal Macrolepidoptera (Lepidoptera: Macroheterocera) Communities. *Acta Silcatia & Lignaria Hungarica* 13:(1). *A kézirat közlésre elfogadva.*

Pintérmé Nagy E. (2012): Light Pollution and Its Effect on the Living World. In Neményi M., Heil B., Kovács J.A., Facskó F. (szerk.): International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint, The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment, Investigation and Research Methodology of Biotic and Abiotic Environment, University of West Hungary Press, Sopron. ISBN 978-963-334-047-9 (*lektorált*)

Magyar nyelvű tudományos közlemény (ISSN számok feltüntetve)

Pintérmé Nagy E. (2016): Fénycsapdázás Jermy-típusú fénycsapdával három különböző mesterséges fényforrás alkalmazásával lepidoptera rend esetében. *EDU, Szakképzés-, és Környezetpedagógia Elektronikus Szakfolyóirat* 6(1): 66-74. ISSN:2062-3763

Pintérmé Nagy E. (2013): Különböző fényforrások hatásának vizsgálata a rovarokra eltérő megvilágítottágú területeken Jermy-típusú fénycsapdával. *Erdészettudományi Közlemények*, 3(1): 239-249. ISSN 2062-6711

Konferencia kiadvány angol nyelven (ISBN számmal rendelkező)

Pintérmé Nagy E. (2013): Light Trapping with Diverse Artificial Lights in Sopron. In Neményi M., Varga L., Facskó F., Lőrinc I. (Eds.): Science for Sustainability International Scientific Conference for PhD Students, Application of Geoinformatics in Environment

Sciences, University of West Hungary Press, Sopron: 121-125. ISBN 978-963-334-103-2

Konferencia kiadvány magyar nyelven (ISBN számmal rendelkező)

Pintérmé Nagy E. (2013): Három különböző teljesítményű mesterséges fényforrás rovarokra gyakorolt hatásainak vizsgálata. In Keresztes (szerk.): DOSZ „Tavaszi Szél 2013” Nemzetközi Tudományos Konferencia Konferenciakötet2: 429-439. Sopron, ISBN 978-963-89560-2-6

Pintérmé Nagy E. (2013): A 2012 és 2013 év nyarán három lámpatípussal végzett fénycsapdázás eredményeinek értékelése két mintaterületen. XIX. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia, Szolnok, 2013. szeptember 27. Konferencia Kötet-CD Kiadvány: 1-10. ISBN 978-963-89935-0-2

Pintérmé Nagy E. (2012): Különböző fényforrásokkal végzett fénycsapdázás eredménye Sopron környékén. In Koncz I., Nagy E. (szerk.): Nemzetközi Tudományos Doktorandusz Konferencia, Professzorok az Európai Magyarorszáért Egyesület: Elektronikus könyv: 9-14. Budapest. ISBN 978-963-88433-7-1.

Pintérmé Nagy E. (2012): A mesterséges fényforrások hatása az állatokra. In Fülöp (szerk.): Tavasz Szél 2012 Konferenciakötet: 32-38., Doktoranduszok Országos Szövetsége Budapest. ISBN 978-963-89560-0-2

Absztrakt angol nyelven

Pintérmé Nagy E. (2013): Light Trapping with Diverse Artificial Lights in Sopron. Science for Sustainability International Scientific Conference for PhD Students, Application of Geoinformatics in Environment Sciences, Abstracts, Győr

Pintérmé Nagy E. (2012): Light Pollution and Its Effect on the Living World. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint, The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment, Investigation and Research Methodology of Biotic and Abiotic Environment, Abstracts, Sopron

Absztrakt magyar nyelven

Pintérmé Nagy E. – Horváth B. (2014): Három különböző fényforrással megvilágított mintaterületen fénycsapdával befogott lepkék számának statisztikai elemzése. In: Puskás (szerk.) IX. Regionális Természettudományi Konferencia. Program és az előadások összefoglalói: 5. Szombathely, 2014. január 30.

Pintérmé Nagy E. (2013): Mesterséges fényforrásokkal végzett fénycsapdázás Sopron környékén. In Puskás (szerk.): VIII. Regionális Természettudományi Konferencia, Absztrakt kötet, NYME-SEK-TTK: 12. Szombathely

Pintérmé Nagy E. (2013): A 2012 és 2013 év nyarán három lámpatípussal végzett fénycsapdázás eredményeinek értékelése két mintaterületen. XIX. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia, Szolnok, 2013. szeptember 27. Absztrakt Kötet: 24-25. ISBN 978-963-89339-9-7

Pintérmé Nagy E. – Horváth B. (2013): Különböző megvilágítottságú mintaterületeken fénycsapdával befogott lepkék összehasonlító értékelése. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia, Sopron, 2013. december 10. Absztrakt kötet: 126.

Pintérmé Nagy E. (2012): A fényszennyezés és hatása az élővilágra. In Puskás (szerk.): VII. Regionális Természettudományi Konferencia, Absztrakt kötet, NYME-SEK-TTK: 8. Szombathely

Poszter angol nyelven

Pintérmé Nagy E. (2013): Light Trapping with Diverse Artificial Lights in Sopron. Science for Sustainability International Scientific Conference for PhD Students, Application of Geoinformatics in Environment Sciences, Győr, 2013. march 19-20.

Pintérmé Nagy E. (2012): Light Pollution and Its Effect on the Living World. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint, The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment Sopron, 2012. march 26-27.

Poszter magyar nyelven:

Pintérmé Nagy E. – Horváth B. (2013): Különböző megvilágítottágú mintaterületeken fénycsapdával befogott lepkék összehasonlító értékelése. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia, Sopron, 2013. december 10.