

Soproni Egyetem
Erdőmérnöki kar
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
K1- Biokörnyezettudományi Program

A környezet megvilágításának hatása a fénycsapdába fogott rovarok összetételére

Doktori (PhD) Értekezés

Pintérné Nagy Edit
okleveles erdőmérnök

Témavezető:
Prof. Dr. Lakatos Ferenc
egyetemi tanár

Sopron

2017

A KÖRNYEZET MEGVILÁGÍTÁSÁNAK HATÁSA A FÉNYCSAPDÁBA FOGOTT ROVAROK ÖSSZETÉTELÉRE

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Soproni Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskolája
K1 Bio-környezettudomány programja keretében.

Írta:
Pintéerné Nagy Edit

Témavezető: Prof. Dr. Lakatos Ferenc

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton -ot ért el.

Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el.

Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke

NYILATKOZAT

Alulírott **Pintérné Nagy Edit** jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy **A környezet megvilágításának hatása a fénycsapdába fogott rovarok összetételére** című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.¹

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 2017. május 30.

.....
doktorjelölt

¹ 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

2015 A FÉNY NEMZETKÖZI ÉVE

*„Tudom, rosszak a viszonyok,
de azért gyengécske ez a fény”-
Fitymálta le a szentjánosbogarat a telihold
„lehet - felelt a bogár - de az enyém”
Trilussa: A szentjánosbogár (la Lucciola)*



A nagy szentjánosbogár 2015 – ben az év rovara (Forrás: WEB 1)

Tartalomjegyzék

Kivonat	7
Abstract	7
1. Bevezetés	8
2. Szakirodalmi áttekintés	10
2.1. A fényszennyezés és hatása az élővilágra	10
2.2. A rovarok látása.....	12
2.3. A rovarok viselkedése a mesterséges fények közelében	13
2.4. A fény és a rovarok kapcsolata.....	16
2.5. A fénycsapdázás története, módszerei, a fénycsapdázás során nyert adatok hasznosítása.....	20
2.6. A fénycsapdázás előnyei és nehézségei	23
3. A vizsgálati terület bemutatása	24
3.1. Vizsgálati területek elhelyezkedése.....	24
3.2. Vizsgálati területek jellemzése	26
4. Anyag és módszer	30
4.1. Vizsgálati módszer	30
4.2. Az adatok kiértékelése során alkalmazott módszerek	41
5. Eredmények	46
5.1. A háttérmegvilágítás hatása a fogási eredményekre.....	46
5.2. Dominancia vizsgálatok	59
5.2.1. Dominancia értékek vizsgálati helyszínenként és fényforrástípusok szerint.....	59
5.2.2. Dominancia értékek időintervallumok szerint	62
5.3. Vizsgálati helyszínek és fényforrások összehasonlítása.....	74
5.4. A három fényforrástípussal azonos időben végzett fénycsapdázás eredményei	80
5.5. A mesterséges fényforrásokból eredő háttérmegvilágítás és a fénycsapdázott rovarrendek egyedszáma közötti összefüggés	87
5.6. A fényszennyezés eredményei	88
6. Az eredmények értékelése	90
7. Összefoglalás, javaslatok	96
8. Tézisek	98
Köszönetnyilvánítás	100
Irodalomjegyzék	101
Ábrajegyzék	116
Táblázatjegyzék	119
MELLÉKLET	121

Kivonat

Pintérné Nagy Edit: A környezet megvilágításának hatása a fénycsapdába fogott rovarok összetételére

A kutatómunka első része áttekintette a fényszennyezés fogalmát, hatását az állatvilágra. A szerző fénycsapdázás módszerével megvizsgálta, hogy Sopron város közterületein előforduló fényforrások és az ebből eredő eltérő megvilágítottságú környezet milyen hatással van az éjszakai rovarok közösségeinek összetételére. A fénycsapda a rovarokat három eltérő megvilágítottságú környezetben (természetközeli, átmeneti, városi) három eltérő fényforrással (nagy nyomású nátrium lámpa, HMLI kevert lámpa, kompakt fénycső) gyűjtötte be, 2012-2013 év nyarán mind a három helyszínen, továbbá 2014 év tavaszán és őszén a természetközeli helyszínen. Az első két évben a rendek egyedszáma, a harmadik évben a nagylepke fajok fajszáma szerint történt a kiértékelés. A fényforrások közül a HMLI kevert lámpa vonzotta a természetközeli területen a legnagyobb számban a rovarokat. A mintaterületek és az egyedszámok átlagai közötti összehasonlítás során természetközeli területen a fényforrások között nem volt szignifikáns eltérés. A három fényforrástípus egyidejű alkalmazásánál a lepkék közösségek diverzitási értékei a tavaszi időszakban a kompakt fénycsőnél, az őszi időszakban a nátrium lámpánál voltak a legmagasabbak. Tavasszal a kompakt fénycsőnél és a HMLI kevert lámpánál a *Lycia hirtaria* faj, a nátrium lámpánál a *Colocasia coryli* faj volt a domináns, az őszi hónapokban mind a három fényforrástípusnál az *Operophtera brumata* faj. A kutatómunka bemutatja a fényszennyezés kiszámításának módszerét a környezet luxban, illetve magnitúdóban mért megvilágítási értékeiből.

Abstract

Pintérné Nagy Edit: The effect of environmental illumination on the composition of light-trapped insects

The first part of the study reviewed the notion of light pollution and its effect on animals. By utilizing light-trapping, the author examined how illuminated environments and light sources in Sopron's public areas impacted the composition of insects communities. The light traps, each fixed with one of three different light sources (high-pressure sodium lamp, HMLI mixed lamp, compact fluorescent tube) collected insects in three varyingly illuminated environments (seminatural, transitional, urban) in the summer period of 2012-2013, and in a seminatural area in spring and autumn of 2014. In the first two years, the number of individuals was evaluated, while in year three, the number of Lepidopteran species was evaluated. Of the three light sources, the HMLI mixed lamp in the seminatural area collected the greatest number of insect individuals. When comparing the average number of individuals collected in the first two years in different locations using three different light sources, only the seminatural area showed no significant deviation. Utilizing all three types of light traps simultaneously, the Lepidoptera species diversity index showed the greatest values with the compact fluorescent tube in spring and with the high-pressure sodium light in autumn. The dominant species collected with the compact fluorescent tube and the HMLI mixed lamp was *Lycia hirtaria*. With the high-pressure sodium lamp, the dominant species was *Colocasia coryli*, while the dominant species in autumn with all the three types light sources was *Operophtera brumata*. The research presents an environmental light pollution calculation method based on lux or magnitude illumination values.

1. Bevezetés

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, hidak, sportpályák. A településeken és azokon kívül világítótestek kiépítésére kerül sor a biztonságos közlekedés érdekében, a kulturális értékek szépségét éjszakai megvilágításokkal emelik ki. Az üzletek, bevásárlóközpontok vagyoni védelmi szempontból és reklámozás céljából sokszor indokolatlan mértékben, fényárban úsznak. Mindezen pozitív hatások azonban magukban hordozzák a fejlett civilizációval járó negatív környezeti hatásokat is, amelyeket az éjszakai mesterséges világítások idéznek elő. Az utcai és a biztonsági fények egy milliószor is erősebbek lehetnek, mint a természetes környezeti megvilágítás (PERRY et. al 2008).

Az éjszakai természetes környezet megvilágítottságának szintjét megváltoztatják az emberi tevékenységből eredő fények, amelyet fényszennyezésnek nevezünk (CINZANO et al. 2001). A fényszennyezésre először az űrhajósok hívták fel a figyelmet (NOWINSZKY 2003), majd számos kutató foglalkozott a csillagászatra és az élőlényekre gyakorolt hatásokkal (ELVIDGE et al. 1997, POOT et al. 2008, CINZANO et al. 2001, KOLLÁTH 2002, CSÖRGITS & GYARMATHY 2006, LONGCORE & RICH 2004, HALMOS & CSÖRGŐ 2004, GARBER 2012, ROWSE et al. 2016).

A rovarok az állatvilág összes csoportjai közül a legnagyobb számban előforduló élőlények, pontos fajszámuk nem ismert. Egyes becslések szerint a rovarok globális fajszáma 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). Magyarországon 35 000 a becsült rovarfajok száma, melyen belül a legnagyobb fajszámú csoportok a bogarak (Coleoptera, kb. 10 000), hártýásszárnyúak (Hymenoptera, kb. 10 000), és a kétszárnyúak (Diptera, kb. 9500) (KORSÓS & MÉSZÁROS 1998). A Magyarországon előforduló nagylepkek (Macrolepidoptera) fajszáma 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 (HENDERSON & 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) (PFRIMMER et al. 1955, NEMEC 1969, SOWER et al. 1970, BROWN 1984), tájékozódását változtatja meg (FRANK 1988).

A dolgozat célja, hogy megvizsgálja a különböző fényszennyezett 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.

Kutatásomban az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

1. Szakirodalmi ismeretek alapján melyek a fényszennyezés hatásai az egyes állatcsoportokra vonatkozóan?
2. A megfigyelt éjszakai rovarok (rend szinten), továbbá az éjjeli nagylepkek (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?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A fényszennyezés és hatása az élővilágra

A mesterséges fényforrások környezetünk nélkülözhetetlen részévé váltak. Az éjjel kivilágított utcák, terek, épületek a lakott területeken élők számára biztonságot jelentenek. Az éjszakai kivilágítások kulturális értékeink szépségét emelik ki, a közlekedés biztonságát növelik, az üzlettulajdonosok vagyonát védik, viszont a természeti környezetre negatív hatást gyakorolnak. A mesterséges éjszakai megvilágítások, ha a természetes éjszakai fényviszonyokat olyan mértékben változtatják meg, mely az égbolt természetes háttérfényességének növekedését eredményezik és ez által a természetes fények láthatósága egyes helyeken lehetetlenné válik, fényszennyezést okoznak (NOWINSZKY 2007).

A Földet megvilágító túlzott fényeket előidéző fényszennyezést elsőként az űrhajósok figyelték meg az űrből szemlélve, majd később a csillagászok hívták fel erre figyelmet (NOWINSZKY 2003). A fényszennyezésnek alapvetően három típusát lehet megkülönböztetni: a csillagászati, az ökológiai és a poláris fényszennyezést. Csillagászati fényszennyezés akkor következik be, ha a direkt, vagy a visszatükrözött fény miatt a csillagok és más égitestek elhalványulnak, ezáltal a csillagászati megfigyelést zavarja (HORVÁTH et al. 2009). A csillagászati fényszennyezés következtében az égbolt felé irányuló fény egy jelentős része a levegőben lévő páráról, porról visszaszóródik, így nem hagyja el a légkört teljes egészében, ezáltal az éjszakai égbolt háttérfényességét megnöveli (KOLLÁTH 2002). Az éjszakai égbolt fényességének egyre nagyobb mértékű növekedése a mesterséges fényforrások halmozódásának köszönhető (LONGCORE & RICH 2004). Az ökológiai fényszennyezés az élővilág élettereinek mesterséges fények miatti degradációja (HORVÁTH et al. 2009). Az ökológiai fényszennyezés károsan befolyásolja a különböző állatfajok életét. Megváltoztatja a populációk viselkedését, amely megnyilvánul pl. a tájékozódásban, a vándorlásban, a kommunikációban (LONGCORE & RICH 2004), befolyásolja a táplálékszerzést, a mortalitást, a szervezet 24 órás biológiai ritmusát, az éjszakai állatok elterjedését (GARBER 2012). A növekvő megvilágítás meghosszabbítja a nappali állatok számára a táplálékszerzés és a tájékozódás idejét (SCHWARTZ & HENDERSON 1991). A vízi gerinctelenek csoportjába tartozó állati plankton, a *Daphnia* spp. teljes sötétségben lévő vízben 24 órás periódusban, egy oszlopszerű alakzatban vertikális vándorlást végez. Ez a mozgás feltételezhetően a ragadozók elleni védekezésül szolgál, amely a holdciklussal változik, amikor a megvilágítás nagysága max. 10^{-1} lux (GLIWICZ 1986, DODSON 1990). A mesterséges megvilágítás csökkenti ennek a vertikális mozgásnak a nagyságát és a vándorló egyedek számát (MOORE et al. 2000). A városi környezetben előforduló mesterséges fényforrások az itt élő kételtűek és hüllők mozgását, táplálkozását befolyásolják. Néhány békafaj, pl. az óriás varangy (*Bufo marinus*), amely kimondottan éjjel aktív, táplálékát alacsony megvilágítottságú környezetben, kivilágított épületek közelében keresi (WOOLBRIGHT 1985). A környezet fényviszonyainak drasztikus és gyors megváltozása a békák látóérzékenységét csökkenti és órák kellene ahhoz, hogy teljesen alkalmazkodjanak a megváltozott fényviszonyokhoz (CORNELL & HALMAN 1984). Az éjszakai megvilágítás megzavarja néhány szárazföldi teknősbéka fajnak az aktivitási időszakát és az éjjeli pihenését. Ilyen pl. a nappali életmódot élő Box turtles (DODD 2001). Az éjszakai fény néhány városi gyíkfajnak viszont előnyt jelent. Egyes *Anolis* spp. faj sötétedés után a mesterséges fények közelében éjjel aktív és táplálékot keres, kihasználva az „éjszakai fény niche”-t (GARBER 2012). Az éjszaka világító város fényei a tengeri teknősök szaporodási szokásait is nagymértékben befolyásolják. A floridai partok homokos tojásrakó helyein a fészekből kikelő teknősök normál körülmények között – messze a sötét homokdűnétől – az óceán felé másznak (RICH & LONGCORE 2006). A part menti, állandóan világító éjszakai mesterséges fények ezeket a homokfészekből kibújó tengeri teknősöket megzavarják azáltal, hogy elnyomják a természetes jeleket, melyeket már

nem észlelnek a teknősök és rossz irány felé, a parti fények felé veszik útjukat, amely később vesztüket okozza (SALMON et al. 1995). A költöző madarak egy része éjjel repül és tájékozódásukhoz a természetes fények nyújtanak segítséget. Felmérések szerint több millió madár pusztul el évente kivilágított vagy tükröződő felületű épületeknek ütközve (KOLLÁTH 2002). A madarakat az éjjel kivilágított területek leszállásra kényszerítik, ezáltal egy kedvezőtlen területre vonzzák őket, ahonnan nem tudnak megfelelő pihenőhelyre tovább vonulni és zsírtartalékot felhalmozni. Bizonyos madárfajnál megfigyelték, hogy ugyanolyan minőségű élőhelyen a madár költőhelyét a kivilágított területtől távolabb választja ki. Az erős megvilágítás megzavarja a nappali madarak bioritmusát és mintha „állandó nappal” lenne, éjszaka is énekelnek, táplálkoznak. A felhőkarcolók, magas épületek, kivilágított tornyok vonzó hatást jelentenek a madarak számára (HALMOS & CSÖRGŐ 2004). Kísérletekkel bebizonyították, hogy a fészkelő énekesmadarak stresszhormon szintje (kortizol) magasabb a fehér fényű lámpák közelében, mint a zöld színű lámpák alatt vagy a teljes sötétségben (OUYANG et al. 2015). Az éjszaka vonuló vándormadarakat a part menti fények – pl. az olajfűrotornyok fényei – nagy számban vonzzák és leszállásra kényszerítik, így végső esetben a halálukat is okozzák azáltal, hogy a vonuláshoz szükséges energia tartalékukat nem a megfelelő helyen tudják felvenni. A fény hatása növekedik az energiával (pl. fény intenzitásával) és az égbolt felé irányuló helyzettől (POOT et al. 2008). Az Északi tengernél kísérlet során megfigyelték, hogy a gázkitermelő fűrótoronynál, amint a fűrótorony fényeit felkapcsolták a madarak száma gyorsan megnövekedett a lámpa körül, amikor lekapcsolták a villanyokat szétrebbentek a fény köré csoportosuló madarak. Ez is azt bizonyítja, hogy a madarakat a mesterséges fények vonzzák (MARQUENCE & LAAR 2004).

Néhány rovarevő denevérfaj az utcai lámpák körül nagy számban megjelenő táplálékforrást használja ki (RYDELL 1992, 2006). A denevérek a nagytestű rovarokra, ezen belül is főleg lepkékre vadásznak (BELWOOD & FULLARD 1984, JACOBS 1999). A különböző denevérfajok azonban elérő módon reagálnak a mesterséges fények okozta fényszennyezésre (NORBERG & RAYNER 1987). A barna kései denevér (*Eptesicus fuscus*) faj egyedeit városi területen nem észlelték soha, de vidéki, világos területeken sokkal nagyobb volt a táplálkozási aktivitásuk, mint a világítás nélküli területeken. Megfigyelések szerint Svédországban tavasszal és ősszel az északi kései denevér (*Eptesicus nilssonii*) faj egyedeinek aktivitása 20-szor nagyobb volt a városban az utcai lámpák körül, mint a megvilágítás nélküli városrészen, az erdőben vagy a mezőgazdasági területen (JONG & AHLÉN 1991, RYDELL 1991). A *Myotis spp.* fajokat és a barna hosszúfülű-denevér (*Plecotus auritus*) egyedeit csak az utcai lámpáktól messze figyelték meg (FURLONGER et al. 1987). A *Chalinolobus morio* faj egyedei pedig elkerülik a parkokat, amikor felkapcsolják a villanyokat (SCANLON & PETIT 2008). A mesterséges fényforrás jelenléte befolyásolja a denevérek alvóhelyükről történő kirepülését, késlelteti és módosítja a kirepülési intenzitást. A denevérek így „lemaradnak” a rovarok egyik legjelentősebb aktivitási csúcsáról és a táplálkozási időszak jelentősen lerövidül. Ennek következménye, hogy a denevérek ellése később kezdődik és a fiatal denevérek lassabban fejlődnek a megvilágított épületekben (BOLDOGH 2009).

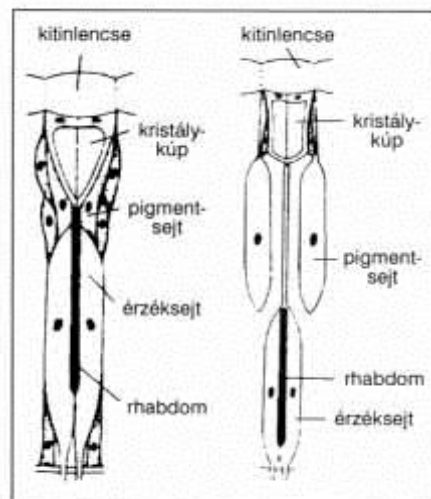
Sok állatcsoport táplálékkeresése függ a megvilágítottság mértékétől. A kis rágcsálók kevésbé indulnak zsákmányszerző körútra magas éjjeli megvilágítás mellett (LONGCORE & RICH 2004), és hasonlóan viselkednek az erszényesek (LAFERIER 1997), kígyók (LONGCORE & RICH 2004), denevérek (RYDELL 1992), halak (GIBSON 1978) és a vízi gerinctelenek (MOORE et al. 2000) is. További állatcsoportoknál lehet tapasztalni a mesterséges fények hatását. A mesterséges fények alatt a vonuló lazacokat fogyasztó, nagyszámú csoportokat alkotó borjúfókák (*Phoca vitulina*) száma a megvilágítás erősségének gyengülésével csökken (YURK & TRITES 2000). A sivatagi rágcsálók táplálékszerzési aktivitásának csökkenését figyelték meg egy sivatagban lévő sátoron felakasztott lámpás környékén (KOTLER 1984). Különösen a higanylámpa zavarja meg a denevérek és az ultrahang érzékelésére képes (tympanális szervvel rendelkező) lepkék közötti

kapcsolatot. A lámpa fénye a lepke ultrahang érzékelőképességét meggátolja, így a lepke képtelen a normális menekülési viselkedésre (SVENSON & RYDELL 1998).

A poláros fényszennyezés az ökológiai fényszennyezés egy új formája. A mesterségesen megvilágított fényes, sima felületekről erősen és vízszintesen visszaverődő poláros fény a polarotaktikus vízirovarokra káros hatást fejt ki. A poláros fényszennyezés nappal fordul elő általában, de hatása erősödhet, ha a mesterséges éjszakai fények a poláros fényszennyező felületekről visszaverődnek. A poláros fényszennyezés káros hatásai komoly ökológiai következményekkel járhatnak, mivel a vízirovarok fontos tagjai a vízi ökoszisztémák táplálékláncainak (MALIK et al. 2008a). KRISKA & ANDRIKOVICS (2000) megfigyelték, hogy a száraz aszfaltutak felett nagy számban rajzanak különböző kérészfajok, a kopuláló párok leereszkednek az aszfaltutakra és a nőtények párzás után a patak helyett az útra rakják le a petecsomóikat. Hasonló módon viselkednek a *Sympetrum* nemzetség szitakötőfajának egyedei is a fekete, csiszolt sírkövek vízszintes felületének közelében (MALIK et al. 2008b).

2.2. A rovarok látása

A rovarok szeme – az összetett szem – ommatidiumokból áll, amelynek felső részén a fénytörő lencse (cornea) fókuszálja a fényt (GOLDSMITH 1957). Morfológiai szempontból az ommatidiumok alapvetően kétfélék lehetnek: appozíciós és szuperpozíciós (2.1 ábra)(TÓTH 2014). Az éjjeli és a nappali rovarok szeme ennek megfelelően eltérő. Az appozíciós szem a nappali rovarok jellegzetessége, mely esetében a fényerősség változása a pigmenteloszlást nem változtatja meg a retinában és a másodlagos pigmentsejtekben (TÓTH 2014). A szemben lévő ommatidiumok optikailag teljesen izoláltak, így csak a hossz tengelyükkel párhuzamosan érkező fénysugarak jutnak el a retinára (WEB 2). A szuperpozíciós szem az alkonyati és az éjszakai rovarok jellemzője (TÓTH 2014).



2.1. ábra: Az appozíciós ommatidium és a szuperpozíciós ommatidium (forrás: WEB 2)

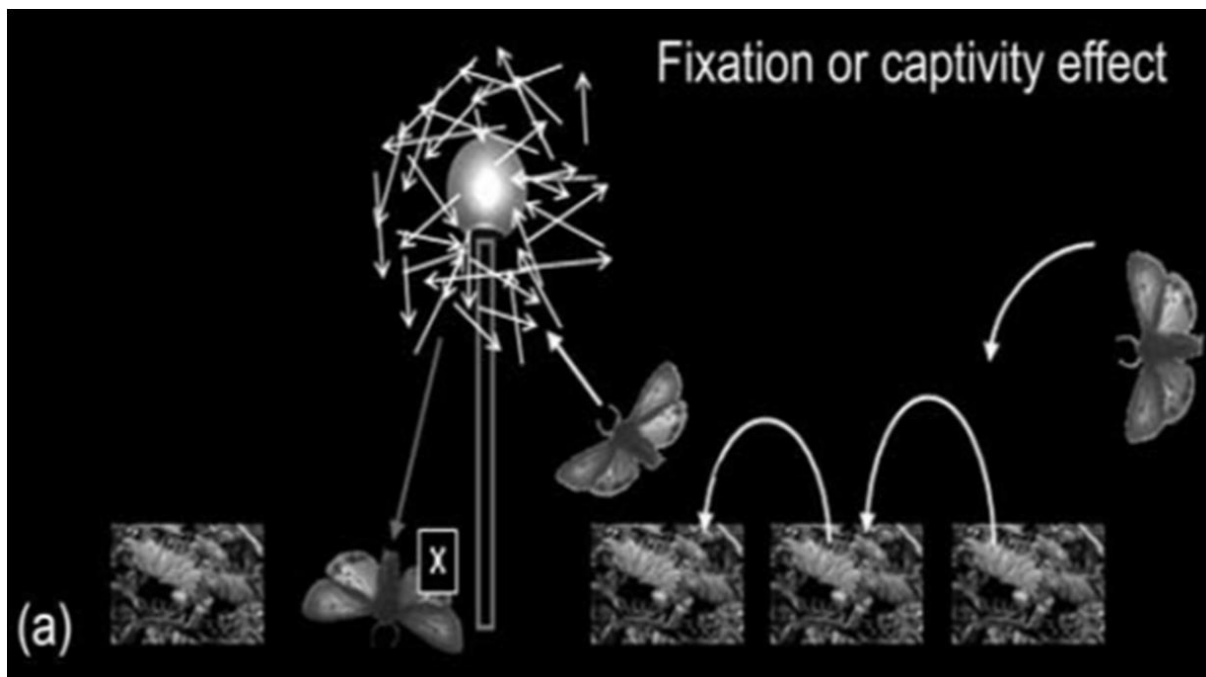
Az éjjeli rovarok szeme nagyobb ommatidákból és vastagabb rhabdomerekből áll, így több fényt engednek a receptorokhoz és nagyobb valószínűséggel képes a szem egy fotont (a fény elemi részecskéje) érzékelni (LAND 1997). Az ommatidiumok között hiányos az árnyékoló pigmentréteg, ezért a fény a szomszédos lencsék területéről is átjut egy-egy ommatidium fénytörő közegéhez. A rovarok legnagyobb részénél zöld és UV receptorok találhatóak, de olyan is előfordul, ahol a kék receptorok terjedtek el (CRONIN et al. 2000). A piros receptorok a lepkékben jellemzőek (BRISCOE & CHITTKA 2001). Egyes rovaroknak olyan szűrő pigmentjei

(ún. screening pigment) vannak, amelyek a spektrum egy részét kiszűrik, mielőtt elérnék a fotoreceptorokat. A szentjánosbogaraknak például, olyan rózsaszín felüláteresztő szűrőként működő pigmentjei vannak, amelyek a fotoreceptorok széles érzékenységet keskeny sávra szűkítik le és ennek segítségével a fajtársaik jelzését könnyen kiszűrik (CRONIN et al. 2000). A receptor az összetett szem nem minden részén van, pl. a mézelő méheknél a szem alsó részében teljesen hiányoznak a zöld receptorok és csak a kék és UV receptorok találhatóak meg (MENZEL & BACKHAUS 1991).

2.3. A rovarok viselkedése a mesterséges fények közelében

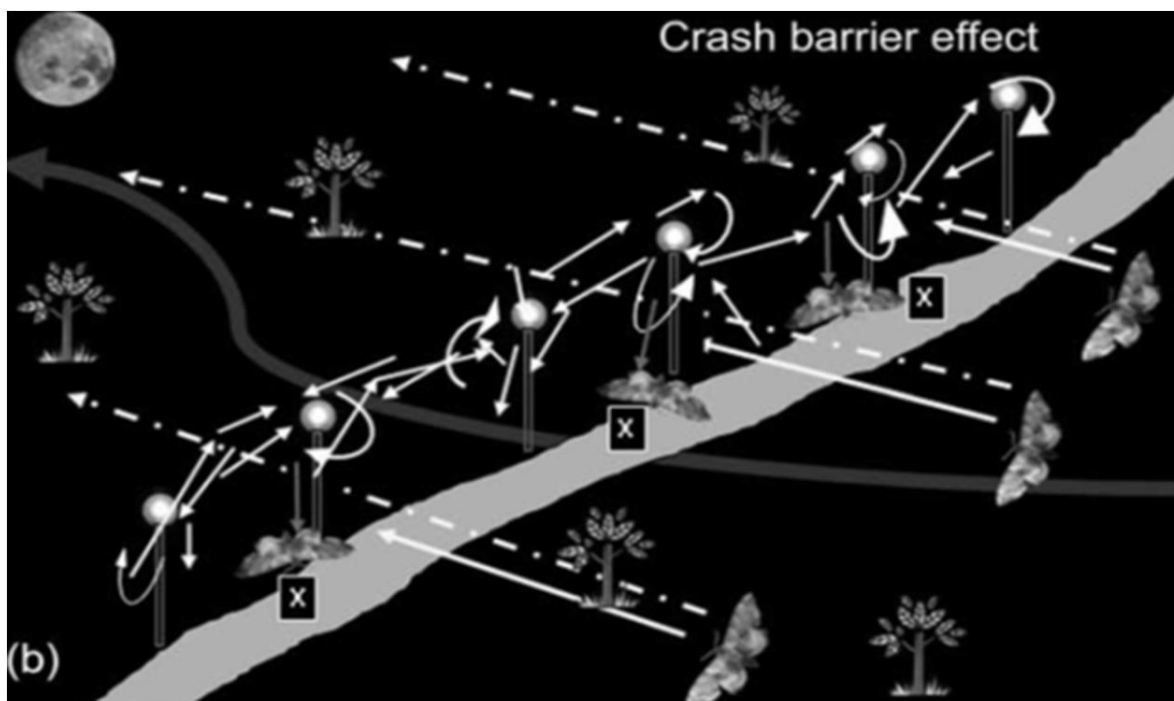
A rovarok éjszakai fények közelében történő viselkedése - amely nagyon különböző lehet - már nagyon régóta foglalkoztatja a kutatókat, mégis a mai napig egyértelműen nem tisztázott jelenség. Saját megfigyeléseim is azt támasztják alá, hogy nem lehet általános következtetést levonni a rovarok mesterséges fényforrások közelében történő repülési viselkedéséről.

Magyarországon Szilágyi J. B. „gyertyára szökellő lövedék”-nek nevezi a fényre repülő rovarokat a XVII. században, Landovics I. pedig úgy fogalmaz, hogy „a pillangóférgek kedvelik a gyertyavilágot” (ABAFI 1898). A rovarok fény felé repülésének magyarázatára számos elmélet született. Az egyik feltételezés szerint a rovarok számára a fény a táplálékot, a „virágos mező”-t jelenti és a mesterséges fények a látható és infravörös sugárzásai hasonlítanak a természetes vonzási ingerekhez. A lepke a fény bizonyos fajtáit összetéveszti a táplálékra utaló ingerekkel. Egy másik elmélet szerint a mesterséges fényforrások fokozatosan erősödő fényt adva természetellenes menekülési reakciót váltanak ki a rovarokból, így az erősödő fény a szabad tér érzetét kelti bennük, ezáltal „menekülnek” a fényforráshoz (BENEDEK 1980). A MAZUCHIN - PROSNYAKOV nyílt tér elmélete szerint a szabadban élő rovarok a fényforrásokat, mint a nyílt térség jelzéseit keresik, vagyis a sötét helyekről az égbolt felé repülnek, mely természetes a világosságot jelentik számukra. BUDDENBROCK (1937) „fényiránytű” elmélete azt mondja ki, hogy a lepkék állandó irányszög megtartásával egyenes útvonalon haladnak az égbolt fényforrásainak sugaraihoz képest. Azonosnak tartja a Hold fényéből és a mesterséges fényforrásból származó fényt. HSIAO (1972) a lepkék fény közelében tanúsított magatartási viselkedése szempontjából közelíti meg a problémát. Szerinte két különböző repülési formát lehet megkülönböztetni. Alacsony fényintenzitásnál egyesek zavartalanul, zég-zugos repüléssel közelítik meg a lámpát, mások pedig először közelednek, majd elrepülnek attól. Ez az ún. „távol-fázis”. A fény közelében viszont a lepkék megnövelik a repülési sebességüket és szinte minden erejükkel a lámpához igyekeznek. Ez az ún. „közel-fázis” (HERCZIG 1983). Az újabb kutatások azt feltételezik, hogy a rovarok térbeli tájékozódását a Hold jelenlétekor elsősorban annak polarizált fénye határozza meg (NOWINSZKY et al. 2012a, 2012b, NOWINSZKY & PUSKÁS 2013 és 2014). FRANK (1988) a rovarok fény közelében történő repülési viselkedésével foglalkozott mélyebben. Megfigyelte, ha a rovar életterében pl. egy mezőn egy lámpát helyeznek ki, akkor többféleképpen viselkedhet. Ha a lámpa vonzáskörzetébe ér, akkor vagy egyenesen a lámpa forró üvegfedeléhez ér és elpusztul, vagy a fényforrás körül repül és kimerülve leesik a földre vagy egy ragadozó elkapja. Vannak viszont olyan rovarok, amelyek képesek a fényes zónát elkerülni és megpihennek egy árnyékos helyen vagy egy növényen, továbbá vannak olyanok, amelyek nem jutnak el a lámpához, mert elvakítja a fény őket és mozgásképtelenné válnak. HARSTACK et al. (1968) megfigyelése szerint a lepkék több, mint 50%-a a földre száll a fényforrás megközelítése során, a fény közeli zónából nem képesek elrepülni. Ezt a viselkedést nevezik „fixation or captivity effect”, magyarul „rögzítéses vagy rabság hatás”-nak (2.2. ábra).



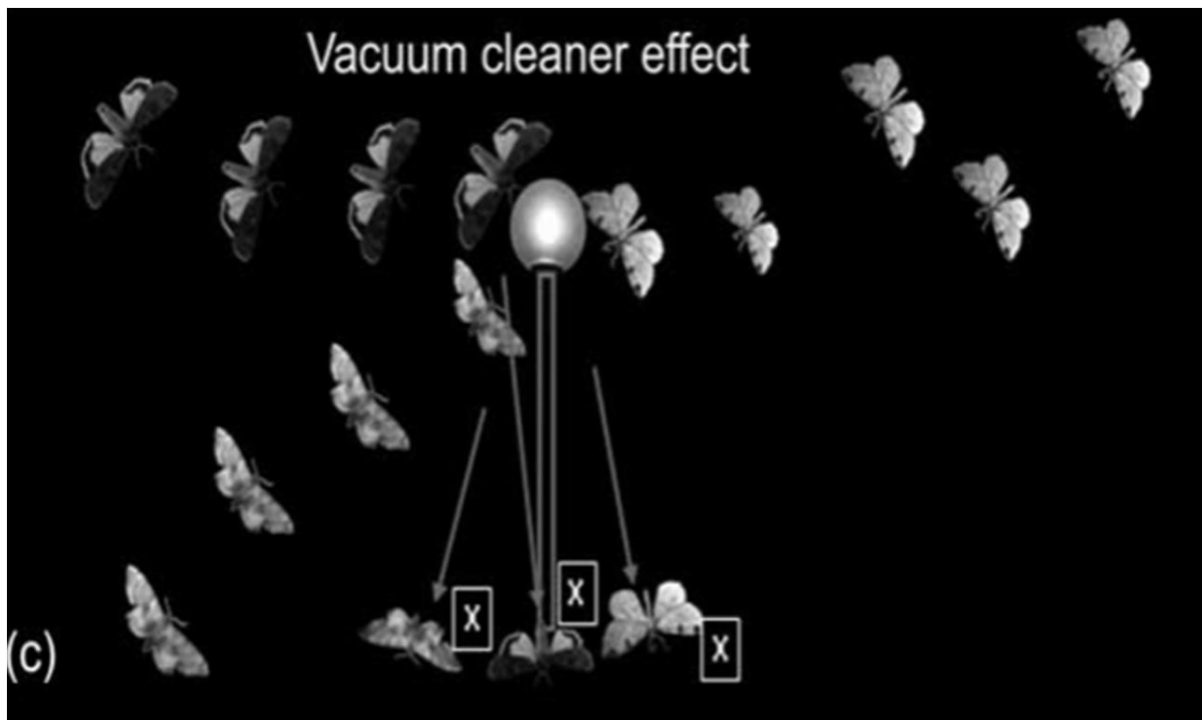
2.2. ábra: A rögzítéses vagy rabság hatás (forrás: RICH & LONGCORE 2006)

A másik megfigyelt eset, amikor a rovarok természetes repülési útvonalát keresztezi egy sor utcai lámpa. Ennek következtében a fények megváltoztatják a rovarok eredeti repülési útvonalát, így a rovarok a lámpáknak ütköznek. Ezt az esetet nevezik „crash barrier effect”-nek, magyarul „akadállyal való ütközés hatás”-nak (2.3. ábra)(RICH & LONGCORE 2006).



2.3. ábra: Akadállyal való ütközés hatás (forrás: RICH & LONGCORE 2006)

A harmadik esetben pedig a rovarokat szinte elszívja a fény az élőhelyükről, ezáltal csökkentve a helyi populáció nagyságát. Ez a jelenség a „vacuum cleaner effect”, magyarul „porszívó hatás” (2.4. ábra)(RICH & LONGCORE 2006).



2.4. ábra: Porszívó hatás (forrás: RICH & LONGCORE 2006)

A fénycsapda hálózat kialakítása előtti időben már megfigyelték, hogy az amerikai fehér medvelepke (*Hyphantria cunea*), ha az utcai lámpák környékére kerül, egy ideig köröz, majd egy közeli falon vagy oszlopon száll le (NAGY 1957). Mások azt tapasztalták, hogy a lepkék a fény hatására felszálltak, majd tovarepültek (HERVEY & PALM 1935). MÉSZÁROS et al. (1993) éjszakai fénycsapdás gyűjtés során azt tapasztalták, hogy a vándorló és nem vándorló lepkefajok viselkedése között jelentős különbség van. Megfigyelték, hogy a nem vándorló fajok egyedei a lámpa közvetlen közelében néhány perc után a földön fekvé megnyugodtak, más részük újra felrepült és a fényforrásnak csapódott vagy egy árnyékos helyen bújt meg. A vándorló fajok egyedei tovább repültek a fénytől, vagy a lámpa környékén vagy az árnyékos helyen rejtőztek el. RÉZBÁNYAI & RESER (2007) megfigyelése szerint a lepkék a sötét erdő vagy kisebb facsoport belsejében holdtöltekor is repülnek a fényre, míg az erdő szélén alig repülnek. RONKAY (2007) Himaláján a tavaszi rovar- vándorlások idején figyelte meg, hogy a nagy rovarrajból néha kiválik egy-két egyed és a fény felé veszi az útját, de az, hogy melyik és miért éppen annyi repül a fényre a rengeteg egyedből az rejtély. HAVASRÉTI (2007) a zöld levélaraszoló (*Colostygia pectinataria*) esetében figyelte meg, hogy egyes egyedek csavarvonalú repüléssel közelítették meg a fényforrással megvilágított lepedőt, mások lassú repüléssel szálltak le és mászkáltak a lepedő előtti növényeken, és volt olyan is, amely a fényforrás körül 1-2 kör megtétele után a foglalaton pihent meg (NOWINSZKY 2008).

A Virginiai Egyetem két kutatója – HAYNES és FIREBAUGH (2016) – vizsgálta két szentjános bogárfaj (*Photuris versicolor*, *Photinus pyralis*) párkeresési viselkedését a mesterséges fényforrások közelében. Két területen tesztelték a rovarokat, egy LED fényvel folyamatosan megvilágított területen és egy megvilágítatlan területen. Azt tapasztalták, hogy a megvilágított

területen a kevesebb fényjelzés leadása miatt kevésbé sikeres a párok egymásra találása. A LED lámpa ugyanis a fény minden hullámhosszát kibocsátja, hasonlóan a Nap sugarához és ez az éjszakai állatok viselkedését jobban megzavarja, mint az utcán látható nátrium lámpa, amely a fény hullámhosszának csak egy részét bocsátja ki. A keleti szentjánosbogárnál (*Photinus pyralis*) megfigyelték, hogy a kivilágított területen, amíg a hím folytatja a szokásos fényjelzést, addig a nőstény vagy abbahagyja, vagy csökkenti a fényjelzéses választ, így ennek eredményeként nehezebb egymásra találniuk. Míg a sötét környezetben normális módon folytatódik a párkeresés (WEB 3).

2.4. A fény és a rovarok kapcsolata

Egyes kutatók a testnagyság és a repüléshez szükséges minimális fényintenzitás közötti kapcsolatot vizsgálták. A vizsgálatba bevont fajok a közönséges poszméh (*Bombus terrestris*), mezei poszméh (*Bombus pascuorum*) és a kövi poszméh (*Bombus lapidarius*) voltak. Megmérték a dolgozók és a herék szemének paramétereit, majd a szabadban elfogott különböző méretű poszméheknél meghatározták azt a legalacsonyabb fényintenzitású szintet, amelynél repülni képesek. A laboratóriumban egy fluoreszkáló cső világított, amelynek fényintenzitása 1 és 150lux között volt. Az alacsony fényintenzitás mellett nem repült a poszméh, de amint a fényintenzitás nőtt a méh felrepült. Repülésnek tekintették a fényforrástól 0,5m-re történő távolságot. Az eredmények azt mutatták, hogy a szem mérete a testmérettel jelentősen összefügg mind a hímeknél, mind a dolgozóknál. A facetta átmérője általában meghatározza a szem érzékenységét, ezért a nagy testméretű egyedeknek nagyobb az általános fényérzékenységük a kisméretű egyedekéhez képest. A hímeknek nagyobb szemük (szem szélességük) van, mint a dolgozóknak, így nagyobb a fényérzékenységük is. A fényintenzitási küszöb általában 1,1-1,5lux volt a dolgozóknál. A legalacsonyabb értéket a kövi poszméh (*Bombus lapidarius*) hímeknél (2,6-0,4lux), a középértéket (3,0-1,0lux) a dolgozóknál mérték. A legmagasabb értéket (3,2-1,1lux) a közönséges poszméh (*Bombus terrestris*) és a mezei poszméh (*Bombus pascuorum*) dolgozóknál mérték. Megállapították, hogy negatív korreláció van a fényintenzitási küszöb (amelynél az egyed képes repülni) és az egyed mérete között, azaz minél nagyobb méretű az egyed, annál alacsonyabb fényintenzitás elegendő a felrepüléshez. Fajon belül a közönséges poszméh (*Bombus terrestris*) hím egyedeinek érzékenyebb a látórendszere, mint az azonos méretű dolgozóé. A kövi poszméh (*Bombus lapidarius*) hímjeinek és dolgozóinak fényintenzitási küszöb értéke között kicsi, de szignifikáns különbséget észleltek, azaz a hímek szignifikánsan alacsonyabb fényintenzitási szinteknél már képesek voltak repülni az ugyanolyan méretű dolgozókhöz képest (KAPUSTJANSKIJ et al. 2007). Egy másik kísérletben a lepkék és a mesterséges fényforrások színképi összetételének összefüggését vizsgálták. Hat különböző színképű fényforrást használtak, melyeknek hullámhossza 380nm és 780nm között volt. Azt vizsgálták, hogy a fényforrások hullámhossza és a fényforrásokhoz vonzódó lepkefajok száma, egyedszáma és morfológiai tulajdonságai között milyen összefüggés van. Megmérték a lepkeegyedek első szárnyainak hosszúságát, szélességét, továbbá szemük átmérőjét. Statisztikai elemzést végezve megállapították, hogy a kisebb hullámhosszú fényforrás típusokhoz nagyobb fajszámmal és egyedszámmal vonzódtak a lepkék, mint a nagyobb hullámhosszú fényforrás típusokhoz. A fajgazdagság tekintetében hasonló mintázatot mutatott a bagolylepkefélék (Noctuidae), az araszolók (Geometriade) és a medvelepkefélék (Arctiidae) családja (de a fajszám a családok esetében eltérő volt). A fényiloncafélék (Pyralidae) családjánál a fajgazdagság tekintetében alig volt különbség a lámpatípusok között. Az egyedszámot tekintve a legrövidebb hullámhosszú fényforráshoz a legnagyobb számban repültek a lepkék. A hullámhossz és az egyedek szemátmérője, elülső szárny hossza és szélessége között negatív összefüggést állapítottak meg. Ennek eredményeként a kisebb hullámhosszú fényforrásokhoz a nagyobb szemátmérőjű és

szárnyméretű lepke egyedek vonzódtak (LANGEVELDE et al. 2011). Ez azzal magyarázható, hogy a nagyobb szemmérettel és testmérettel rendelkező rovarok általában sokkal érzékenyebbek a fényekre (JANDER & JANDER 2002).

A mesterséges fények nagy hatással lehetnek a fajok közötti kapcsolatokra, amely az ökoszisztémában alapvető változásokat okozhat. Számos pók-, madár- és denevér faj táplálékának nagy részét a lepkefélék és a hernyóik jelentik. A barna hosszúfűlű denevér (*Plecotus auritus*) táplálékának 83%-a a Noctuidae családba tartozó nagytestű lepkefajok (ROSTOVSKAYA et al. 2000). A mesterséges fényekhez való vonzódás miatt csökken a nagytestű lepkefajok egyedszáma, ennek következtében megváltozik a zsákmányállatfajok elterjedése, amely a zsákmányszerzőfajok számára súlyos következményekkel járhat (LANGEVELDE et al. 2011).

Az elmúlt évtizedben számos kutató talált összefüggést a lepkék szárnyfeszítávolsága és fényérzékelésük között. A nagyobb szárnyfeszítávolsághoz nagyobb fényérzékelés tartozik. A szerzők ennek az állításnak az ellenőrzésére felhasználtak 378 Macrolepidoptera faj adatot, amely a magyarországi fénycsapda hálózat 19 normál és UV fénycsapda párjának gyűjtéséből származott. A szerzők arra a megállapításra jutottak, hogy kb. 25mm szárnyfeszítávolság az a határérték, amely alatt több faj gyűjthető eredményesebben a normál, mint az UV fénycsapdával. 35mm szárnyfeszítávolság fölött azonban az UV csapdák fogásának az aránya megközelítette a 100%-ot. Ha azonban a normál és az UV fénycsapdák olyan közel helyezkedtek el, hogy a lepkék egyidejűleg mindkettőt láthatták, a kisebb lepkékből is több, mint 60%-ot az UV csapda fogott eredményesebben. Abból a tényből, hogy a 35 mm szárnyfeszítávolságúnál nagyobb Macrolepidoptera fajokból minden gyűjtőhelyen az UV csapda gyűjtött több példányt következik, hogy a 100 W-os wolframégő ezeknek a fajoknak a gyűjtésére csak igen mérsékelten alkalmas (NOWINSZKY et al. 2013).

Egy jamaikai barlangban a légyalkatúak (Diptera) rendjébe tartozó családok fény felé vonzódását vizsgálták. A Scatopsidae családba tartozó egyedek az 531 nm hullámhosszú, a Phoridae családba tartozók a 471nm hullámhosszú és a Milichiidae családba tartozó rovaregyedek a 412nm hullámhosszú fény felé közelítettek legnagyobb számban. Itt meg kell jegyezni, hogy a tanulmányban erre vonatkozó részben a szöveges rész, a táblázat és a grafikonos megjelenítés nem egymásnak megfelelő, mert a táblázatban szereplő adatok szerint a Milichiidae családba tartozó rovaregyedek a Phoridae családhoz hasonlóan a 471nm hullámhosszú fényhez vonzódnak legnagyobb egyedszámban (STRINGER et al. 1994).

BARR et al. (1960) vizsgálták fényintenzitás függvényében a szúnyogok 25-, 50-, és 75 W-os fehér izzóval üzemeltetett fénycsapdákhöz való vonzódásukat. Megmérték az égők fényintenzitását és megállapították, hogy minden összegyűjtött szúnyog fajonkénti száma közvetlenül összefüggésben van a fény intenzitásával, kivétel egy faj (*Culex.p. quinquefasciatus* Say 1823), mely nőténye esetében ez nem igaz. LONG & MILLER (2008) a fény hullámhosszának hatását vizsgálták az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster* Meigen 1830) szaporodására, párzási viselkedésére és erőnlétére. Fehér (kontroll fény), sárga, színes és UV fényvel kísérleteztek. Kimutatták, hogy a fény a párzási viselkedésre nincs hatással, viszont a párzás valószínűségére hatással van. RIFTEL & BECKER (1982) több tanulmányuk arról számol be, hogy az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster* Meigen 1830) udvarlási és párzási viselkedése sötétben hiányzik, mert az érzékelő receptorok a sötétben meggyengülnek.

Feltételezések szerint a mesterséges fényeknek szerepe van a betegséghordozó rovarok elterjedésében. A fejlődő országokban az áram bevezetésének köszönhetően az emberek este tovább maradhatnak a természetben a fényforrások közelében. Ez megnövelheti annak a kockázatát, hogy az emberek betegséghordozóvá váljanak. Ezt a jelenséget először a Chagas betegség esetében vizsgálták, amely a Latin-Amerikai országokban jellemző. A Carlos Chagasról elnevezett betegség terjedési módja megváltozott. Korábban a betegség elsődleges hordozója a tengerimalac volt. A villany elterjedése után a cukornádból készített üdítő árusító

bódékra felszerelt nagy intenzitású fényt kibocsátó lámpa odavonzotta a rovarokat és az üdítő készítése során a cukornáddal együtt bekerült az üdítőbe, így átvitte a fertőzést. A szájon át történő terjedés mechanizmusát már BERTRAM (1971) is felismerte, és ezt megerősítette ZELEDON & RABINOVICH (1981) is. WALTER 2005-ben szoros összefüggést állapított meg a betegség terjedése, a kerozin lámpa és a fotocella panelek használata között. Ezekhez a modern, nagy intenzitású világító rendszerekhez nagyszámú rovar vonzódik. Két megjelent tanulmányban (ROJAS et al. 2005, REMME et al. 2006) arról írnak, hogy a mesterséges fényre repülő rovarok és a Chagas betegség terjedése között összefüggés van, amely háziállatok, erdőben élő vadon élő állatok és az ember által terjedhet. Egy másik betegség, a Leishmaniasis betegség hordozói a homoklegyek (*Phlebotomines*), melyek a külvárosi területek (farmok, tanyák, konyhakertek) utcai lámpáihoz vonzódnak és ezáltal a közelükben élő háziállatok (kutya, csirke és más kisebb testű állatok) a betegség hordozóivá válnak. Dos SANTOS et al. (2003) azonban vitatják annak lehetőségét, hogy a Leishmaniasis betegség terjedésének kockázata nagyobb azon házak környékén, ahol a világos színű falhoz közeli fényforrást helyeztek el, továbbá a közelben bokrok és fák vannak és 50m-en belül a háziállatok óljai helyezkednek el (BARGHINI & de MEDEROS 2010).

A mesterséges fények megzavarják a lepkék természetes védekező repülését, ezáltal növekedik a zsákmányszerzőknek való kitettség mértéke, továbbá a fény köré csoportosuló lepkéket könnyebben tudják levadászni a denevérek, pókok, kétéltűek, hullók (SVENSSON & RYDELL 1998, ACHARYA & FENTON 1999).

A mesterséges fényforrások hatása a nagyon fontos beporzó lepkefajokra még nem pontosan ismert. A nagy UV kibocsátású lámpák a lepkék vizuális képérzékelését megzavarják, melynek következtében elpusztulásuk kockázata megnő illetve csökkenti a nagy testméretű lepkék beporzó képességét, mint pl. a bagolylepkéfélék (Noctuidae) családjába tartozó szürke szegfűbagolynak (*Hadena bicruris*), mint a *Silene latiflora* fő beporzójának. Ilyen nagyméretű lepkefajok még a fehér sarkvirág (*Platanthera bifolia*) fő beporzói, melyek a szenderfélék (Sphingidae) és a bagolylepkéfélék (Noctuidae) családjába tartoznak. A mesterséges fények következtében e nagyméretű lepkék száma csökken, ennek következtében a hozzájuk kötődő növényfajok előfordulása is csökken (LANGEVELDE et al. 2011). Nemrég figyelték meg, hogy az utcai világítások, a biztonsági megvilágítás és más városi fények negatív hatással vannak a lepkeegyedekre, populációk mozgására és az éjszakai fajok közösségeire. Számos lepke különösen a nagy UV sugárzást kibocsátó fényforráshoz vonzódik. A mesterséges fény a lepkék táplálék keresését, szaporodási aktivitását továbbá a fajok közötti kölcsönhatását is befolyásolhatja (FRANK 2006).

A beporzó rovarok számaránya néhány évtizede a világ számos részén jelentős csökkenésen megy keresztül (WILLIAMS 1982, POTTS et al. 2010, CARVALHEIRO et al. 2013). Ez azért fontos, mert a beporzás jeleníti meg az ökoszisztéma jelentős szolgáltatását (CONSTANZA et al. 1997, GARIBALDI et al. 2013), és a beporzók csökkenése összefügg a növények csökkenésével, amelyek kapcsolatban vannak velük (BIESMEIJER et al. 2006, PAUW 2007, POTTS et al. 2010). Az éjszakai mesterséges megvilágítás, még ha alacsony szintű is, hatást gyakorol a biológiai szervezetekre, közösségekre (DAVIES et al. 2012, GASTON et al. 2013). Habár jelenleg keveset tudunk a fényszennyezés hatásáról a fajok populációjának mozgására vonatkozóan, a fajok közötti kapcsolati hálózatra, vagy az ökoszisztéma működésére gyakorolt hatásáról, Nagy-Britanniában, Hollandiában és Finnországban hosszú ideje már csökkenés tapasztalható a lepkepopulációk esetében (Mc GREGOR et al. 2015). A mesterséges éjszakai világítás hatással van a lepkeegyedekre, amelyek még máig nem tisztázott okok miatt vonzódnak az éjszakai mesterséges fényekhez (HOWE 1959). Az már bizonyított, hogy a lepkék számára a rövidebb hullámhosszú, maximum 400nm hullámhosszú fény (ibolya fény) a legvonzóbb hatású, amely vonzódás a taxonok között különböző (FRANK 2006, COWAN & GRIES 2009, MERCKX & SLADE

2014). A nagyobb testű, nagyobb szemű lepkék sokkal jobban vonzódnak a kisebb hullámhosszú fényekhez, továbbá ez a különbség a nemek között is jellemző (van LANGEVELDE et al. 2010, SOMERS & YEATES et al. 2013). Néhány lepkefaj hímje sokkal nagyobb számban repül a fénycsapdába, mint a nőstényé (GARRIS & SNYDER 2010). Az éjszakai mesterséges fény következtében megnövekedik a környezeti megvilágítás és ennek következtében a lepkék fotoperiodikusság érzékelése megváltozik. A forró lámpával való érintkezés és a világító fényforrásból sugárzó energia megölheti a rovarokat, kárt tehetnek a szárnyukban, lábukban és a csápjukban (EISENBEIS 2006, FRANK 2006). Az éjszakai mesterséges megvilágítás negatív hatással lehet a lepkék szaporodására is. Az alacsony mesterséges fény gátolja a nőstény lepkék szexferomon kibocsátását a Geometridae fajok esetében (SOWER et al. 1970). A fény elnyomhatja a peterakást, vagy mint ökológiai csapdát okozva a nőstény szokatlanul nagy sűrűségben rakja le a tojásokat, vagy alkalmatlan helyre a fény közelében, így megnövekszik a korlátozott táplálékforrásért folyó verseny a lárvák között (PFRIMMER et al. 1955, NEMEC 1969, SOWER 1970, FATZINGER 1973, BROWN 1984). A mesterséges fény továbbá hatással lehet az éjszakai lepkék lárváira, még ha alacsony szintű is. Csökkentheti a lárvák életkorát, a hím bábok mennyiségét továbbá a Noctuidae család fajainál gátolja az átmeneti nyugalmi állapotot (van GEFFEN et al. 2014). A Pyralidae családba tartozó fajok nőstényeinek feromon kibocsátását megzavarják a fotoperiodusban bekövetkező változások. A nőstény lepkék versengenek a fénycsapdák és a feromon csapdák között így a mesterséges megvilágítás eltérítheti a nőstényt a hím feromon jelzéseitől, ezáltal csökkenhet a párzás gyakorisága. Más rovarokat pedig a fényforrásokból eredő sugárzó energia sterilizálhat. Megfigyelték, hogy a mesterséges fények megváltoztatják a lepkék előfordulási helyét vagy a vándorlását, amely a szaporodás szempontjából kedvezőtlen. Laboratóriumi körülmények között megfigyelték, hogy a Tortricidae család fajainak lárvái a fényperiódus sötét fázisának csökkentése révén meggátolják az átmeneti nyugalmi állapotot, továbbá, hogy a lepkelárva ugyanúgy vonzódhat a mesterséges fényekhez, mint a kifejlett egyedek (BERLINGER & ANKERSMIT 1976, GILLET & GARDNER 2009). A mesterséges fények a lepkék rejtőzködését megzavarják, így növelik a zsákmányul esés kockázatát. A lepkék alkalmatlan helyen pihenve szárnymintázatuk hatástalan álruhává válik és kis területre koncentrálódva segítik a ragadozókat a szárnymintázat felismerésében (FRANK 2006). A mesterséges fények a lepkék összetett szemére is hatással vannak. Az árnyékoló pigment csökkenti a szemlencse érzékenységét a fénynek való kitettséggel szemben, amennyiben ez 23 percen belül történik – míg a teljes fény érzékenységhez való visszatérés sokkal lassabb – ez kb. 30 percig tart. Hogy ezek a hatások a természeti környezetben hogyan zajlanak, az még nem teljesen ismert. A fényhez vonzódó lepkék gyakran megpihennek a növényeken vagy a földön egy bizonyos ideig mielőtt elérik a fényt. Ez a fajta viselkedés az alkalmazkodás egy periódusát jelzi a teljes fény érzékenységét illetően (BERNHARD & OTTOSON 1960, HARTSTACK et al. 1968, HSIAO 1973, HAMDORF & HÖGLUND 1981). A lepkék látóképességére közvetve hatással lehetnek a mesterséges éjszakai fények azáltal, hogy megváltozik a háttér megvilágításának spektruma. Az UV sugárzás (10-400nm) túlnyomórészt a hosszabb hullámhossznál közelít a látható fényig, ami különösen fontos a beporzó lepkéknek. Ez azért van így, mert a lepkék a virágok felé szagló- és látó ingereken keresztül tájékozódnak, beleértve az UV-visszatükröződő jegyeket a virágon. A mesterséges éjszakai megvilágítás színeként tartalma meghatározza a virágok láthatóságát a lepkék számára: az UV-ben gazdag világítás (pl. a higanygőzlámpák) hangsúlyozhatja ezeket a nektár vezetőket (jeleket), míg az UV-szegény világítás (pl. az alacsony nyomású nátrium lámpák), azáltal ahogyan az éjszakai környezet egyéb részleteit megvilágítja, lehetséges, hogy a virág kevésbé válik láthatóvá (EGUCHI et al. 1982, BARTH 1985, RAGUSO & WILLIS 2005, DAVIES et al. 2013, FRANK 2006).

2.5. A fénycsapdázás története, módszerei, a fénycsapdázás során nyert adatok hasznosítása

Arisztotelész figyelte meg elsőként, hogy az éjszakai fények csalogató hatással vannak az éjszakai rovarokra (KOVÁCS 1962). A XVII. századból származik az első magyarországi feljegyzés Szilágyitól, majd Landovics tollából. A XIX. század második felétől kezdték alkalmazni a rovargyűjtők az első, kezdetleges fénycsapdákat (HERCZIG 1983). Abafi-Aigner aszalt alma csalétekkel csapdázott egy petróleumlámpa mögé kifeszített fehér lepedővel a budai hegyekben a századforduló éveiben (AGÓCSY 1965). Megközelítőleg 100 évvel ezelőtt alakították ki az első, villanyégővel üzemelő fénycsapdát (LÖDL 2000). Magyarországon az első fénycsapda üzembe helyezése 1952-ben Keszthelyen, a Növényvédelmi Kutató Intézet Kísérleti Telepén történt, melyet a fénycsapda hálózat kiépítése követett Jermy Tibor akadémikus kezdeményezésére (JERMY 1961, SÁRINGER 2002). Erdővédelmi előrejelzés céljára az első 6 magyarországi erdészeti fénycsapda telepítését az Erdészeti Kutató Intézet megfigyelőhelyein Tallós Pál és Szontagh Pál vezetésével végezték, amely az 1961-es téliaraszoló gradációjának idejével esett egybe (TALLÓS 1966, SZONTAGH 1975). Az erdészeti fénycsapda hálózat Jermy típusú csapdákkal működik, melynek helyszíneit, pontos földrajzi koordinátáit és a működés éveit az alábbi táblázat tartalmazza (2.1. táblázat).

2.1. táblázat: Erdészeti fénycsapdák helyszínei és működési éve
(forrás: HIRKA A. szóbeli közlése 2016)

Az erdészeti fénycsapdák helyszíne és működésük éve		
Helység	koordináták	működés kezdete
ACSÁD	N 47°18'56.4" E 16°43'11.8"	1997-
BAKONYBÉL	N 47°15'04.9" E 17°45'41.7"	1991-
BARCS	N 45°58'54.2" E 17°31'3.5"	2009-
BUGAC	N 46°39'18.8" E 19°40'28.0'	1976-
DIÓSJENŐ	N 47°56'58.6" E 19°01'20.2"	1993-
ERDŐSMECSKE	N 46°12'34.2" E 18°31'54.0"	1969-
FELSŐTÁRKÁNY	N47°58' 51.7" E20° 26' 03.5"	1961-
GYULA	N 46°41'54.7" E 21°19'26.5"	1991-
HÓGYÉSZ	N 46°28'47.7" E 18°24'10.9"	1993-
KAPUVÁR	N 47°41'16.2" E 17°00'30.9"	1977-
KISHUTA	N 48°26'52.6" E 21°27'46.1"	1998-
PÜSPÖKLADÁNY	N 47°20'07.5" E 21°05'28.0"	1995-
RÉPÁSHUTA	N 48°03'12.8" E 20°31'39.9"	1962-
SASRÉT	N 46°12'14.8" E 17°54'06.6"	1977-
SOPRON	N 47°39'51.5" E 16°33'14.5"	1962-1991, 1998-

Az erdészeti fénycsapdák helyszíne és működésük éve		
Helység	koordináták	működés kezdete
SUMONY	N 45°57'14.8" E 17°54'46.1"	1984-
SZALAFŐ	N 46°51'19.3" E 16°22'33.4"	1986-
SZENTENDRE	N 47°41'22.4" E 18°59'11.2"	2003-
SZENTPÉTERFÖLDE	N 46°36'24.8" E 16°45'11.7"	1968-
TOLNA	N 46°24'59.4" E 18°48'08.1"	1961-
TOMPA	N 46°11'12.6" E 19°34'10.3"	1962-
VÁMOSATYA	N 48°11'26.3" E 22°24'11.0"	2004-
VÁRGESZTES	N 47°28'18.1" E 18°23'54.0"	1962-

Külföldön a fénycsapdázás kezdeti kísérletei WILLIAMS (1935) nevéhez fűződnek. Számos munkája már klasszikusnak tekinthető, amelyek a fénycsapdázással foglalkozó tanulmányokban elkerülhetetlenek (WILLIAMS 1936, 1939, 1940). Eredményeinek köszönhetően világszerte a fénycsapdázás vált az éjjel repülő rovarok leghatékonyabb gyűjtési módszerévé.

Európában az Egyesült Királyságban működik jelentős fénycsapdahálózat, melynek első csapdája már 1933-ban működött. Európában még Franciaországban, Lettországon Svédországban és Finnországban is jól kiépített fénycsapda hálózat működik (LEINONEN et al. 1998). Európán kívül Kínában (CRUMMAY & ATKINSON 1997), az Amerikai Egyesült Államokban (HOLMSTROM et al. 2001) és Dél-Afrikában is jelentős számú megfigyelőhelyen végeznek fénycsapdázást (NOWINSZKY 2003).

A fénycsapdák hordozható akkumulátorral működnek vagy állandó helyre telepített hálózati árammal (PATAKI 1973). A különböző típusú fénycsapdákban alkalmazható higanygőzlámpa (Becsei-típusú, Jalas-típusú), UV (ultraibolya) lámpa (Robinson-típusú, New Jersey-típusú) vagy „fekete fényű” fluoreszkáló fénycső (Pennsylvania-típusú). Az erdészeti fénycsapda hálózatban elterjedt Jermy-típusú fénycsapdák kezdetben 100 W-os normál izzóval, később pedig 125 W-os higanygőz izzóval működnek (NOWINSZKY 2003).

Fénycsapdázás célja többféle lehet. HORVÁTH & LAKATOS (2014) hordozható, UV LED lámpákkal működő fénycsapdákat helyeztek ki különböző korosztályú gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőállományokban és az erdők kora és lepkeközösségek közötti kapcsolatot vizsgálták.

A fénycsapdák által begyűjtött rovaranyag fontos információt nyújt az éjjel aktív invazív rovarok megjelenéséhez és elterjedéséhez is. A vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*) legfontosabb kártevőjét a vadgesztenye-level aknázómolyt (*Cameraria ochridella* Deschka et al. Dimič) 1994-ben figyelték meg először a Dunántúlon és Pest környékén (CENCZ & BÜRGÉS 1996). A puszpáng (*Buxus sempervirens*) kártevőjeként ismert selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis* Walker) 2011 őszén került elsőként fénycsapda közelében Sopronban (SÁFIÁN & HORVÁTH 2011). Az idegenhonos tölgy-selyemlepke (*Antheraea yamamai* Guérin-Méneville) faj megjelenését és elterjedését is nagyon jól jelezték a fénycsapdák (TUBA et al. 2012).

A hosszú időn keresztül rendelkezésre álló adatsorok lehetőséget adnak egy-egy faj esetében arra, hogy előrejelezzék pl. egy adott faj népességdinamikáját a klímaváltozással kapcsolatban. Erre konkrét példa a tölgy búcsújáró lepke (*Thaumetopoea processionea*), amelynek ha a fogási eredményeit az aszályossági mutatókkal (aszályok gyakorisága és súlyossága növekedik) egybevetjük, kimutatható, hogy a faj népessége – így várható kártétele is – jelentősen növekedni fog. A fenológiai változásoknak komoly ökológiai hatásai lehetnek. A fészúsbaglyok (*Orthosia* fajok) – melyek kora tavasszal repülnek – hernyói fontos táplálékai az erdőben élő

rovarevő énekesmadaraknak. Ezen fajok fenológiájának megváltozása komoly hatással lehet a hernyók és a madarak közötti természetes kapcsolatra. A fénycsapdák által megfogott rovaranyag DNS vonalkód könyvtár kialakításához nyújthat alapot pl. a tölgyeken élő herbivor rovarok esetében. A nagyobb egyedszámban fogott faj esetében a populáción belüli genetikai változatosság, továbbá a populációk közötti genetikai variancia is jól tanulmányozható (HIRKA et al. 2011).

A fénycsapdás rovargyűjtés alkalmas a lepkefauna elemzésére különböző élőhelyeken pl. az Aggteleki Nemzeti Parkban, Sopron környékén, Hanságban, Szigetközben (HORVÁTH 1993, HORVÁTH 1997, LESKÓ & AMBRUS 1998, BENEDEK et al. 2002, ÁRNYAS et al. 2004, ÁRNYAS et al. 2005, SÁFIÁN et al. 2006, SZABÓ et al. 2007).

A különböző lámpatípusok eltérő módon vonzzák a rovarokat. A rovarok számára az ultrabolya fény 350-550nm sávja vonzó és ezen belül is a Lepidoptera rend egyedei a 440-481 nm és az 500-540nm hullámhosszú fényre reagálnak aktívabban (STEINER & HAUSER).

HONGAYO et al. (2014) a Fülöp-szigeteki Songculan lagúnában 4 kísérleti helyen három napon keresztül LED lámpával csapdáztak. A befogott rovargyűjtéseket 10 rovarrendbe sorolták: Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera, Psocoptera, Neuroptera, Isoptera, Diptera és az Embiidina. A LED lámpa az 1. és 3. napon a Diptera, a 2. napon a Hymenoptera rendbe tartozó egyedeket vonzotta a legnagyobb mértékben.

Számos entomológus fénycsapdázott különböző fényforrással. MÉSZÁROS (1966) normál (fehér fényű) és ultrabolya fényforrással üzemeltetett fénycsapdák által befogott Microlepidoptera fajok anyagait hasonlította össze és megállapította, hogy az UV fényű csapdák lényegesen több rovargyűjtést gyűjtöttek be, mint a normál fényű csapdák. A fénycsapdázott rovaranyag kiértékelése során NOWINSZKY & EKK (1996), és PUSKÁS & NOWINSZKY (2011) Macrolepidoptera fajok fogási adatait hasonlította össze a normál 100 W-os és a 125 W-os UV fényforrással működő fénycsapdák esetében. Eredményeik azt mutatták, hogy a normál csapdában az araszolófélek (Geometridae) családjának egyedei voltak nagyobb számban, az UV lámpa esetében viszont a szenderfélek (Sphingidae), a púposzövőök (Notodontidae), medvelepkefélek (Arctiidae) és bagolylepkefélek (Noctuidae) egyedei fordultak elő többségben. BÜRGÉS (1997) a csapdázott rovaranyag és a fénycsapdában alkalmazott fényforrások erőssége, színe és elhelyezési magassága között kereste az összefüggést. 60-100-200-300W-os kripton égőket, infravörös, higanygőz, UV és normál égőket alkalmazott a fénycsapdáknak, melyeket 2 és 10m magasságban helyezett el. A befogott egyedek rendszerint eloszlása a következő eredményeket mutatták: 30%: Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, szipókás rovarok (Rynchota); 5-10%: Neuroptera, Hymenoptera, Trichoptera, Orthoptera. A Lepidoptera rendnél a magasan elhelyezett csapda, a Geometridae családnál az alacsonyabb elhelyezésnél történt nagyobb számú befogás. ÁBRAHÁM et al. (2009) nagylepke fauna felmérést végeztek Gyűrűfűn 125 W-os higanygőz, 160 W-os kevert fényű lámpával, továbbá egy 8 W-os és 125 W-os UV („black light”) fénycsóval. A legtöbb csapdázott egyed a Geometridae és a Noctuidae család fajaiból került elő.

FROST (1954) UV (100W) és fehér (10W) fényforrás külön-külön és együtt történő alkalmazásával kísérletezett és azt vizsgálta, hogyan reagálnak a rovarok ezekre a típusú fényekre. Megállapította, hogy a fekete lámpa sokkal vonzóbb a rovarok számára, mint a fehér fényű lámpa. Eredményeik azt támasztják alá, hogy a kétszárnyúak (Diptera) rendjének többsége a fekete fényű fényforrásra, a Miridae és a zöldfátyolkák (Chrysopidae) családjának egyedei a fehér fényt tartják vonzóbbnak. Indiában higanylámpával, fekete és UV lámpával monitoring vizsgálatot végeztek. A fénycsapdázás eredményeik azt mutatták ki, hogy a higanylámpa a lepkék (Lepidoptera), hártvászárnyúak (Hymenoptera), félfedelesszárnyúak (Hemiptera), szitakötők (Odonata) és a kétszárnyúak (Diptera) rendjének egyedeit vonzotta legnagyobb mértékben. A fekete lámpával működő fénycsapdák a bogarak (Coleoptera), egyenesszárnyúak (Orthoptera), természetek (Isoptera) és a Dictyoptera rend egyedeiből fogtak legnagyobb

számban, az UV lámpa az egyenesszárnyúak (Orthoptera), kétszárnyúak (Diptera), fülbemászók (Dermaptera) rendjeinek egyedeiből fogott legtöbbet (RAMAMURTHY et al. 2010). A fénycsapdás rovargyűjtés alkalmas különböző erdőállományok diverzitásának, továbbá eltérő mértékben fényszennyezett területek összehasonlítására (HORVÁTH 2013, HORVÁTH 2013a, PINTÉRNÉ NAGY 2013, HORVÁTH & LAKATOS 2014, HORVÁTH 2014, HORVÁTH et al. 2016). Németországban EISENBEIS & HASSEL (2000) használta a fénycsapdázás módszerét élőhelyek rovaranyagának összehasonlítására. Három vizsgálati területen figyelte meg a rovarok utcai lámpák körüli aktivitását. Az egyik helyszín az egyik falu lakott területe volt, a másik egy farmházas terület, a harmadik egy falu szélén lévő út. A fénycsapdákat az utcai lámpák alá helyezték el. A csapdákbán 80W-os nagynyomású higanylámpát, 70 vagy 50W-os nagynyomású nátriumlámpát, továbbá egy 80W-os nagynyomású nátrium-xenon lámpát helyeztek el. Néhány nagynyomású higanylámpára UV fényt elnyelő szűrőt szereltek fel. Az eredmények kiértékelése a csapdázott rovaranyag egyedszáma alapján történt. Legnagyobb számban a nagynyomású higanygőzlámpa vonzotta a rovarokat, a legkevesebb pedig az UV szűrővel ellátott nagynyomású higanylámpa (RICH & LONGCORE 2006).

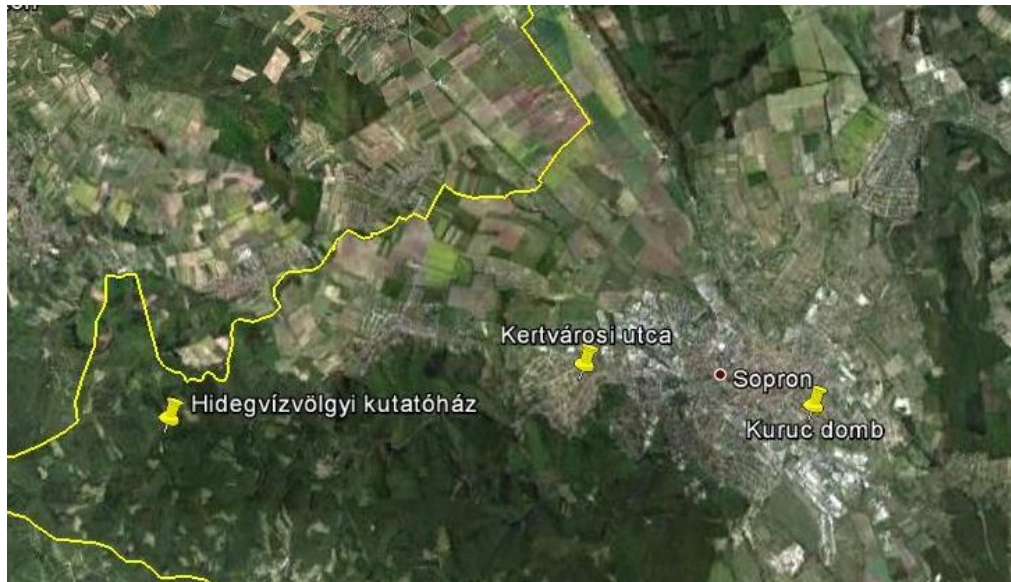
2.6. A fénycsapdázás előnyei és nehézségei

A fénycsapda automatikusan működtethető, egész éjjel, függetlenül az időjárástól a gyűjtő jelenléte nélkül. E módszerrel nyert adatok bőségesen és rendszeresen rendelkezésre állnak a statisztikai módszerrel történő feldolgozásra (SOUTHWOOD 1978). A begyűjtött anyag évenkénti változásaiból a fajok gradációjára lehet következtetni, a ritkán előforduló vagy meghonosodó fajok jelenlétét lehet követni (JERMY 1961, TUBA & LAKATOS 1999, HIRKA et al. 2008, SÁFIÁN & SZEGEDI 2008, SÁFIÁN & HORVÁTH 2011, CSÓKA et al. 2012). A fénycsapdák begyűjtik a lombkoronaszintből nehezen megfigyelhető rovarfajokat is (WÉBER 1959). A fénycsapdák ugyanakkor csak az éjjel repülő, a csapdaingerre válaszoló fototaxisú rovarokat gyűjtik össze és sok esetben olyan fajokat is, amelyre a vizsgálati módszer szempontjából nincs szükségünk. A fénycsapdázás hátrányának tekinthető többek között az, hogy nem lehet pontosan tudni a fényre érzékeny rovarok milyen arányban kerültek a csapdába, mert a csapda körül előforduló rovarok csak egy kis részét gyűjti be az éjszaka folyamán, továbbá az, hogy nem tudjuk honnan érkeznek pontosan a rovarok a fénycsapdába (NOWINSZKY 2003).

3. A vizsgálati terület bemutatása

3.1. Vizsgálati területek elhelyezkedése

Vizsgálataimat 3 helyszínen végeztem Sopronban és környékén, melyek kiválasztása a környezeti megvilágítás és a biztonságos fénycsapda elhelyezés szempontjából történt. Az alábbi térképen mind a három terület látható (3.1. ábra).



3.1. ábra: A vizsgálati területek

Természetközeli terület: Soproni-hegyvidék (Hidegvízvölgyi kutatóház); **Átmeneti terület:** Bánfalva (Kertvárosi utca); **Városi terület:** Kuruc- domb (Meteorológiai Állomás)

A vizsgálati helyszínekről készült fényképek a fénycsapdák közvetlen környezetét mutatják be, a területek mesterséges fényekkel való megvilágítás mértékét nem volt lehetőségem érzékeltetni.

Az első vizsgálati helyszín a Soproni – hegyvidék területén lévő Ágfalva 1 erdőtagban elhelyezkedő Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet Kutatóházához tartozó meteorológiai állomás területe. Neve: **természetközeli terület**, mely fényszennyezéstől majdnem mentes (3.2. ábra). Jele: **T**



3.2. ábra: A fénycsapdázás helyszíne a természetközeli (T) területen (szerző felvétele)

A második vizsgálati helyszín a város központjától távol, Sopron külvárosi területén (Bánfalva, Kertvárosi utca) helyezkedik el. Neve: **átmeneti terület**, mely mérsékelt fényszennyezett, ahol már megjelennek a mesterséges fények (utcai kivilágítás, házakból eredő megvilágítás, reklámtábla megvilágítása) (3.3. ábra). Jele: **Á**



3.3. ábra: A fénycsapdázás helyszíne az átmeneti (Á) területen (szerző felvétele)

A harmadik vizsgálati helyszín Sopron város központi részén helyezkedik el, a Kuruc- dombon, ahol Sopron Város Meteorológiai Állomása működik (3.4. ábra). Neve: **városi terület**, mely területen jelentős a mesterséges fényforrásokból eredő háttérmegvilágítás, a fényszennyezettség. Jele: **V**



3.4. ábra: A fénycsapdázás helyszíne a városi (V) területen (szerző felvétele)

3.2. Vizsgálati területek jellemzése

A vizsgálati helyszínek a Nyugat-Magyarországi Peremvidék nagytájhoz, ezen belül az Alpokalja középtájhoz tartoznak. A természetközeli (T) és átmeneti (A) terület a Soproni-hegyvidék, a városi (V) terület a Soproni-medence kistájhoz tartozik.

A Soproni –hegyvidék jellemzése

Domborzati, földtani és talajtani jellemzők

A zárt hegység domborzati formáit a tanúhegyek (Borsó-hegy 319 m), a sziklás sasbércek (pl. Magasbérc 556 m), a keskeny hegygerincek (Muck kilátó 523 m), a mélyre vágódott patak völgyek és a meredek sziklás lejtők jellemzik. Fő építőközetek gneisz, csillámpala, fillit, amelyek ókori képződmények és ezek kiegészülnek kristályos palával. E kőzeteken rankerek és erősen savanyú nem podzolos barna erdőtalajok a táj 82%-án képződtek (DÖVÉNYI 2010).

Éghajlati és víztani jellemzők

A terület mérsékleten hűvös, nedves éghajlatú. A vegetációs időszak sokévi átlaga 15,0-16,0 C⁰ és a napi középhőmérséklet 10 C⁰ fölé április 15. és 17. között emelkedik és október 15-én és 10-12-én süllyed újra 10 C⁰ alá. Az évi csapadékösszeg kb. 700-750 mm, a hótakarós napok átlagos száma 40-45, az átlagos hóvastagság max. 20-30 cm. A leggyakoribb szélirány ÉNY-i, és a szélsébség 4-4,5 m/s. A kistájat kis vízfolyások (Rák-patak, Kecse-patak) és források (Hidegvíz-forrás) jellemzik. Talajvíz csak elenyésző mennyiségben fordul elő a völgylejtőkön és völgytalpakon (DÖVÉNYI 2010).

Növényntani leírás

A hegység vegetációtípusát a bükkösök és a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek jelentik. Nevezetes kultúrállományai a szelídgesztenyések. A telepített fenyves állományok az erdőterület több, mint 50%-át borítják. Az erdei flórában a nyugat-dunántúli elemek jellemzőek, mint például az erdei ciklámen (*Cyclamen purpurascens*), erdei galaj (*Galium sylvaticum*), a hegység jellemző acidofil fajai, mint például a fekete áfonya (*Vaccinium myrtillus*), fehér perjeszittyó (*Luzula luzuloides*). A szárazabb hegységperemen xerotherm elemek fordulnak elő,

mint például a molyhos tölgy (*Quercus pubescens*), fekete kökőrcsin (*Pulsatilla nigricans*) (DÖVÉNYI 2010).

A Természetközeli (T) terület (Hidegvíz-völgy) konkrét jellemzése

A terület a Soproni – hegyvidék Ágfalva 1 erdőtagban elhelyezkedő Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet Kutatóházához tartozó meteorológiai állomáson helyezkedik el.

A területen található növényfajok:

A vizsgálati terület erdőrésztében jellemző fafaj a mézgas éger (*Alnus glutinosa*), elszórtan nyír (*Betula pendula*), hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*), törékeny fűz (*Salix fragilis*), gyertyán (*Carpinus betulus*), rezgőnyár (*Populus tremula*), lucfenyő (*Picea abies*), csoportosan magas kőris (*Fraxinus excelsior*) és lágyszárú növényfajok: medvehagyma (*Allium ursinum*), kikeleti hóvirág (*Galanthus nivalis*), pettyegetett tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*), gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*), salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*), бүккsás (*Carex pilosa*), nagy csalán (*Urtica dioica*), erdei szamóca (*Fragaria vesca*), mezei sóska (*Rumex acetosa*) (szerző adatai).

Földrajzi koordináta: N 47° 40' E 16° 27'

Üzemtervi adatok:

Erdőrészlet: M

Fokozottan védett természeti területen lévő erdő.

Terület nagysága (ha): 3,1

Faállomány típus: MÉ

Tszfm: 400

Klíma: GYT

Az Átmeneti (Á) terület (Bánfalva, Kertvárosi utca) konkrét jellemzése

A vizsgálati helyszín Sopron város központjától távol lévő külváros területén (Bánfalva) helyezkedik el. A terület tengerszint feletti magassága 249,0 m. Az éghajlati adatok az Országos Meteorológiai Adatok alapján a következők: vegetációs időszakban mért csapadék 1981-2010 évre vonatkozóan átlagosan 531,9 mm (Görbehalom) és 549,9 mm (Brennbergbánya). A tenészedzőszaki hőmérséklet 2003-2015 év között 17,2 C⁰.

A fénycsapda közvetlen közelében megtalálható növényfajok:

meggyfa (*Prunus cerasus*), hársfa (*Tilia*), ezüstfenyő (*Picea pungens*), csüngő nyír (*Betula pendula* 'Youngii'), kaukázusi jegenyefenyő (*Abies nordmanniana*), 'Fat Albert' ezüstfenyő (*Picea pungens hoopsi*) orgona (*Syringa vulgaris*), japán liliomfa (*Magnolia kobus*), téli jázmin (*Jasminum nudiflorum*), 'Schneesturm' teltvirágú jezsámen (*Philadelphus x virginialis* 'Schneesturm'), prágai bangita (*Viburnum 'Pragense'*), 'Pleniflora' teltvirágú boglárcaerje (*Kerria japonica* 'Pleniflora'), 'Wintern flame' veresgyűrű som (*Cornus sanguinea* 'Wintern Flame') gömbpuszpáng (*Buxus sempervirens* 'Suffruticosa'), fűszernövények (citromfű (*Melissa officinalis*), tárkony (*Artemisia dracunculus*), borsmenta (*Mentha x piperita*), bazsalikom (*Ocimum basilicum*), snidling (*Allium schoenoprasum*), fekete ribizli (*Ribes nigrum*), piros ribizli (*Ribes rubrum*), egres (*Ribes uva - crista*), sóska (*Rumex acetosa*), eper (*Fragaria vesca*) (szerző saját adatai, Kerttervezési Terv).

Földrajzi koordináta: N 47° 68' E 16° 55'

A Soproni –medence általános jellemzése

Domborzati, földtani és talajtani jellemzők

A medencefelszín átlagos tengerszintfeletti magassága 240 m, legmagasabb pontja 351 m, a legalacsonyabb 158 m. A Soproni-medence K-i és D-i peremét éles szerkezeti vonalak határolják. Tektonikus eredetét a medenceperemi kristályos palák és szarmata üledékek jelentékeny rétegdőlései (6-25⁰) jelzik. A felső-kréta kelet-alpi takarórendszer része. Kristályos medencealjátát harmadidőszaki üledékek (bádeni agyag) töltik ki, melyre települ az Ős-Ikva jó víztározó újpleisztocén kavicsstakarója, melyet jégkori vályog, átmosott löszös üledék és jelenkori hordalékanyag borít. Az Ikva árterén kialakult nyers öntés (9%) és réti talajok (26%) a kistáj jelentős részét foglalják el. A völgyperem magasabb térszínének löszös üledékein a harmadidőszaki és idősebb üledékeken agyagbemosódásos barna erdőtalajok (65%) találhatóak (DÖVÉNYI 2010).

Éghajlati és víztani jellemzők

Mérsékelt hűvös éghajlatú terület. Az évi napsütéses órák száma 1800 óra. A hőmérséklet évi átlaga 9,5-9,8 °C, a vegetációs időszaké 16,0 °C és 16,5 °C körüli. Fagymentes időszakok száma 190-195 nap. Évente kb. 640-660 mm csapadék hullik, ebből a vegetációs időszakban 390-410 mm. A hótakarós napok száma átlagosan 35-40, a hóvastagság 20-25 cm. A leggyakoribb szélirány ÉNY-i, az átlagos szélesebbesség 3,5 m/s. Az Ikva szakaszának a kistájban lévő hossza 18 km, vízgyűjtője 47 km². A talajvíz mélysége 2-4 m, minősége kalciummagnézium-hidrokarbonátos, keménysége 25 nk⁰ körüli (DÖVÉNYI 2010).

Növényzeti leírás

A medence peremrészeit egykor cseres-tölgyesek illetve gyertyános – tölgyesek borították. Napjainkra a települések, iparterületek térfoglalása miatt a természetszerű vegetáció apró foltokon, félreeső helyeken maradt csak meg. Erősen pusztulóban vannak a terület egykor kiterjedt láprétei, száraz, cserjés mezsgyéi, erdőszegélyei. Jelentősebb erdő Kópháza település mellett található. A flórát minden jelentősebb vegetációtípusban az Alpokalja és a Kisalföld közötti átmenet jellemzi. A lápréteken a havasi palástfű (*Alchemilla glabra*), bibircses kutyatej (*Euphorbia verrucosa*), mocsári lednek (*Lathyrus palustris*). A fás legelők gyepeiben pusztai lengefű (*Aira caryophyllea*), macskahere (*Phlomis tuberosa*) és a tavaszi hérics (*Adonis vernalis*) él (DÖVÉNYI 2010).

A Városi (V) terület (Kuruc-domb) konkrét jellemzése

Az 1972 júniusában épült meteorológiai állomás épületét övező parkot 1975-ben alakították ki. A terület mészkő alapzatra épült, mesterséges feltöltéssel. A növényzet telepített, természetes növényzet nem található meg a területen. A Kuruc-domb 232,9 m tengerszintfeletti magasságon terül el.

A területen található növényfajok az alábbiak:

Aranyfa (*Forsythia suspensa*), aranyaeső (*Laburnum anagyroides*), arizóniai ciprus (*Cupressus arizonica*), atlaszcédrus (*Cedrus atlantica*), babérmeggy (*Prunus laurocerasus*), erdei fenyő (*Pinus sylvestris*), fehér nyár (*Populus alba*), gyertyán (*Carpinus betulus*), japán kecskerágó (*Eunymus japonicus*), jezsámen (*Philadelphus coronarius*), júlia borbolya (*Berberis julianae*), keleti tuja (*Thuja orientalis*), kecskerágó (*Eunymus fortunei*), kereklevelű fagyal (*Ligustrum ovalifolium*), keskenylevelű ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*), kék duglászfenyő (*Pseudotsuga mensiesii glauca*), kislevelű hárs (*Tilia cordata*), közönséges orgona (*Syringa vulgaris*), mályvacserje (*Hibiscus siriacus*), nehézszagú boróka (*Juniperus sabina*), nyugati tuja (*Thuja*

occidentalis), oregoni hamisciprus (*Chamaecyparis lawsoniana*), szúrós luc (*Picea pungens*), tiszafa (*Taxus baccata*), terülő boróka (*Juniperus media*), zselnicemeggy (*Padus avium*) (ROSZIK RÓBERT szóbeli közlés). A lágyszárúak közül előfordul a nagy útifű (*Plantago major*), százszorszép (*Bellis perennis*), illatos ibolya (*Viola odorata*), pongyola pitypang (*Taraxum officinale*)(szerző adatai).

Földrajzi koordináta: N 47⁰ 40' E 16⁰ 30'

4.1. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. június hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2012.			
június			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
10.	nátrium	kevert	kompakt
11. utolsó negyed	kompakt	nátrium	kevert
12.	kevert	kompakt	nátrium
18.	nátrium	kevert	kompakt
19. újhold	kompakt	nátrium	kevert
20.	kevert	kompakt	nátrium
26.	nátrium	kevert	kompakt
27. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
28.	kevert	kompakt	nátrium

4.2. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. július hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2012.			
július			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
02.	nátrium	kevert	kompakt
03. telihold	kompakt	nátrium	kevert
04.	kevert	kompakt	nátrium
10.	nátrium	kevert	kompakt
12.	kevert	kompakt	nátrium
17.	nátrium	kevert	kompakt
18.	kompakt	nátrium	kevert
19. újhold	kevert	kompakt	nátrium
26.	nátrium	kevert	kompakt
27. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
28.	kevert	kompakt	nátrium

4.3. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. augusztus hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2012.			
augusztus			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
07.	nátrium	kevert	kompakt
08. utolsó negyed	kompakt	nátrium	kevert
09.	kevert	kompakt	nátrium
16.	nátrium	kevert	kompakt
17. újhold	kompakt	nátrium	kevert
18.	kevert	kompakt	nátrium
23.	nátrium	kevert	kompakt
24. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
25.	kevert	kompakt	nátrium
30.	nátrium	kevert	kompakt
31.	kompakt	nátrium	kevert
szeptember 1.	kevert	kompakt	nátrium

4.4. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. június hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2013.			
június			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
07.	nátrium	kevert	kompakt
08.	kompakt	nátrium	kevert
09.	kevert	kompakt	nátrium
15.	nátrium	kevert	kompakt
16. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
17.	kevert	kompakt	nátrium
22.	nátrium	kevert	kompakt
23. telihold	kompakt	nátrium	kevert
24.	kevert	kompakt	nátrium
29.	nátrium		
30. utolsó negyed	kompakt	nátrium	
július 1.			nátrium

4.5. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. július hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2013.			
július			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
07.	nátrium	kevert	kompakt
08. újhold	kompakt	nátrium	kevert
09.	kevert	kompakt	nátrium
15.	nátrium	kevert	kompakt
16. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
17.	kevert	kompakt	nátrium
28.	nátrium	kevert	kompakt
29. utolsó negyed	kompakt	nátrium	kevert
30.	kevert	kompakt	kevert

4.6. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. augusztus hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2013.			
augusztus			
Napok	Természetközeli terület	Átmeneti terület	Városi terület
05.	nátrium	kevert	kompakt
06. újhold	kompakt	nátrium	kevert
07.	kevert	kompakt	nátrium
13.	nátrium	kevert	kompakt
14. első negyed	kompakt	nátrium	kevert
15.	kevert	kompakt	nátrium
21. telihold	nátrium	kevert	kompakt
22.	kompakt	nátrium	kevert
23.	kevert	kompakt	kevert

2014-ben csak a természetközeli (T) helyszínen fénycsapdáztam a három különböző típusú fényforrás egy időben történő alkalmazásával elválasztó palánkok használatával (4.2. ábra). A fénycsapdázás időpontjait az alábbi táblázatokban foglaltam össze (4.7., 4.8., 4.9., 4.10.táblázat).

4.7. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. március hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2014.			
március			
Napok	Természetközeli terület		
29.	nátrium	kompakt	kevert
30. újhold	nátrium	kompakt	kevert
31.	nátrium	kompakt	kevert

4.8. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. április hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2014.			
április			
Napok	Természetközeli terület		
07.	nátrium	kompakt	kevert
08.	nátrium	kompakt	kevert

4.9. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. október hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2014.			
október			
Napok	Természetközeli terület		
14.	nátrium	kompakt	kevert
15.utolsó negyed	nátrium	kompakt	kevert
16.	nátrium	kompakt	kevert
22.	nátrium	kompakt	kevert
23.újhold	nátrium	kompakt	kevert
24.	nátrium	kompakt	kevert
30.	nátrium	kompakt	kevert
31. első negyed	nátrium	kompakt	kevert

4.10. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. november hónapban

Fénycsapdázás időpontjai 2014.			
november			
Napok	Természetközeli terület		
01.	nátrium	kompakt	kevert
05.	nátrium	kompakt	kevert
06.telihold	nátrium	kompakt	kevert
07.	nátrium	kompakt	kevert
13.	nátrium	kompakt	kevert
14.utolsó negyed	nátrium	kompakt	kevert
15.	nátrium	kompakt	kevert



4.2. ábra: Elválasztó palánkokkal történő fénycsapdázás (szerző felvétele)

2012. évben 3 hónap alatt összesen 32 napon, 2013. évben 30 napon, 2014. évben tavasszal és ősszel 20 napon keresztül üzemeltek a fénycsapdák. A három napos ciklusok miatt egy alkalommal szeptemberi nap is beleesett a vizsgálati időpontba. 2012. és 2013. évben összesen mind a három fényforrástípussal összesen 60 alkalommal fénycsapdáztam (4.11. táblázat). 2014. évben mind a három különböző típusú lámpával egyszerre összesen 20 napon keresztül fénycsapdáztam.

4.11. táblázat: A fénycsapdázási napok száma összesen 2012-ben és 2013-ban

Fénycsapdázási napok száma 2012. és 2013. évben		
Természetközeli területen		
nátrium	kevert	kompakt
21	20	20
Átmeneti területen		
nátrium	kevert	kompakt
20	20	20
Városi területen		
nátrium	kevert	kompakt
19	20	20
Összesen		
nátrium	kevert	kompakt
60	60	60

A fénycsapdák mind a három helyszínen napnyugtától napkeltéig működtek. A tölcserbe került rovarokat etil-acetáttal kábítottam el, majd az elpusztult rovarok a tölcseren keresztül zárt fedelű műanyag vödörbe kerültek. A fénycsapda által begyűjtött rovaregyedeket hajnalban gyűjtöttem össze és vattával kibélelt műanyag zárt dobozban helyeztem el az egyedek azonosításáig. Az azonosítást 2012. és 2013. évben csak rendek szerinti besorolással, külső bélyegek alapján végeztem el. A rovarok meghatározásához rovarhatározó könyveket használtam, amelyek a következők: Mc GAVIN (2000a, 2000 b, 2005), REICHHOLF & RIEHN

(1996), STERRY & MACKAY (2004). A rendek besorolását követően egyedszámlálást végeztem minden időpontra, fényforrástípusra és helyszínre vonatkozóan (4.3. ábra).



4.3. ábra: A fénycsapdázott rovarok rendekbe sorolása (szerző felvétele)

2013-ban 8 napon keresztül estétől reggelig az alábbi napokon időintervallumonként is fénycsapdáztam (4.12. táblázat).

4.12. táblázat: 2013-ban időintervallumonként végzett fénycsapdázás időpontjai

Időpont	Helyszín	Fényforrás	Időintervallum száma
július 16/17.	városi	kevert lámpa	7
július 17/18.	városi	nátrium lámpa	7
július 28/29.	természetközeli	nátrium lámpa	6
július 29/30.	természetközeli	kompakt fénycső	7
augusztus 5/6.	átmeneti	kevert lámpa	7
augusztus 6/7.	átmeneti	nátrium lámpa	7
augusztus 14/15.	természetközeli	kompakt fénycső	7
augusztus 15/16.	városi	nátrium lámpa	7

4.13. táblázat: Időintervallumok a fénycsapdázás időpontjaiban

Időintervallumok	július 16/17.	július 17/18.	július 28/29.	július 29/31.	augusztus 5/6.	augusztus 6/7.	augusztus 14/15.	augusztus 15/16.
1.	20:22- 20:57	21:17- 21:25	21:15- 21:57	20:30- 21:09	20:22- 20:57	20:22- 20:57	19:44- 20:15	19:44- 20:15
2.	20:57- 21:42	21:25- 22:17	21:57- 22:55	21:09- 21:57	20:57- 21:42	20:57- 21:42	20:15- 20:54	20:15- 20:54
3.	21:42- 22:35	22:17- 23:28	22:55- 03:04	21:57- 22:55	21:42- 22:35	21:42- 22:35	20:54- 21:37	20:54- 21:37
4.	22:35- 03:22	23:28- 02:09	03:04- 04:01	22:55- 03:04	22:35- 03:22	22:35- 03:22	21:37- 04:10	21:37- 04:10
5.	03:22- 04:15	02:09- 03:40	04:01- 04:19	03:04- 04:01	03:22- 04:15	03:22- 04:15	04:10- 04:53	04:10- 04:53
6.	04:15- 05:01	03:40- 04:32	04:19- 05:25	04:01- 04:19	04:15- 05:01	04:15- 05:01	04:53- 05:33	04:53- 05:33
7.	05:01- 05:35	04:32 -05:11		04:19- 05:25	05:01- 05:35	05:01- 05:35	05:33- 06:04	05:33- 06:04

Az egyes időintervallumokban csapdázott egyedeket külön-külön összegyűjtöttem, majd rendenkénti besorolást követően egyedszámlálást végeztem.

Fénymérés és fénycsapdázás

2012. évben a fényforrásoktól 3 m távolságra fényméréseket is végeztem a fénycsapdázással egyidőben a fénycsapda felkapcsolása után: a nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen 9, az átmeneti helyszínen 7 és a városi területen 8 napon; a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen 9, az átmeneti helyszínen 10 és a városi területen 8 napon; és a kompakt fénycsónél a természetközeli helyszínen 9, az átmeneti helyszínen 7 és a városi területen 10 napon keresztül. A fénymérések időpontjait az alábbi táblázatokban foglaltam össze (4.14., 4.15., 4.16. táblázatok). A fényerősséget lux mérővel mértem.

4.14. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a nátrium lámpánál

Helyszín		
természetközeli	városi	átmeneti
június 18.	június 12.	június 11.
június 26.	június 20.	június 19.
július 2.	június 28.	június 27.
július 10.	július 4.	július 18.
július 17.	augusztus 9.	augusztus 8.
július 26.	augusztus 18.	augusztus 17.
augusztus 7.	augusztus 25.	augusztus 24.
augusztus 16.	szeptember 1.	
augusztus 23.		

4.15. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a HMLI kevert lámpánál

Helyszín		
természetközeli	városi	átmeneti
június 12.	június 11.	június 18.
június 28.	június 19.	június 26.
július 4.	június 27.	július 2.
július 12.	július 3.	július 10.
július 19.	július 18.	július 17.
augusztus 9.	augusztus 8.	július 26.
augusztus 18.	augusztus 17.	augusztus 7.
augusztus 25.	augusztus 24.	augusztus 16.
szeptember 1.		augusztus 23.
		augusztus 30.

4.16. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a kompakt fénycsőnél

	Helyszín	
természetközeli	városi	átmeneti
június 11.	június 18.	június 12.
június 19.	június 26.	június 28.
június 27.	július 2.	július 4.
július 3.	július 10.	augusztus 9.
július 18.	július 17.	augusztus 18.
augusztus 8.	július 26.	augusztus 25.
augusztus 17.	augusztus 7.	augusztus 1.
augusztus 24.	augusztus 16.	
augusztus 31.	augusztus 23.	
	augusztus 30.	

Fénymérés

A fényszennyezés kiszámításának bemutatásához a környezeti megvilágítást lux mérővel és/vagy magnitudo mérővel mértem a fénycsapdázás időpontjától függetlenül 2013-ban 11 napon 96 időpontban. A mérések száma az egyes helyszíneken a következő volt: természetközeli területen 1, átmeneti területen 5 és a városi területen 5 nap. Lux mérővel összesen 40, magnitudo mérővel 56 időpontban mértem (4.17.táblázat).

4.17. táblázat: Fénymérés időpontjai lux mérővel és/vagy magnitudo mérővel 2013-ban

Helyszín	Hónap	Nap	Óra
Átmeneti	Június	8/9.	20:45, 21:27, 4:17, 4:59
Városi	Június	16/17.	20:52, 21:37,4:15,4:55
Természetközeli	Június/Július	30/01.	20:54, 21:36, 4:17, 4:59
Átmeneti	Július	08/09.	20:52, 21:32, 4:24,5:04
Átmeneti	Július	09/10.	20:52, 21:32, 22:26, 23:45, 2:09, 3:29, 4:24,5:04
Városi	Július	16/17.	20:46, 21:25, 22:17, 23:28, 2:09, 3:40, 4:32, 5:11
Városi	Július	17/18.	20:46, 21:25, 22:17, 23:28, 2:09, 3:40, 4:32, 5:11
Átmeneti	Augusztus	05/06.	20:22, 20:57, 21:42, 22:35, 3:22, 4:15, 5:01, 5:35
Átmeneti	Augusztus	06/07.	20:22, 20:57, 21:42, 22:35, 3:22, 4:15, 5:01, 5:35
Városi	Augusztus	14/15.	20:09, 20:42, 21:25, 22:14, 3:41, 4:30, 5:12, 5:46
Városi	Augusztus	15/16.	20:09, 20:42, 21:25, 22:14, 3:41, 4:30, 5:12, 5:46

Fénymérés eszközei

Két típusú fénymérő műszert használtam vizsgálataim során. Lux mérőt és magnitudo mérőt. Kutatásom kezdetétől a lux mérővel mértem mérési tartományig (sötétedésig és hajnaltól). Az éjszakai megvilágítást magnitudoval mértem, mert a lux mérő érzékenysége az éjszakai alacsony lux értékek megbízható mérését nem tette lehetővé.

Lux mérő

A környezeti megvilágítás erősségének meghatározására alkalmas. A megvilágítás erősségét luxban méri. A pontos mérési eredményekhez 4 fajta fényforrás választható: napfény, fénycsőlámpák, nátrium- és higanygőzlámpák.

LX-1108 digitális luxmérő (4.4. ábra)

A legalacsonyabb mérési tartomány 40 Lux

Felbontás 0,01 (Lux)

Pontosság: $\pm 3\%$



4.4. ábra: LX – 1108 digitális lux mérő (szerző felvétele)

Magnitudo mérő

A műszerrel a környezet éjszakai égbolt háttérfényességét lehet mérni magnitudo/arcsecond²-ben. A műszert csillagászok használják. Adatai az alábbiak:

Elnevezése: Sky Quality Meter (4.5. ábra)

A szögérzékenység fél maximumának fél szélessége 42°

9 V-os elemmel működik

Maximális fénymintavétel ideje 80 másodperc.



4.5. ábra: Magnitudo mérő (forrás: WEB 5)

A fényforrások és kiválasztásuk szempontjai

A fényforrás típusok kiválasztásánál egyrészt fontos szempont volt Sopron utcáin, közterein, parkjaiban való előfordulási gyakoriság, másrészt a különböző fényforrások eltérő fénytani jellemzői (fényáram, színhőmérséklet, fényerősség). A nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső esetében előzetes adatgyűjtést végeztem, amelynek adatait az alábbi táblázatokban foglaltam össze (4.18., 4.19., 4.20. táblázatok).

4.18. táblázat: Sopronban és környékén alkalmazott közvilágítások kompakt fénycső esetében 2011-ben.

Korszerű közvilágítási berendezések száma (db)				
2011.07.31				
Fényforrás típusa	Kompakt fénycső száma (db)			
Helység neve	Lámpahely	Lámpatest	24W	36W
Balf	72	72		72
Brennbergbánya	111	111	1	110
Sopron	1219	1219	476	743
Sopronkőhida	18	18		18
Tómalom	25	25		25

4.19. táblázat: Sopronban és környékén alkalmazott közvilágítások nátrium lámpa esetében 2011-ben.

Fényforrás típusa	Nagynyomású nátrium lámpa száma (db)								
Helység neve	Lámpahely	Lámpatest	35W	70W	2X70W	100W	50W	150W	250W
Balf	23	23	1	22					
Brennbergbánya	24	24		24					
Sopron	3308	3342	15	1577	17	1323	16	380	14
Sopronkőhida	17	17	9	8					
Tómalom	14	14		14					

4.20. táblázat: A két vizsgálati helyszínen az utcai világítások száma 2011-ben.

Helyszín	Fényforrás száma (db)	36W	70W
Átmeneti helyszín Kertvárosi utca	Kompakt fénycső	24	
Városi helyszín Meteorológiai Állomás	Nátrium lámpa		11

Az alkalmazott fényforrások jellemzői:

1. típus: *Kevert fényű lámpa* HMLI E27 160 W (4.6. ábra)

A fényforrás színhőmérséklete: 4200K

A fényáram: 3100 lm

Fényerősség: 247 (cd)(KISS 2015)

Maximális gyűjtési távolsága: 524 méter (NOWINSZKY 2003)

Gyártó: GE



4.6. ábra: Kevért fényű lámpa HMLI E27 160 W

2. típus: Nagynyomású nátrium lámpa E40 150 W (4.7. ábra)

A fényforrás színhőmérséklete: 1950K

A fényáram: 17500 lm

Fényerősség: 1393 (cd)(KISS 2015)

Maximális gyűjtési távolsága: 1244 m (NOWINSZKY 2003)

Gyártó: PHILIPS



4.7. ábra: Nátrium nagynyomású lámpa (szerző felvétele)

3. típus: Kompakt fénycső 36 W 2 csöves 2G 11 foglalat (4.8. ábra)

A fényforrás színhőmérséklete: 4000K

A fényáram: 2900 lm

Fényerősség: 231 (cd)(KISS 2015)

Maximális gyűjtési távolsága: 507 méter (NOWINSZKY 2003)

Gyártó: PHILIPS



4.8. ábra: Kompakt fénycső (szerző felvétele)

4.2. Az adatok kiértékelése során alkalmazott módszerek

Dominancia vizsgálatok

A dominancia értéke egy olyan viszonyszám, amely megmutatja, hogy egy életközösségben egy vizsgált faj vagy fajcsoport egyedei hány százalékát teszik ki egy állattársulás összes egyedszámának (SZÉKI 1983).

Dominancia vizsgálat rendek szerint

Az alábbi kiértékelés során a rendek dominancia értékét az egyes azonosított rend egyedszámának és az összes rend összegyedszámának arányából határoztam meg az alábbi módszerrel a 2012. és 2013. évben csapdázott eredmények alapján.

$$D = 100 * b/a$$

ahol

D: dominancia érték

b: az adott rend csapdában fogott egyedszáma

a: az összes rend csapdában fogott egyedszáma

A dominancia értékek %-os besorolását az alábbi kategóriák szerint végeztem (SCHWERDTFEGGER 1977)

D < 1 % szubrecens

D = 1- 2 % recens

D = 2 - 5 % szubdomináns

D = 5 – 10 % domináns

D > 10 % eudomináns

Dominancia vizsgálat az egyes időintervallumokban csapdázott egyedek száma alapján

2013. évben a dominancia vizsgálatot 8 fénycsapdázási nap eredményei alapján végeztem. Minden alkalommal alkonyattól hajnalig csapdáztam úgy, hogy minden időintervallumban külön edényben gyűjtöttem össze a begyűjtött rovaregyedeket és rendek szerint azonosítottam.

Az idő intervallumonkénti dominancia vizsgálatot két módszerrel végeztem.

Az első módszer: a különböző időintervallumokban csapdázott egyedek számát rendenként elosztottam az adott időintervallumban csapdázott összes egyed számával. Így a vizsgálatnál meg lehet állapítani, hogy melyik rovarrend egyedei melyik időintervallumban repülnek dominánsan a különböző lámpatípusok esetében (5.2.2. fejezet).

A második módszer: adott renden belül az egyes időintervallumokban csapdázott egyedek számát elosztottam az összes időintervallumban csapdázott egyedek összes egyedszámával. Így a vizsgálatnál meg lehet állapítani, hogy rendenként az éjszaka mely szakaszában melyik időintervallumban repülnek a rovaregyedek a legnagyobb számban (5.2.2. fejezet).

Dominancia vizsgálat faj szerint

Az alábbi statisztikai kiértékeléseknél a PAST programot (Paleontological Statistics Software 2.17. HAMMER 2012) használtam.

Berger-Parker féle dominancia index a teljes egyedszámnak az a része, melyet a domináns faj képvisel. A módszert a 2014. évben csapdázott nagylepkefajok dominancia számításánál használtam.

Számítási módja az alábbi:

$$d = N_{\max} / N_t$$

ahol

N_{\max} : a domináns faj egyedszáma

N_t : a az összes faj egyedszáma (SOUTHWOOD 1984)

Összehasonlító vizsgálatok

Jaccard féle fajazonossági index két élőhelynek a fajhasonlóságát mutatja meg, azaz %-os formában kimutatható a közös fajok száma. Kutatásomban ennek a mutatónak az alkalmazásával az volt a célom, hogy megvizsgáljam az egyes fényforrásokhoz vonzódó közösségek fajhasonlóságát (RAUP & CRICK 1979).

Számítási módja az alábbi:

$$d_{jk} = M / N + M$$

ahol

M: a közös fajok száma

N: csak az egyik közösségben előforduló fajok száma

Bray-Curtis hasonlósági index a fajok abundancia viszonyait és a jelenlét/hiány adatait veszi figyelembe.

$$\frac{\sum |x_{ji} - x_{ki}|}{\sum |x_{ji} + x_{ki}|}$$

x_{ij} - az i-ik faj egyedszáma a j-ik közösségben

x_{ki} - az i-ik faj egyedszáma a k-ik közösségben (BRAY & CURTIS 1957, HAMMER 2012).

Rényi-féle diverzitás rendezéssel a diverzitások összehasonlítását lehet elvégezni. A közösségeket olyan függvénycsalád alapján hasonlítja össze, amelyeknek van egy α skálaparamétere. A diverzitási értékeket a skálaparaméter függvényében ábrázolva egy görbét kapunk, ami a közösség diverzitás-profilja. Ha a skálaparaméter értéke=0, akkor a Rényi-féle diverzitás értéke a fajszám logaritmus, vagyis az összes faj számát mutatja a profil. Amikor az $\alpha=1$, akkor a Rényi-féle diverzitás a *Shannon-diverzitás*-sal egyezik meg így a Rényi-féle diverzitás nem értelmezhető. Ha $\alpha=2$, akkor a domináns fajok hozzájárulását hangsúlyozza a módszer a közösség diverzitásának kialakításának során (TÓTHMÉRÉSZ 1997).

Diverzitási vizsgálatok

A három fényforrástípusnál fénycsapdázott nagylepke közösségek diverzitási értékeit az alábbi módszerekkel számítottam ki:

A Simpson diverzitási index és a Shannon-Weaver féle diverzitási indexek megmutatják, hogy az adott közösségben melyik faj hány egyeddel képviselteti magát (KREBS 1985).

Simpson diverzitási index képlete az alábbi:

$$D=1-\sum p_i^2$$

ahol p_i : az i -ik közösségben a fajok egyedeinek aránya.

Shannon-Weaver féle diverzitás képlete az alábbi:

$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\log_2 p_i)$$

ahol

$p_i = n_i / N$,

n_i - az i -ik faj egyedszáma

N - összes egyedszám

H - fajdiverzitás értéke

S - fajszám

p_i - az i -ik faj relatív gyakorisága (KREBS 1985).

Pielou-féle egyenletesség, amely kifejezi, hogy az adott összes egyedszáma az azt felépítő fajok között mennyire egyenletesen oszlik meg. Az egyenletesség értéke minél közelebb van az egyhez, annál egyenletesebb a fajok között az egyedek eloszlása. Azok a közösségek, amelyeknek azonos a fajszám, azok közül annak nagyobb a diverzitás értéke, ahol nagyobb a Pielou-féle egyenletesség.

Képlete az alábbi:

$$E = H/H_{\max}$$

ahol

E - egyenletesség (0-1) között lehet az értéke

H - a megfigyelt fajok diverzitása

H_{\max} - a maximális fajdiverzitás, amely $= \log_2 S$, ahol

S - a közösség fajszáma (KREBS 1985)

Kruskal-Wallis-féle H-próba (Kruskal-Wallis H-test)

A Kruskal-Wallis-féle H-próbával a 2012. és 2013. évben fénycsapdázott rovaregyedek számának átlagai alapján hasonlítottam össze a fényforrásokat és a vizsgálati helyszíneket. A három helyszínt (természetközeli, átmeneti, városi) párosával hasonlítottam össze rendenként. Piros színnel jelöltem ahol $p < 0,05$, azaz 95%-os szinten szignifikáns eltérés van a területek illetve a fényforrások között.

A kiértékelés a Statistica 12 programmal történt. Kruskal-Wallis-féle H próba három vagy több független minta összehasonlítására alkalmas vizsgálat (REICZIGEL et al. 2010). Nem követeli meg az adatsorok normalitását. Elsőként a Lilliefors és a Shapiro-Wilk teszt segítségével normalitás vizsgálatot végeztem, amely azt mutatta, hogy az adatok általában normális eloszlásúak (KEMÉNY et al. 2011), mert a próbák során kapott p értékek minden esetben kisebbek voltak, mint 0,05, azonban ez nem minden mintára állt fenn. Így nemparaméteres Kruskal-Wallis-féle H-próbával vizsgáltam meg, hogy az egyes adatsorok származhatnak-e ugyanabból az eloszlásból (a próba az ANOVA nemparaméteres megfelelője) 95%-os megbízhatósági szinten. Azért ezt a módszert választottam, mert az ökológiai vizsgálatokban ez az általánosan elterjedt és legelfogadottabb módszer.

Lineáris korreláció számítás

2012-ben a fénycsapdák felkapcsolt lámpáitól 3 m távolságra mértem a fényerősséget lux mérővel, a mérési eredményeket és rendek szerinti egyedszámokat a 2. számú mellékletben ismertetem. Vizsgálatom célja az volt, hogy a fényforrásokból eredő háttérmegvilágítás és a fénycsapdázott rovarok egyedszáma között összefüggést keressek. A korrelációs vizsgálatokat 95%-os megbízhatósági szinten végeztem el 8 rend esetében. A számításokhoz a Microsoft Excel programot használtam.

A fényszennyezés kiszámításának módszere

A fényszennyezés kiszámításának módszeréhez Tóth György programját használtam.

A természetes környezeti megvilágítás luxban megadott értékének kiszámítására Tóth György csillagász dolgozott ki matematikai összefüggést és ennek alapján számítógépes programot, amelyet később Kiss Miklós főiskolai docens dolgozott át modern számítógépre alkalmas programra (NOWINSZKY & TÓTH 1987). A program a Naptól, a Holdtól és a csillagos égbolttól származó mindenkori természetes környezeti megvilágítást számítja ki és azt luxban adja meg.

A programhoz szükséges adatok: a hely földrajzi koordinátái, a naptári dátum, az időpont világidőben (UT) és a felhőzeti kód oktában kifejezett értéke. Ezekből számítja külön-külön és együtt is a Naptól, a Holdtól (ha a horizont felett tartózkodik) és a csillagos égbolttól származó természetes megvilágítást, figyelembe véve a felhőzeti viszonyokat is.

Meg kell mérni a tényleges megvilágítást a szürkületi időpontokban lux mérővel vagy magnitúdó mérővel. A magnitúdó értékeit át kell számítani lux értékre ahhoz, hogy a fényszennyezést ki tudjuk számítani. Ezt van GASTEL (2009) által közzétett módszerek figyelembe vételével, Kiss Miklós által kidolgozott egyenlettel lehet elvégezni. A magnitúdó értékeket először kandelára (cd) kell átszámítani az alábbi formula szerint:

$$1\text{cd}/\text{m}^2 = 4\pi * \text{magnitúdó}/\text{arcsec (arkusz szekundum)}$$

Ebből a lux értéket megkapjuk, az alábbiak szerint:

$$\text{lux} = \text{cd}/ \text{m}^2/3,14$$

A fényszennyezés értéke: a helyszínen mért környezeti megvilágítás (luxban vagy magnitúdóban) és a programmal kiszámított (luxban) érték különbsége. Ha magnitúdóban mérjük a környezeti megvilágítást át kell számítani lux értékre.

A felhőzet észlelését a meteorológiában alkalmazott módszer szerint kell végezni. A felhő a földfelszín felett elhelyezkedő apró vízcseppekből, jégreszecskékből álló halmaz, melynek megbecsülését szemünkkel végezzük. A borultság fokának meghatározását nyílt terepen vagy valamilyen magas épület tetejéről kell végezni. Az égbolt különböző részein előforduló felhőket össze kell gyűjteni egymás mellé és meg kell becsülni ezt a képzeletbeli összefüggő felhőtakarót hány nyolcad (okta) része az egész égboltnak. Ha felhőtlen az égbolt, akkor ez az érték 0, ha teljesen borított, akkor 8. Éjszaka a felhőzet kiterjedését abból állapítjuk meg, hogy hány 8- a csillagos az égboltnak (OMSZ 2009).

A fényszennyezés kiszámításának módszeréhez 2013-ban kiválasztottam 11 mérési napot, a szürkületi időpontokat csillagászati naptárból néztem meg. Az eltérő megvilágítottságú helyszíneken végeztem méréseket: természetes területen 1, átmeneti területen 5, városi területen 5 napon. A helyszínen mérőműszerrel mértem a fényerősséget (luxban vagy/és magnitúdóban), megbecsültem az égbolt felhőzeti borítottságát és feljegyeztem a pontos időt.

A mesterséges fényforrások fényerősségének és gyűjtési távolságának kiszámítása

A fényerősség kiszámításának módja:

Fényerősség (cd) = Φ (lumen)/ 4π (KISS 2015)

A maximális gyűjtési távolság:

$$r_0 = \sqrt{\frac{cd}{0.0009}} = m$$

5. Eredmények

5.1. A háttérmegvilágítás hatása a fogási eredményekre

A fénycsapdázás időpontjait az első negyed, a telihold, az utolsó negyed és az újhold napjaihoz igazodva három napos ciklusokban választottam ki.

A három mintaterületen a három különböző fényforrástípussal 2 év nyári hónapjaiban (2012. és 2013. június, július, augusztus) fénycsapdáztam. A fénycsapdázott rovaranyagokat 8 rovarrendbe soroltam, amelyek a következők: Hemiptera, Heteroptera, Neuroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Trichoptera és Diptera. Az egyedszámok alapadatait az 1. számú mellékletben található táblázatokban foglaltam össze. A grafikonok ábrázolása a csapdázás során kapott egyedszámok logaritmikus transzformációval átszámított értékeivel történt, mert az adatok között nagyságrend tekintetében nagy különbségek adódtak. A két év alatt fénycsapdázott rovarok egyedszámát helyszínenként és fényforrástípusonként az alábbi táblázatokban ismertetem (5.1. és 5.2. táblázat):

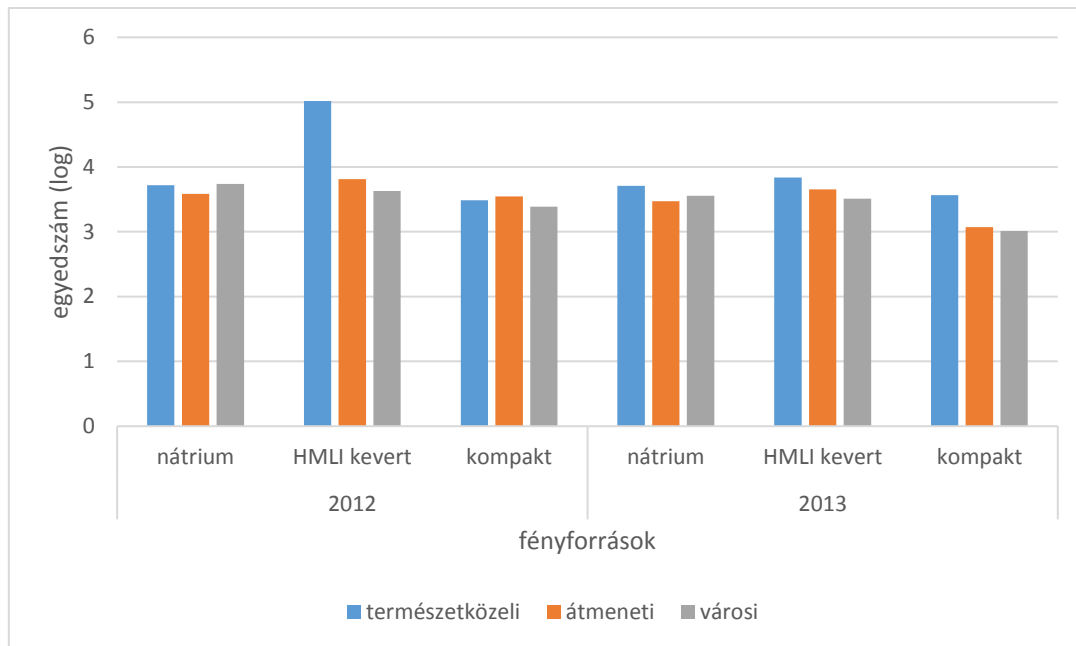
5.1. táblázat: A fénycsapdázott egyedek száma 2012-ben

Év	2012			
	Fényforrás típus			
	nátrium	HMLI kevert	kompakt	
Helyszín	Csapdázott egyedek száma			Összesen
Természetközeli	5238	104218	3050	112506
Átmeneti	3853	6462	3526	13841
Városi	5476	4268	2454	12198
Összesen	14567	114948	9030	138545

5.2. táblázat: A fénycsapdázott egyedek száma 2013-ban

Év	2013			
	Fényforrás típus			
	nátrium	HMLI kevert	kompakt	
Helyszín	Csapdázott egyedek száma			Összesen
Természetközeli	5088	6858	3666	15612
Átmeneti	2950	4537	1175	8662
Városi	3596	3242	1031	7869
Összesen	11634	14637	5872	32143

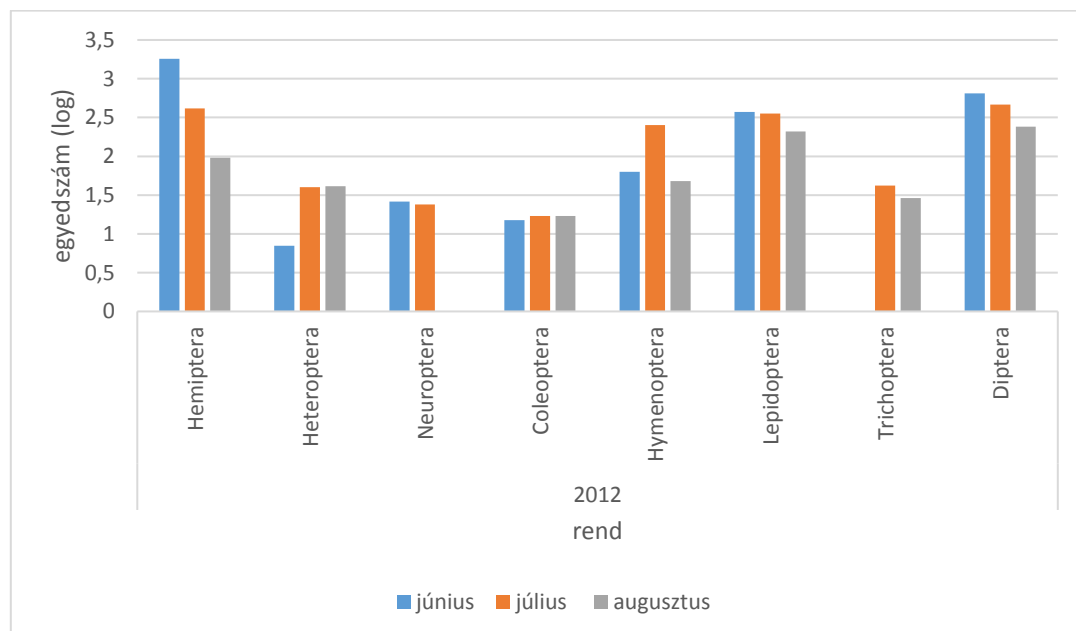
A két év fogási eredményeit tartalmazó táblázatokban látható, hogy 2012-ben több, mint 4-szer annyi egyed fogott a fénycsapda a három területen a három fényforrás típusal, mint 2013-ban. Ennek oka, hogy 2012-ben a természetközeli területen a HMLI kevert lámpánál a június 20-i fogás a Hemiptera rend esetében kiugróan magas volt, a rovarok tömegrajzása miatt (5.1. ábra). A fogási adatokból megállapítható, hogy a kompakt fénycsónél 2012-ben majdnem 65 %-al több egyed került a fénycsapdába, mint 2013-ban.



5.1. ábra: A fénycsapdázott rovarok egyedszáma

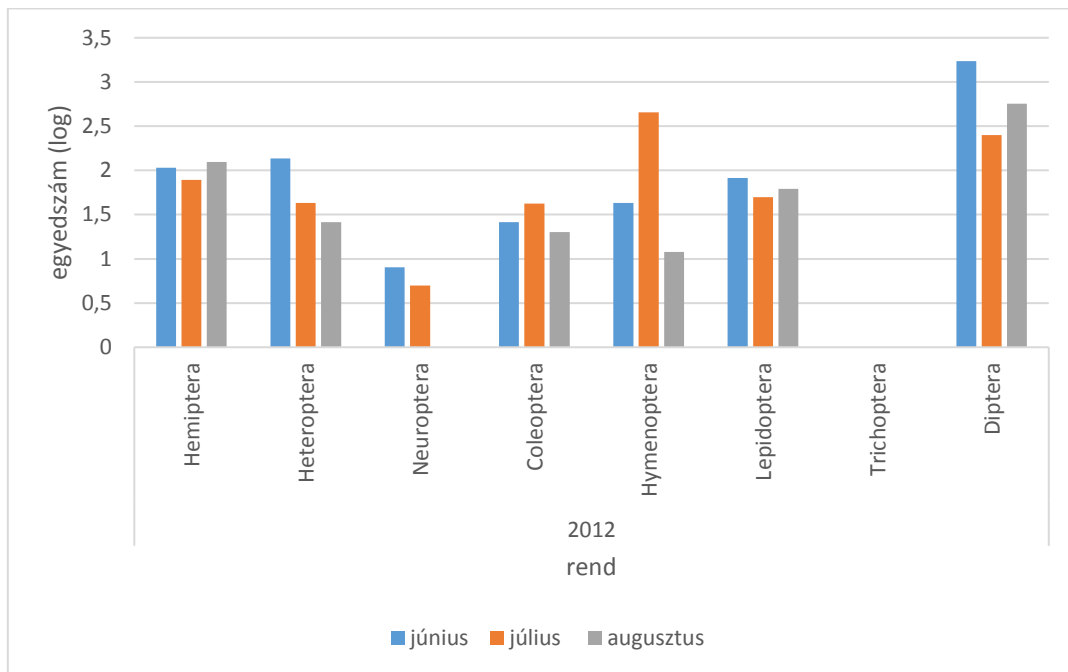
A fénycsapdázás fogási eredményei 2012-ben havonta rendszerként fényforrástípusonként a három helyszínen

2012-ben a természetközeli területen a nagynyomású nátrium lámpánál júniusban a Hemiptera rend egyedszámának kiemelkedően magas értéke látható, ezt követi a Diptera rend egyedszáma júniusban és júliusban (5.2. ábra).



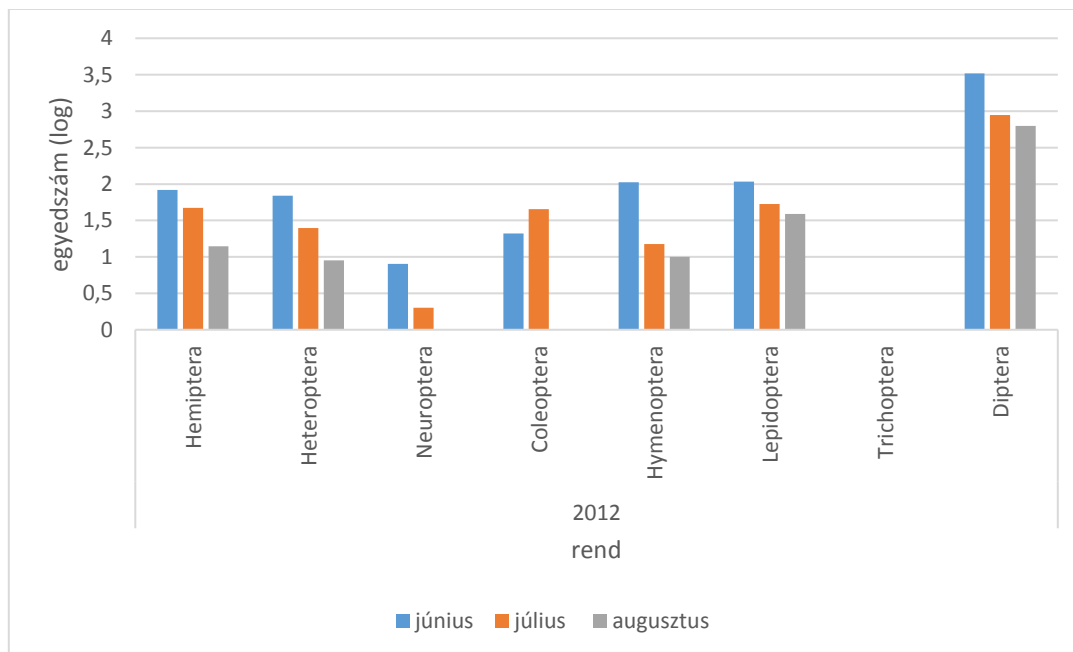
5.2. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen

2012-ben a nagynyomású nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen kimagasló értéket mutat a Diptera rendbe tartozó egyedek száma (5.3. ábra).



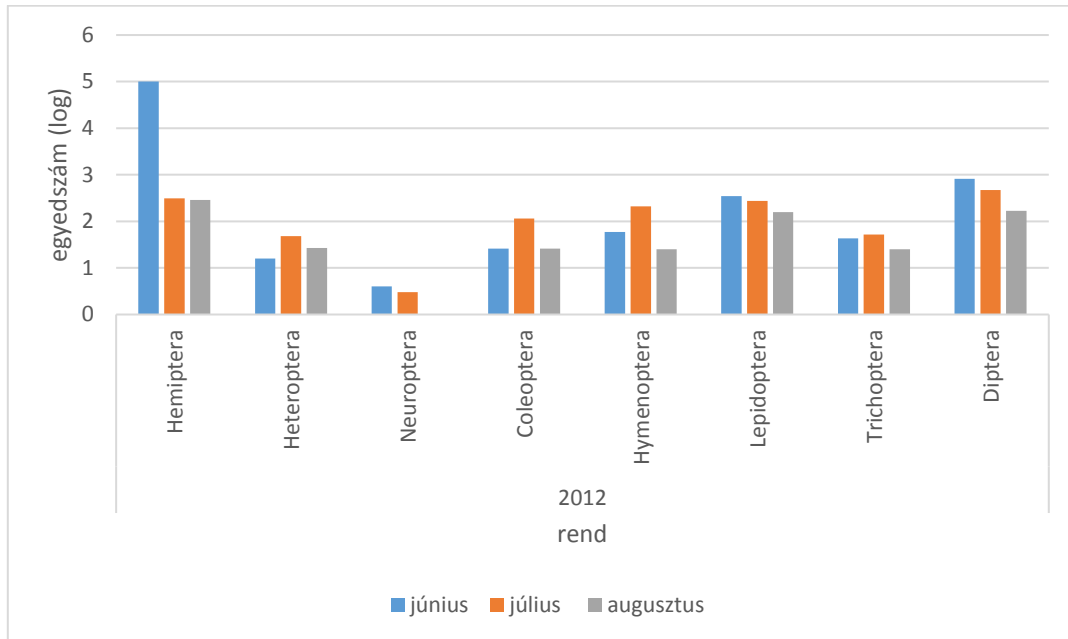
5.3. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen

2012-ben a nagynyomású nátrium lámpánál a városi helyszínen a csapdázott Diptera rend egyedeinek száma júniusban a legnagyobb, az átmeneti helyszínhez hasonlóan (5.4. ábra).



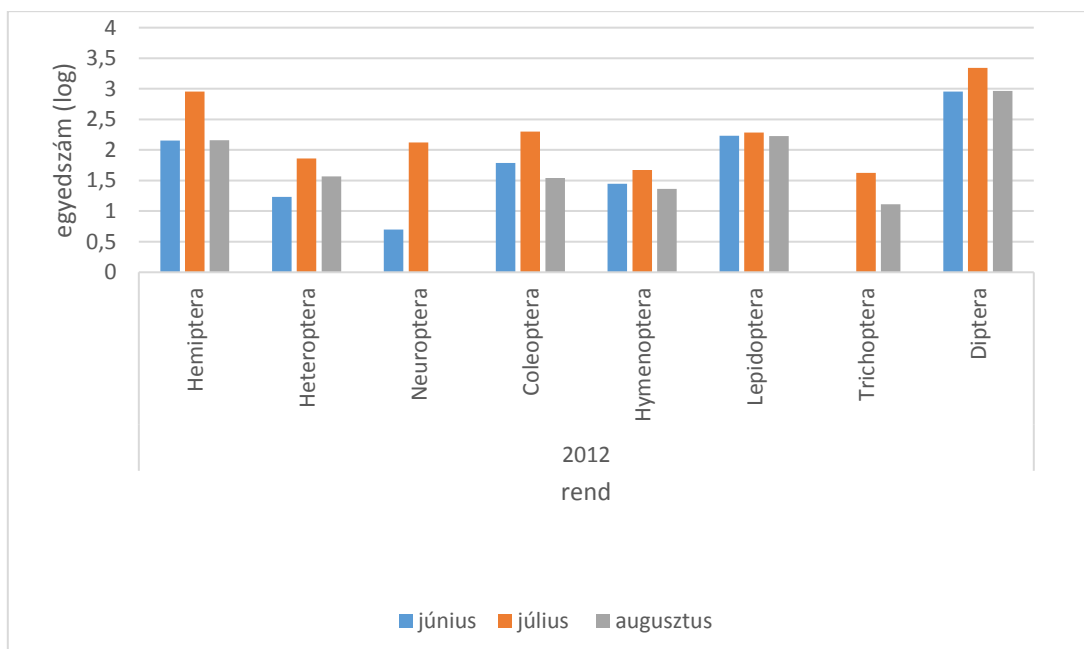
5.4. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál a városi helyszínen

2012-ben a természetközeli helyszínen a HMLI kevert fényű lámpánál júniusban kiugróan magas a Hemiptera rendbe tartozó egyedek száma (5.5. ábra).



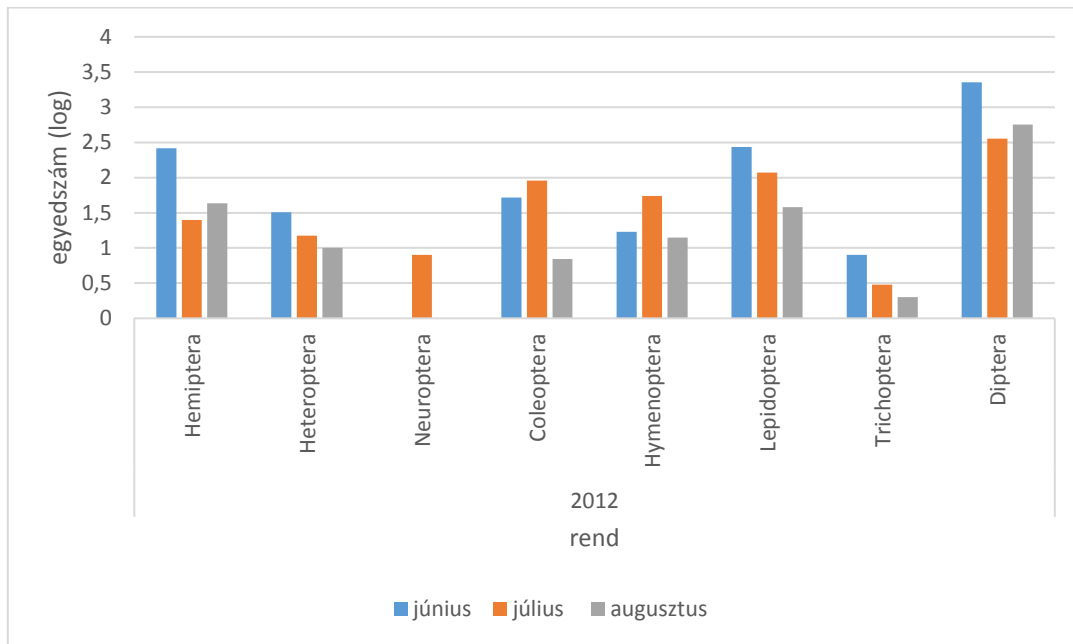
5.5. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen

2012-ben a fogási értékek a HMLI kevert fényű lámpánál az átmeneti helyszínen júliusban a Diptera rendnél és a Hemiptera rendnél voltak kimagasló értékűek (5.6. ábra).



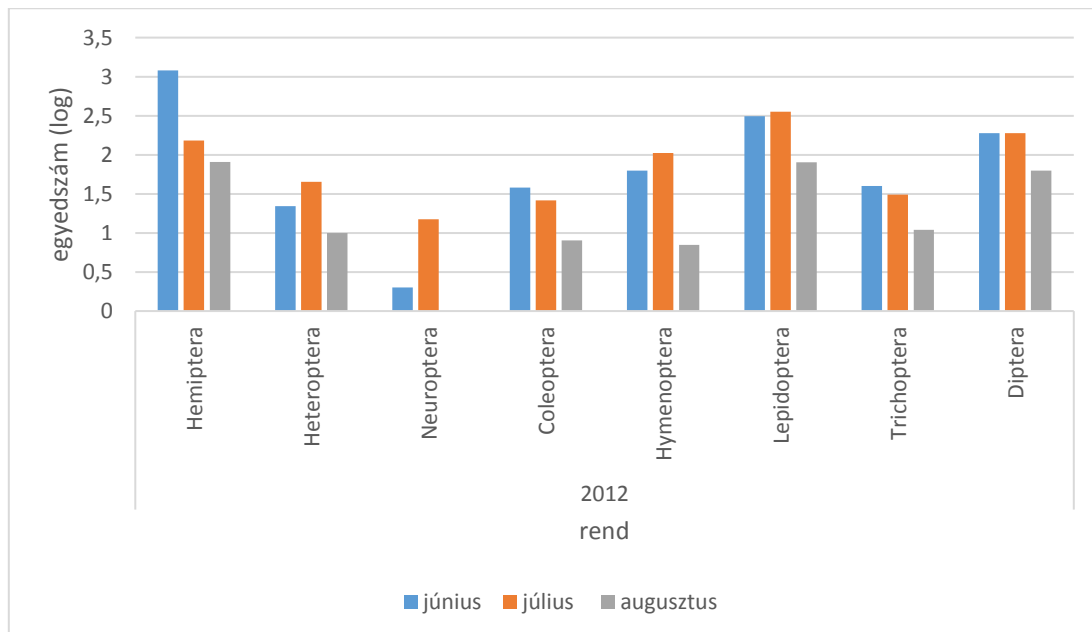
5.6. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál az átmeneti helyszínen

2012-ben a HMLI kevert fényű lámpánál a városi helyszínen júniusban volt a Diptera rend a legnagyob (5.7. ábra).



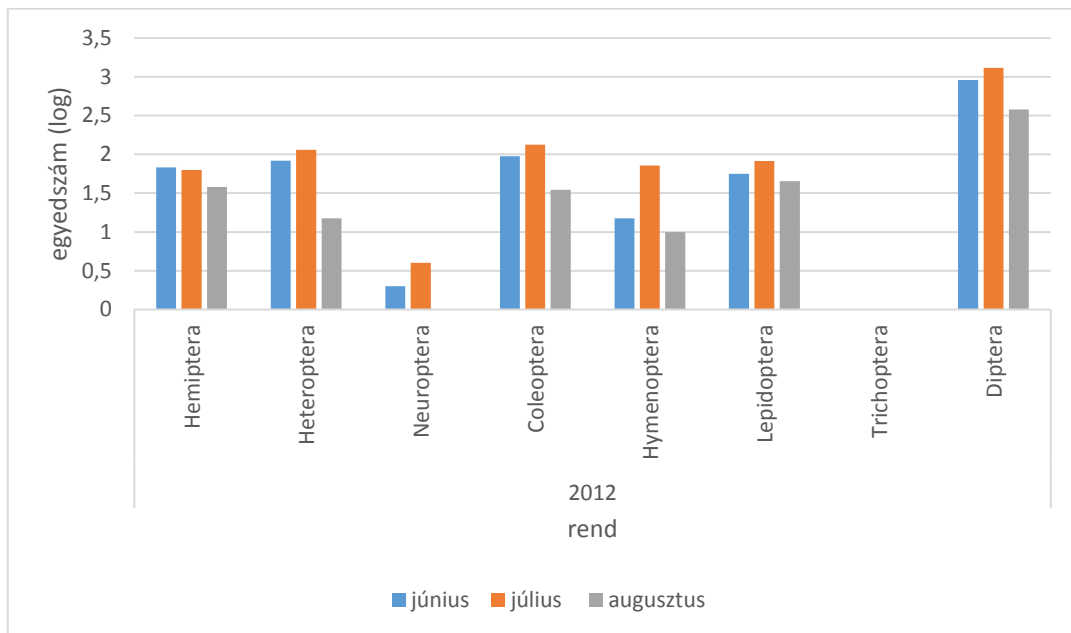
5.7. ábra: Fénycspdzott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a városi helyszínen

2012-ben a kompakt fénycsónél a természetközeli helyszínen júniusban a Hemiptera rendbe tartozó egyedek száma volt a legnagyob (5.8. ábra).



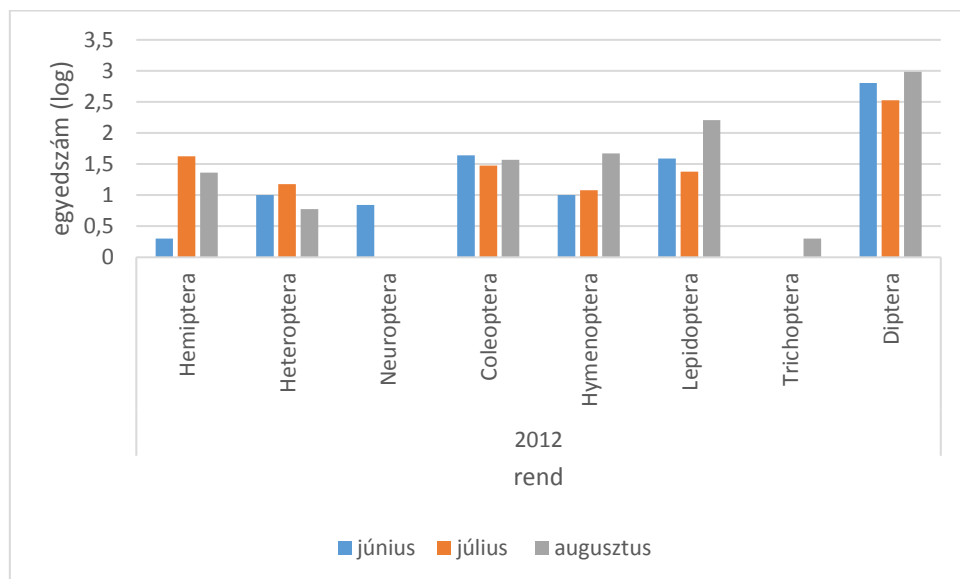
5.8. ábra: Fénycspdzott egyedek száma a kompakt fénycsónél a természetközeli helyszínen

Az átmeneti helyszínen 2012-ben a kompakt fénycsőnél mind a három hónapban a Diptera rend egyedei kerültek legnagyobb számban a fénycsapdába (5.9. ábra).



5.9. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél az átmeneti helyszínen

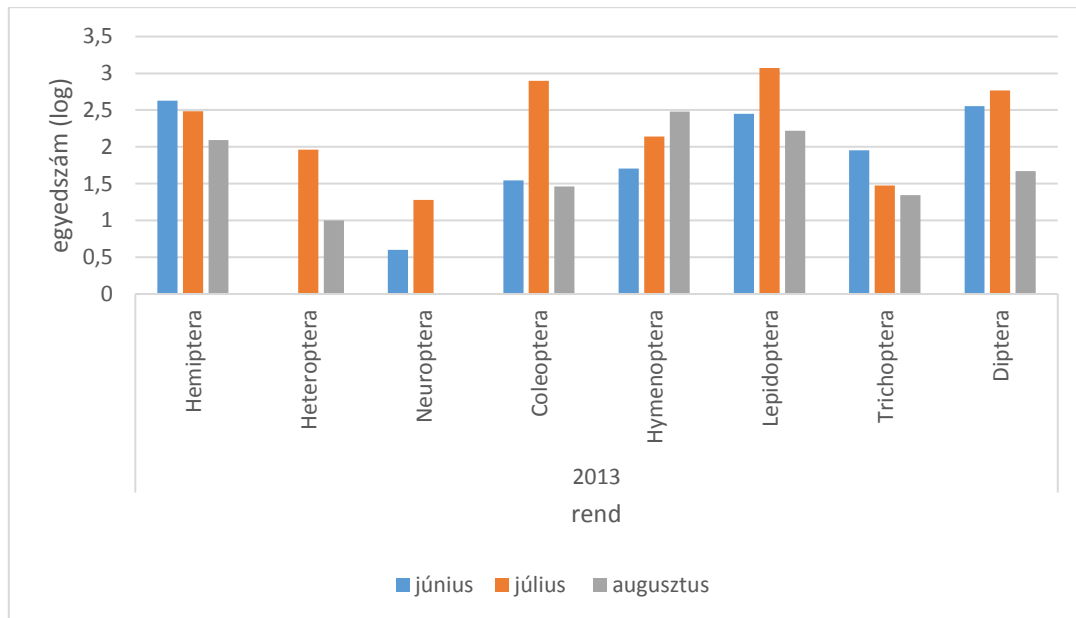
2012-ben a kompakt fénycsőnél a városi helyszínen szintén a Diptera rend egyedeit gyűjtötte be legnagyobb számban a fénycsapda, eltérés az előző esethez képest a hónapok megoszlásában figyelhető meg (5.10. ábra).



5.10. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél a városi helyszínen

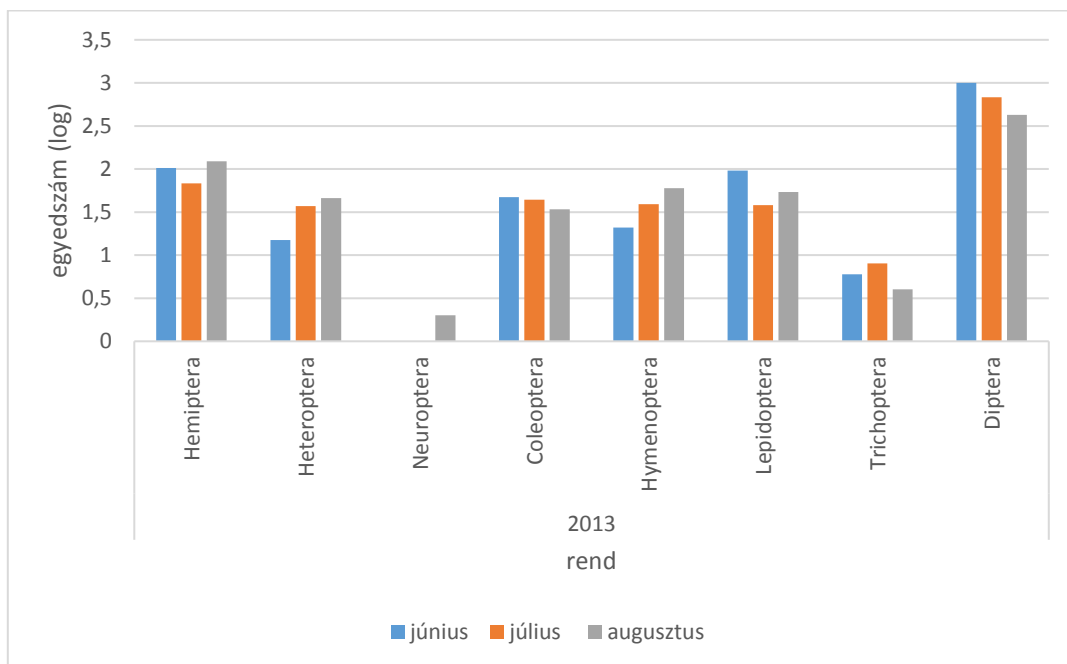
A fénycsapdázás fogási eredményei 2013-ban havonta rendszerként fényforrástípusonként a három helyszínen

2013-ban a nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen júliusban a Lepidoptera, Diptera és a Coleoptera rend fénycsapdázott egyedeinek száma volt a legnagyobb (5.11. ábra).



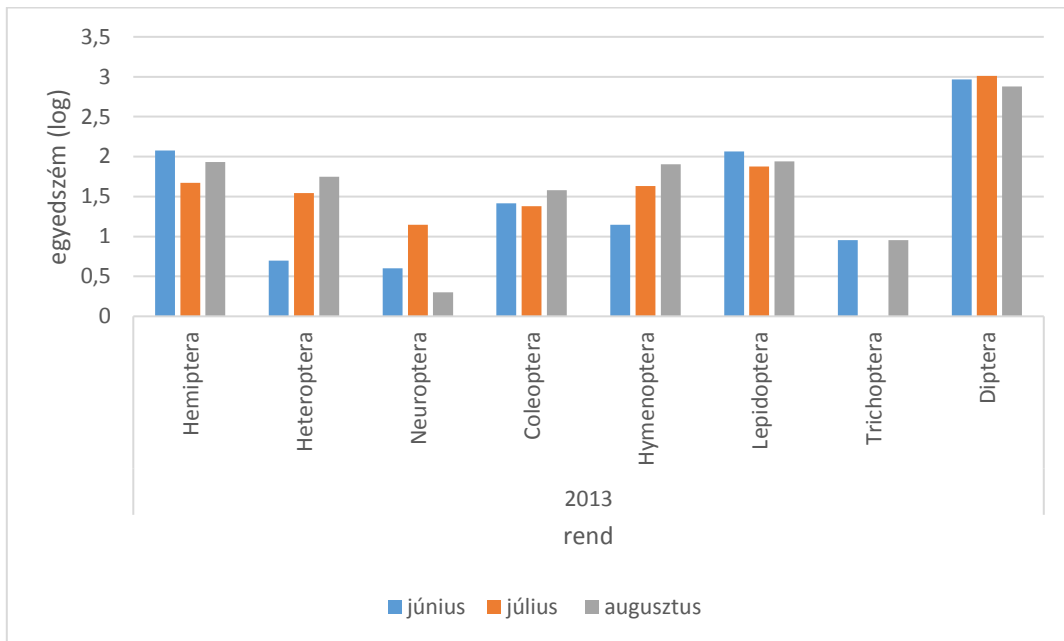
5.11. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen

2013-ban a nagynyomású nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen mind a három hónapban a Diptera rend fénycsapdázott egyedeinek száma a legnagyobb (5.12. ábra).



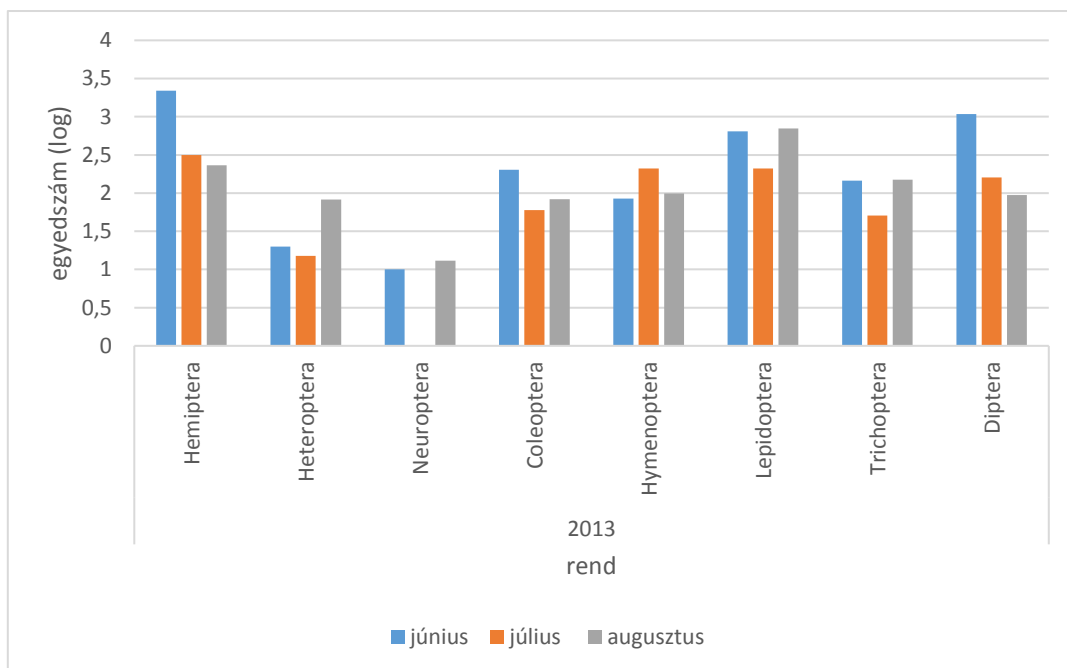
5.12. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen

2013-ban a nagynyomású nátrium lámpánál a városi helyszínhez hasonlóan a Diptera rendbe tartozó fénycsapdázott egyedek száma a legnagyobb, eltérés a havonkénti megoszlásban tapasztalható (5.13. ábra).



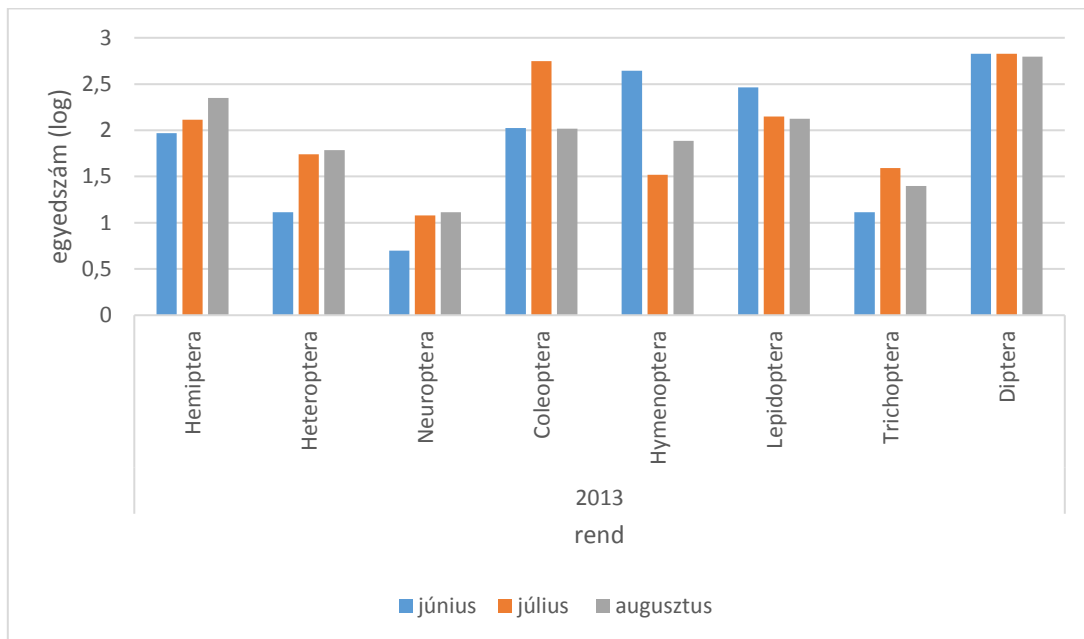
5.13. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nagynyomású nátrium lámpánál a városi helyszínen

2013-ban a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen júniusban a Diptera és a Hemiptera rend fénycsapdázott egyedeinek száma a legnagyobb (5.14. ábra).



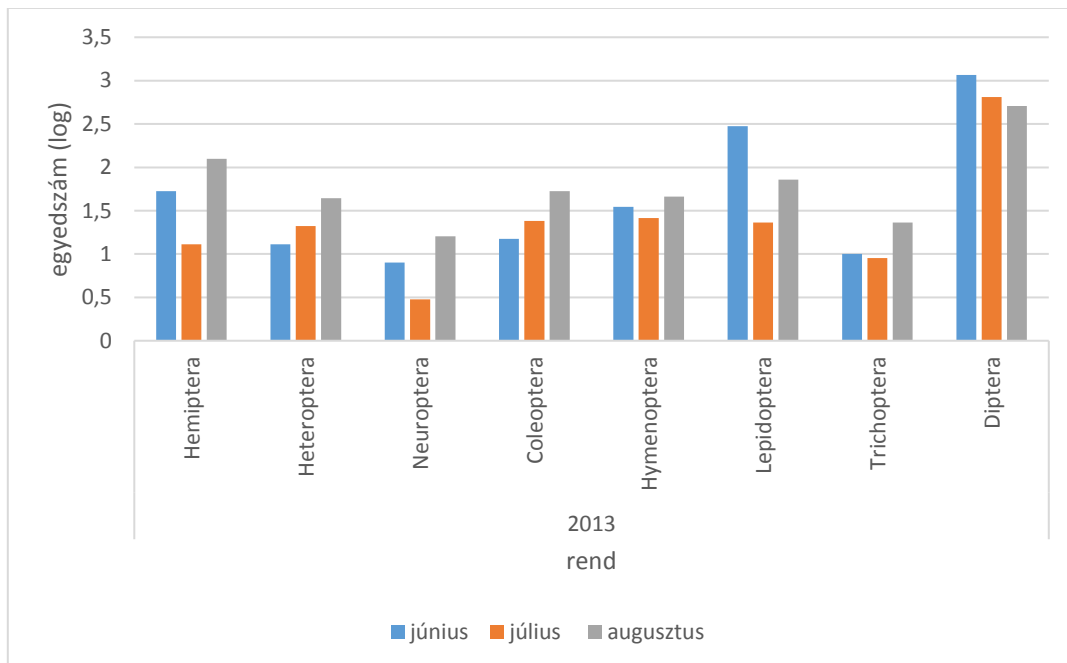
5.14. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen

2013-ban a HMLI kevert lámpánál az átmeneti helyszínen mind a három hónapban a Diptera rend, júliusban a Coleoptera rend befogott egyedeinek száma kiemelkedően magas (5.15. ábra).



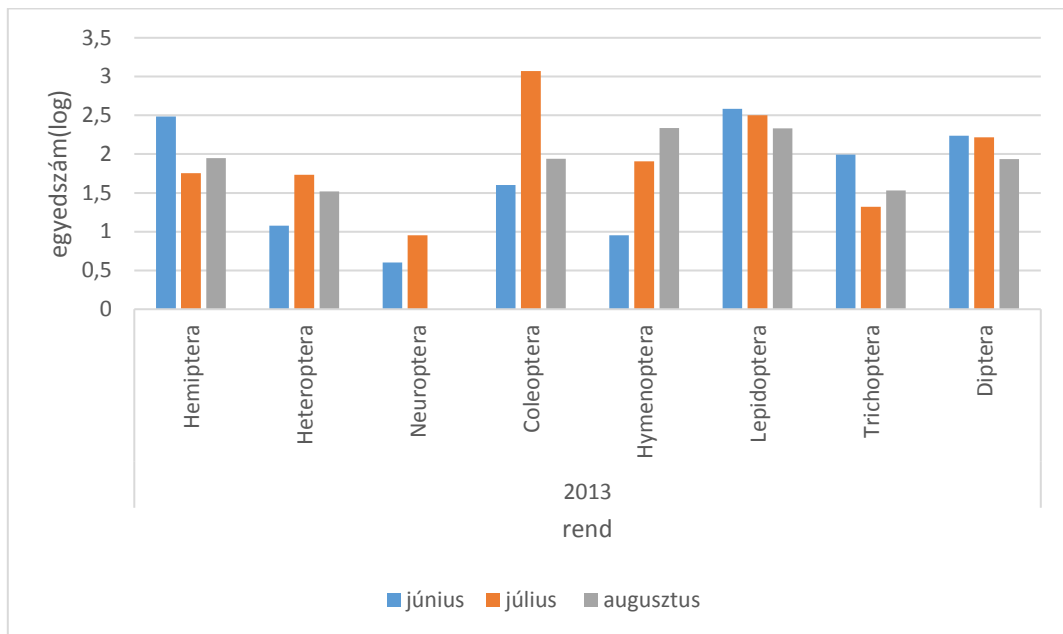
5.15. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál az átmeneti helyszínen

2013-ban a HMLI kevert lámpánál a városi helyszínen a Diptera rend csapdázott egyedeinek száma a legnagyobb (5.16. ábra).



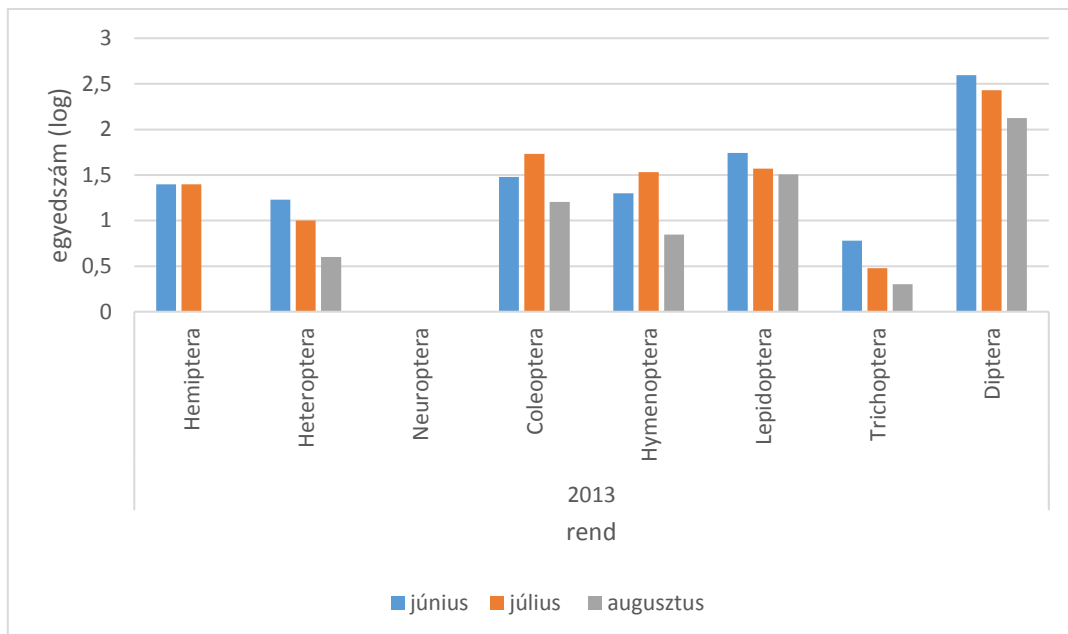
5.16. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a városi helyszínen

2013-ban a kompakt fénycsónél a természetközeli helyszínen júliusban a Coleoptera rend egyedei kerültek legnagyobb számban a fénycsapdákbba (5.17. ábra).



5.17. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsónél a természetközeli helyszínen

2013-ban a kompakt fénycsónél az átmeneti helyszínen a Diptera rendbe tartozó egyedek száma volt a legnagyobb a fénycsapdákbba (5.18. ábra).



5.18. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsónél az átmeneti helyszínen

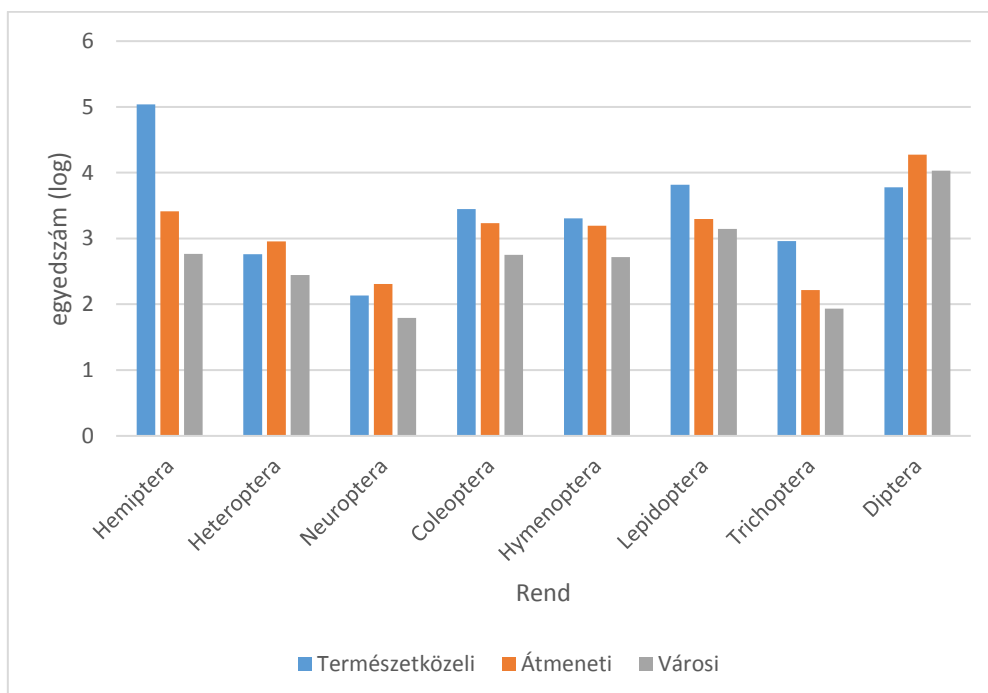
2013-ban a kompakt fénycsónél a városi helyszínen mind a három hónapban a Diptera rend egyedszáma, augusztusban a Hymenoptera rend egyedszáma volt a második legnagyobb (5.19. ábra).



5.19. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsónél a városi helyszínen

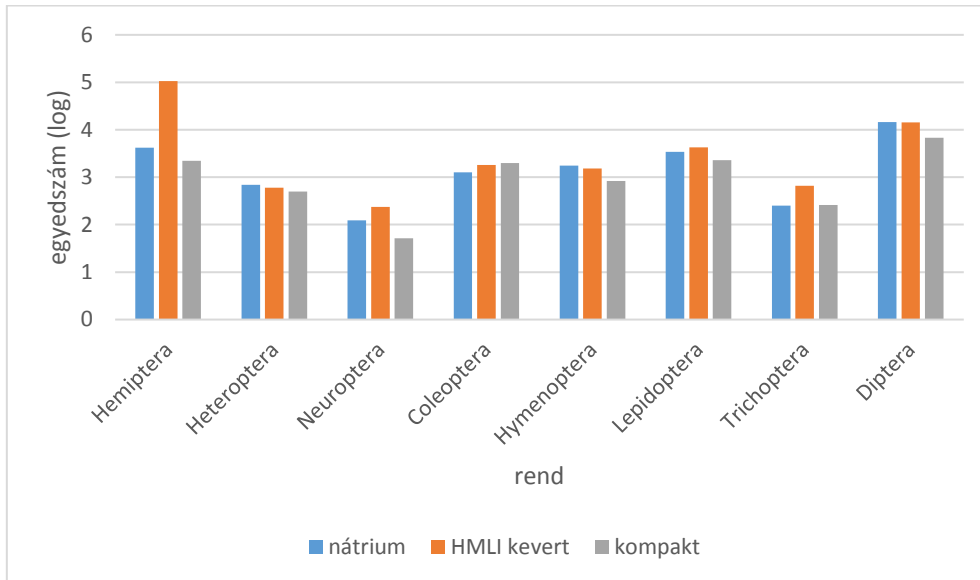
2012 és 2013-ban fénycsapdázott egyedek száma a három helyszínen és a három fényforrástípus esetében

Két év alatt összesen a természetközeli területen a Hemiptera rend (109 106) fogási száma volt a legnagyobb, az átmeneti (18 842) és a városi (10 731) helyszínen a Diptera rend egyedeit gyűjtötte be a fénycsapda legnagyobb számban (5.20. ábra).



5.20. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012 és 2013 évben vizsgálati helyszínenként

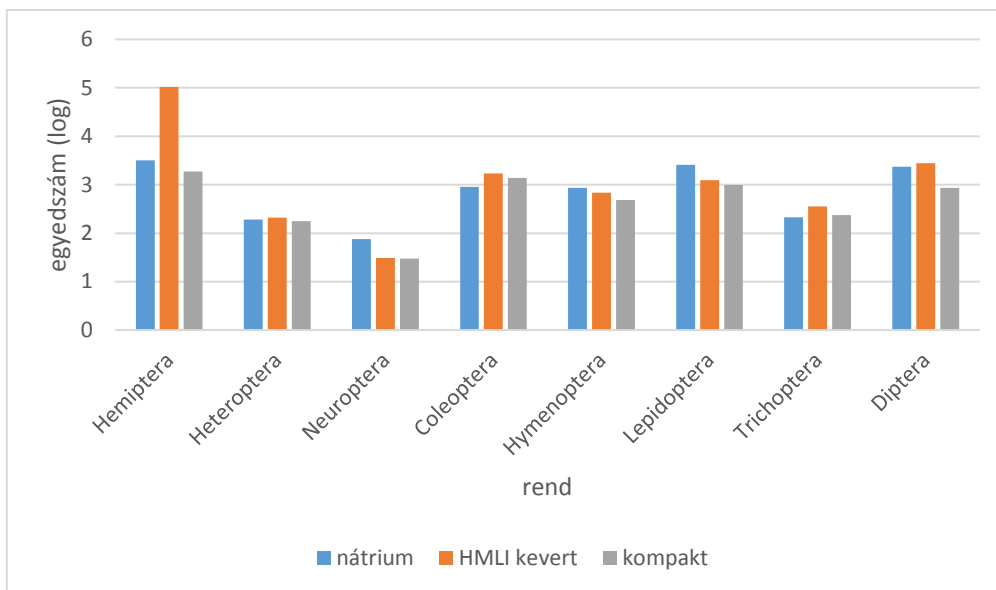
A két év alatt összesen fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a Hemiptera (106201) és a Diptera (14293) rend esetében volt a legnagyobb. A nagynyomású nátrium lámpához kiemelkedően nagy egyedszámban repültek a Diptera rendbe tartozó rovar egyedek (14293), és hasonló mértékben a Hemiptera (4178) és a Lepidoptera (3429) rend egyedei. A kompakt fénycsőhöz a Diptera rend (6775) egyedei vonzódtak legnagyobb mértékben (5.21. ábra).



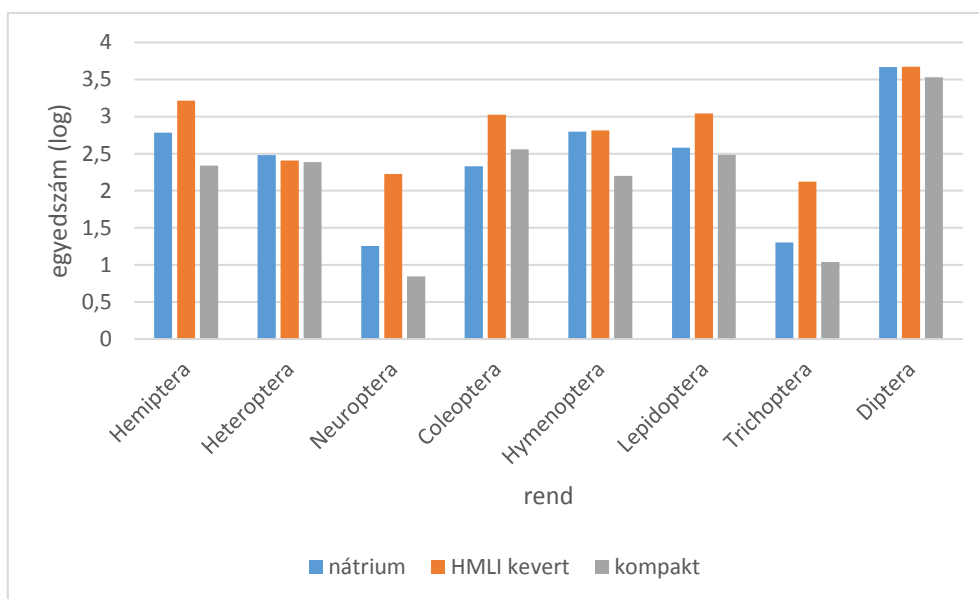
5.21. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012 és 2013 évben fényforrás típusonként

2012 és 2013-ban fénycsapdázott egyedek száma a természetközeli helyszínen, az átmeneti helyszínen és a városi helyszínen fényforrástípusonként

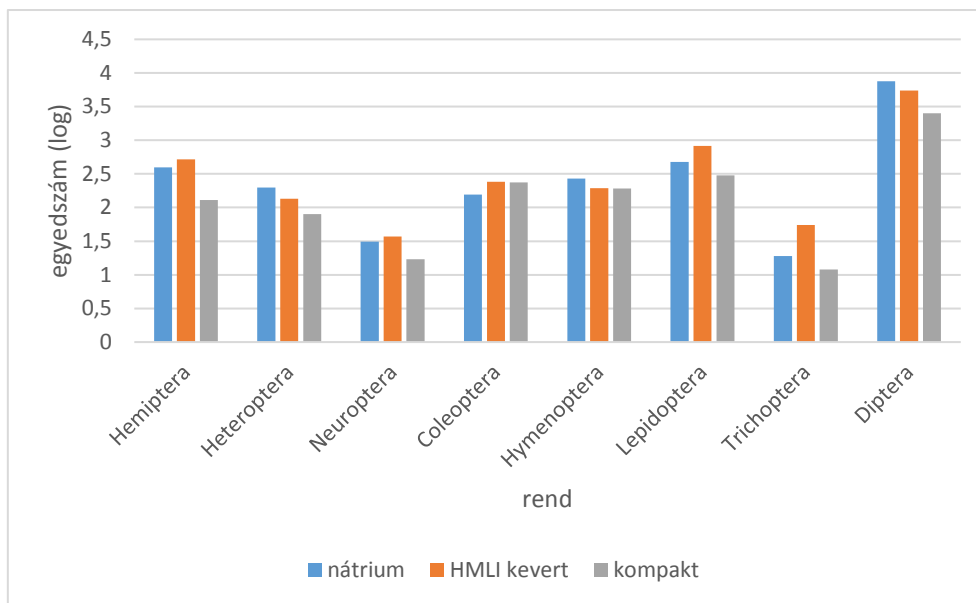
Az alábbi grafikonokon látható, hogy az átmeneti és a városi helyszínen a Diptera rend egyedeinek a száma a legnagyobb (5.23., 5.24. ábra). A természetközeli helyszínen a HMLI kevert lámpával a tömegrajzás következtében a fénycsapda a Hemiptera rend egyedeit kiemelkedően nagy számban gyűjtötte be (5.22. ábra).



5.22. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként a természetközeli helyszínen



5.23. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként az átmeneti helyszínen



5.24. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként a városi helyszínen

5.2. Dominancia vizsgálatok

5.2.1. Dominancia értékek vizsgálati helyszínenként és fényforrástípusok szerint

2012. és 2013. év nyári hónapjaiban fénycsapdázott rovar egyedek rendek szerinti dominancia kértékelését végeztem 8 rend adatai alapján helyszínenként és fényforrástípusonként. Az adatokat csak a rendek egyedszáma alapján számítottam ki, ezért nem feltétlenül reprezentálnak valódi ökológiai dominanciát, csak az általam vett minták alapján. A dominancia számítás alapadatait a 2. számú melléklet tartalmazza.

A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál 3 rovarrend eudomináns, 2 domináns, 1 szubdomináns, 1 recens és 1 szubrecens besorolást kapott. A HMLI kevert lámpánál 1 rend eudomináns, 2 szubdomináns és 5 szubrecens kategóriába tartozik. A kompakt fénycsőnél 4 rend eudomináns, 2 szubdomináns, 1 domináns, 1 szubrecens besorolást kapott (5.3. táblázat).

5.3. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása a természetközeli helyszínen fényforrás típusonként

<i>Helyszín</i>	<i>Természetközeli</i>					
	<i>nátrium</i>		<i>HMLI kevert</i>		<i>kompakt</i>	
<i>Fényforrás</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>
<i>Rend</i>						
Hemiptera	eudomináns	30,8	eudomináns	93,7	eudomináns	28,1
Heteroptera	recens	1,8	szubrecens	0,2	szubdomináns	2,6
Neuroptera	szubrecens	0,7	szubrecens	0	szubrecens	0,4
Coleoptera	domináns	8,7	szubrecens	0,5	eudomináns	20,5
Hymenoptera	domináns	8,3	szubrecens	0,6	domináns	7,2
Lepidoptera	eudomináns	24,9	szubdomináns	2,1	eudomináns	24,8
Trichoptera	szubdomináns	2,1	szubrecens	0,4	szubdomináns	3,5
Diptera	eudomináns	22,7	szubdomináns	2,5	eudomináns	12,9

Az átmeneti területen a nagynyomású nátrium lámpánál történt fénycsapdázás eredményeként 1 rend tartozik az eudomináns kategóriába, 3 a domináns, 2 szubdomináns és 2 szubrecens. A HMLI kevert lámpánál 2 rend eudomináns besorolást, 3 domináns, 1 szubdomináns és 1 recens dominancia kategóriába sorolható. A kompakt fénycsőnél a rendek közül 1 az eudomináns kategóriába, 3 a domináns, 2 a szubdomináns és 2 szubrecens kategóriába tartozik (5.4. táblázat).

5.4. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása az átmeneti helyszínen fényforrás típusonként

<i>Helyszín</i>	<i>Átmeneti</i>					
	<i>nátrium</i>		<i>HMLI kevert</i>		<i>kompakt</i>	
<i>Dominancia</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>
<i>Rend</i>						
Hemiptera	domináns	8,9	eudomináns	14,9	szubdomináns	4,7
Heteroptera	szubdomináns	4,5	szubdomináns	2,3	domináns	5,2
Neuroptera	szubrecens	0,3	domináns	1,5	szubrecens	0,1
Coleoptera	szubdomináns	3,1	domináns	9,7	domináns	7,7
Hymenoptera	domináns	9,2	szubrecens	5,9	szubdomináns	3,4
Lepidoptera	domináns	5,6	domináns	10	domináns	6,5
Trichoptera	szubrecens	0,3	recens	1,2	szubrecens	0,2
Diptera	eudomináns	66,7	eudomináns	54,5	eudomináns	72,2

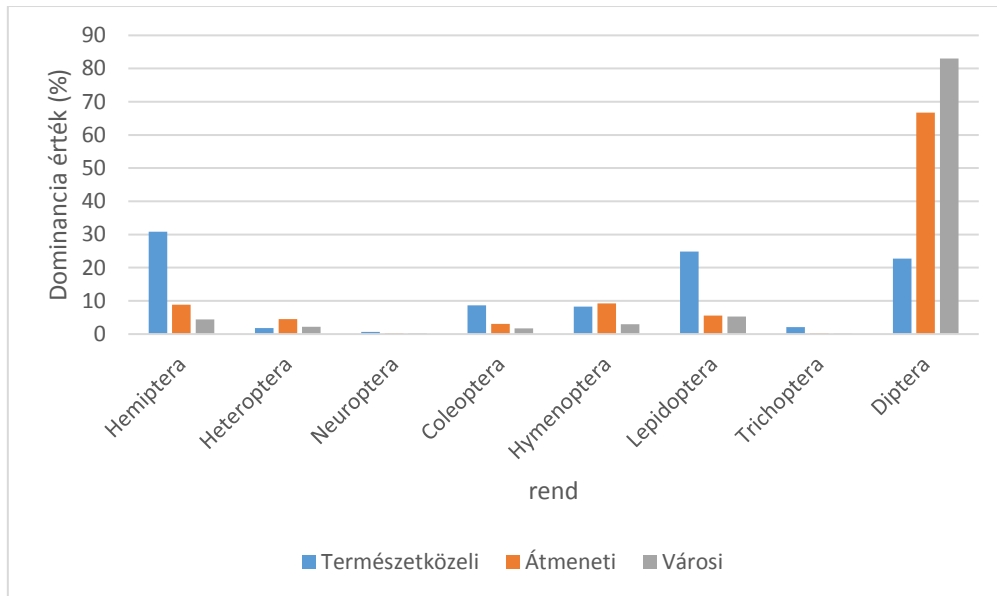
A városi területen a nagynyomású nátrium lámpánál 1 rend sorolható az eudomináns, 3 a szubdomináns, 1 a domináns, 1 recens és 2 szubrecens besorolást. A HMLI kevert lámpánál történt fénycsapdázás eredményeként 2 rend az eudomináns kategóriába, 1 a domináns, 2 a szubdomináns, 1 a recens és 2 a szubrecens kategóriába került. A kompakt fénycső 1 esetben vonzott eudomináns kategóriába tartozó egyedeket, 3 domináns, 2 szubdomináns és 2 szubrecens (5.5. táblázat).

5.5. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása a városi helyszínen fényforrás típusonként

<i>Helyszín</i>	<i>Városi</i>					
	<i>nátrium</i>		<i>HMLI kevert</i>		<i>kompakt</i>	
<i>Dominancia</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>	<i>Kategória</i>	<i>D%</i>
<i>Rend</i>						
Hemiptera	szubdomináns	4,4	domináns	6,9	szubdomináns	3,7
Heteroptera	szubdomináns	2,2	recens	1,8	szubdomináns	2,3
Neuroptera	szubrecens	0,3	szubrecens	0,5	szubrecens	0,4
Coleoptera	recens	1,7	szubdomináns	3,2	domináns	6,8
Hymenoptera	szubdomináns	3	szubdomináns	2,6	domináns	5,5
Lepidoptera	domináns	5,3	eudomináns	10,9	domináns	8,7
Trichoptera	szubrecens	0,2	szubrecens	0,7	szubrecens	0,3
Diptera	eudomináns	83	eudomináns	73,3	eudomináns	72,2

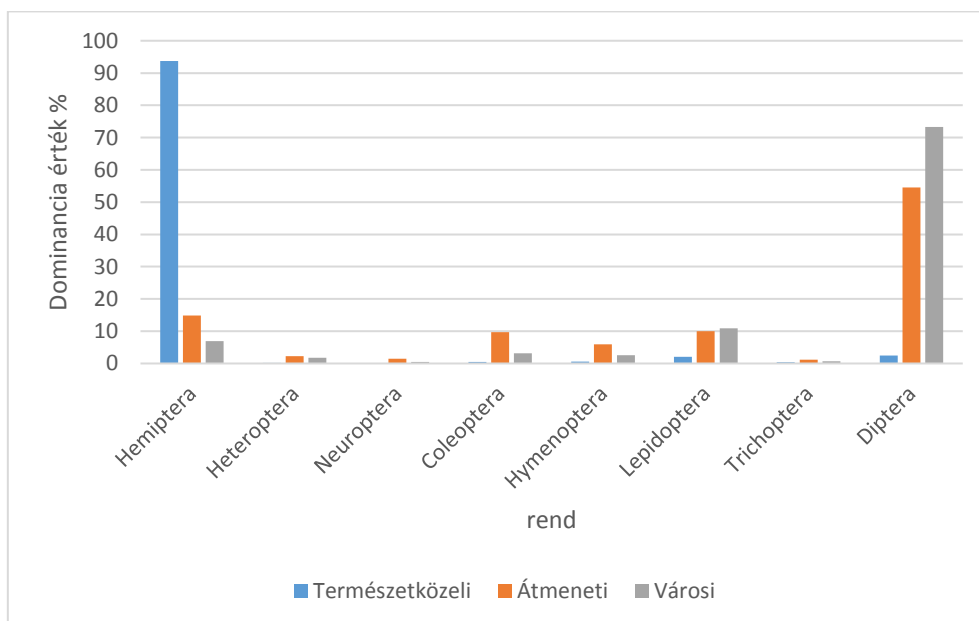
A rendek dominancia értékeit (D%) vizsgálati területenként hasonlítottam össze a három fényforrástípus esetében.

A nagynyomású nátrium lámpánál a Diptera rend dominancia értéke a három helyszín közül az átmeneti (66,7 %) és a városi területen (83 %) kiemelkedően magas a többi rendhez képest. A természetközeli területen a Diptera (22,7%), a Lepidoptera (24,9 %) és a Hemiptera (30,8%) rend dominancia értékei a legmagasabbak (5.25. ábra).



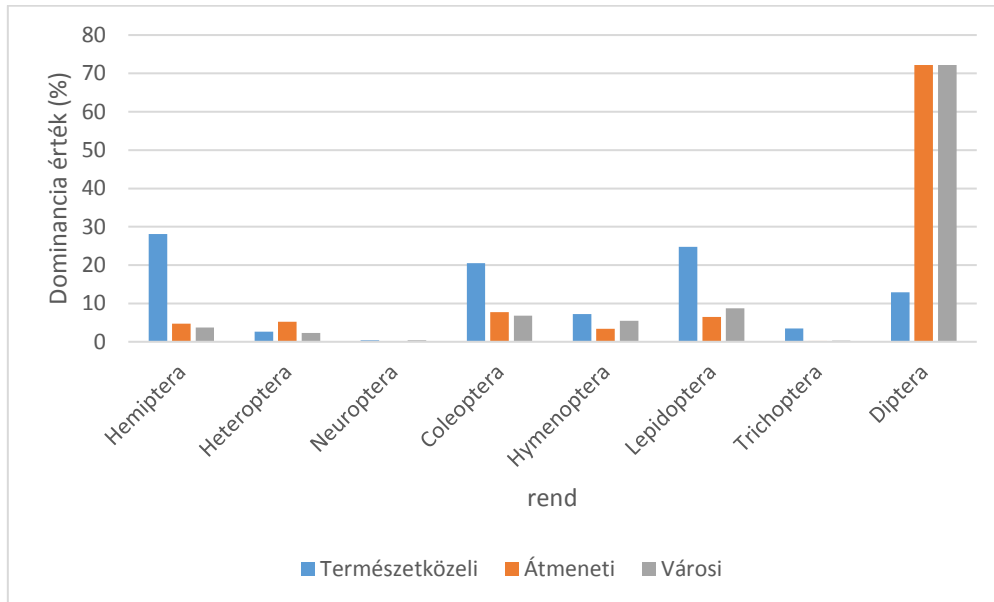
5.25. ábra: A rendek dominancia értéke a nagynyomású nátrium lámpánál helyszínenként

A HMLI kevert lámpánál a Hemiptera rend dominancia értéke (93,7 %) a természetközeli területen a tömegrajzásuk következtében kiemelkedően magas értéket mutat a többi rendhez képest. A Diptera rend dominancia értéke az átmeneti (54,5 %) és a városi területen (73,3 %) a legnagyobb (5.26. ábra).



5.26. ábra: A rendek dominancia értéke a HMLI kevert lámpánál helyszínenként

A kompakt fénycsőnél az előző két lámpához hasonlóan a Diptera rend dominancia értéke a legnagyobb az átmeneti (72,2 %) és a városi (72,2 %) területen, a természetközeli területen viszont a Lepidoptera (24,8%) és a Hemiptera (28,1 %) dominancia értéke a legnagyobb (5.27.ábra.)



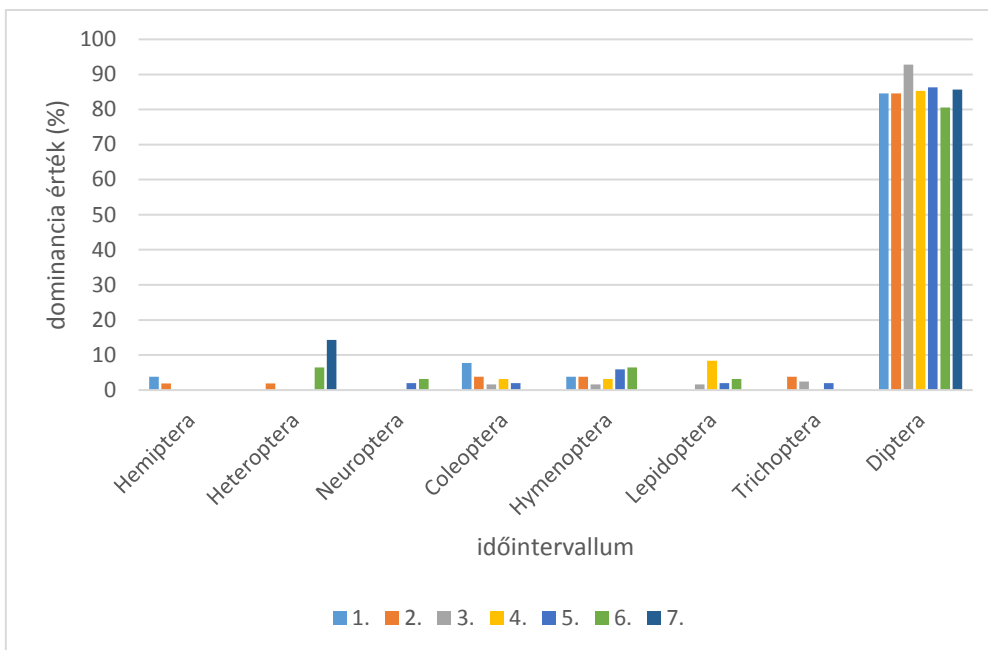
5.27. ábra: A rendek dominancia értéke a kompakt fénycsőnél helyszínenként

5.2.2. Dominancia értékek időintervallumok szerint

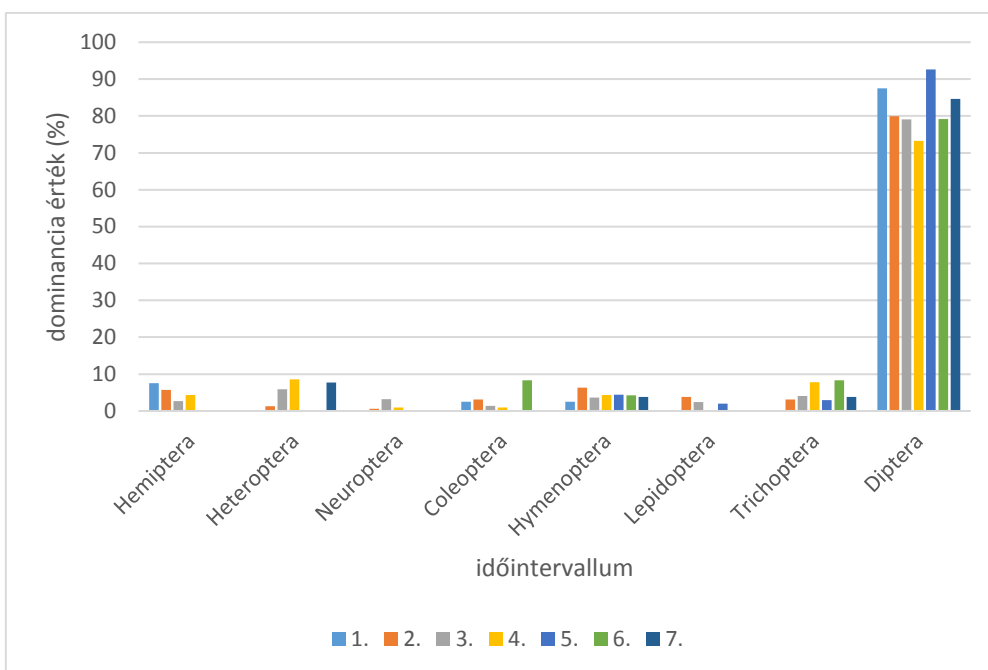
Az első módszerrel végzett dominancia vizsgálat eredményei

A fénycsapdázás időintervallumai a 4.13. táblázatban, a rendekhez tartozó egyedszámok a 3. számú mellékletben találhatóak.

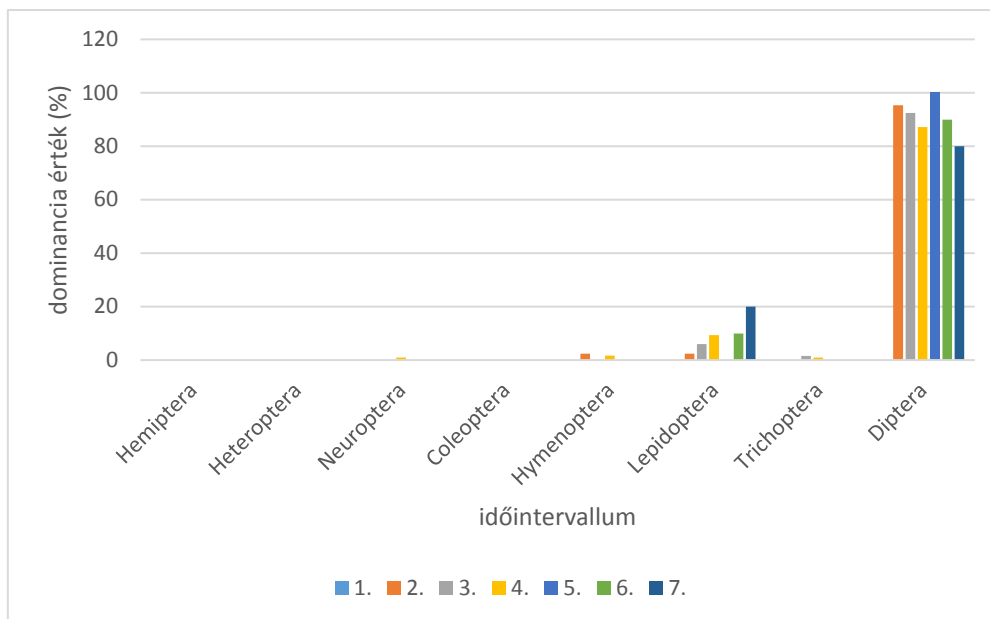
A városi helyszínen minden időintervallumban a Diptera rend dominancia értéke a legnagyobb. A HMLI kevert lámpánál a 3., a nagynyomású nátrium lámpánál mind a két fénycsapdázási napon az 5. időintervallumban legnagyobb a dominancia érték (5.28., 5.29.,5.30. ábra).



5.28. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 16/17- én a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál

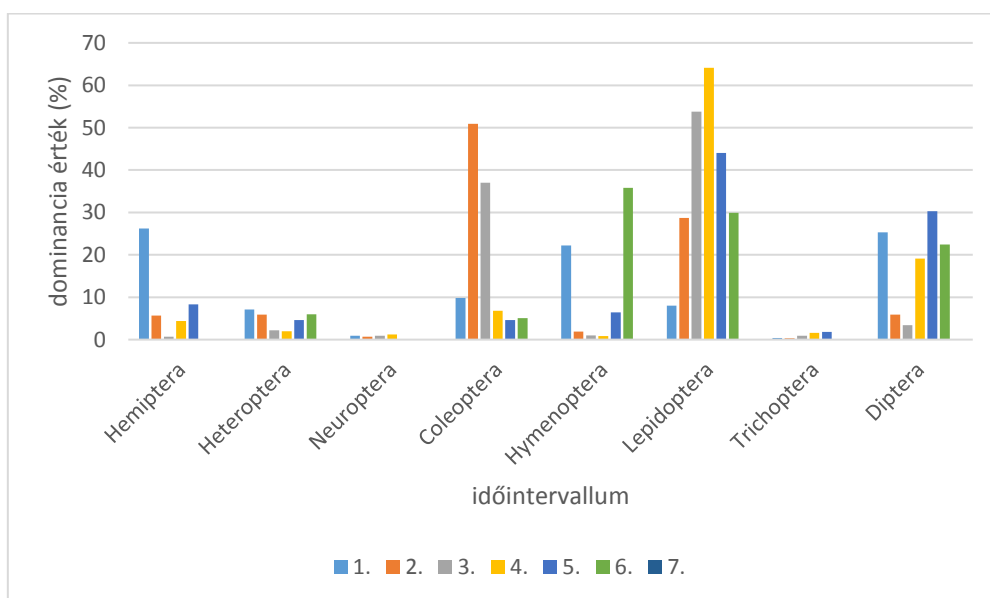


5.29. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 17/18- án a városi helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál

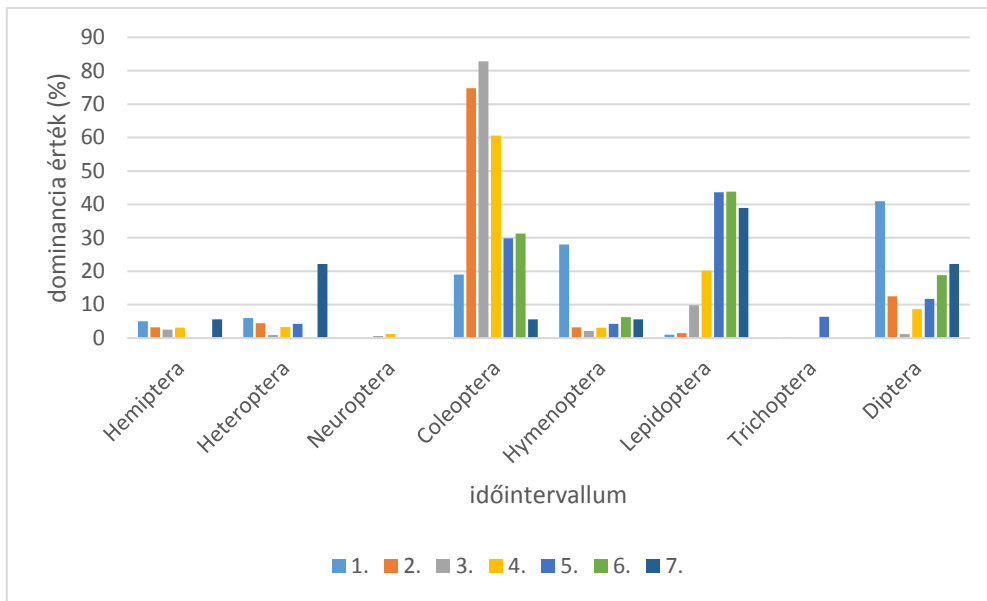


5.30. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 15/16- án a városi helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál

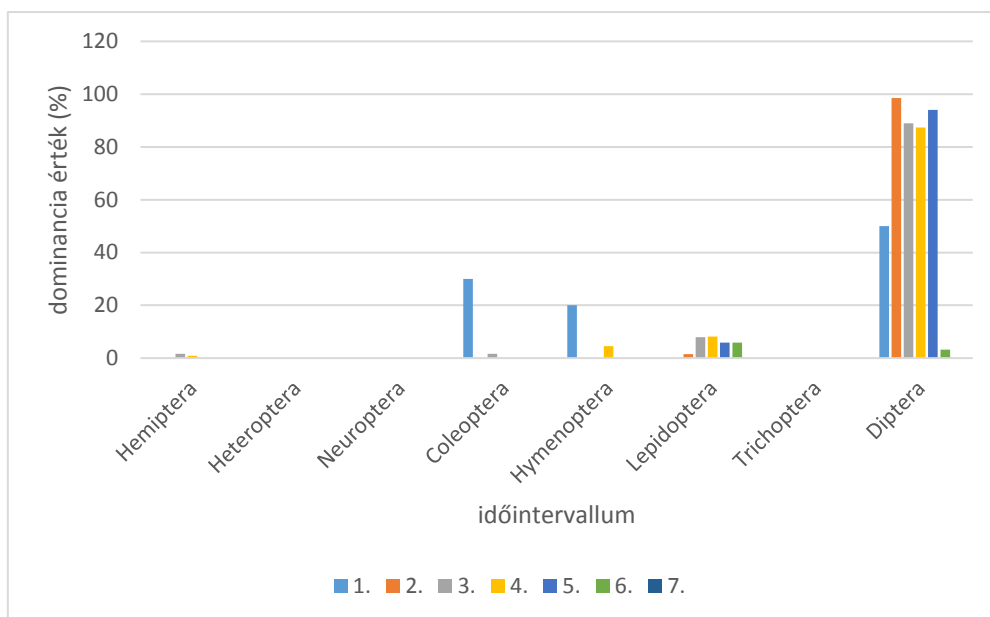
A természetközeli helyszínen júliusban a nagynyomású nátrium lámpánál a Lepidoptera rend dominancia értéke a 3. és a 4. időintervallumban a legnagyobb, ezt követően a Coleoptera rend dominancia értéke a 2. időintervallumban (5.31. ábra). A kompakt fénycsőnél történt fénycsapdázás eredményeként a Lepidoptera, Coleoptera és a Diptera rend dominancia értéke kiemelkedő. Júliusban a Lepidoptera a 6. a Coleoptera a 3. és a Diptera rend az 1. időintervallumban, augusztusban a Diptera rend a 2. időintervallumban volt legnagyobb a dominancia érték (5.32., 5.33. ábra).



5.31. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 28/29- én a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál

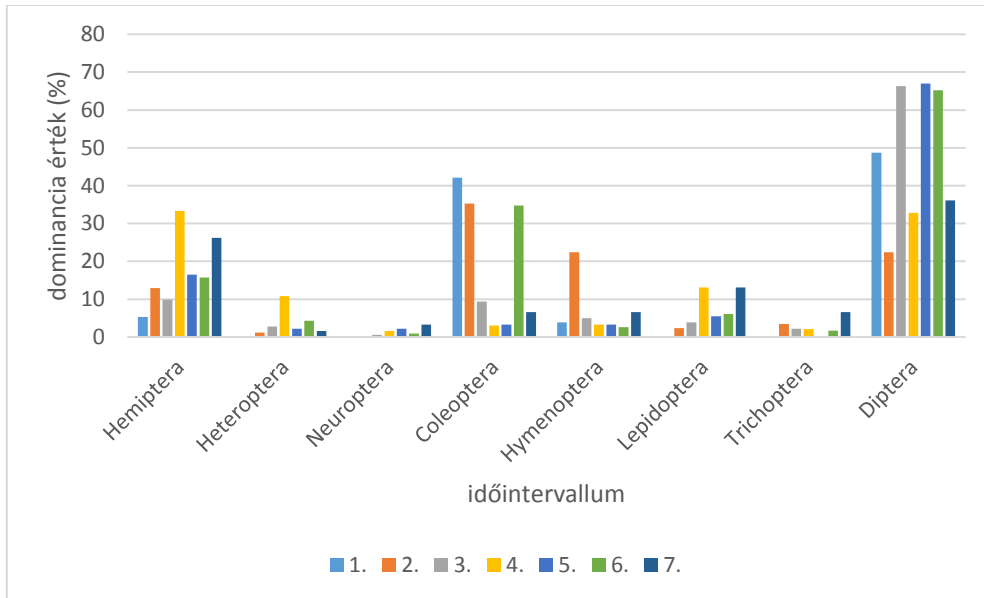


5.32. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 29/30-án a természetközeli helyszínen a kompakt fénycsónél

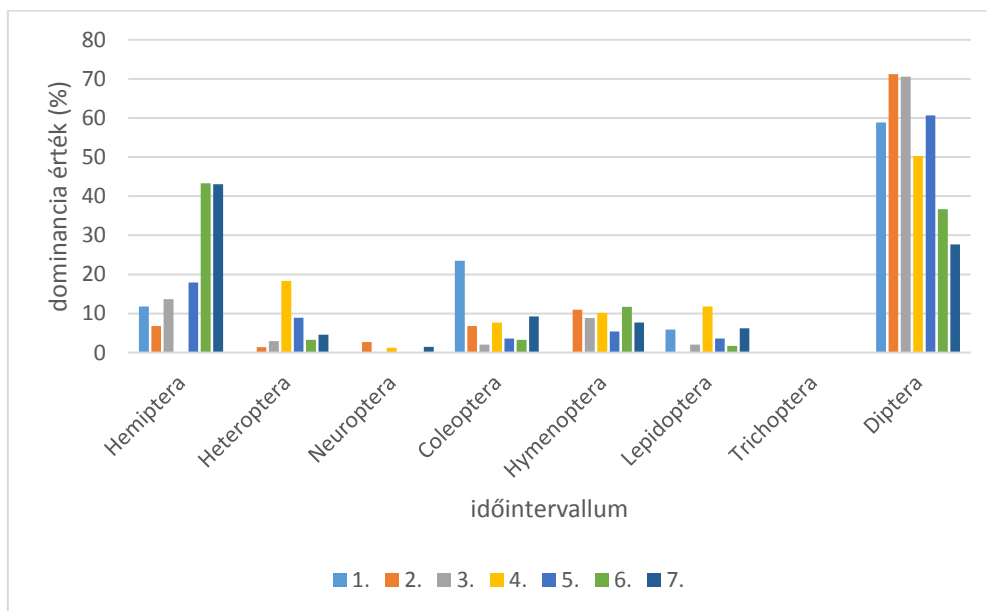


5.33. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 14/15-én a természetközeli helyszínen a kompakt fénycsónél

Az átmeneti helyszínen minden időintervallumban a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpánál is a Diptera rend dominancia értéke a legnagyobb. A HMLI kevert lámpánál az 5., a nagynyomású nátrium lámpánál a 2. időintervallumban. A dominancia magas értéket mutat még a HMLI kevert lámpánál a Coleoptera rend esetében az 1. időintervallumban, és a nagynyomású nátrium lámpánál a Hemiptera rendnél a 6. időintervallumban (5.34., 5.35. ábra).



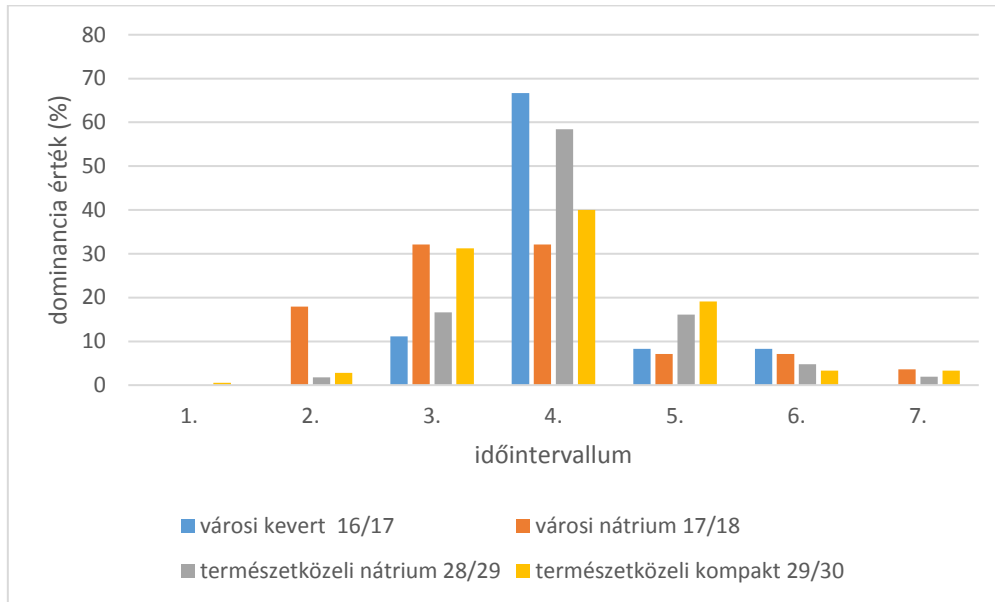
5.34. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 5/6-án az átmeneti helyszínen a HMLI kevert lámpánál



5.35. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 6/7-én az átmeneti helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál

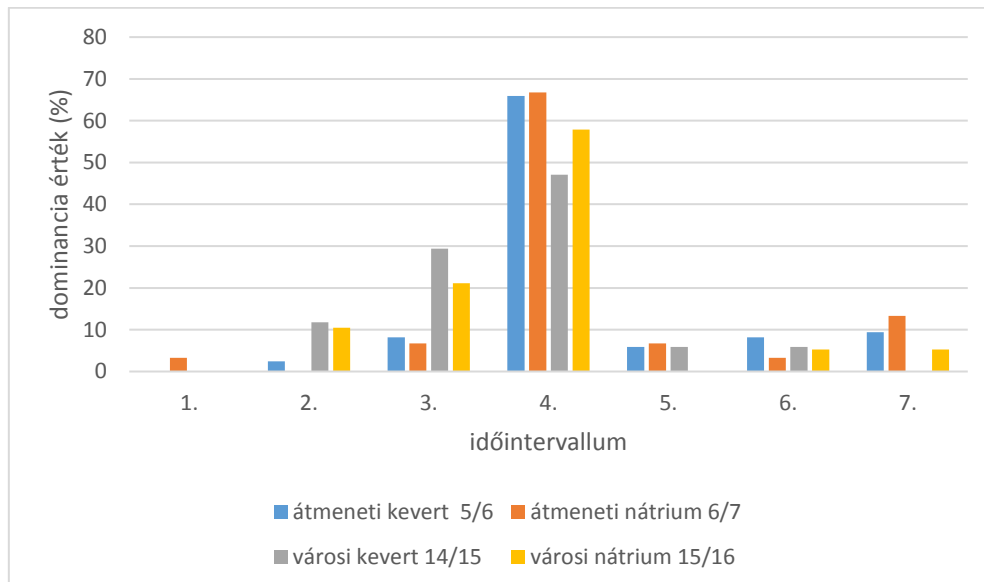
A második módszerrel végzett dominancia vizsgálat eredményei

A Lepidoptera rendnél a dominancia érték júliusban a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 4., a nagynyomású nátrium lámpánál a 3. és a 4. időintervallumban a legnagyobb. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsónél is a 4. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték (5.36. ábra).



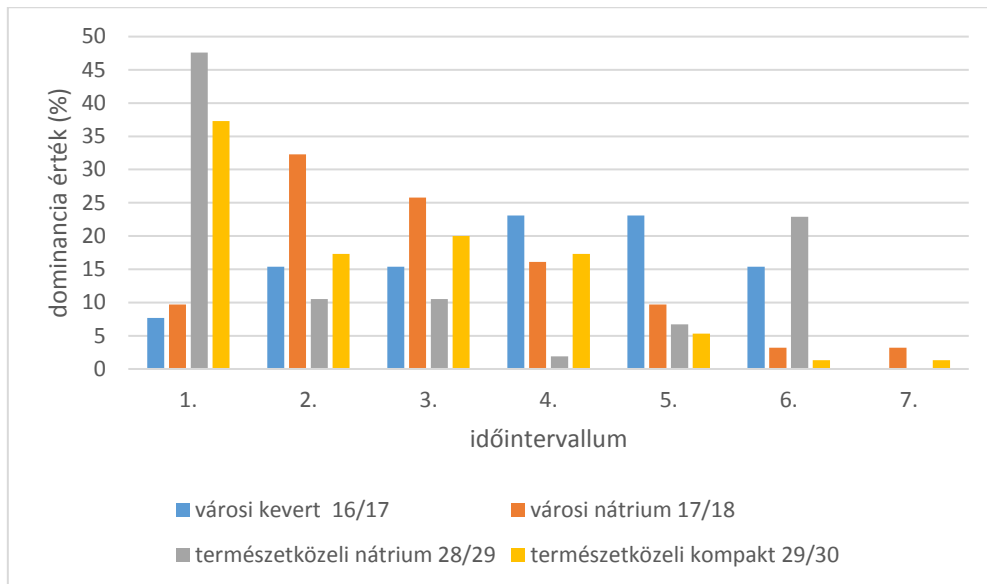
5.36. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Lepidoptera rendnél júliusban

Augusztus hónapban a Lepidoptera rend egyedei az átmeneti és a városi helyszínen a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpánál is a 4. időintervallumban repültek a fénycsapdába a legnagyobb számban (5.37. ábra).



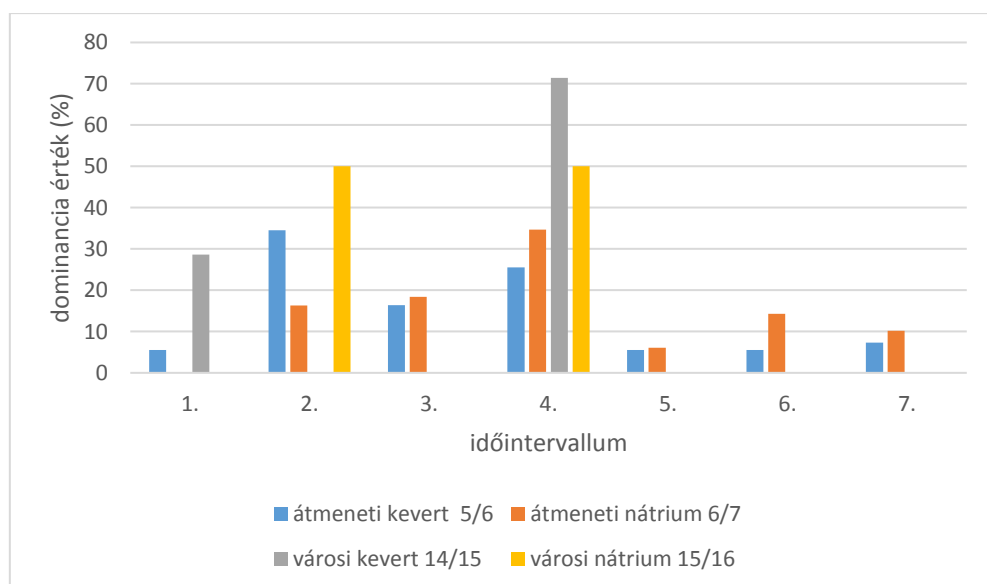
5.37. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Lepidoptera rendnél augusztusban

A Hymenoptera rendnél júliusban a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 4. és az 5. időintervallumban, a nagynyomású nátrium lámpánál a 2. időintervallumban a legnagyobb a dominancia értéke. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsőnél is az 1. időintervallumban legnagyobb a dominancia érték (5.38. ábra).



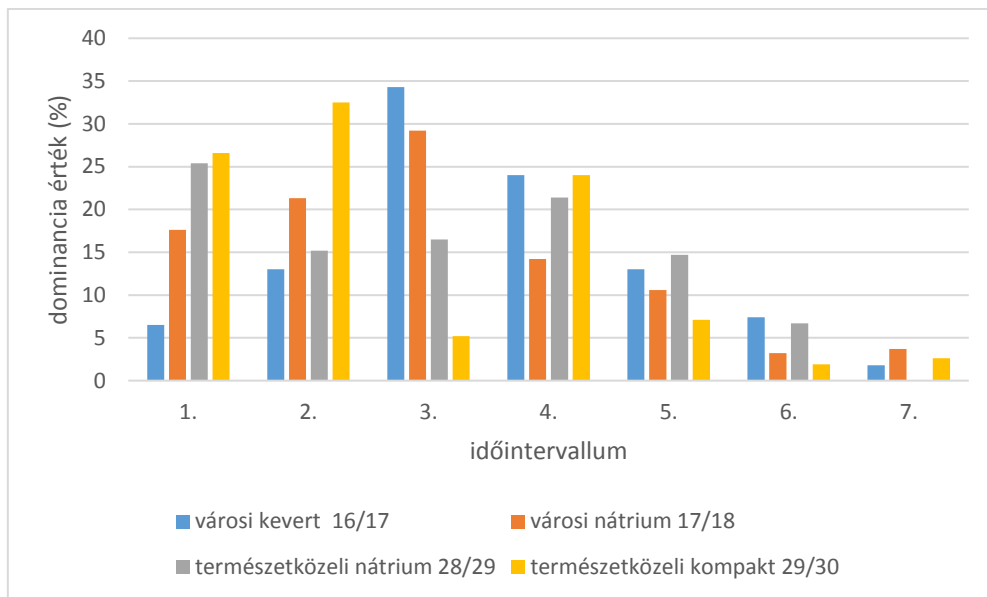
5.38. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hymenoptera rendnél júliusban

A Hymenoptera rend augusztusban történt fénycsapdázási adatai alapján a dominancia érték az átmeneti területen a HMLI kevert lámpánál a 2., a nagynyomású nátrium lámpánál a 4. időintervallumban mutat legnagyobb értéket. A rend dominancia értéke a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 4., a nagynyomású nátrium lámpánál a 2. és a 4. időintervallumban a legnagyobb (5.39. ábra).



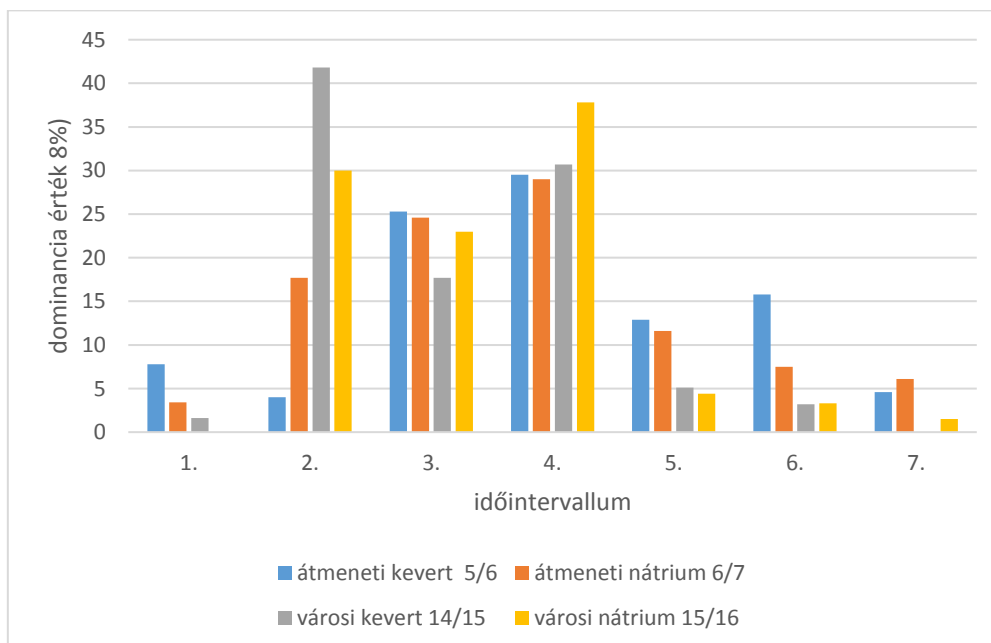
5.39. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hymenoptera rendnél augusztusban

A Diptera rend dominancia értéke júliusban a városi helyszínen a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpánál is a 3. időintervallumban a legnagyobb. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál az 1., a kompakt fénycsónél a 2. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték (5.40. ábra).



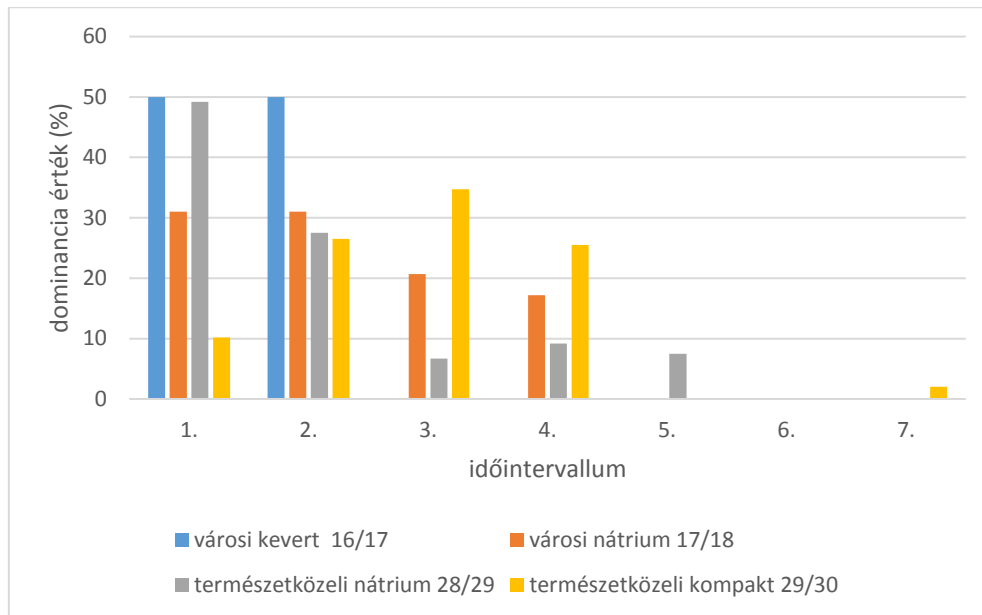
5.40. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Diptera rendnél júliusban

Augusztusban a Diptera rend dominancia értéke az átmeneti területen a HMLI kevert lámpánál és a nagynyomású nátrium lámpánál is a 4. időintervallumban legnagyobb. A városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 2., a nagynyomású nátrium lámpánál a 4. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték (5.41. ábra).



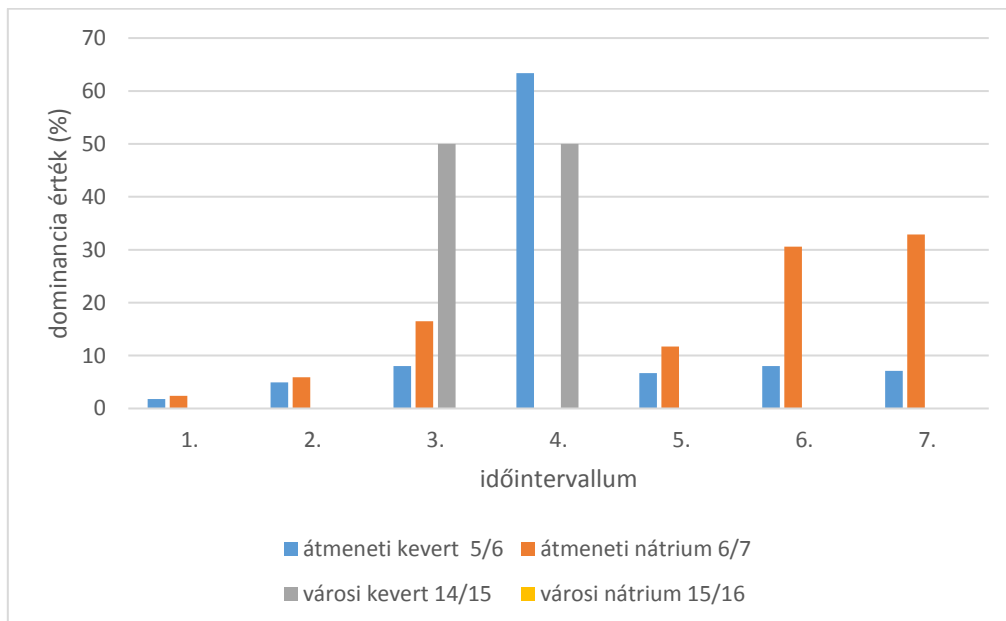
5.41. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Diptera rendnél augusztusban

A Hemiptera rend dominancia értéke a júliusi fénycsapdázás adatai alapján a városi helyszínen a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpánál is az 1. és a 2. időintervallumban a legnagyobb, a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál az 1., a kompakt fénycsőnél a 3. időintervallumban legnagyobb (5.42. ábra)



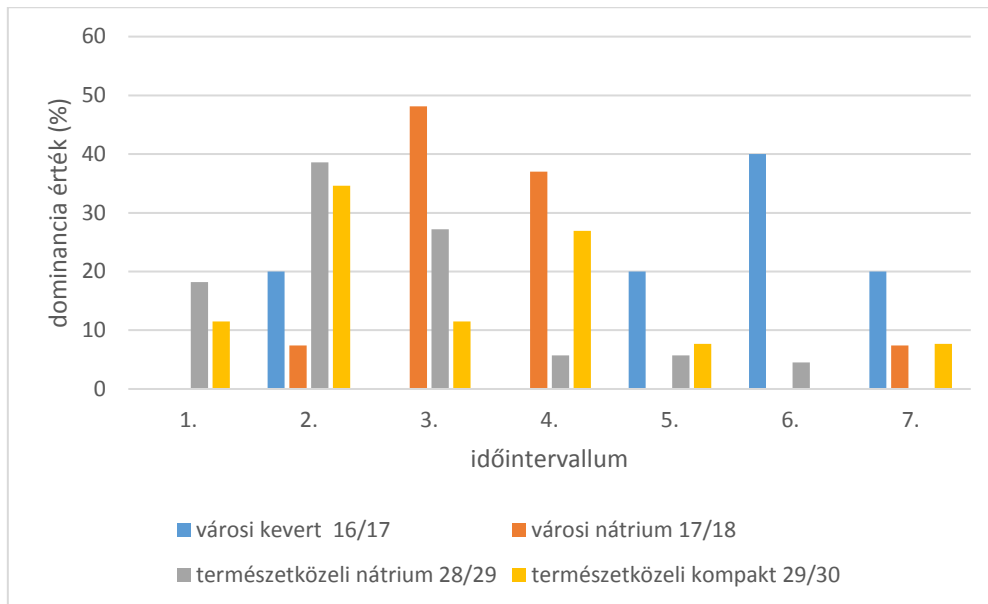
5.42. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hemiptera rendnél júliusban

Augusztusban a Hemiptera rend dominancia értéke az átmeneti helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 4., a nagynyomású nátrium lámpánál a 6. és a 7. időintervallumban a legnagyobb, a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 3. és a 4. időintervallumban legmagasabb. A nagynyomású nátrium lámpánál nem történt fogás (5.43. ábra).



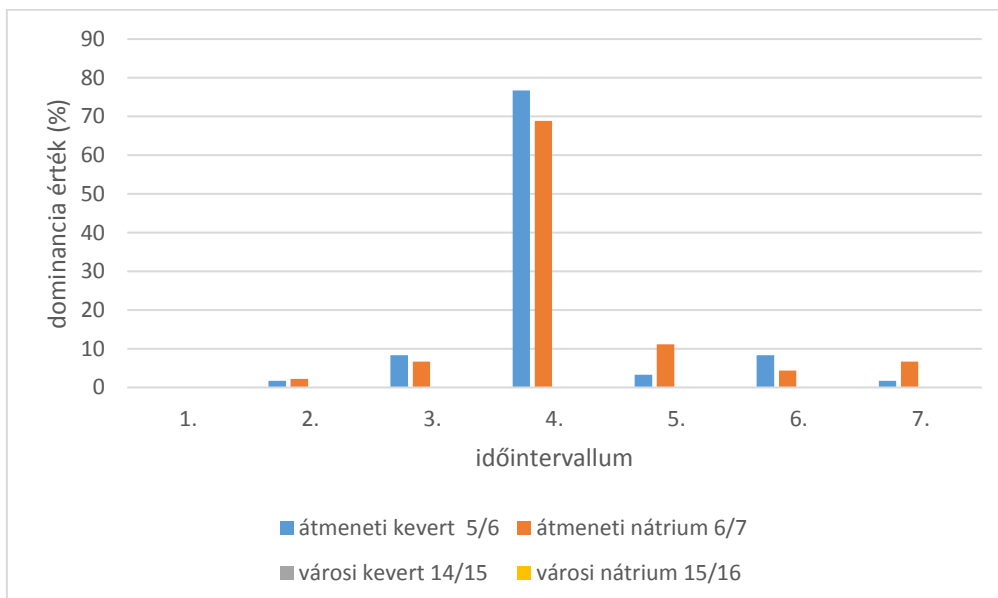
5.43. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hemiptera rendnél augusztusban

A Heteroptera rend dominancia értéke júliusban a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 6., a nagynyomású nátrium lámpánál a 3. időintervallumban volt a legnagyobb. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál is és a kompakt fénycsónél is 2. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték (5.44. ábra).



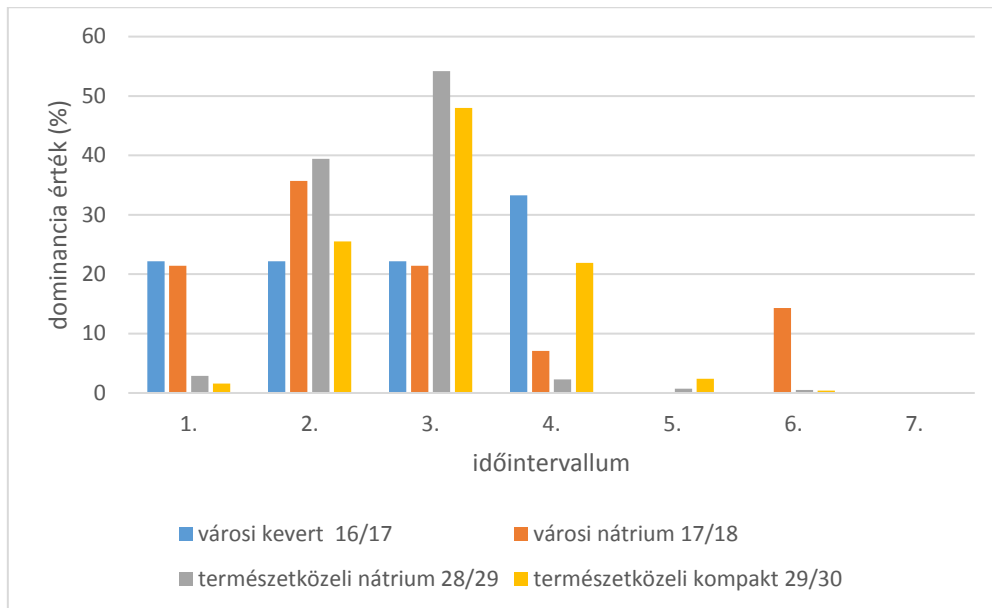
5.44. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Heteroptera rendnél júliusban

Augusztusban két helyszín fénycsapdázási adatai alapján látható, hogy a Heteroptera rend dominancia értéke az átmeneti területen a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpánál a 4. időintervallumban volt a legnagyobb. A városi területen nem gyűjtött be egyedeket a fénycsapda (5.45. ábra).



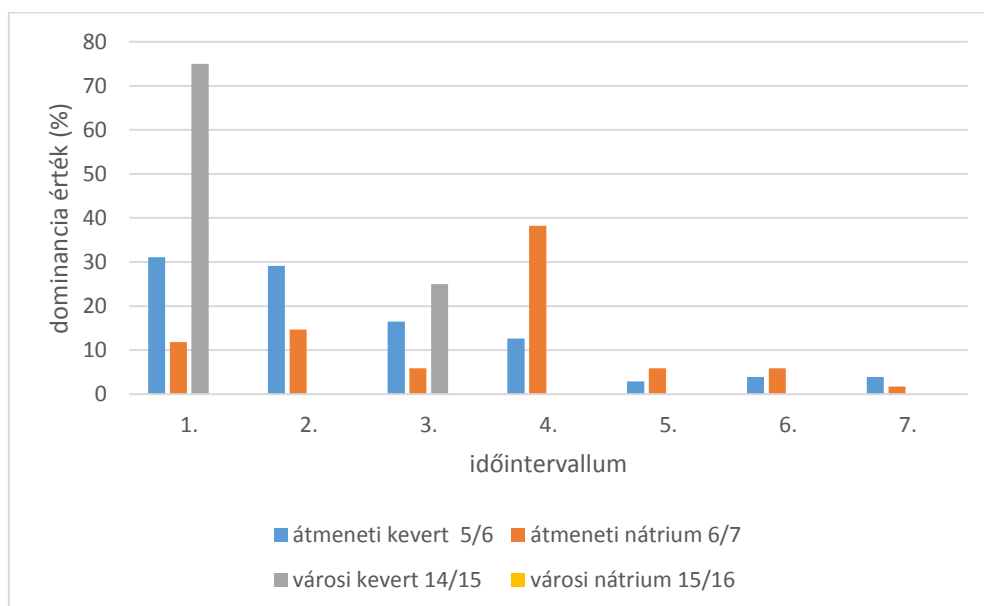
5.45. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Heteroptera rendnél augusztusban

A Coleoptera rend esetében júliusban a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál a 4., a nagynyomású nátrium lámpánál a 2. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál is és a kompakt fénycsőnél is a 3. időintervallumban a legnagyobb a dominancia érték a Coleoptera rend esetében (5.46. ábra).



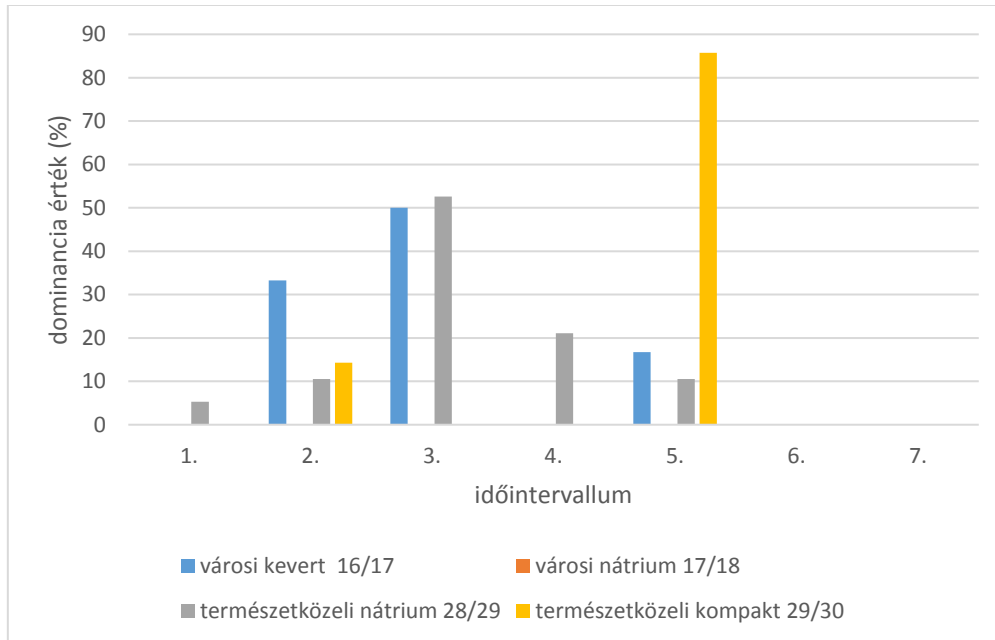
5.46. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Coleoptera rendnél júliusban

Augusztusban a Coleoptera rend dominancia értéke az átmeneti területen a HMLI kevert lámpánál az 1., a nagynyomású nátrium lámpánál a 4. időintervallumban a legnagyobb. A városi területen a HMLI kevert lámpánál az 1. időintervallumban volt a legnagyobb a dominancia érték. A nagynyomású nátrium lámpánál a fénycsapda nem gyűjtött rovaranyagot (5.47. ábra).



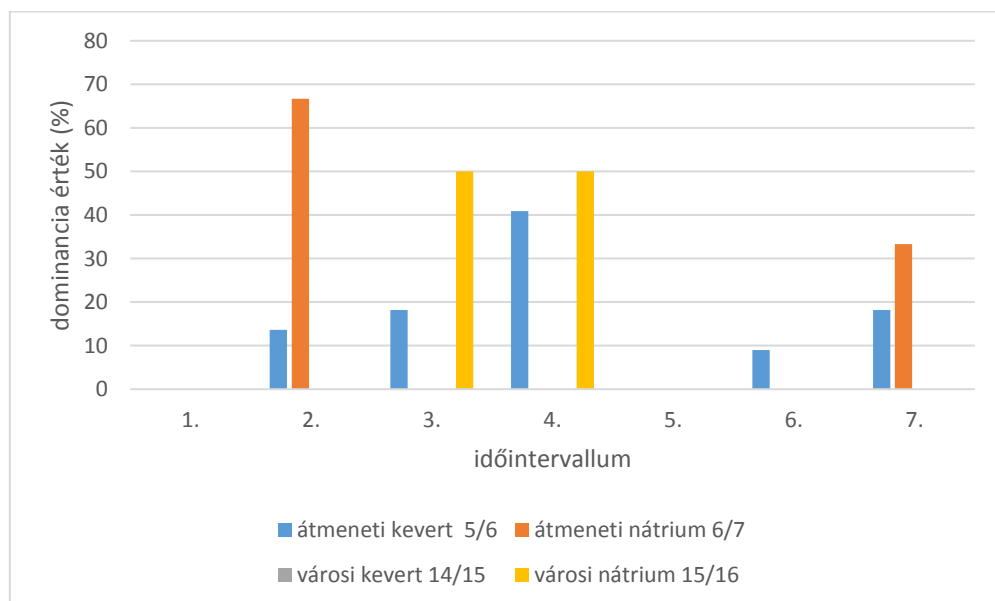
5.47. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Coleoptera rendnél augusztusban

A Trichoptera rend fogási adatai alapján júliusban a városi területen csak a HMLI kevert lámpánál volt fogási adat, mely alapján a dominancia érték a 3. időintervallumban a legnagyobb. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál a 3., a kompakt fénycsónél az 5. időintervallumban a legnagyobb a Trichoptera rend dominancia értéke (5.48. ábra).



5.48. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Trichoptera rendnél júliusban

Augusztusban a Trichoptera rend dominancia értéke a HMLI kevert lámpánál a 4. időintervallumban, a nagynyomású nátrium lámpánál a 2. időintervallumban a legnagyobb. A városi területen a nagynyomású nátrium lámpánál a 3. és a 4. időintervallumban legmagasabb a dominancia érték (5.49. ábra).



5.49. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Trichoptera rendnél augusztusban

5.3. Vizsgálati helyszínek és fényforrások összehasonlítása

Vizsgálati helyszínek összehasonlítása fényforrás típusonként

A vizsgálati helyszínek összehasonlítását két év (2012. és 2013. év) fénycsapdázási eredményei alapján végeztem. A három helyszínt fényforrástípusonként az egyedszámok átlagai alapján hasonlítottam össze.

A nagynyomású nátrium lámpánál 5 rendnél 6 esetben tapasztalható szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között az egyedszámok átlagát tekintve. A Lepidoptera rendnél a természetközeli és a városi terület között, továbbá a természetközeli és az átmeneti terület között. A Hymenoptera, a Diptera és a Hemiptera rendnél csak a természetközeli és a városi terület között, a Trichoptera rendnél csak a természetközeli és az átmeneti terület között van szignifikáns eltérés az egyedszámok átlagának tekintetében (5.6. táblázat).

5.6. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a nagynyomású nátrium lámpánál

Jelmagyarázat: T - természetközeli terület, V - városi terület, Á - átmeneti terület

Fényforrás		p érték		
NÁTRIUM LÁMPA		Helyszín		
Rend		T	V	Á
Lepidoptera	T	-	-	-
	V	0,007212	-	1
	Á	0,000361	-	-
Hymenoptera	T	-	-	-
	V	0,045183	-	0,924342
	Á	0,509027	-	-
Diptera	T	-	-	-
	V	0,014754	-	1
	Á	0,131441	-	-
Neuroptera	T	-	-	-
	V	1	-	0,720798
	Á	0,578129	-	-
Hemiptera	T	-	-	-
	V	0,029439	-	0,462188
	Á	0,791216	-	-
Heteroptera	T	-	-	-
	V	1	-	0,204941
	Á	0,982006	-	-
Coleoptera	T	-	-	-
	V	1	-	1
	Á	0,789591	-	-
Trichoptera	T	-	-	-
	V	0,851104	-	1
	Á	0,033684	-	-

Az egyedszámok átlagát vizsgálva a HMLI kevert lámpánál történt fénycsapdázás során 5 rendnél 7 esetben tapasztalható szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között. A természetközeli és a városi terület között a Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera és a Trichoptera rendnél, a természetközeli és az átmeneti helyszínek között a Diptera és a Trichoptera rendnél tapasztalható szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között (5.7. táblázat).

5.7. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a HMLI kevert lámpánál

Fényforrás		p érték		
		Helyszín		
Rend		T	V	Á
Lepidoptera	T	-	-	-
	V	0,054398	-	0,755060
	Á	0,633924	-	-
Hymenoptera	T	-	-	-
	V	0,040450	-	0,987502
	Á	0,249489	-	-
Diptera	T	-	-	-
	V	0,021264	-	1
	Á	0,004146	-	-
Neuroptera	T	-	-	-
	V	1	-	1
	Á	1	-	-
Hemiptera	T	-	-	-
	V	0,006074	-	0,526214
	Á	0,221155	-	-
Heteroptera	T	-	-	-
	V	1	-	1
	Á	1	-	-
Coleoptera	T	-	-	-
	V	0,272378	-	0,237876
	Á	1	-	-
Trichoptera	T	-	-	-
	V	0,029022	-	1
	Á	0,056841	-	-

A kompakt fénycsónél 4 rendnél 5 esetben tapasztalható szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között. A Lepidoptera és a Hemiptera rendnél a természetközeli és a városi területen; a természetközeli és az átmeneti helyszínen a Lepidoptera, Diptera és a Trichoptera rend esetében tapasztalható szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között (5.8. táblázat).

5.8. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a kompakt fénycsőnél

Fényforrás		p érték		
KOMPAKT FÉNYCSŐ		Helyszín		
Rend		T	V	Á
Lepidoptera	T	-	-	-
	V	0,00006	-	1
	Á	0,00056	-	-
Hymenoptera	T	-	-	-
	V	1	-	1
	Á	1	-	-
Diptera	T	-	-	-
	V	0,326246	-	0,854287
	Á	0,020160	-	-
Neuroptera	T	-	-	-
	V	0,266919	-	0,646803
	Á	1	-	-
Hemiptera	T	-	-	-
	V	0,020805	-	1
	Á	0,207038	-	-
Heteroptera	T	-	-	-
	V	0,121274	-	0,257819
	Á	1	-	-
Coleoptera	T	-	-	-
	V	1	-	1
	Á	1	-	-
Trichoptera	T	-	-	-
	V	1	-	0,643481
	Á	0,010804	-	-

Tehát a három fényforrás közül a HMLI kevert fényű lámpánál van a legtöbb esetben szignifikáns eltérés a vizsgálati helyszínek között az egyedszámok átlagának tekintetében, továbbá a természetközeli és a városi helyszín között a leggyakoribb az eltérés mind a három fényforrás típust tekintve. A rendek szerinti vizsgálat 5 esetben (Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Trichoptera) mutatott eltérést a nagynyomású nátrium és a HMLI kevert fényű lámpánál, a kompakt fénycsőnél 4 rendnél (Lepidoptera, Diptera, Hemiptera, Trichoptera) fordul elő szignifikáns eltérés.

Fényforrások összehasonlítása vizsgálati helyszínenként

A természetközeli helyszínen egyik rendnél sem volt szignifikáns eltérés a három fényforrás között az egyedszámok átlaga alapján (5.9. táblázat).

5.9. táblázat: A fényforrások összehasonlítása a természetközeli helyszínen

Helyszín		p érték		
		Fényforrás		
TERMÉSZETKÖZELI		Nátrium	Kevert	Kompakt
Lepidoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Hymenoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,410163
	Kompakt	0,741991	-	-
Diptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,673347
	Kompakt	0,106986	-	-
Neuroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Hemiptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,806332	-	0,178685
	Kompakt	1	-	-
Heteroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Coleoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,386205	-	0,447187
	Kompakt	1	-	-
Trichoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,468999	-	0,618659
	Kompakt	1	-	-

A városi helyszínen a Diptera rendnél a nagynyomású nátrium és a kompakt fénycső esetében volt szignifikáns eltérés az egyedszámok átlaga alapján (5.10. táblázat).

5.10. táblázat: A fényforrások összehasonlítása a városi helyszínen

Helyszín		p érték		
VÁROSI		Fényforrás		
Rend		Nátrium	Kevert	Kompakt
Lepidoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,036512
	Kompakt	0,104662	-	-
Hymenoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Diptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,122731
	Kompakt	0,015290	-	-
Neuroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Hemiptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,367131
	Kompakt	0,389522	-	-
Heteroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,189439
	Kompakt	0,607624	-	-
Coleoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Trichoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-

Az átmeneti területen 3 rendnél és 4 esetben tapasztalható szignifikáns eltérés a fényforrások között. A Lepidoptera rendnél a HMLI kevert fényű és a nagynyomású nátrium lámpa között, a Lepidoptera és a Diptera rend esetében a HMLI kevert fényű lámpa és a kompakt fénycső között (5.11. táblázat).

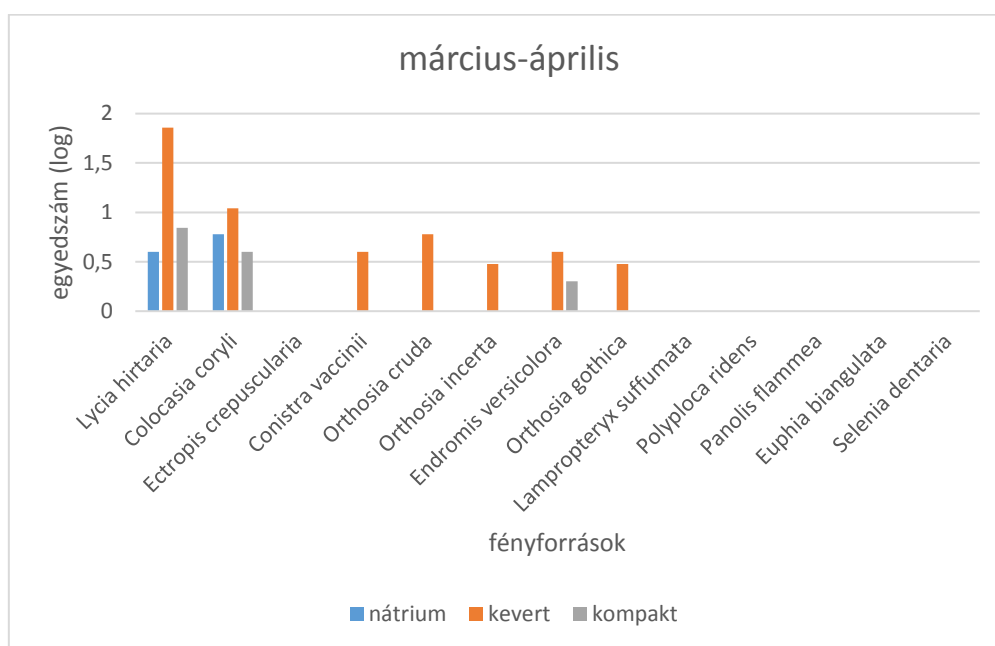
5.11. táblázat: A fényforrások összehasonlítása az átmeneti helyszínen

Helyszín		p érték		
		Fényforrás		
ÁTMENETI		Nátrium	Kevert	Kompakt
Lepidoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,015232	-	0,000297
	Kompakt	0,825877	-	-
Hymenoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,000297
	Kompakt	0,825877	-	-
Diptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,049930
	Kompakt	0,209508	-	-
Neuroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,115557	-	1
	Kompakt	1	-	-
Hemiptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,194102
	Kompakt	0,199070	-	-
Heteroptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	0,732407	-	1
	Kompakt	0,626116	-	-
Coleoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	1
	Kompakt	1	-	-
Trichoptera	Nátrium	-	-	-
	Kevert	1	-	0,832903
	Kompakt	1	-	-

5.4. A három fényforrástípussal azonos időben végzett fénycsapdázás eredményei

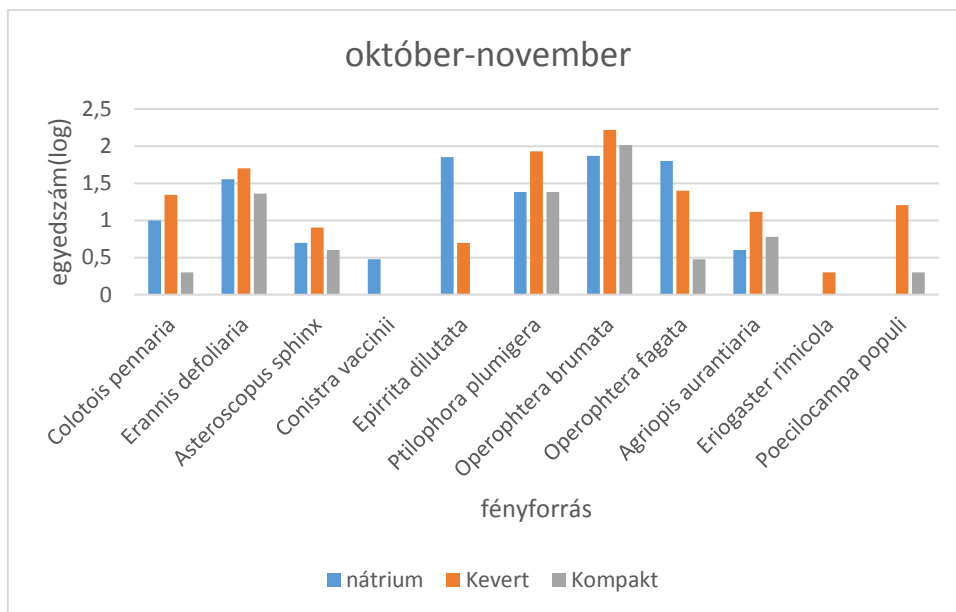
Egyed- és fajszám fényforrásonként

Márciusban történt fénycsapdázás során a nagynyomású nátrium lámpánál a *Lycia hirtaria* (4 példány) és a *Colocasia coryli* (6 példány) faj került legnagyobb számban befogásra. Áprilisban a nagynyomású nátrium lámpa nem gyűjtött be egy egyedet sem. A HMLI kevert lámpánál márciusban és áprilisban legnagyobb egyedszámmal került befogásra a *Lycia hirtaria* (72 példány), a *Colocasia coryli* (11 példány) és kisebb egyedszámmal az *Orthosia cruda* (6 példány) faj. A kompakt fénycsőnél márciusban és áprilisban hasonlóan a nagynyomású nátrium lámpához a *Lycia hirtaria* (7 példány) és a *Colocasia coryli* (4 példány) faj egyedei kerültek a fénycsapdába (5.50. ábra). A nagylepkéfajok egyedszámának adatait fénycsapdázás időpontok szerint a 4. számú melléklet tartalmazza.



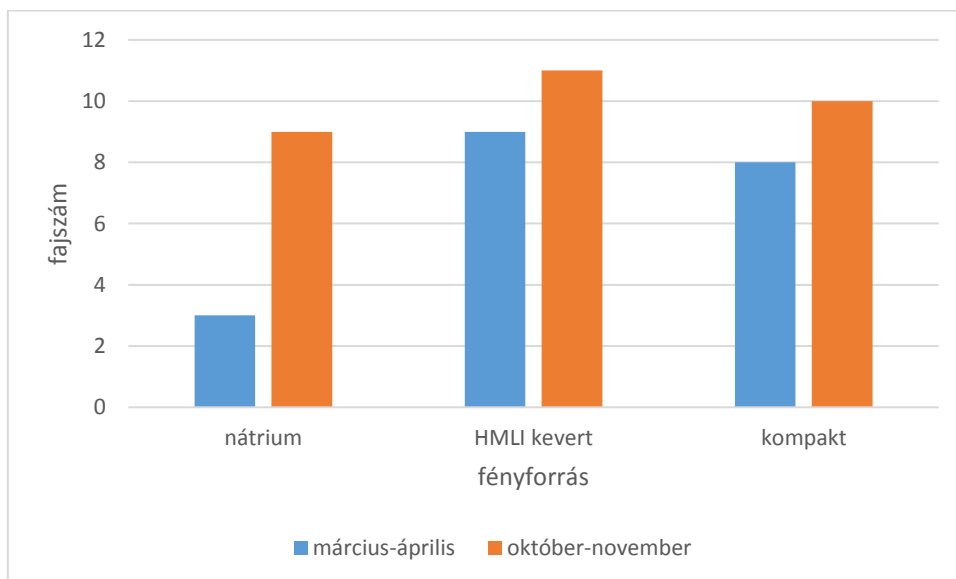
5.50. ábra: A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma tavasszal fényforrásonként

Októberben és novemberben a nagynyomású nátrium lámpánál kiemelkedően magas egyedszámú befogást tapasztalhatam az *Epirrita dilutata* (71 példány), az *Operophtera brumata* (74 példány) az *Operophtera fagata* (63 példány) és még jelentős a *Ptilophora plumigera* (24 példány) és az *Erannis defoliaria* (36 példány) fajok esetében is. A HMLI kevert lámpánál legnagyobb egyedszámmal az *Operophtera brumata* (165 példány), a *Ptilophora plumigera* (85 példány) faj egyedeit figyeltem meg és kisebb egyedszámmal az *Erannis defoliaria* (50 példány) és az *Operophtera fagata* (25 példány) faj egyedeit a csapdában. A kompakt fénycsőnél a HMLI kevert lámpához hasonlóan szintén az *Operophtera brumata* (104 példány) faj esetében tapasztaltam a legnagyobb egyedszámot és kisebb mértékben repültek a csapdába az *Erannis defoliaria* (23 példány) és a *Ptilophora plumigera* (24 példány) faj egyedei (5.51. ábra).



5.51. ábra: A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma őszi fényforrásonként

A fénycsapdázott fajok száma tavasszal a HMLI kevert lámpa esetében volt a legnagyobb és ezt követte a kompakt fénycső. Az őszi hónapokat tekintve a HMLI kevert lámpánál volt a legnagyobb a fajok száma, majd ezt követte a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső, melyek között csak kis különbség mutatkozott (5.52.ábra).



5.52. ábra: Nagylepkefajok száma a három fényforrástípusnál tavasszal és őszi

Dominancia vizsgálat

Berger-Parker dominancia vizsgálata (D)

A tavaszi hónapokban domináns faj a nagynyomású nátrium lámpánál a *Colocasia coryli*, a HMLI kevert lámpánál és a kompakt fénycsőnél is a *Lycia hirtaria*. Az őszi hónapokban mind a három fényforrástípusnál az *Operophtera brumata* faj a domináns (5.12. táblázat).

5.12. táblázat: Berger-Parker dominancia értéke

Berger-Parker dominancia index (D)			
Időpont	Fényforrás típusa	Faj	D érték
március-április	nátrium lámpa	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus,1758)	0,5455
október-november	nátrium lámpa	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	0,2552
március-április	kevert lámpa	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	0,6857
október-november	kevert lámpa	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	0,422
március-április	kompakt fénycső	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	0,3889
október-november	kompakt fénycső	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	0,6118

Diverzitás vizsgálatok

Jaccard-féle index

A tavaszi hónapokban a három fényforrástípusnál gyűjtött lepkéközösségek fajazonosságát összehasonlítva a legnagyobb hasonlóság a HMLI kevert és a kompakt fénycső, jelentős különbség a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert lámpa esetében volt (5.13. táblázat). Az őszi csapdázásnál a legnagyobb hasonlóság a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső között, a legnagyobb különbség a HMLI kevert és a nagynyomású nátrium lámpa között volt (5.14. táblázat).

5.13. táblázat: Jaccard - féle index tavasszal

Jaccard	Nátrium	Kevert
Kompakt	0,22	0,42
Kevert	0,2	

5.14. táblázat: Jaccard - féle index ősszel

Jaccard	Nátrium	Kevert
Kompakt	0,9	0,82
Kevert	0,73	

Bray-Curtis index

A Bray-Curtis módszer a tömegességi viszonyokat is figyelembe veszi, ennek alapján a legnagyobb hasonlóságot a tavaszi időszakban a nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsőnél, az őszi hónapokban a HMLI kevert lámpánál és a kompakt fénycsőnél csapdázott lepkefajoknál tapasztaltam (5.15., 5.16. táblázat).

5.15. táblázat: Bray-Curtis index tavasszal

Bray-Curtis	Nátrium	Kevert
Kompakt	0,55	0,24
Kevert	0,17	

5.16. táblázat: Bray-Curtis index ősszel

Bray-Curtis	Nátrium	Kevert
Kompakt	0,59	0,6
Kevert	0,54	

Simpson, Shannon diverzitás, Pielou-féle egyenletesség

A tavaszi hónapokban a számított diverzitás értékek (Simpson, Shannon, Pielou) a kompakt fénycsőnél voltak a legmagasabbak (5.17. táblázat). Ezt követte a nagynyomású nátrium lámpa, majd a HMLI kevert lámpa. Az őszi fénycsapdázás során a diverzitás értékek mind a három esetben a nagynyomású nátrium lámpánál voltak a legmagasabbak, ezt követte a HMLI kevert lámpa majd a kompakt fénycső (5.18. táblázat).

5.17. táblázat: 2014. évi tavaszi csapdázás diverzitási jellemzői

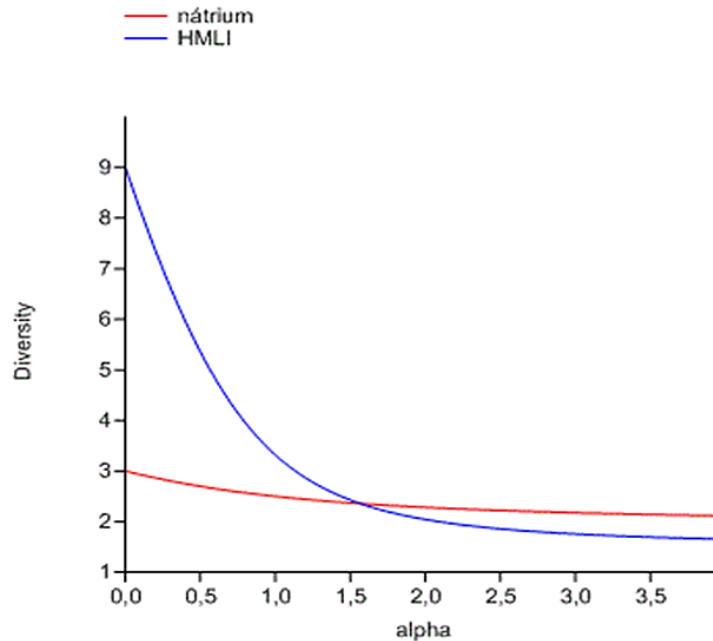
Március-Április	Nátrium	Kevert	Kompakt
Simpson index	0,562	0,511	0,772
Shannon index	0,917	1,199	1,749
Pielou egyenletesség	0,834	0,546	0,841

5.18. táblázat: 2014. évi őszi csapdázás diverzitási jellemzői

Október-November	Nátrium	Kevert	Kompakt
Simpson index	0,804	0,748	0,585
Shannon index	1,782	1,703	1,29
Pielou egyenletesség	0,811	0,739	0,56

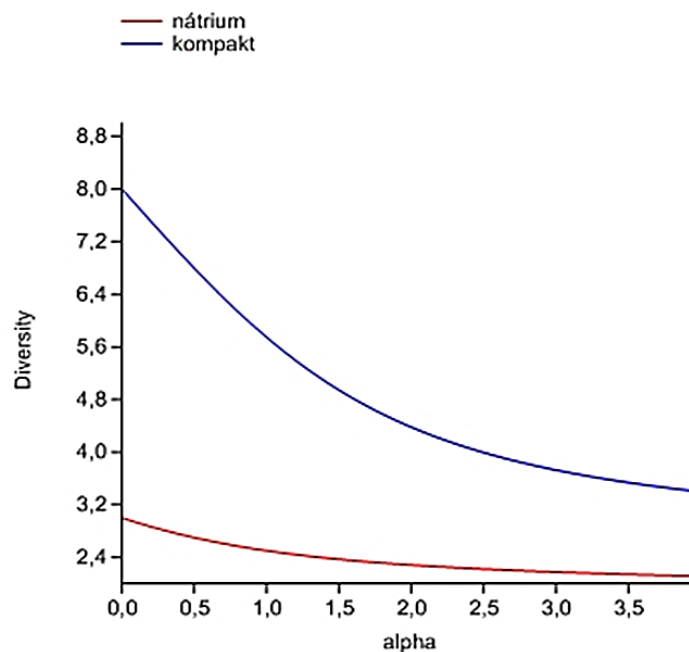
Rényi-féle diverzitás

A tavaszi hónapokban végzett fénycsapdázás eredményei alapján a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert lámpa közösségei nem rangsorolhatóak diverzitás szempontjából, mert a két közösség diverzitási profilja metszi egymást (5.53. ábra).



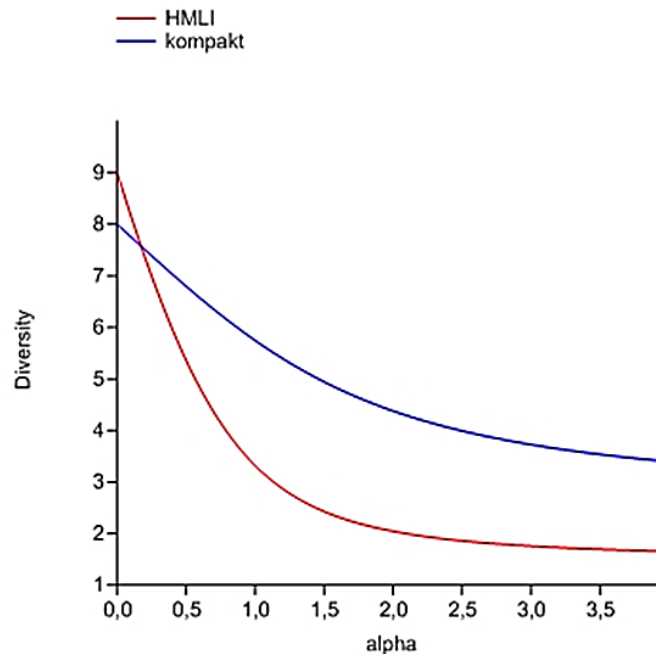
5.53. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert fényforrás esetében

A tavaszi hónapokban a kompakt fénycsőnél csapdázott fajok közössége a diverzitási profil alapján diverzebb a nagynyomású nátrium lámpánál (5.54. ábra).



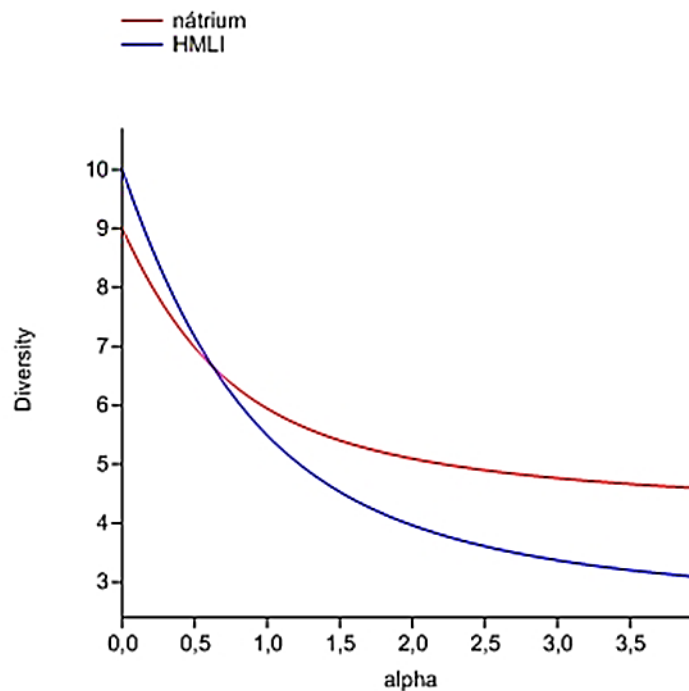
5.54. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső esetében

A tavaszi hónapokban a HMLI kevert lámpánál és a kompakt fénycsónél csapdázott lepkefajok közösségei nem rangsorolhatóak diverzitás szempontjából, mert görbéjük metszik egymást (5.55. ábra).



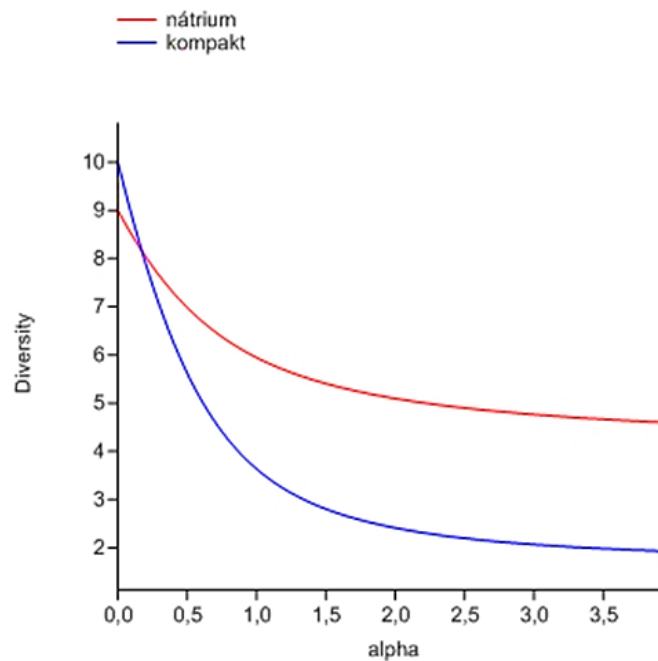
5.55. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső esetében

A nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert fényforrás lepkeközségei nem rangsorolhatóak diverzitás szempontjából az őszi időszakban, mert görbéik metszik egymást (5.56. ábra).



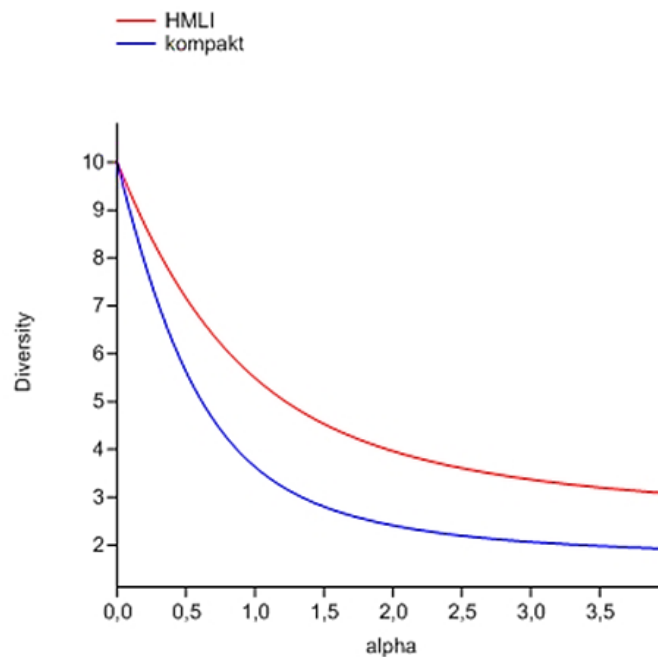
5.56. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék ősszel a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert fényforrás esetében

A nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fényforrás lepkeközösségei nem rangsorolhatóak diverzitás szempontjából az őszi időszakban, mert metszik egymást a diverzitási profiljuk (5.57. ábra).



5.57. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék ősszel a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső esetében

Az őszi hónapok csapdázási eredményei alapján a HMLI kevert lámpa lepkeközössége diverzebb a kompakt fénycső lepkeközösségénél (5.58. ábra).



5.58. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék ősszel a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső esetében

5.5. A mesterséges fényforrásokból eredő háttérmegvilágítás és a fénycsapdázott rovarrendek egyedszáma közötti összefüggés

A nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli területen a Lepidoptera, a Diptera és Hemiptera rendnél, az átmeneti és a városi területen a Hemiptera és a Coleoptera rendnél van szignifikáns kapcsolat a háttérmegvilágítás értéke és az egyedszám között.

A háttérmegvilágítás értéke és a csapdázott egyedek száma között a HMLI kevert lámpánál csak a természetközeli területen van szignifikáns kapcsolat 6 rend (Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Heteroptera, Trichoptera) esetében, 2 rendnél (Diptera, Hemiptera) a vizsgálat nem mutatott szignifikáns kapcsolatot. Mind a 6 rendnél a szignifikáns kapcsolat pozitív előjelű, vagyis a háttérmegvilágítás értékének növekedésével a fénycsapdába repülő egyedek száma emelkedő tendenciát mutat. A városi és az átmeneti területen nem mutatott ki a vizsgálat egyik rendnél sem szignifikáns kapcsolatot a háttérmegvilágítás értéke és az egyedszám között.

A kompakt fénycsőnél háttérmegvilágítás fényerősségének értéke között 8 rendből a természetközeli területen a Hemiptera és a Coleoptera rendnél lehetett kimutatni szignifikáns kapcsolatot a háttérmegvilágítás értéke és a fogásszám között.

Összességében megállapítható, hogy a pozitív piros színű számokkal jelölt helyeken, azaz a nagynyomású nátrium lámpánál a természetközeli területen 3 rendnél, a városi területen 2 rendnél, a HMLI kevert lámpánál csak a természetközeli területen 6 rendnél, a kompakt lámpánál szintén a természetközeli területen 2 rendnél látható szignifikáns összefüggés (5.19. táblázat). A számítások alapadatait az 5. számú melléklet tartalmazza.

5.19. táblázat: Korrelációs vizsgálat eredménye a fényerősség és az egyedszámok között

Korrelációs koefficiens érték 95 %-os megbízhatósági szint esetében									
Rend	Lámpatípus/terület								
	nátrium			kevert			kompakt		
	természetközeli	átmeneti	városi	természetközeli	átmeneti	városi	természetközeli	átmeneti	városi
Lepidoptera	0,783	-0,459	-0,149	0,856	-0,159	-0,403	0,483	-0,074	-0,064
Hymenoptera	0,432	-0,149	0,164	0,825	-0,097	0,007	0,490	-0,286	-0,127
Diptera	0,554	-0,222	-0,366	0,169	-0,166	-0,415	0,350	0,469	-0,141
Neuroptera	0,395	0,263	0,106	0,732	-0,199	0,598	-0,228	0,449	-0,286
Hemiptera	0,553	-0,782	0,636	0,462	-0,217	-0,253	0,816	0,171	-0,277
Heteroptera	0,024	-0,353	0,284	0,648	-0,341	-0,538	0,113	0,367	-0,289
Coleoptera	0,336	-0,899	0,748	0,700	-0,158	-0,293	0,908	-0,292	-0,295
Trichoptera	0,128	-0,116	0	0,692	-0,279	-0,535	0,458	0	-0,02

5.6. A fényszennyezés eredményei

A fényszennyezés luxban kiszámolt értékeit az táblázatban foglaltam össze (5.20. táblázat). A fényszennyezés a helyszínen mért környezeti megvilágítás (luxban vagy magnitúdóban) és a programmal kiszámított (luxban) érték különbsége. Ha magnitúdóban mérjük a környezeti megvilágítást, át kell számítani lux értékre (5.21. táblázat). A mérések alapadatait a 6. számú mellékletben foglaltam össze.

5.20. táblázat: A luxban kiszámított fényszennyezés eredményei

Fényszennyezés eredményei 2013.					
Időpont	Helyszín				
Szürkületek	óra, perc	Felhőzet	Lux (mért)	Lux (számított)	Fényszennyezés (Lux)
2013.június 8/9.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:45	2	406	61,16	344,8
Hajnali	04:58	0	470	431,1	38,9
2013.június 16/17.	Városi terület				
Alkonyat	20:52	2	543	49,3	493,7
Polgári	21:37	1	1,8	0,23	1,57
Polgári	04:15	2	2,65	3,51	0,86
Hajnali	04:55	6	629	446	183
2013.június 30/01.	Természetközeli terület				
Alkonyat	20:54	7	231,7	19,64	212,06
Polgári	21:36	5	1,96	0,15	1,82
Polgári	04:17	0	1,27	15,79	0
Hajnali	04:59	0	260,6	1017,2	0
2013.július 8/9.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:52	0	301,5	52,67	248,9
Polgári	21:32	0	1,4	0,32	1,08
Polgári	04:24	0	2,85	16,81	13,96
Hajnali	05:04	0	289,5	965,67	676,17
2013.augusztus 5/6.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:22	1	383	245,6	137,4
Polgári	20:57	0	1,02	0	0
Hajnal	05:35	0	395	169	226
2013.augusztus 6/7.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:22	2	273,9	213	60,9
Hajnal	05:35	0	383	169,7	213,3
2013.augusztus 14/15.	Városi terület				
Alkonyat	20:09	8	205	213,4	103
Hajnal	05:46	0	207	185,7	41,3

Fényszennyezés eredményei 2013.					
Időpont	Helyszín				
Szürkületek	óra, perc	Felhőzet	Lux (mért)	Lux (számított)	Fényszennyezés (Lux)
2013.augusztus 15/16.	Városi terület				
Alkonyat	20:09	1	226,4	179,6	46,8
Polgári	20:42	0	1,12	0	0
Hajnal	05:46	3	209,4	165,9	43,5

5.21. táblázat: A Magnitudo/arcsecond² -ban mért környezeti megvilágítás értékei luxban átszámítva

Időpont	Helyszín				
Szürkületek	óra, perc	Felhőzet	Lux Tóth	Lux Magnitudo	Fényszennyezés és (lux)
2013.július 9/10.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:52	2	3,92	117,72	113,8
Polgári	21:32	2	0,0021	1,2567	1,2546
2013.július 16/17.	Városi terület				
Alkonyat	20:46	2	0,0264	136,82	136,89
Polgári	21:25	2	0,0250	1,722	1,697
2013.július 17/18.	Városi terület				
Alkonyat	20:46	1	0,0406	39,837	39,7965
2013.augusztus 5/6.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:22	1	0,0024	32,53	32,5276
Polgári	20:57	0	0,0024	0,2189	0,2165
Navigációs	21:42	0	0,0019	0,002	0,00014
2013.augusztus 6/7.	Átmeneti terület				
Alkonyat	20:22	2	0,0021	28,8594	28,8572
Polgári	20:57	0	0,0011	0,166	0,1648
Navigációs	21:42	0	0,0012	0,0015	0,0003
Csillagászati	22:35	0	0,0012	0,0015	0,00033
2013.augusztus 14/15.	Városi terület				
Alkonyat	20:09	8	0,0085	33,135	33,1265
Polgári	20:42	8	0,0081	0,3216	0,3135
Navigációs	21:25	8	0,0082	0,032	0,0238
2013.augusztus 15/16.	Városi terület				
Alkonyat	20:09	1	0,0419	28,5894	28,5475
Polgári	20:42	0	0,0453	0,1739	0,1286

6. Az eredmények értékelése

Egyed - és fajszám értékelése

2012-ben a fénycsapdázott rovarok összes egyedszáma közel négyszerese a 2013-ban fénycsapdázott egyedek számának, köszönhetően a Hemiptera rendbe tartozó egyedek tömegrajzásának. A fényforrások közül mind a két évben, mind a három helyszínen a kompakt fénycsőnél fénycsapdázott egyedek száma a legalacsonyabb.

2012-ben vizsgálati helyszínenként értékelve a fénycsapdázott rovarok egyedszámát az tapasztalható, hogy természetközeli helyszínen kiugróan nagy eltérés a fénycsapdázott egyedek számát tekintve a HMLI kevert lámpa és a nagynyomású nátrium lámpa között, továbbá a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső között van. Az átmeneti helyszínen minimális különbség figyelhető meg egyedszám tekintetében a kompakt fénycső és nagynyomású nátrium lámpa között. Közel azonos az eltérés a fénycsapdázott egyedek száma között a kompakt fénycső és a HMLI kevert lámpa, továbbá a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert lámpa esetében. A városi helyszínen nagymértékű egyedszám eltérés a kompakt fénycső és a nagynyomású nátrium lámpa között van. Lényegesen kisebb az eltérés a HMLI kevert lámpa és a nagynyomású nátrium lámpa között, továbbá a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső között.

2013-ban a természetközeli helyszínen a fénycsapdázott egyedek számában lényeges eltérés a kompakt fénycső és a HMLI kevert lámpa között; az átmeneti helyszínen a kompakt fénycső és a HMLI kevert lámpa között tapasztalható. A városi helyszínen a fénycsapdázott rovarok egyedszámát tekintve a legkevesebb eltérés a nagynyomású nátrium lámpa és a HMLI kevert lámpa között mutatkozott.

Két vizsgálati év fénycsapdázási eredményei alapján elmondható, hogy a fénycsapda a legtöbb rovaragyedet (a Hemiptera rend tömegrajzásának köszönhetően) a természetközeli területen a HMLI kevert fényű lámpánál, a legkevesebb számú rovaragyedet a kompakt fénycső alkalmazásánál a városi helyszínen gyűjtötte be.

A vizsgálati helyszínek közül a természetközeli helyszínen volt a legtöbb fénycsapdázott rovaragyed, amely valószínűsíthetően egyrészt a helyszínek eltérő gyűjtési távolságának köszönhető – a természetközeli helyszínen nagyobb a gyűjtési távolság így több rovar kerülhet a csapdába – másrészt a természetközeli helyszín dúsabb vegetációval borított terület, mely több egyedszámú rovar élőhelye.

Rovarrendek közül a fénycsapdázott rovaragyedek a legnagyobb egyedszámmal a Diptera, a Hemiptera, a Hymenoptera és a Lepidoptera rendből kerültek azonosításra. Ezt az eredményt részben alátámasztja egy Finnországban 1973-ban végzett fénycsapdázás is, mely szerint a kevert lámpával (500 W) működő fénycsapda a fénycsapdázott rovaragyedeket a legnagyobb egyedszámmal a Diptera (77%) és a Lepidoptera (10%) rendből gyűjtötte be (KOPONEN 1977).

2014-ben végzett fénycsapdázás során a tavaszi és őszi hónapokban összesen 23 nagylepkefaj 985 példányát gyűjtöttem be, amely 6 családba sorolható. A legtöbb faj a Geometridae családba tartozott. NOWINSZKY & EKK (1996) és PUSKÁS & NOWINSZKY (2011) fénycsapdázási eredményei is ezt támasztják alá normál 100 W-os fényforrással működő fénycsapdák esetében. A természetközeli helyszínen tavasszal a HMLI kevert lámpánál és a kompakt fénycsőnél a *Lycia hirtaria*, a nagynyomású nátrium lámpánál a *Colocasia coryli* nagylepkefaj egyedszáma volt a legmagasabb. Az őszi hónapokban nagynyomású nátrium lámpánál az *Erannis defoliaria*,

a HMLI kevert lámpánál az *Operophtera fagata*, a kompakt fénycsónél az *Operophtera brumata* került ki legmagasabb példányszámban.

Dominancia vizsgálatok értékelése

A dominancia vizsgálatokat csak egyedszám alapján végeztem, így nem feltétlenül reprezentálnak valós ökológiai dominanciát.

Vizsgálati helyszínek és fényforrástípusok szerinti értékelés

Amikor a fénycsapdázás többféle fényforrás alkalmazásával történik, mindig felmerül az a kérdés, hogy az egyedszámok között megállapított jelentős eltérések a fényforrások spektrális eltéréseinek vagy a fényerejével összefüggő gyűjtési távolságok különbözőségének tulajdonítható-e? Ennek a kérdésnek az eldöntése rendkívül nehéz feladat és mindmáig a szakirodalomban sem találunk egyértelmű választ. A saját vizsgálataim is csak egy újabb adalékkal szolgálhatnak. A gyűjtési távolságokat természetesen meghatároztam mindhárom általam alkalmazott fényforrásra. Ha azonban csak az egyes lámpák fényerősségét és az ebből kiszámított legnagyobb elméleti gyűjtési távolságát vennénk figyelembe, akkor azonnal látjuk, hogy szinte biztosan nem ez lehet az alapvető ok.

A nagynyomású nátrium lámpa maximális gyűjtési távolsága a legnagyobb, ezt a HMLI kevert fényű lámpa, majd a kompakt fénycső követi. Ezek a különbségek akkor is hasonlóak, ha a környezeti megvilágítás értékei magasabbak. Ebből következően a legtöbb egyed a nagynyomású nátrium lámpának kellene befognia, de ezt az eredményeim nem igazolják. Ez még akkor is igaz, ha figyelembe vesszük, hogy az egyéb környezeti tényezők, mint pl. a meteorológiai elemek, stb. minden gyűjtési éjszakán eltérőek voltak. A gyűjtési távolság még azonos megvilágítási viszonyok között is fajoként és nemeként eltérő. Ez függ sok egyéb tényező mellett az egyes fajok és nemek jelenlevő populációinak mindenkorai tömegétől, csapdainger iránti érzékenységtől és vagilitásától.

Jelenleg a fényszennyezés valószínűleg olyan mértékű az ország szinte egész területén, hogy a gyűjtési távolság csaknem kiegyenlítődik az újhold és a holdtölte környezetében is. A vagilis fajok fogási eredményei ezért jelentősen csökkenhetnek, mivel nagyobb távolságokról nem is észlelik a fényforrásokat.

Régóta ismert tény, hogy a csapdához érkező rovaroknak csak egy része válik a csapda foglyává. NAGY (1957) már a fénycsapda hálózat telepítése előtt beszámolt arról, hogy az amerikai fehér medvelepke (*Hyphantria cunea* (Drury, 1773) egyedei az utcai lámpák körül egy ideig köröztek, majd az oszlopon vagy a közeli falon letelepedtek. UHERKOVICH (1981) megfigyelte, hogy egyes fajok a fénycsapda közelében leszálltak a talajra. Ráadásul az egyes fajok egyedei is eltérően viselkedhetnek. LOPEZ et al. (2000) spanyolországi fénycsapdázásai során tapasztalták, hogy a *Mythimna unipuncta* (Haworth, 1809) nőtények csaknem valamennyien tojásrakás után repültek a fényre. A *Spodoptera exempta* (Walker, 1856) egyedei pedig csak a migráció idején gyűjthetők fénycsapdával (JOHNSON 1969).

Hasonlóan nehéz az alkalmazott fény spektrális összetételének hatását megállapítani a fogás eredményességére. Bár sok szerző közöl eredményeket ebben a témában, de nagyon kevés kutató foglalkozik sok faj vagy több rovarrend vizsgálatával.

PUSKÁS és NOWINSZKY (2011) összesen 630 Macrolepidoptera faj befogott példányainak számát feldolgozva, 384 fajról megállapították, hogy a Sphingidae, Notodontidae, Arctiidae és

a Noctuidae családok fajainak többsége az UV csapdában, míg a Geometridae család fajainak többsége a normál csapdában fordult elő nagyobb számban. Feltételezhető, hogy ezeknek a fajoknak a választását még a különböző helyi hatások (mikroklíma, növényzet, az élőhelyek távolsága stb.) is módosíthatják. NOWINSZKY et al. (2013a) azt is megállapították, hogy a Macrolepidoptera fajok szárnyának fesztávolsága szintén befolyásolja, hogy melyik fényforrás alkalmasabb a gyűjtésükre. Azt találták, hogy 35 mm fesztávolság alatt a lepkék a normál, míg fölötté az UV fényforrásra repültek nagyobb számban. Egyéb rovarrendekről szinte nem is található közlemények sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban.

A dominancia vizsgálat egyedszám alapján történt, mely nem feltétlenül reprezentál valós ökológiai dominanciát. Az értékelés 8 rend adatait vette figyelembe. A három vizsgálati helyszín közül a természetközeli helyszínen kétszer annyi rovarrendet lehetett besorolni az eudomináns kategóriába, mint a másik két helyszínen. A legtöbb domináns kategória az átmeneti helyszínen volt. A recens, szubrecens és szubdomináns kategóriák száma a három helyszínen közel azonos volt. A természetközeli helyszínen az eudomináns, az átmeneti helyszínen a domináns és a városi helyszínen a szubdomináns kategóriába lehetett besorolni a legtöbb rovarrendet.

A fényforrástípusok alapján a kompakt fénycsőnél mind a három helyszínen az eudomináns és a domináns kategóriába tartozott a rendek többsége. A nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsőnél a szubdomináns kategóriák száma megegyezett, a HMLI kevert lámpánál a szubrecens kategóriába lehetett a rendeket legnagyobb számban besorolni.

Ha a fényforrásokat helyszínenként hasonlítjuk össze megállapítható, hogy a természetközeli helyszínen a kompakt fénycsőnél az eudomináns kategóriánál, a HMLI lámpánál a szubrecens kategóriánál volt a legnagyobb a dominancia érték. Az átmeneti helyszínen mind a három fényforrástípusnál a domináns kategóriánál volt a dominancia érték a legmagasabb. A városi területen a kompakt fénycsőnél a domináns kategóriánál, a nagynyomású nátrium lámpánál a szubdomináns kategóriánál volt legmagasabb a dominancia érték.

A helyszíneket és a fényforrástípusokat tekintve a Lepidoptera, a Hemiptera és a Diptera rendek dominancia értéke volt a legnagyobb.

Időintervallumonkénti dominancia értékelés

Az első dominancia vizsgálat arra vonatkozott, hogy az éjszaka egyes időintervallumaiban, mely rovarrendek dominánsak a begyűjtött rovaranyagok száma alapján. A rovaranyagok száma alapján minden fényforrás esetében dominancia értéket számoltam ki. A városi és az átmeneti helyszínen a HMLI kevert lámpánál és a nagynyomású nátrium lámpánál, a természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál és a kompakt fénycsőnél kiszámolt dominancia értékét hasonlítottam össze. A városi helyszínen egyértelműen látszik, hogy minden időintervallumban a Diptera rend dominancia értéke a legnagyobb. A természetközeli helyszínen a Hemiptera, a Coleoptera, a Lepidoptera és a Diptera rend esetében is megfigyelhető magas dominancia érték, de egyértelmű következtetés nem vonható le egyik időintervallumra vonatkozóan sem.

A második dominancia vizsgálat arra vonatkozott, hogy rendenként az éjszaka melyik időintervallumában legmagasabb a dominancia érték. A vizsgált időintervallumokban nagyon változó a rendek legmagasabb dominancia értéke, így nem lehet egyértelmű következtetést levonni arra vonatkozóan, hogy melyik időintervallumban repülnek jellemzően a rovarok az egyes rendeket tekintve. A természetközeli helyszínen a nagynyomású nátrium lámpánál az 1.

időintervallumban a Hymenoptera, a Diptera és a Hemiptera rend dominancia értékei voltak a legmagasabbak. A 3. időintervallumban négy rend dominancia értéke volt a legnagyobb (Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera, Trichoptera). Az átmeneti területen a HMLI kevert lámpánál a Hymenoptera és a Coleoptera rend kivételével az összes többi rend esetében a 4. időintervallumban legnagyobb a rendek dominancia értéke. A nagynyomású nátrium lámpánál a Hemiptera és a Trichoptera rend kivételével szintén a 4. időintervallumban legnagyobb a rendek dominancia értéke. A városi területen a HMLI kevert lámpánál mind a 6 időintervallumban előfordul magas dominancia érték, a nagynyomású nátrium lámpánál pedig jellemzően az éjszaka első 4 időintervallumában repültek a rovarok (6.1. táblázat).

6.1. táblázat: Az időintervallumok rendenkénti összehasonlítása a legnagyobb dominancia értékek alapján

Helyszín	Természetközeli		Átmeneti		Városi	
	nátrium	kompakt	kevert	nátrium	kevert	nátrium
Rend	Időintervallum					
<i>Lepidoptera</i>	3.	4.	4.	4.	4.	3. és 4.
<i>Hymenoptera</i>	1.	1.	2.	4.	4. és 5.	2. és 4.
<i>Diptera</i>	1.	2.	4.	4.	2. és 3.	3. és 4.
<i>Neuroptera</i>	3.	4.				3. és 4.
<i>Hemiptera</i>	1.	3.	4.	7.	1. és 2.	1. és 2.
<i>Heteroptera</i>	2.	2.	4.	4.	6.	3.
<i>Coleoptera</i>	3.	3.	1.	4.	4.	2.
<i>Trichoptera</i>	3.	5.	4.	2.	3.	3. és 4.

Vizsgálataim alapján tehát általános érvényű következtetést nem lehet levonni és eredményeim más szakirodalmi adatokkal nehezen vagy egyáltalán nem vethetők össze. Ennek alapvető oka, hogy a dominancia vizsgálatokat a szakirodalomban alkalmazott módszertől eltérő módon végeztem (MAKAROV et al. 2011) továbbá a fénycsapdázás körülményei (helyszín, fényforrások, időintervallumok) sem azonosak. A frakcionáló fénycsapdázás során meg lehet vizsgálni, hogy a rovarok az éjszaka egyes időszakasaiban milyen mértékben vonzódnak a fényhez, de azt nem ismerjük, hogy az éjszaka során azért nem repülnek-e, mert más tényező (táplálkozás, párosodás) befolyásolja az éjszakai repülésüket. WILLIAMS (1939) megállapította, hogy a *Lepidoptera* fajok éjszaka 2., 5., és 8. szakaszában repülnek a legnagyobb számban, amely azonban fajonként erősen változó. FROST (1957) a kora esti (21-22 óra) között tapasztalta a legnagyobb rovar tömeget. A saját eredményeim azt mutatják, hogy a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál és a nátrium lámpánál a *Lepidoptera* rend esetében az éjszaka 3. (kb. 21-23 óra) és 4. (kb. 23-4 óra) időintervallumában a legnagyobb a rovarok aktivitása. A repülési aktivitás a rovarok nemétől is függ, amit fenyőpohóknál állapított meg AMBRUS ÉS CSÓKA (1989), miszerint a hímek késő éjszaka, a nőstények az éjszaka első felében (22-23 óra) repültek fényre. Én ezirányú vizsgálatot nem végeztem.

Az itt alkalmazott módszerrel össze lehet hasonlítani a rovarok aktivitását az éjszaka egyes időintervallumaiban a természetes környezetben és a mesterséges fényforrásokkal szennyezett környezetben, ugyanis a fényszennyezett területeken a rovarok viselkedése eltér a természetes viselkedésüktől.

Az átlagos egyedszám összehasonlításának értékelése

A fénycsapdával befogott rovarok átlagos egyedszámát 8 rend esetében fényforrásonként és helyszínenként hasonlítottam össze. A vizsgálati helyszínek fényforrásonkénti összehasonlítása során azt tapasztaltam, hogy a nagynyomású nátrium lámpánál 6, a HMLI kevert lámpánál 7 és a kompakt fénycsőnél 5 esetben volt szignifikáns eltérés a vizsgált helyszínek között az átlagos egyedszámot tekintve. A fényforrások vizsgálati helyszínenkénti összehasonlításánál a természetközeli helyszínen nem, az átmeneti helyszínen 4, a városi helyszínen egy esetben tapasztaltam szignifikáns különbséget a fényforrások között az átlagos egyedszám alapján. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy erőteljesebb a helyszínek háttér megvilágítottságának, fényszennyezettség mértékének nagysága, amely a területek közötti különbség ebből ered.

Egy ilyen munka során nem lehet annyi mérést végezni, hogy annak fogási eredményeiből törvényszerű új eredmények, következtetések szülessenek. Ha azonban a bemutatott új módszerrel egy-egy év során egyre több alkalommal történne gyűjtés, akkor jelentős, új eredmények és az azokból levonható értékes következtetések születhetnének. A dolgozatomban bemutatott és alkalmazott módszer új lehetőséget nyújt a fénycsapdával begyűjtött rovaranyagok számának és a környezeti mesterséges megvilágítás összefüggésének vizsgálatához.

Nagylepke (Macrolepidoptera) fajok dominancia - és diverzitás értékeinek megvitatása

Az eredmények kiértékelése csak néhány csapdázási alkalom alapján történt, ezért az eredmények csak fenntartással kezelhetők és további több időpontban végzett fénycsapdázás elvégzése adhat általánosan elfogadható következtetést.

A nagylepkefajok Berger-Parker dominancia vizsgálata során megállapításra került, hogy a legmagasabb dominancia értéke a *Lycia hirtaria* fajnak van a HMLI kevert lámpánál a tavaszi időszakban. Ezt követően ősszel a kompakt fénycsőnél az *Operophtera brumata*-nak.

A fényforrások lepkeközösségeinek fajazonosságát összehasonlítva a Jaccard-féle index és a Bray-Curtis index alapján megállapítottam, hogy a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső lepkeközösségei hasonlítanak legnagyobb mértékben egymáshoz a tavaszi hónapokban; ősszel a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső lepkeközösségeinek fajazonossága a legnagyobb.

A Simpson, Shannon diverzitás és Pielou egyenletesség értékei tavasszal a kompakt fénycsőnél, ősszel a nagynyomású nátrium lámpánál a legmagasabbak.

A fajok diverzitását tavasszal a nagynyomású nátrium lámpa és a kompakt fénycső esetében, ősszel a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső esetében lehetett rangsorolni. Ennek megfelelően tavasszal a kompakt fénycsőnél csapdázott lepkefajok közösségei diverzebbek, ősszel a HMLI kevert lámpa lepkefajok közösségei. Az eredményeket feltételezhetően befolyásolta az, hogy tavasszal sokkal kevesebb egyed került a csapdába, mint ősszel.

A Soproni-hegység területén történtek lepkefajok vizsgálatára vonatkozó fénycsapdás gyűjtések. HORVÁTH (2014) lepkefajok diverzitásának vizsgálatát végezte különböző korú gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőkben UV lámpával működő fénycsapdával. AMBRUS (1979) a Soproni-hegyvidék lepkefaunáját vizsgálta. Ezek a vizsgálatok eltértek az általam alkalmazott módszerektől (fényforrástípus, kutatási cél) így nem áll módomban az eredményeket összehasonlítani.

Az általam alkalmazott módszer hosszabb időszakra vonatkozóan alkalmas lehet annak vizsgálatára, hogy a természetvédelmi szempontból jelentős védett vagy fokozottan védett lepkefajok milyen mértékben vonzódnak a különböző fényforrás típusokhoz.

A háttérmegvilágítás és a csapdázott egyedek száma közötti összefüggés értékelése

Korrelációs számítással megvizsgáltam az általam alkalmazott különböző típusú mesterséges fényforrások által kibocsátott háttérmegvilágítási értékek és ezen fényforrások mellett begyűjtött rovarok egyedszáma közötti kapcsolatot. A vizsgálatot rovarrendek szerint végeztem. Az egyedszám és a háttérmegvilágítás közötti szignifikáns kapcsolatot a legtöbb rovarrendnél a természetközeli helyszínen a HMLI kevert lámpánál lehetett kimutatni. Ebből arra lehet következtetni, hogy a természetközeli területen a HMLI kevert lámpából eredő megvilágítás erőssége minél nagyobb, annál nagyobb a rovarcsapdába megfogott egyedek száma a Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Heteroptera és a Trichoptera rendek esetében. A természetközeli, vagyis majdnem fényszennyezés mentes területen azért lehet ezt az összefüggést kimutatni, mert ezen a területen a fényforrás nagyobb gyűjtési távolságból vonzza a rovarokat, így több rovar messzebről láthatja a fényforrást, mint a városi, jelentősen fényszennyezett területen. Negatív szignifikáns kapcsolatot az átmeneti területen a nagynyomású nátrium lámpánál lehetett kimutatni a Hemiptera és a Coleoptera rend esetében. Ez azt jelenti, hogy minél nagyobb a háttérmegvilágítás fényerőssége, annál kisebb a fogásszám. A másik két helyszínen nem tapasztaltam ilyen jellegű összefüggést.

A fényszennyezés eredményeinek értékelése és gyakorlati jelentősége

Az itt bemutatott eredmények kutatásom fontos részét képezik. Általam kiválasztott helyszíneken és időpontokban mértem a tényleges megvilágítás értékeit luxban vagy magnitúdóban, majd ezek alapján egy program (Tóth-Kiss) segítségével kiszámítottam a természetes környezeti megvilágítás értékeit. A tényleges megvilágítási értékek és a természetes megvilágítás értékeinek a különbsége a fényszennyezés. Ezzel a módszerrel tehát bárhol és bármikor kiszámítható a fényszennyezés luxban kifejezett az északi féltekén. Méréseim száma nem elegendő egy törvényszerűség megállapítására, továbbá mivel különböző időben mértem a környezeti megvilágítást, ezért a fényszennyezés értékeit nem tudtam összehasonlítani. Célom egy olyan módszer bemutatása volt, amelyet számos tudományág hasznosíthat (ornitológia, orvostudomány, közlekedéstudomány stb.) közöttük a rovartan is, mely során a fénycsapdás rovarfogások összevethetők a fényszennyezettségi adatokkal.

7. Összefoglalás, javaslatok

A mesterséges fényforrásokból eredő fényszennyezés korunk egyik legnagyobb ökológiai problémája. Hatása kiterjed az élő környezet elemeire, ezek közül is a rovarokra. Dolgozatomban összefoglalom a fényszennyezés lényegét, élővilágra gyakorolt hatásait, kiemelve vizsgálatom célcsoportját, a rovarokat. Szakirodalmi ismeretek alapján bemutatom a rovarok és a mesterséges fények kapcsolatát.

Vizsgálataimat fénycsapdázás módszerével végeztem, Jermy- típusú fénycsapdával. Fényszennyezettség szempontjából Sopronban és környékén három mintaterületet választottam ki: fényszennyezéstől majdnem – mentes (természetközeli) – mérsékelt fényszennyezett (átmeneti) – jelentősen fényszennyezett (városi). A fénycsapdázás mellett fényméréseket is végeztem. 2012. és 2013. évben három vizsgálati helyszínen fénycsapdáztam és a begyűjtött rovarokat rend szinten azonosítottam. 2014-ben csak a fényszennyezéstől majdnem-mentes területen fénycsapdáztam és a csapdázott nagylepke egyedeket faj szinten azonosítottam. Az első két évben 170 688 egyedet 8 rendbe soroltam, a harmadik évben 23 lepkefaj 985 egyedét határoztam meg.

A fénycsapdák által kapott eredményeket grafikusán ábrázoltam, mely alapján megállapítottam, hogy 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 júliusban a HMLI kevert lámpánál volt legnagyobb az egyedszám.

Rendek szerint az átlagos egyedszámokat összehasonlítottam helyszínenként és fényforrástípusonként és megállapítottam, hogy lényegesen több szignifikáns eltérés volt helyszínek között, mint a fényforrástípusok között.

A dominancia vizsgálatokat 8 rend egyedszáma alapján végeztem. Először dominancia kategóriákba soroltam a rendeket, melynek 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 dominancia vizsgálatot kétféle módszerrel végeztem. Az első típusú módszerrel azt vizsgáltam, hogy a különböző fényforrás típusok esetében a kiválasztott helyszíneken melyik időintervallumban repülnek dominánsan a rovarrendekbe tartozó egyedek. Ennek eredményeként 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 második vizsgálat arra vonatkozott, hogy egyes rendek szerint az éjszaka mely időintervallumában repülnek a rovaeregvedek a legnagyobb számban a fényforrásokhoz. Itt egyértelmű következtetést nem lehet levonni az időintervallumokban történő repülési aktivitásra.

A természetközeli területen a nagylepkék diverzitási elemzéséhez használt index (Simpson, Shannon, Pielou) értéke tavasszal a kompakt fénycsőnél, ősszel a nagynyomású nátrium lámpánál volt a legnagyobb. A fajazonossági vizsgálatok (Jaccard, Bray-Curtis) 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 vettem 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 lepkeközösségek diverzitási profilja két esetben volt rangsorolható. Ennek alapján a diverzitás összességében a HMLI kevert lámpánál nagyobb, mint a kompakt fénycsőnél, tavasszal a kompakt fénycsőnél nagyobb, mint a nagynyomású nátrium lámpánál.

A háttérfényesség és az átlagos egyedszám közötti kapcsolat kimutatta, hogy minél nagyobb a mesterséges fényforrásokból eredő megvilágítás, annál nagyobb a csapdába kerülő rovaregyedek száma, amely az én vizsgálati eredményeim alapján a Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera, Heteroptera és a Trichoptera rendeknél mutatható ki.

Dolgozatomban bemutatom a fényszennyezés luxban kifejezett értékeinek kiszámítására alkalmas módszert, mely további adatok birtokában entomológiai, növényvédelmi célú kutatásokhoz eredményesen felhasználható. Jövőben frakcionáló fénycsapdázás működtetésével értékes kutatásokat lehetne végezni az egyes taxonok fényszennyezéssel, környezeti megvilágítással összefüggő reakcióiról az éjszaka egyes szakaszaiban. A fénycsapdázás során nyert fogásszámokat össze lehetne vetni az éjszakai megvilágítással és a mérési időpontokban feljegyzett meteorológiai adatokkal, melyek további értékes információt adhatnak a rovarok repülési intenzitásáról, a fénycsapdázástól független vizsgálatokhoz is hasznos lehet az említett módszer pl. orvostudomány, ornitológia, közlekedésbiztonság, halászat, növényvédelem stb.

A közterületeken egyre jobban elterjedő LED lámpák használata figyelhető meg, így a kutatási módszeremet ezen lámpatípusokra is célszerű lenne elvégezni.

8. 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 fénycsőnél 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 rovaregyedek 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 magnitudó/arcsecond²-ben mért értékeiből kiszámítható. Amennyiben a helyszínen magnitudóban mérjük a tényleges környezeti megvilágítást, akkor azt először át kell alakítani lux értéké.

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 magnitudó mérővel vagy lux mérővel lehet elvégezni és a mérési adatokat ettől függően kell átalakítani a megfelelő mértékegységre, majd kiszámítani a fényszennyezettséget.

Köszönetnyilvánítás

Először is szeretném megköszönni férjemnek Péternek, lányaimnak Virágnak és Dominikának, szüleimnek, hogy türelemmel viselték e munkám elkészítésének folyamatait. Péternek külön köszönöm, hogy segített a fénycsapdázás elvégzéséhez szükséges eszközök beszerzésében, összeállításában, amely nélkül megvalósíthatatlan lett volna e munka.

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Mátyás Csabának, hogy ösztönzött a dolgozat megírására és a kezdeti lépésekben segítséget nyújtott számomra.

Köszönöm Prof. Dr. Lakatos Ferencnek, témavezetőmnek, hogy lehetővé tette, hogy az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet keretein belül készítsem el kutatásomat és értékes tanácsokkal segítette munkámat.

A lepkefajok meghatározásában és kiértékelésében nyújtott segítségét Dr. Horváth Bálintnak szeretném megköszönni.

A statisztikai számításokban nyújtott segítségét Dr. Pödör Zoltánnak – aki mindig készséggel és türelemmel segített – szeretném megköszönni.

Köszönetet mondok Dr. Kiss Miklós főiskolai docensnek, aki a fényszennyezés kiszámításánál nyújtott segítséget.

Prof. Dr. Nowinszky Lászlónak szeretném megköszönni a rengeteg szakirodalmi anyag hozzáférhetőségében nyújtott segítségét.

Tompa Mónikának a könyvtárban elérhető irodalmi anyag gyűjtését szeretném megköszönni.

Köszönöm Dr. Csókáné Dr. Hirka Anikónak, hogy a fénycsapdázásra vonatkozó adatok átadásával segítette dolgozatom elkészítését.

Nővéremnek, Nardai Mártának és Vörös Ákosnak az angol nyelv fordításában adódó nehézségek leküzdésében nyújtott segítségüket szeretném megköszönni.

Dr. Elekné Dr. Fodor Veronikának a dolgozat formai kialakításában nyújtott segítségét szeretném megköszönni.

Köszönöm a NYME Erdőmérnöki Kar Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézetnek és Kiss Márton meteorológusnak, a soproni Meteorológiai Állomás vezetőjének, hogy a fénycsapdázás helyszíneit biztosították számomra.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm azoknak a Vállalkozóknak, akik a fénycsapdázáshoz szükséges eszközöket biztosították számomra (Villkasz Kft., Török Kft., Wolf Plastics Kft.).

Irodalomjegyzék

ABAFI, A.L. (1898): A lepkészet története Magyarországon. Kir. Magyar Természettudományi Társaság. Budapest. p:203.

ACHARYA, L. & FENTON, M.B. (1999): Bat attacks and moth defensive behaviour around street lights. *Canadian Journal of Zoology*, 77:27-33.

AGÓCSY, P. (1965): Útkeresés az entomológiában. *Rovartani Közlemények*. 18 (26): 445-457.

ÁBRAHÁM, L., UHERKOVICH, Á. & SZEŐKE, K. (2009): Nagylepke fauna felmérése a Biodiverzitás Napok alkalmából a zselici Gyűrűfűn (Lepidoptera: Macrolepidoptera). *Natura Somogyiensis* 13:169-178.

AMBRUS, A. (1979): Két faunánkra új lepkefaj Sopronból (*Odezia atrata* L. és *Euxoa decora* Hbn.). *Folia Entomologica Hungarica* 32 (1):216.

AMBRUS, A. & CSÓKA, GY. (1989): Adatok a fenyőpohok kártételére és életmódjára. *Az erdő* 38(5): 231-232.

ÁRNYAS, E., SZABÓ, S., TÓTHMÉRÉSZ, B. & VARGA, Z. (2004): Lepkefaunisztikai vizsgálatok fénycsapdás gyűjtéssel az Aggteleki Nemzeti Parkban. *Természettudományi Közlemények*, 11:319-328.

ÁRNYAS, E., SZABÓ, S., TÓTHMÉRÉSZ, B. & VARGA, Z. (2005): Light-trap surveys of the Lepidoptera fauna at the Aggtelek National Park. *Folia Ent. Hung.* 66:195-206.

BARGHINI, A., & de MEDEIROS, B.A.S.(2010): Artificial Lighting as a Vector Attractant and Cause of Disease Diffusion. *Environmental Health Perspectives*: 1503-1506.

BARR, A.R., SMITH, T.A. & BOREHAM, M.M. (1960): Light intensity and attraction of mosquitoes to light traps. *Journal of Economic Entomology* 53(5): 876-880.

BARTH, F.G. (1985): *Insects and Flowers: The Biology of a Partnership*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

BELWOOD, J.J., & FULLARD, J.H.(1984): Echolocation and foraging behaviour in the Hawaiian hoary bat, *Lasiurus cinereus semotus*. *Can J Zool* 62:2113-2120.

BENEDEK, P. (1980): Az országos fénycsapdahálózat. *Élet és Tudomány* 35 (36):1128-1130.

BENEDEK, B., RONKAY, L., & SZABÓKY, Cs. (2002): The Lepidopterous fauna of the Hanság area. No.I. The Heteroceran families (Lepidoptera: Diurnal and Macroheterocera. In: Mahunka S (szerk): *The fauna of the Fertő-Hanság National Park II.*- Hungarian Natural History Museum Budapest. 639-682.

- BERLINGER, M.J. & ANKERSMIT, G.W. (1976): Manipulation with the photoperiod as a method of control *Adoxophyes orana* (Lepidoptera, Tortricidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 19:96-107.
- BERNHARD, C.G. & OTTOSON, D. (1960): Studies on the relation between the pigment migration and the sensitivity changes during dark adaptation in diurnal and nocturnal Lepidoptera. *Journal of General Physiology*, 44:205-215.
- BERTRAM, D.S. (1971): Attraction of triatomine bug vectors of Chagas's disease to betalights. *Nature*, (231) 5300:268.
- BIESMEIJER, J.C., ROBERTS, S.P.M., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., & PEETERS, T. et al. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313: 351-354.
- BOLDOGH, S.A. (2009): Védett gerincesek konzervációbiológiája monitoring és fajmegőrzési programok tervezése és kivitelezése. PhD értekezés
- BRAY, J. R. & CURTIS, J.T. (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- BRISCOE, A.D. & CHITKA, L.(2001): The evolution of color vision in insects *Annu.Rev.Entimol.* 46:471-510.
- 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.
- BUDDENBROOK, W. von (1937): *Grundriss der vergleichenden Physiologie*. Berlin: Borntraeger.
- BÜRGÉS, GY. (1997): A fény erőssége, színe, kihelyezés magassága és a fogott rovaranyag közötti összefüggés vizsgálata. IV. Magyar Ökológus Kongresszus, Előadások és poszterek összefoglalói.
- CARVALHEIRO, L.G., KUNIN, W.E., KEIL, P., AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J., ELLIS, W.N., FOX, R. ET AL. (2013): Species richness declines and biotic homogenisation have slowed down for NW-European pollinators and plants. *Ecology Letters* 16:870-878.
- 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.
- COSTANZA, R., d'ARGE, R., de GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M. & HANNON, B. et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387:253-260.
- CORNELL, E.A. & J.P. HAILMAN (1984): Pupillary responses of two *Rana pipiens* complex anuran species. *Herpetologica* 40:356-366.

- COWAN, T. & GRIES, G. (2009): Ultraviolet and violet light: attractive orientation cues for the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 131: 148-158.
- CRONIN, T. W. et al. (2000): Tuning of photoreceptor spectral sensitivity in fireflies (Coleoptera: Lampyridae) *J. Comp. Physiol. A*. 186:1-12.
- CRUMMAY, F.A. & ATKINSON, B.W. (1997): Atmospheric influences on light-trap catches of the brown planthopper rice pest. *Agricultural and Forest Meteorology*, 88:181-197.
- CZENCZ, C. & BÜRGÉS, GY. (1996): The horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic Lep.:Lithocolletidae) *Növényvédelem*, 32(9):437-444.
- CSÓKA, GY., HIRKA, A. & SZÖCS, L. (2012): Rovarglobalizáció a magyar erdőkben. *Erdészettudományi Közlemények*, 2(1):187-198.
- CSÖRGITS, G., & GYARMATHY, I. (2006): A fényszennyezés természetvédelmi ökológiai aspektusai. *Elektrotechnika* 9:22-23.
- DAVIES, T.W., BENNIE, J. & GASTON, K.J. (2012): Street lighting changes the composition of invertebrate communities. *Biology Letters*, 8:764-767.
- DAVIES, T.W., BENNIE, J., INGER, R., de IBARRA, N.H. & GASTON, K.J. (2013): Artificial light pollution: are shifting spectral signatures changing the balance of species interactions? *Global Change Biology*. 19: 1417-1423.
- de JONG, J. & AHLÉN, I. (1991): Factors affecting the distribution pattern of bats in Uppland, central Sweden. *Holarctic Ecol* 14:92-96.
- DODD, C.K. J.R. (2001): *North American Bokszturtles: a Natural History*. University of Oklahoma Press, Horman. OK.:231.
- DODSON, S. (1990): Predicting diel vertical migration of zooplankton. *Limnol and Oceanogr.* 35:1195-1200.
- DÖVÉNYI, Z. (szerk)(2010): *Magyarország kistájainak katasztere – Második, átdolgozott és bővített kiadás*. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. p:876.
- EGUCHI, E., WATANABE, K., HARIYAMA, T. & YAMAMOTO, K. (1982): A comparison of electrophysiologically determined spectral responses in 35 species of Lepidoptera. *Journal of Insect Physiology*, 28:675-682.
- EISENBEIS, G. & HASSEL, F. (2000): Attraction of nocturnal insects to street lights – a study of unicipal lighting systems in a rural area of Rheinhessen (Germany). *Natur und Landschaft* 75(4):145-156.

- EISENBEIS, G. (2006): Artificial night lighting and insects: attraction of insects to streetlamps in a rural setting in Germany. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (ed. by C. Rich and T. Longcore), pp:281-304. Island Oress, Washington, Districts of Columbia.
- ELVIDGE, C., BAUGH, K.E., KIHN, E.A. & DAVIS, E.R. (1997): Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan system, *Photogramm Eng Rem S.* 63: 727-734.
- FATZINGER, C.W.(1973): Circadian rhythmicity of sex pheromone release by *Dioryctria abietella* (Lepidoptera: Pyralidae (Phycitinae)) and the effect of a diel light cycle on its precopulatory behaviour. *Annals of the Entomological Society of America*, 66:1147-1153.
- FRANK, K. D. (1988): Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *Journal of The Lepidopterist's Society* Volume 42 number 2: 63-93.
- FRANK, K. D. (2006): Effects of artificial night lighting on moths. In: Rich, C., Longcore, T. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press, Washington DC: 305-344.
- FROST, S.W. (1954): Response of insects to black and white light. *Journal of Economic Entomology* 47(2):275-278.
- FURLONGER, C.L., DEWAR, H.J., & FENTON, M.B. (1987): Habitat use by foraging insectivorous bats. *Can J Zool* 65:284-288.
- GARBER, P. (2012): *Urban Vertebrate Ecology of the Pacific Northwest, with Recommendations for Wildlife Stewardship at UBC Vancouver*
- GARIBALDI, L.A., STEFFAN-DEWENTER, I., WINFREE, R., AIZEN, M.A., BOMMARCO, R., & CUNNINGHAM, S.A. et al. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339:1608-1600.
- GARRIS, H.W. & SNYDER, J.A.(2010): Sex-specific attraction of moth species to ultraviolet light traps. *Southeastern Naturalist*, 9:427-434.
- van GASTEL, J. (2009): <http://memebers.ziggo.nl/jhm.vangastel/Astronomy/Formules.pdf>
- GASTON, K.J., DAVIES, T.W., BENNIE, J. & HOPKINS, J. (2012): Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and development. *Journal of Applied Ecology*, 49:1256-1266.
- GASTON, K.J., BENNIE, J., DAVIES, T.W. & HOPKINS, J. (2013): The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological Reviews*, 88:912-927.
- van GEFFEN, K.G., van GRUNSVEN, R.H.A., van RUIJVEN, J., BERENDSE, F. & VEENENDAAL, E.M. (2014): Artificial light at night causes diapause inhibition and sex-specific life history changes in a moth. *Ecology and Evolution*, 4:2082-2089.

- GIBSON, R.N. (1978): Lunar and tidal rhythms in fish. In: Thorpe JE (ed.): Rhythmic activity of fishes. London Academy Press
- GILLETT, M.P.T. & GARDNER, A.S. (2009): An unusual observation – attraction of caterpillars to mercury vapour light in the Abu Dhabi desert (Lepidoptera: Pyralidae). *Tribulus*, 18:56-59.
- GLIWICZ, Z.M. (1986): A lunar cycle in zooplankton. *Ecology* 67:883-897.
- GOLDSMITH, T.H. & PHILPOTT, D.E. (1957): The microstructure of the compound eyes of insects. *Biophysic. and Biochem.* 3 : 429-440.
- HALMOS, G. & CSÖRGŐ, T. (2004): A fényszennyezés hatása a madarak viselkedésére. <http://fenyszennyezés.csillagaszat.hu> Letöltés:2010.12.02.
- HAMDORF, K. & HÖGLUND, G. (1981): Light induced retinal screening pigment migration independent of visual cell activity. *Journal of Comparative Physiology*, 143:305-309.
- HAMMER, O. (2012): PAST PAleontological STatistics, Version 2.17. Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo. p:229. Elérhetőség: <http://www.nhm2.uio.no/norlex/past/pastmanual.pdf> (Letöltve:2015.04.10.)
- HARSTACK, A.W.JR., J.P. HOLLINGSWORTH, & D.A.LINDQUIST. (1968): A technique for measuring trapping efficiency of electric insect traps. *Journal of Economic Entomology* 61:546-552.
- HAVASRÉTI, B. (2007): Levélbeli közlés
- 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.
- HERCZIG, B. (1983): Miért repülnek a rovarok a mesterséges fényre? *Növényvédelem* XIX.(3):111-118.
- HERVEY, G.E.R., & PALM, C.E. (1935): A preliminary report on the response of the European corn borer to light. *J.Econ.Entomol.* 28(4):670-675.
- HIRKA, A., CSÓKA, GY., KOLTAY, A., JANIK, K. & SZABÓKY, Cs. (2008): Új megszálló-terjeszkedő rovarfajok Közép-Európa erdeiben. *Erdészeti Lapok*, 143 (7-8):208.
- HIRKA, A., SZABÓKY, Cs, SZÓCS, L. & CSÓKA, GY. (2011): 50 éves az Erdészeti Fénycsapda Hálózat. *Erdészeti Lapok*, 146 (12): 378-380.
- HIRKA, A.(2016) szóbeli közlése

- HOLMSTROM, K.E., HUGHES, M.G., WALKER, S.D., KLINE, W.L.& INGERSON-MAHAR, J. (2001): Spatial mapping of adult corn earworm and European corn borer populations in New Jersey. Hort Technology. 11(1): 103-109.
- HONGAYO, M.C., NAVALES, C.P., QUIETA, J.J.R.D.& SIGNO, A.R.D. (2014): Light attracted insect taxa in Songculan Lagoon, Songculan, Dauis, Bohol, Philippines. International Journal of Fauna and Biological Studies 1(3):4-7.
- HORVÁTH, B. (2013): Diversity comparison of nocturnal macrolepidoptera communities (Lepidoptera: Macroheterocera) in different forest stands. Natura Somogyiensis 23:229-238.
- HORVÁTH, B. (2013 a): Különböző erdőállományok diverzitásának összehasonlítása az éjszakai nagylepke közösségek alapján (Lepidoptera: Macroheterocera) fénycsapdák alkalmazásával. Erdészettudományi Közlemények 3(1):229-237.
- HORVÁTH, B. & LAKATOS, F. (2014): Éjszakai nagylepkék diverzitásának vizsgálata különböző korú gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdőállományokban. Erdészettudományi Közlemények 4(1): 185-196.
- HORVÁTH, B. (2014): Különböző korú gyertyános-kocsánytalan tölgyes erdők lepkéközösségeinek ökológiai szempontú összehasonlító vizsgálata. Doktori értekezés, Sopron
- HORVÁTH, B., TÓTH, V. & LAKATOS, F.(2016): Relation between canopy-layer traits and moth communities in sessile oak-hornbeam forests. North-Western Journal of Zoology 12(2):213-219.
- HORVÁTH, G. MALIK, P. & KRISKA, GY. (2009): Poláros fényszennyezés. Környezetfizikai Módszerek Laboratóriumi Gyakorlat
- HORVÁTH, GY.I. (1993): Adatok a Szigetköz lepkefaunájának ismeretében (Lepidoptera). Fol Ent.Hun. LIV:170-185.
- HORVÁTH, GY.I. (1997): Újabb adatok a Szigetköz lepkefaunájának ismeretéhez. Fol. Ent. Hung. 58:238-247.
- HOWE, W.H. (1959): A swarm of noctuid moths in southeastern Kansas. Journal of the Lepidopterist's Society, 13,26.
- HSIAO, H.S. (1972): Attraction of moths to light and to infrared radiation. San Francisco Press. Inc.
- HSIAO, H.S. (1973): Flight paths of night-flying moths to light. Journal of Insect Physiology, 19: 1971-1976.
- JACOBS, D.S. (1999):The diet of the insectivorous Hawaiian hoary bat (*Lasiurus cinereus semotus*) in an open and a cluttered habitat. Can J Zool 77:1603-1608.

JANDER, U. & JANDER, R.(2002): Allometry and resolution of bee eyes (Apoidea). *Arthropod Structure & Development* 30:179-193.

JERMY, T. (1961): Kártevő rovarok rajzásának vizsgálata fénycsapdával. *A Növényvédelem Időszerű Kérdései*. 2:53-61.

JOHNSON, C.G. (1969): *Migration and dispersal of insects by flight*. Methuen London 763.

KAPUSTJANSKIJ, A., STREINZER, M.H.F. & SPAETHE, J. (2007): Bigger is better: implications of body size for flight ability under different light conditions and the evolution of alloethism in bumblebees. *British Ecological Society, Functional Ecology* 21:1130-1136.

KEMÉNY, S., DEÁK, A., KOMKA, K. & VÁGÓ, E. (2011): *Hogyan használjuk a STATISTICA programot?* Perfact Kiadó, Budapest

KISS, M. (2015): szóbeli közlése

KOLLÁTH, Z. (2002): Mi is az a fényszennyezés? *Világástechnikai Évkönyv 2002-2003*. http://polaris.mcse.hu/2002._ev_archivuma/2002-december-mi-is-az-a-fenyszennyezés.html

KOPONEN, S. (1977): Light trap catches of insects at Kevo, northernmost Finland. *Notulae Entomologicae*. 57:53-57.

KORSÓS, Z. & MÉSZÁROS, F. (1998): Az állatvilág sokfélesége Magyarországon. *Természetvédelmi Közlemények* (7): 125-133.

KOTLER, B.P. (1984): Risk of predation and structure of desert rodent communities. *Ecology* (65): 689-701.

KOVÁCS, L. (1962): Zehn Jahre Lichtfallenaufnahmen in Ungarn. *Ann. Hist. – nat. Mus. Nat. Hung.* (54):365-375.

KREBS, C.J. (1985): *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Third Edition. Harper & Row Publisher New York p:521-523.

KRISKA, GY. & ANDRIKOVICS, S. (2000): A kérészek vízdetektálási viselkedése, avagy miért petéznek a kérészek száraz aszfaltutakra? *Állattani Közlemények* (85): 29-42.

LAFERIER, J. (1997): The influence of moonlight on activity of woolly opossums (*Caluromys philander*) *J. Mammal American Society of Mammalogists Online* 78: 251-255.

LAND, M.F. (1997): Visual acuity in insects. *Annu.Rev.Entimol.*42:147-177.

LANGEVELDE, F. van ETTERNA, J.A., DONNERS, M., WALLIS de VRIES, M.F.& GROENENDIJK, D. (2011): Effects of spectral composition of artificial light on the attraction of moth. *Biological Conservation* 144:2274-2281.

- LEINONEN, R., SODERMAN, G., ITAMIES, J., RYTKONEN, S. & RUTANEN. (1998): Intercalibration of different light-traps and bulb used in moth monitoring in northern Europe. *Entomologica Fennica* 9 (1): 37-51.
- LESKÓ, K. & AMBRUS, A.(1998): Sopron környékének nagylepkefaunája fénycsapdás gyűjtések alapján. *Erdészeti Kutatások Vol 88*: 273-304.
- LONGCORE, T. & RICH, C. (2004): Ecological light pollution. *Front Ecol Environ* 2 (4):191-198.
- LONG, T.A.F. & MILLER, P.M. (2008): The effect of light wavelegth on mating, copulation and fitness in *Drosophila melanogaster* by Anushka K. Chadha. *Enquiries Journal of Interdisciplinary Studies for High School Students* 3 (1):1-8.
- LOPEZ, C., SANS, A., EIZAGUIRRE, M. (2000): Flights of the armyworm moth, *Mythimma (Pseudaletia) unipuncta* (haworth), in the area of Lleida, Spain (in Spain). *Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas*. 26. 2:255-259. Abstract.
- LÖDL, M. (2000): Light trapping research. <http://www.nhm-wien.ac.at/NHM/2Zoo/lepidoptera/lighttrap.html>
- 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.
- MAKAROV, K.V., MATALIN, A.V. & TRUSHITSINA, O.S. (2011): A quantitative analysis of dominance structure of ground beetle communities. Poster on XV European Carabidologists Meeting.
- MALIK, P. HORVÁTH, G. KRISKA, GY. & BRUCE, R. (2008a): Poláros fényszennyezés. A környezeti ártalmak egy új fajtája. *Fizikai szemle* 11:379-386.
- MALIK, P. HORVÁTH, G. KRISKA, GY. & H. WILDERMUTH (2008b): Szitakötők a temetőben. Polarizáló sírkövek. *Élet és Tudomány* 63: 1385-1388.
- MARQUENIE, J.M. & F.van de LAAR. (2004): Protecting migrating birds from offshore production. *Shell EcP Newsletter*: January issue.
- MENZEL, R. & BACKHAUS,W. (1991): Colour vision in insects. In *The Perception of Colour* ed. P Gouras 6:262-93. London: Macmillan
- MERCKX, T. & SLADE, E.M. (2014): Macro-moth families differ in their attraction to light: implications for light-trap monitoring programmes. *Insect Conservation and Diversity* 7: 453-461.
- MÉSZÁROS, Z. (1966): Normál és ultraibolya fénycsapdák Microlepidoptera anyagának összehasonlítása. *Rovartani Közlemények XIX.* (3):113-133.

MÉSZÁROS, Z., HERCZIG, B., SZEŐKE, K., KOROLJ, T.S. & USAKOV, D.I. (1993): Study of migratory Lepidoptera on the Northern Slopes of the Caucasien Mountains. Acta Phytopath. Ent. Hung. 28 (24):441-450.

MINELLI, A. (1993): Biological Systematics The State of Art. Chapman c Hall, New York

MOORE, M.V., PIERCE, S.M. & WALSH, H.M. (2000): Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. Verh Internal Limnol 27:779-782.

NAGY, B. (1957): Megfigyelések az amerikai fehér szövőlepke rajzásáról és a bábok pusztulásáról Balatonszárszón. A Növényvédelem Időszerű Kérdései (1):20-31.

NEMEC, S.J. (1969): Use of artificial lighting to reduce *Helithis* 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

NORBERG, U.M., & RAYNER, J.M.V. (1987): Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. Phil Trans R Soc Lond B 316:335-427.

NOWINSZKY, L. & TÓTH, GY. (1987): Kozmikus tényezők hatása kártevő rovarok fénycsapdás gyűjtésére. Kandidátusi Értekezés. Szombathely p:123.

NOWINSZKY, L. & EKK, I. (1996): Normál és UV fénycsapdák Macrolepidoptera anyagának összehasonlítása. Növényvédelem, 32 (11):557-567.

NOWINSZKY, L. (2003): A fénycsapdázás kézikönyve. Savaria University Press Szombathely

NOWINSZKY, L. (2007): A Jermy típusú fénycsapda gyűjtési távolsága fényszennyezett környezetben. Növényvédelem 43 (1): 31-43.

NOWINSZKY, L. (szerk)(2008): A Hold és a fénycsapdázás. Savaria University Press p:170

NOWINSZKY, L., HIRKA, A., CSÓKA, GY., PETRÁNYI, G. & PUSKÁS, J. (2012a): The influence of polarized moonlight and collecting distance on the catches of winter moth *Operophtera brumata* L. (Lepidoptera:Geometridae) by light-traps. Eur.J.Entomol., 109:29-34.

NOWINSZKY, L. KISS, O., SZENTKIRÁLYI, F., PUSKÁS, J. & LADÁNYI, M. (2012b): Influence of illumination and polarized moonlight on the light-trap catch of caddisflies (Trichoptera). Research Journal of Biology, 2(3):79-90.

NOWINSZKY, L. & PUSKÁS, J. (2013): Light-trap catch of harmful Microlepidotera species in connection with polarized moonlight and collecting distance. J. Adv.Lab.Res.Biol., 4(4):108-117.

NOWINSZKY, L., PUSKÁS, J., TAR, K., HUFNAGEL, L., & LADÁNYI, M. (2013 a): The dependence of normal and blacklight type trapping results upon the wingspan of moth species. *Applied Entomology and Environmental Research*, 11 (4): 593-610.

NOWINSZKY, L. & PUSKÁS, J. (2014): Light-trap catch of *Lygus* sp. (Heteroptera: Miridae) in connection with the polarized moonlight, the collecting distance and the staying of the Moon above horizon. *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, 5 (4):102-107.

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT (2009): Előírás a földfelszín meteorológiai megfigyelésekre. Kézirat, Budapest.

OUYANG, J.Q., de JONG, M. HAU, M., VISSER, M.E., van GRUNSVEN, R.H.A., SPOELSTRA, K. (2015): Stressful colours; corticosterone concentrations in a free-living songbird vary with spectral composition of experimental illumination. *Biol. Lett.* 11.20150517. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0517>

PATAKY, E. (1973): Rostarendszer alkalmazása a fénycsapda gyűjtőüvegében. *Növényvédelem*. 9(5):218.

PAUW, A. (2007): Collapse of a pollination web in small conservation areas. *Ecology*, 88:1759-1769.

PERRY, G, BUCHANAN, B.W., FISHER, R.N., SALMON, M. & WISE, S.E. (2008): Effects of artificial night lighting on amphibians and reptiles in urban environments 2008 by the Society for the study of Amphibians and Reptiles Urban Herpetology. J. C. Mitchell, R. E. Jung Brown and B. Bartholomew, editors *Herpetological Conservation* 3.

PINTÉRNÉ, N.E. (2013): Különböző fényforrások hatásának vizsgálata a rovarokra eltérő megvilágítottaságú területeken Jermi-típusú fénycsapdával. *Erdészettudományi Közlemények* 3(1):239-249.

POOT, H., ENS, B.J., VRIES DE H., DONNERS, M. A. H., WERNANA, M.R., & MARGUENIE, J.M. (2008): Green Light for Nocturnally Migrating Birds. *Ecology and Society* 13 (2):47 <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/ins2/art47/>

POTTS, S.G., BIESMEIJER, J.C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O. & KUNIN, W.E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25:345-353.

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

PUSKÁS, J. & NOWINSZKY, L. (2011): Light-trap catch of Macrolepidoptera species compared the 100 W normal and 125 W BL lamps. *Acta Naturalia Pannonica*, 2 (2):179-192.

RAGUSO, R.A. & WILLIS, M.A. (2005): Synergy between visual and olfactory cues in nectar feeding by wild hawkmoth, *Manduca sexta*. *Animal Behaviour*, 69:407-418.

RAMAMURTHY, V.V., AKHTAR, M.S., PATANKAR, N.V., MENON, P., KUMAR, R., SINGH, S.K., AYRI, S., PARVEEN, S. & MITTAL, V. (2010): Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. *Munis Entomology & Zoology* 5 (1):109-114.

RAUP, D. & CRICK, R. E. (1979): Measurement of faunal similarity in paleontology. *Journal of Paleontology*, 53:1213-1227.

REICZIGEL, J., HARNOS, A. & SOLYMOSSI, N. (2010): Biostatisztika nem statisztikusoknak. *Pars Kft Nagykovácsi p:238-245*.

REMME, J.H.F., FEENSTRA, P., LEVER, P.R., MEDICI, A.C., MOREL, C.M., NOMA, M., RAMAIAH, K.D., RICHARDS, F., SEKETELI, A., SCHMUNIS, G., VAN BRAKEL, W.H., & VASSALE, A. (2006): In: Jamison, D.T., Breman, J.G., Measham, A.R., Alleyne, G., Claeson, M., Envans, D.B., Jha, P. Mills, A., Musgrove, P. (ed): *Disease Control Priorities in Developing Countries*. 2nd edition. Washington (DC): WorldBank Chapter 22.

RÉZBÁNYAI & RESER, L. (2007): Levélbeli közlés

RICH, C. & LONGCORE, T. (2006): *Ecological consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press:281-292.

RIPFEL, J. & BECKER, H. J. (1982): Light-dependent mating of *Drosophila subobscura* and species discrimination. *Behaviour Genetics*. Vol. 12 (3): 241-242.

ROJAS, A., VINHAES, M., RODRIQUEZ, M., MONROY, J., PERSAUD, N., AZNAR, C., NÁQUIRA, C., HIWAT, H. & BENITEZ, J. (2005): *International Meeting on Surveillance and Prevention of the Chagas Disease in the Amazonia: implementation of the Inter-government Initiative Surveillance and Prevention of the Chagas Disease in Amazonia*. Manaus, State of Amazon, Brazil, 19-22 of September of 2004. *Rev Soc Bras Med Trop* 38 (1):82-89. Epub.

RONKAY, L. (2007): Levélbeli közlés

ROSZIK R. (2015): Szóbeli közlés

ROSTOVSKAYA, M.S., ZHUKOVA, D.V., ILLARIONOVA, A.E., USTYUGOVA, S.V., BORISSENKO, A.V., & SVIRIDOV, A.V. (2000): Insect prey of the long-eared bat *Plecotus auritus* (L.)(Chiroptera: Vespertilionidae) in central Russia. *Russian Entomological Journal* 9: 185-189.

ROWSE, E.G., LEWANZIK, D., STONE, E.L., HARRIS, S. & JONE, G. (2016): *Dark Matters: The Effects of Artificial Lighting on Bats*. C.C. Voigt and T. Kingstone (eds) *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*.

- RYDELL, J. (1991): Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats *Eptesicis nilssoni*. *Ecography* 14:203-207.
- RYDELL, J. (1992): Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Funct Ecology* 6: 744-750.
- RYDELL, J. (2006): Bats and their insect prey at streetlights. In: Rich C, Longcore T (eds) *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press, Washington, DC, p: 43-60.
- SALMON, M., TOLBERT, M.G. & PAINTER D.P. (1995): Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. Hatchling orientation. *J Herpetol* 29: 568-576.
- SÁFIÁN, SZ., HADARICS, T., SZEGEDI, B., & HORVÁTH, Á. (2006): Ritka lepkefajok (Lepidoptera) előfordulási adatai egy Fertőrákos melletti mészkőbányából. *Szélkiáltó* 12:28-32.
- SÁFIÁN, SZ. & SZEGEDI, B. (2008): A behurcolt tölgy-selyemlepke (*Anthereaea yamamai* Guéria-Méneville, 1861) Saturniidae: Lepidoptera) megjelenése a Soproni-hegyvidéken. *Szélkiáltó*, 13: 29-30.
- SÁFIÁN, SZ. & HORVÁTH, B. (2011): A selyemfényű puszpángmoly (*Cydalima perspectalis* Walker, 1859)(Lepidoptera:Crambidae), egy potenciális kertészeti kártevő megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem* 47 (10):437.(42).
- das SANTOS , T.G., DE MELLO GAIA, M.C.& BRAZIL, R.P.J. (2003): Attraction of sand flies (Diptera: Psychodidae) to light traps in rural areas of Minas Gerais State, Brazil, *osq Control Assoc*, 19 (1):74-78.
- SÁRINGER, GY. (2002): A Növényvédelmi Kutató Intézet (Budapest) keszthelyi laboratóriumának története (1952-1977). *Növényvédelem* 38 (8):423-450.
- SCANLON, A.T., & PETIT, S.(2008): Effects of site, time, weather and light on urban bat activity and richness:considerations for survey effort. *Wildl Res* 35:821-834.
- SCHWARTZ, A. & HENDERSON, R. W. (1991): *Amphibians and reptiles of the West Indies: descriptions and natural history*. Gainesville, F.L.: University of Floride Pres
- SOMERS-YEATES, R., HODGSON, D. MCGREGOR, P.K., SPALDING, A. & FFRENCH-CONSTANT, R.H. (2013): Shedding light on moths: shorter wavelenghts attract noctuids more than geometrids. *Biology Letters*, 9, 20130376.
- 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.
- STEINER, A. & HAUSER, C.L.: Recording insects by light –traps. Chapter 16.

- STRINGER, A.N. & MEYER-ROCHOW, V.B. (1994): Attraction of flying insects to light of different wavelengths in a Jamaican cave. *Mémoires de Biospéologie*, Tome XXI. : 133-139.
- SVENSSON, AM & RYDELL, J. (1998): Mercury vapour lamps interfere with the bat defence of tympanate moths (*Operophtera* spp; Geometridae). *Anim Behav* 55:223-226.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1984): Ökológiai módszerek- különös tekintettel a rovarpopulációk tanulmányozására. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p:280.
- SCHWERDTFEGER, F. (1977): Ökologie der Tiere. Ein Lehrbuch in drei Teilen Band I. Autökologie. Die Beziehungen zwischen Tier und Umwelt. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- SZABÓ, S., ÁRNYAS, E., TÓTHMÉRÉSZ, B. & VARGA, Z. (2007): Az Aggteleki Nemzeti Park nagylepke (*Lepidoptera: Macroheterocera*) faunájának elemzése hosszú távú fénycsapdás adatsor alapján. *Természetvédelmi Közlemények* 13:59-68.
- SZÉKY, P. (1983): Ökológiai kislexikon. NATURA Könyvkiadó Vállalat, Budapest.
- SZONTAGH, P. (1975): A fénycsapda hálózat szerepe az erdészeti kártevő prognózisban. *Növényvédelem*, 11 (2): 54-57.
- TALLÓS, P. (1966): A fénycsapdák erdővédelmi jelentősége. *Erdészeti Lapok*, 15 (3):134-136.
- TÓTH, J. (2014): Erdészeti rovartan. Agroiinform Kiadó: 1.7.2.2. fejezet. www.tankonyvtar.hu
- TÓTHMÉRÉSZ, B. (1997): Diverzitási rendezések. Scientia Kiadó, Budapest 98 p.
- TUBA, K., & LAKATOS, F. (1999): Inváziós rovarfajok. *Természettudományi Közlöny*, 140 (4):181-183.
- TUBA, K., HORVÁTH, B. & LAKATOS, F. (2012): Inváziós rovarok fás növényeken. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó ISBN 978-963-334-049-3
- UHERKOVICH, Á. (1981): A barcsi borókás nagylepkefaunája II. (*Lepidoptera*). *Studia Pannonica (A) Series Historico – Naturalis. A Barcsi borókás élővilága. II.* 89-125
- ZELEDÓN, R. & RABINOVICH, J.E.(1981): Chagas' disease: an ecological appraisal with special emphasis on its insect vectors. *Annu Rev Entomol*, 26:101-133.
- VARGA, Z. (szerk): (2010): Magyarország nagylepkéi. Heterocera Press, Budapest
- WALTER, A., REGO, I.P., FERREIRA, A.J., & ROGIER, C. (2005): Risk factors for reinvasion of human dwellings by sylvatic triatomines in northern Bahia State, Brazil. *Cad Saude Publica*, 21 :974-978.

WÉBER, M. (1959): Automatikus fénycsapdával gyűjtött rovaranyag felhasználása ökológiai vizsgálatokra. Pécsi Pedagógiai Főiskola Évkönyve, p:277-289.

WILLIAMS, C.B. (1935): The times of activity of certain nocturnal insects, chiefly Lepidoptera, as indicated by a light trap. Trans. Roy. Soc. London. 83:523-556.

WILLIAMS, C.B. (1936): The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insects, particularly of the family of Noctuidae as indicated by light-trap. Phil. Trans. Roy. Soc. London B.226:357-389.

WILLIAMS, C.B. (1939): An analysis of four years captures of insects in a light-trap. Part I. General survey: sex flight. Trans. Roy. Ent. Soc. London. 89:79-132.

WILLIAMS, C.B. (1940): An analysis of four years captures of insects in a light-trap. Part II. Trans. Roy. Ent. Soc. London 90:228-306.

WILLIAMS, P.H. (1982): The distribution and decline of British bumble bees (*Bombus* Latr.). Journal of Apicultural Research, 21:236-245.

WOOLBRIGHT, L.L.(1985): Patterns of nocturnal movement and calling by the tropical frog *Eleutherodactylus coqui*. Herpetologica, 41:1-9.

YURK, H.& TRITES, A.W. (2000): Experimental attempts to reduce predation by harbor seals on out-migrating juvenile salmonids: Trans.Am.Fish.Soc. 129:1360-1366.

HATÁROZÓKÖNYVEK

MC GAVIN, G. C. (2000a): Rovarok, pókok és más szárazföldi ízeltlábúak. Dorling Kindersley Book, London

MC GAVIN, G. C. (2000b): Rovarok. Panemex Grafo Kiadó, Budapest

MC GAVIN, G. C. (2005): Rovarok és pókok. Dorling Kindersley Book, London

REICHHOLF-RIEHM, H. (1996): Lepkék, Magyar Könyvklub, Budapest

STERRY, P. & MACKAY, A. (2004): Lepkék. Dorling Kindersley Book, London

VARGA, Z. (szerk.)(2010): Magyarország nagylepkei. heterocera Press, Budapest

INTERNETES FORRÁSOK

WEB 1:

[HTTP://WWW.MAGYARROVARTANTARSASAG.HU/AZ_EV_ROVARA_2015.HTML](http://www.magyarrovartantarsasag.hu/az_ev_rovara_2015.html)

WEB 2:

[HTTP://WWW.TERMESZETVILAGA.HU/ARCHIV/TV2002/TV0212/KONCZOL.HTML](http://www.termesztvilaga.hu/archiv/tv2002/tv0212/konczol.html)

WEB 3:

[HTTPS://PHYS.ORG/NEWS/2016-08-EFFECTS-ARTIFICIAL-FIREFLIES.HTML](https://phys.org/news/2016-08-effects-artificial-fireflies.html)

WEB 4:

[HTTPS://WWW.GOOGLE.HU/SEARCH?SITE=IMG&TBM=ISCH&SOURCE=HP&BIW=1366&BIH=638&Q=JERMI+T%C3%ADPUS%C3%BA+F%C3%A9NYCSAPDA&OQ=JERMI+T%C3%ADPUS%C3%BA+F%C3%A9NYCSAPDA&GS_L=IMG.12...5877.17096.0.20055.26.8.0.18.0.0.85.499.7.7.0...0...1AC.1.64.IMG..1.6.431.0..0J0I19K1J0I10I19K1.V5JPR3EUMXC#IMGRC=BPA8HC3JDU8TVM%3A](https://www.google.hu/search?site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1366&bih=638&q=jermi+t%C3%ADpus%C3%BA+f%C3%A9nycsapda&oq=jermi+t%C3%ADpus%C3%BA+f%C3%A9nycsapda&gs_l=img.12...5877.17096.0.20055.26.8.0.18.0.0.85.499.7.7.0...0...1ac.1.64.img..1.6.431.0..0j0i19k1j0i10i19k1.v5jpr3eumxc#imgrc=bpa8hc3jdu8tvm%3a)

WEB 5:

[HTTPS://WWW.GOOGLE.HU/SEARCH?Q=SKY+QUALITY+METER&CLIENT=FIREFOX-B&BIW=1366&BIH=657&TBM=ISCH&IMGIL=GGT81V5KPM9XM%253A%253Bo5XJILYG8JM](https://www.google.hu/search?q=sky+quality+meter&client=firefox-b&biw=1366&bih=657&tbm=isch&imgil=gg81v5kpm9xm%253a%253Bo5xjilyg8jm)

Ábrajegyzék

2.1. ábra: Az appozíciós ommatidium és a szuperpozíciós ommatidium (forrás: WEB 2)	12
2.2. ábra: A rögzítéses viselkedés (forrás: RICH & LONGCORE 2006).....	14
2.3. ábra: Akadállyal való ütközés (forrás: RICH & LONGCORE 2006).....	14
2.4. ábra: Porszívó hatás (forrás: RICH & LONGCORE 2006)	15
3.1. ábra: A vizsgálati területek.....	24
3.2. ábra: A fénycsapdázás helyszíne a természetközeli (T) területen (szerző felvétele).....	25
3.3. ábra: A fénycsapdázás helyszíne az átmeneti (Á) területen (szerző felvétele)	25
3.4. ábra: A fénycsapdázás helyszíne a városi (V) területen (szerző felvétele).....	26
4.1. ábra: Jermy – típusú fénycsapda (forrás: WEB 4)	30
4.2. ábra: Elválasztó palánkokkal történő fénycsapdázás (szerző felvétele).....	34
4.3. ábra: A fénycsapdázott rovarok rendekbe sorolása (szerző felvétele)	35
4.4. ábra: LX – 1108 digitális lux mérő (szerző felvétele).....	38
4.5. ábra: Magnitudo mérő (forrás: WEB 5)	38
4.6. ábra: Kevert fényű lámpa HMLI E27 160 W	40
4.7. ábra: Nátrium nagynyomású lámpa (szerző felvétele).....	40
4.8. ábra: Kompakt fénycső (szerző felvétele).....	40
5.1. ábra: A fénycsapdázott rovarok egyedszáma	47
5.2. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen .	47
5.3. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen	48
5.4. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál a városi helyszínen	48
5.5. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen.....	49
5.6. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál az átmeneti helyszínen..	49
5.7. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a városi helyszínen	50
5.8. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél a természetközeli helyszínen	50
5.9. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél az átmeneti helyszínen	51
5.10. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél a városi helyszínen	51
5.11. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál a természetközeli helyszínen	52
5.12. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál az átmeneti helyszínen	52
5.13. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a nátrium lámpánál a városi helyszínen	53
5.14. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a természetközeli helyszínen.....	53
5.15. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál az átmeneti helyszínen	54
5.16. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a HMLI kevert lámpánál a városi helyszínen	54
5.17. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél a természetközeli helyszínen.....	55
5.18. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél az átmeneti helyszínen	55
5.19. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma a kompakt fénycsőnél a városi helyszínen	56
5.20. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012 és 2013 évben vizsgálati helyszínenként....	57
5.21. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012 és 2013 évben fényforrás típusonként.....	57

5.22. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként a természetközeli helyszínen.....	58
5.23. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként az átmeneti helyszínen.....	58
5.24. ábra: Fénycsapdázott egyedek száma 2012. és 2013. évben fényforrás típusonként a városi helyszínen.....	59
5.25. ábra: A rendek dominancia értéke a nátrium lámpánál helyszínenként.....	61
5.26. ábra: A rendek dominancia értéke a HMLI kevert lámpánál helyszínenként.....	61
5.27. ábra: A rendek dominancia értéke a kompakt fénycsónél helyszínenként.....	62
5.28. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 16/17- én a városi helyszínen a HMLI kevert lámpánál.....	63
5.29. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 17/18- án a városi helyszínen a nátrium lámpánál.....	63
5.30. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 15/16- án a városi helyszínen a nátrium lámpánál.....	64
5.31. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 28/29- én a természetközeli helyszínen a nátrium lámpánál.....	64
5.32. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. július 29/30-án a természetközeli helyszínen a kompakt fénycsónél.....	65
5.33. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 14/15-én a természetközeli helyszínen a kompakt fénycsónél.....	65
5.34. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 5/6- án az átmeneti helyszínen a HMLI kevert lámpánál.....	66
5.35. ábra: A dominancia értékek 8 rend esetében 2013. augusztus 6/7- én az átmeneti helyszínen a nátrium lámpánál.....	66
5.36. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Lepidoptera rendnél júliusban.....	67
5.37. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Lepidoptera rendnél augusztusban.....	67
5.38. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hymenoptera rendnél júliusban.....	68
5.39. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hymenoptera rendnél augusztusban.....	68
5.40. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Diptera rendnél júliusban.....	69
5.41. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Diptera rendnél augusztusban.....	69
5.42. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hemiptera rendnél júliusban.....	70
5.43. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Hemiptera rendnél augusztusban.....	70
5.44. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Heteroptera rendnél júliusban.....	71
5.45. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Heteroptera rendnél augusztusban.....	71

5.46. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Coleoptera rendnél júliusban	72
5.47. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Coleoptera rendnél augusztusban	72
5.48. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Trichoptera rendnél júliusban	73
5.49. ábra: A dominancia értékek az egyes időintervallumokban a Trichoptera rendnél augusztusban	73
5.50. ábra: A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma tavasszal fényforrásonként.....	80
5.51. ábra: A fénycsapdázott nagylepke egyedek száma ősszel fényforrásonként	81
5.52. ábra: Nagylepkefajok száma a három fényforrástípusnál tavasszal és ősszel.....	81
5.53. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a nátrium és a HMLI kevert fényforrás esetében	84
5.54. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a nátrium lámpa és a kompakt fénycső esetében	84
5.55. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék tavasszal a HMLI kevert lámpa és a kompakt fénycső esetében.....	85
5.56. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék ősszel a nátrium és a HMLI kevert fényforrás esetében	85
5.57. ábra: Rényi-féle diverzitási görbék ősszel a nátrium és a kompakt fénycső esetében	86

Táblázatjegyzék

2.1. táblázat: Erdészeti fénycsapdák helyszínei és működési éve (forrás: HIRKA A. szóbeli közlése 2016)	20
4.1. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. június hónapban	31
4.2. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. július hónapban	31
4.3. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2012. augusztus hónapban	31
4.4. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. június hónapban	32
4.5. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. július hónapban	32
4.6. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2013. augusztus hónapban	32
4.7. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. március hónapban	33
4.8. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. április hónapban	33
4.9. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. október hónapban	33
4.10. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai 2014. november hónapban	33
4.11. táblázat: A fénycsapdázási napok száma összesen 2012-ben és 2013-ban	34
4.12. táblázat: 2013-ban időintervallumonként végzett fénycsapdázás időpontjai	35
4.13. táblázat: Időintervallumok a fénycsapdázás időpontjaiban	35
4.14. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a nátrium lámpánál	36
4.15. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a HMLI kevert lámpánál	36
4.16. táblázat: Fénymérés időpontjai 2012. évben a kompakt fénycsőnél	37
4.17. táblázat: Fénymérés időpontjai lux mérővel és/vagy magnitudo mérővel 2013-ban	37
4.18. táblázat: Sopronban és környékén alkalmazott közvilágítások kompakt fénycső esetében 2011-ben.	39
4.19. táblázat: Sopronban és környékén alkalmazott közvilágítások nátrium lámpa esetében 2011-ben.	39
4.20. táblázat: A két vizsgálati helyszínen az utcai világítások száma 2011-ben.	39
5.1. táblázat: A fénycsapdázott egyedek száma 2012-ben	46
5.2. táblázat: A fénycsapdázott egyedek száma 2013-ban	46
5.3. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása a természetközeli helyszínen fényforrás típusonként	59
5.4. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása az átmeneti helyszínen fényforrás típusonként	60
5.5. táblázat: A fénycsapdázott rovarrendek dominancia értéke és kategória besorolása a városi helyszínen fényforrás típusonként	60
5.6. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a nagynyomású nátrium lámpánál	74
5.7. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a HMLI kevert lámpánál	75
5.8. táblázat: A vizsgálati helyszínek összehasonlítása a kompakt fénycsőnél	76
5.9. táblázat: A fényforrások összehasonlítása a természetközeli helyszínen	77
5.10. táblázat: A fényforrások összehasonlítása a városi helyszínen	78
5.11. táblázat: A fényforrások összehasonlítása az átmeneti helyszínen	79
5.12. táblázat: Berger-Parker dominancia értéke	82
5.13. táblázat: Jaccard - féle index tavasszal	82
5.14. táblázat: Jaccard - féle index ősszel	82
5.15. táblázat: Bray-Curtis index tavasszal	83

5.16. táblázat: Bray-Curtis index ősszel.....	83
5.17. táblázat: 2014. évi tavaszi csapdázás diverzitási jellemzői.....	83
5.18. táblázat: 2014. évi őszi csapdázás diverzitási jellemzői	83
5.19. táblázat: Korrelációs vizsgálat eredménye a fényerősség és az egyedszámok között	87
5.20. táblázat: A luxban kiszámított fényszennyezés eredményei	88
5.21. táblázat: A Magnitudo/arcsecond ² –ban mért környezeti megvilágítás értékei luxban átszámítva.....	89
6.1. táblázat: Az időintervallumok rendenkénti összehasonlítása a legnagyobb dominancia értékek alapján.....	93

MELLÉKLET

1. számú melléklet: Csapdázott egyedek száma

Nátrium lámpa a természetközeli területen 2012.											
Időpont/Rend	június 10.	június 18.	június 26.	július 2.	július 10.	július 17.	július 26.	augusztus 7.	augusztus 16.	augusztus 23.	augusztus 30.
<i>Lepidoptera</i>	68	264	41	143	10	140	62	49	51	49	61
<i>Hymenoptera</i>	33	24	6	200	4	44	5	16	10	13	9
<i>Diptera</i>	361	250	38	300	8	110	45		85	145	11
<i>Neuroptera</i>	23	3		23		1					1
<i>Hemiptera</i>		1800	14	400		7	7	10		28	58
<i>Heteroptera</i>		7		35		3	2		14	23	4
<i>Coleoptera</i>		15		6	1	5	5	1	11	5	
<i>Trichoptera</i>				37		3	2	1	3	10	15

Nátrium lámpa a városi területen 2012.											
Időpont/Rend	június 12.	június 20.	június 28.	július 4.	július 12.	július 19.	július 28.	augusztus 9.	augusztus 18.	augusztus 25.	szeptember 1.
<i>Lepidoptera</i>	34	19	55	21	4	7	21	5	23	11	
<i>Hymenoptera</i>	5	35	66	5	5	2	3	5		5	
<i>Diptera</i>	1809	500	1000	600	27	79	180	115	350	150	10
<i>Neuroptera</i>	1		7	2					1		
<i>Hemiptera</i>	3	60	20	40		3	4	2	5	6	1
<i>Heteroptera</i>	3	6	60	20	1	1	3	4	5		
<i>Coleoptera</i>	1	6	14	18	16		11	1			
<i>Trichoptera</i>											

Nátrium lámpa az átmeneti területen 2012.										
Időpont/Rend	június 11.	június 19.	június 27.	július 3.	július 18.	július 27.	augusztus 8.	augusztus 17.	augusztus 24.	augusztus 31.
<i>Lepidoptera</i>	9	57	16	20	16	14	14	14	32	2
<i>Hymenoptera</i>		33	10	22	300	130	3	3	6	
<i>Diptera</i>	88	1200	428	200		50	142	168	210	47
<i>Neuroptera</i>	2	4	2	2	2	1		1		
<i>Hemiptera</i>		55	52	33	37	8	2	3	120	
<i>Heteroptera</i>		98	38	24	11	8		3	23	
<i>Coleoptera</i>	3	14	9	10	8	24		2	18	
<i>Trichoptera</i>				1						1

HMLI kevert fényű lámpa a természetközeli területen 2012.											
Időpont/Rend	június 12.	június 20.	június 28.	július 4.	július 12.	július 19.	július 28.	augusztus 9.	augusztus 18.	augusztus 25.	szeptember 1.
<i>Lepidoptera</i>	118	46	183	135	38	55	47	40	26	70	22
<i>Hymenoptera</i>	12	19	28	120	14	15	62	4	4	14	3
<i>Diptera</i>	716	28	80	23	168	200	77	77	12	70	8
<i>Neuroptera</i>		4		2			1				
<i>Hemiptera</i>		100000	700	160	14	29	110	7	27	252	
<i>Heteroptera</i>	3		13	30	1	3	14	2		17	8
<i>Coleoptera</i>	4	5	17	30	2	3	80	2	2	22	
<i>Trichoptera</i>			43	32	6	8	6	2	1	18	4

Kevert HMLI fényű lámpa a városi területen 2012.										
Időpont/Rend	június 11.	június 19.	június 27.	július 3.	július 18.	július 27.	augusztus 8.	augusztus 17.	augusztus 24.	augusztus 31.
<i>Lepidoptera</i>	27	186	60	9	31	78	6	19	13	
<i>Hymenoptera</i>	2	5	10	3	12	40	1	5	8	
<i>Diptera</i>	420	1500	350	79	250	30	78	220	250	18
<i>Neuroptera</i>		1		1	3	4			1	
<i>Hemiptera</i>		250	10	6	10	9	3	8	32	
<i>Heteroptera</i>		20	12	4	1	10		8	2	
<i>Coleoptera</i>		41	11	1	11	79		3	2	2
<i>Trichoptera</i>		5	3			3	1		1	

HMLI kevert fényű lámpa az átmeneti területen 2012.											
Időpont/Rend	június 10.	június 18.	június 26.	július 2.	július 10.	július 17.	július 26.	augusztus 7.	augusztus 16.	augusztus 23.	augusztus 30.
<i>Lepidoptera</i>	14	130	27	132	21	31	9	45	52	61	10
<i>Hymenoptera</i>		25	3	34	3	8	2	10	4	5	4
<i>Diptera</i>	98	711	90	1800	160	130	115	350	350	100	120
<i>Neuroptera</i>	5			132			1				
<i>Hemiptera</i>		118	24	880	8	13	3	10	13	120	2
<i>Heteroptera</i>		16	1	66		3	4	2	6	28	1
<i>Coleoptera</i>	1	33	27	187	2	3	8	1	11	18	5
<i>Trichoptera</i>			1	40		1	1	2	7	3	1

Kompakt fénycső a természetközeli területen 2012.										
Időpont/Rend	június 11.	június 19.	június 27.	július 3.	július 18.	július 27.	augusztus 8.	augusztus 17.	augusztus 24.	augusztus 31.
<i>Lepidoptera</i>	67	177	69	194	93	70	13	31	28	8
<i>Hymenoptera</i>	4	29	30	40	7	58			6	1
<i>Diptera</i>	78	103	9	110	70	10	13	15	26	9
<i>Neuroptera</i>			2	15						
<i>Hemiptera</i>		1100	100	120	7	26	4	20	50	7
<i>Heteroptera</i>		22		39	5	1			10	
<i>Coleoptera</i>	1	25	12	4	7	15		1	7	
<i>Trichoptera</i>		34	6	29	2		1	2	8	

Kompakt fénycső a városi területen 2012.											
Időpont/Rend	június 10.	június 18.	június 26.	július 2.	július 10.	július 17.	július 26.	augusztus 7.	augusztus 16.	augusztus 23.	augusztus 30.
<i>Lepidoptera</i>	1	38		4	6	9	5	11	4	30	116
<i>Hymenoptera</i>		8	2	9		3		7		10	30
<i>Diptera</i>	53	589		150	80	90	15	60	4	150	750
<i>Neuroptera</i>		7		1						1	
<i>Hemiptera</i>		2		40		2		1	1	10	11
<i>Heteroptera</i>		10		11	2	1	1			1	5
<i>Coleoptera</i>		40	4	18	4	6	2				37
<i>Trichoptera</i>				0							2

Kompakt fénycső az átmeneti területen 2012.											
Időpont/Rend	június 12.	június 20.	június 28.	július 4.	július 12.	július 19.	július 28.	augusztus 9.	augusztus 18.	augusztus 25.	szeptember 1.
<i>Lepidoptera</i>	11	26	19	22	57	2	1	7	10	25	3
<i>Hymenoptera</i>	2	4	9	24	33	1	14	1	1	7	1
<i>Diptera</i>	128	583	200	70	1200	18	15	101	100	160	20
<i>Neuroptera</i>			2		4						
<i>Hemiptera</i>		41	27	8	55			1	2	35	
<i>Heteroptera</i>		47	36	12	98	4	1	3	2	8	2
<i>Coleoptera</i>	3	49	43	110	14	7	2	5	1	9	20
<i>Trichoptera</i>											

Nátrium lámpa a természetközeli területen 2013.										
Időpont/Rend	június 7.	június 15.	június 22.	június 29.	július 7.	július 15.	július 28.	augusztus 5.	augusztus 13.	augusztus 21.
<i>Lepidoptera</i>	11	161	55	56	162	20	1001	137	15	13
<i>Hymenoptera</i>	7	10	25	9	9	25	105	290	4	8
<i>Diptera</i>	70	110	35	144	200	160	224	27	8	12
<i>Neuroptera</i>		3	1				19	1		
<i>Hemiptera</i>	9	100	310	6	85	100	120	116	8	
<i>Heteroptera</i>				1		4	88	10		
<i>Coleoptera</i>	4	23	6	2	26	16	746	27	1	1
<i>Trichoptera</i>	10	28	47	5	7	4	19	20	1	1

Nátrium lámpa városi területen 2013.									
Időpont/Rend	június 9.	június 17.	június 24.	július 1.	július 9.	július 17.	augusztus 7.	augusztus 15.	augusztus 23.
<i>Lepidoptera</i>	41	74	1	38	9	28	52	19	16
<i>Hymenoptera</i>	6	6	2	3	9	31	70	4	6
<i>Diptera</i>	400	520	8	280	150	595	97	270	386
<i>Neuroptera</i>	3	1		2	3	9	1	1	
<i>Hemiptera</i>	80	39		8	10	29	80		6
<i>Heteroptera</i>	2	3		5	3	27	56		
<i>Coleoptera</i>	5	18	3	5	5	14	34		4
<i>Trichoptera</i>	6	3			1		7	2	

Nátrium lámpa átmeneti területen 2013.										
Időpont/Rend	június 8.	június 16.	június 23.	június 30.	július 8.	július 16.	július 29.	augusztus 6.	augusztus 14.	augusztus 22.
<i>Lepidoptera</i>	23	47	15	11	12	15	11	29	10	15
<i>Hymenoptera</i>	4	5	5	7	27	2	10	49	7	4
<i>Diptera</i>	29	310	340	320	300	220	160	320	37	67
<i>Neuroptera</i>	1						1	1		1
<i>Hemiptera</i>	18	50	30	5	22	11	35	123		
<i>Heteroptera</i>	2	7	6		10	4	23	46		
<i>Coleoptera</i>	2	22	21	2	23	7	14	34		
<i>Trichoptera</i>		4	2		1	2	5	3		1

Kevert HMLI lámpa a természetközeli területen 2013.										
Időpont/Rend	június 9.	június 17.	június 24.	július 1.	július 9.	július 17.	július 30.	augusztus 7.	augusztus 15.	augusztus 23.
<i>Lepidoptera</i>	490	146	5	125	3	98	108	469	8	227
<i>Hymenoptera</i>	56	27	2	10		9	200	56		43
<i>Diptera</i>	250	823	6	54	5	85	70	50	2	42
<i>Neuroptera</i>	1	9				1		11		2
<i>Hemiptera</i>	180	2000	19	43	1	84	230	180		51
<i>Heteroptera</i>	5	15		2		4	11	80		2
<i>Coleoptera</i>	81	121		4	12	23	25	67		16
<i>Trichoptera</i>	50	96		19		28	23	110	1	39

Kevert HMLI lámpa a városi területen 2013.											
Időpont/Rend	június 8.	június 16.	június 23.	június 30.	július 8.	július 16.	július 29.	július 30.	augusztus 6.	augusztus 14.	augusztus 22.
<i>Lepidoptera</i>	74	203	21	12	9	12	2		50	17	5
<i>Hymenoptera</i>	4	10	21	3	4	13	6	3	39	7	
<i>Diptera</i>	140	720	300	170	130	338	126	50	64	316	128
<i>Neuroptera</i>		8				2		1	16		
<i>Hemiptera</i>	15	20	18	13	4	2	7		123	2	
<i>Heteroptera</i>		10	3			5	8	8	44		
<i>Coleoptera</i>	2	2	11	2	5	9	6	4	47	4	2
<i>Trichoptera</i>	2	7	1			6	3		22		1

Kevert HMLI lámpa az átmeneti területen 2013.										
Időpont/Rend	június 7.	június 15.	június 22.	június 29.	július 7.	július 15.	július 28.	augusztus 5.	augusztus 13.	augusztus 21.
<i>Lepidoptera</i>	17	216	59	11	24	23	94	85	23	25
<i>Hymenoptera</i>	425	5	11	10	7	16	10	55	14	8
<i>Diptera</i>		460	210	216	273	190	210	474	43	110
<i>Neuroptera</i>	2	3			1	2	9	13		
<i>Hemiptera</i>	29	50	14	8	14	26	90	224		
<i>Heteroptera</i>	3	10		2	8	14	33	60	1	
<i>Coleoptera</i>	40	57	9	81	355	160	42	103	1	
<i>Trichoptera</i>		12	1	3	13		26	22	1	2

Kompakt fénycső a természetközeli területen 2013.										
Időpont/Rend	június 8.	június 16.	június 23.	június 30.	július 8.	július 16.	július 29.	augusztus 6.	augusztus 14.	augusztus 22.
<i>Lepidoptera</i>	61	89	159	75	92	9	215	175	12	28
<i>Hymenoptera</i>	2	5	2			6	75	210	5	1
<i>Diptera</i>	18	50	28	76		10	154	24	52	10
<i>Neuroptera</i>		1	3				9			
<i>Hemiptera</i>		70	230	4		8	49	88		1
<i>Heteroptera</i>		8	4			2	52	33		
<i>Coleoptera</i>	3	24	11	2	3	1	1176	84	3	
<i>Trichoptera</i>	12	26	52	9	8	6	7	30		4

Kompakt fénycső a városi területen 2013.										
Időpont/Rend	június 7.	június 15.	június 22.	június 29.	július 7.	július 15.	július 28.	augusztus 5.	augusztus 13.	augusztus 21.
<i>Lepidoptera</i>	2		11		1	1	19	32	11	1
<i>Hymenoptera</i>			2			1	11	103	4	2
<i>Diptera</i>	75		58	5	23	7	210	180	16	8
<i>Neuroptera</i>					1	1	4			
<i>Hemiptera</i>	2		6				30	19	4	2
<i>Heteroptera</i>	2				1	1	30	14	1	
<i>Coleoptera</i>	4	57	2		5	2	38	9	8	
<i>Trichoptera</i>							10			

Kompakt fénycső az átmeneti területen 2013.										
Időpont/Rend	június 9.	június 17.	június 24.	július 1.	július 9.	július 17.	július 30.	augusztus 7.	augusztus 15.	augusztus 23.
<i>Lepidoptera</i>	14	40	1	10	10	19	8	5	12	15
<i>Hymenoptera</i>	7	10	3	2	7	15	12		1	6
<i>Diptera</i>	110	240	44	131	60	190	20	80		53
<i>Neuroptera</i>								1		
<i>Hemiptera</i>	7	17	1	6	2	18	5			
<i>Heteroptera</i>	13	4		1	3	7				4
<i>Coleoptera</i>	6	21	3	16	30	20	4	9		7
<i>Trichoptera</i>	4	2				1	2	1	1	

Csapdázott egyedek számának eltérései fényforrások között 2012 és 2013 évben			
Helyszín	Városi		
Rend	Fényforrástípus		
	nátrium- HMLI kevert	HMLI kevert- kompakt	nátrium- kompakt
	Egyedszám különbség		
Lepidoptera	456	532	176
Hymenoptera	72	4	76
Diptera	1849	3154	5003
Neuroptera	6	22	16
Hemiptera	136	402	266
Heteroptera	64	55	119
Coleoptera	89	8	81
Trichoptera	36	43	7

Csapdázott egyedek számának eltérései fényforrások között 2012 és 2013 évben			
Helyszín	Természetközeli		
Rend	Fényforrástípus		
	nátrium- HMLI kevert	HMLI kevert- kompakt	nátrium- kompakt
	Egyedszám különbség		
Lepidoptera	110	794	904
Hymenoptera	158	217	375
Diptera	503	1981	1978
Neuroptera	44	1	45
Hemiptera	100909	102205	1294
Heteroptera	19	34	15
Coleoptera	385	863	478
Trichoptera	273	250	23

Csapdázott egyedek számának eltérései fényforrások között 2012 és 2013 évben			
Helyszín	Átmeneti		
Rend	Fényforrástípus		
	nátrium-HMLI kevert	HMLI kevert-kompakt	nátrium-kompakt
	Egyedszám különbség		
Lepidoptera	727	792	65
Hymenoptera	32	499	467
Diptera	1574	2687	1113
Neuroptera	150	161	11
Hemiptera	1042	1421	379
Heteroptera	45	13	58
Coleoptera	931	765	96
Trichoptera	116	125	9

Csapdázott egyedek számának eltérései helyszínek között 2012 és 2013 évben			
Fényforrás	HMLI kevert fényű		
Rend	Helyszín		
	természetközeli-átmeneti	átmeneti-városi	természetközeli-városi
	Egyedszám különbség		
Lepidoptera	1350	275	1625
Hymenoptera	39	463	502
Diptera	3364	533	2831
Neuroptera	137	131	6
Hemiptera	102441	1114	103555
Heteroptera	48	123	75
Coleoptera	628	900	272
Trichoptera	350	68	418

Csapdázott egyedek számának eltérései helyszínek között 2012 és 2013 évben			
Fényforrás	nagynyomású nátrium lámpa		
Rend	Helyszín		
	természetközeli- átmeneti	átmeneti- városi	természetközeli- városi
Egyedszám különbség			
Lepidoptera	2187	96	2091
Hymenoptera	229	359	588
Diptera	2293	2890	5183
Neuroptera	57	13	44
Hemiptera	2574	208	2782
Heteroptera	112	104	8
Coleoptera	688	58	746
Trichoptera	488	1	489

Csapdázott egyedek számának eltérései helyszínek között 2012 és 2013 évben			
Fényforrás	kompakt fénycső		
Rend	Helyszín		
	természetközeli- átmeneti	átmeneti- városi	természetközeli- városi
Egyedszám különbség			
Lepidoptera	1348	15	1363
Hymenoptera	321	32	289
Diptera	2658	1000	1658
Neuroptera	23	8	15
Hemiptera	1659	95	1754
Heteroptera	69	165	96
Coleoptera	1000	143	1143
Trichoptera	225	1	224

2. számú melléklet: Dominancia alapadatok

2012.				
Átmeneti helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	56	82	45	183
<i>Hymenoptera</i>	15	72	10	97
<i>Diptera</i>	911	1303	381	2595
<i>Neuroptera</i>	2	4	0	6
<i>Hemiptera</i>	68	63	38	169
<i>Heteroptera</i>	83	115	15	213
<i>Coleoptera</i>	95	133	35	263
<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0

2012.				
Városi helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	39	24	161	224
<i>Hymenoptera</i>	10	12	47	69
<i>Diptera</i>	642	335	964	1941
<i>Neuroptera</i>	7	1	1	9
<i>Hemiptera</i>	2	42	23	67
<i>Heteroptera</i>	10	15	6	31
<i>Coleoptera</i>	44	30	37	111
<i>Trichoptera</i>	0	0	2	2

2013.				
Átmeneti helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	55	37	32	124
<i>Hymenoptera</i>	20	34	7	61
<i>Diptera</i>	394	270	133	797
<i>Neuroptera</i>	0	0	1	1
<i>Hemiptera</i>	25	25	0	50
<i>Heteroptera</i>	17	10	4	31
<i>Coleoptera</i>	30	54	16	100
<i>Trichoptera</i>	6	3	2	11

2013.				
Városi helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	13	21	44	78
<i>Hymenoptera</i>	2	12	109	123
<i>Diptera</i>	133	240	204	577
<i>Neuroptera</i>	0	6	0	6
<i>Hemiptera</i>	8	30	25	63
<i>Heteroptera</i>	2	32	15	49
<i>Coleoptera</i>	63	45	17	125
<i>Trichoptera</i>	0	10	0	10

2012.				
Természetközeli helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	313	357	80	750
<i>Hymenoptera</i>	63	105	7	175
<i>Diptera</i>	190	190	63	443
<i>Neuroptera</i>	2	15	0	17
<i>Hemiptera</i>	1200	153	81	1434
<i>Heteroptera</i>	22	45	10	77
<i>Coleoptera</i>	38	26	8	72
<i>Trichoptera</i>	40	31	11	82

2013.				
Természetközeli helyszín Kompakt fénycső				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	384	316	215	915
<i>Hymenoptera</i>	9	81	216	306
<i>Diptera</i>	172	16	86	422
<i>Neuroptera</i>	4	9	0	13
<i>Hemiptera</i>	304	57	89	450
<i>Heteroptera</i>	12	54	33	99
<i>Coleoptera</i>	40	1180	87	1307
<i>Trichoptera</i>	99	21	34	154

2012.				
Természetközeli helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	347	275	158	780
<i>Hymenoptera</i>	59	211	25	295
<i>Diptera</i>	824	468	167	1459
<i>Neuroptera</i>	4	3	0	7
<i>Hemiptera</i>	100700	313	286	101299
<i>Heteroptera</i>	16	48	27	91
<i>Coleoptera</i>	26	115	26	167
<i>Trichoptera</i>	43	52	25	120

2013.				
Természetközeli helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	641	209	704	1554
<i>Hymenoptera</i>	85	209	99	393
<i>Diptera</i>	1079	160	94	1333
<i>Neuroptera</i>	10	1	13	24
<i>Hemiptera</i>	2199	315	231	2745
<i>Heteroptera</i>	20	15	82	117
<i>Coleoptera</i>	202	60	83	345
<i>Trichoptera</i>	146	51	150	347

2012.				
Átmeneti helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	171	193	168	532
<i>Hymenoptera</i>	28	47	23	98
<i>Diptera</i>	899	2205	920	4024
<i>Neuroptera</i>	5	133	0	138
<i>Hemiptera</i>	142	904	145	1191
<i>Heteroptera</i>	17	73	37	127
<i>Coleoptera</i>	61	200	35	296
<i>Trichoptera</i>	1	42	13	56

2013.				
Átmeneti helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	292	141	133	566
<i>Hymenoptera</i>	441	33	77	551
<i>Diptera</i>	670	673	627	1970
<i>Neuroptera</i>	5	12	13	30
<i>Hemiptera</i>	93	130	224	447
<i>Heteroptera</i>	13	55	61	129
<i>Coleoptera</i>	106	557	104	767
<i>Trichoptera</i>	13	39	25	77

2012.				
Városi helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	273	118	38	429
<i>Hymenoptera</i>	17	55	14	86
<i>Diptera</i>	2270	359	566	3195
<i>Neuroptera</i>	1	8	1	10
<i>Hemiptera</i>	260	25	43	328
<i>Heteroptera</i>	32	15	10	57
<i>Coleoptera</i>	52	91	7	150
<i>Trichoptera</i>	8	3	2	13

2013.				
Városi helyszín HMLI kevert lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	298	23	72	393
<i>Hymenoptera</i>	35	26	46	107
<i>Diptera</i>	1160	644	508	2312
<i>Neuroptera</i>	8	3	16	27
<i>Hemiptera</i>	53	13	125	191
<i>Heteroptera</i>	13	21	44	78
<i>Coleoptera</i>	15	24	53	92
<i>Trichoptera</i>	10	9	23	42

2012.				
Természetközeli helyszín Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	373	355	210	938
<i>Hymenoptera</i>	63	253	48	364
<i>Diptera</i>	649	463	241	1353
<i>Neuroptera</i>	26	24	1	51
<i>Hemiptera</i>	1814	414	96	2324
<i>Heteroptera</i>	7	40	41	88
<i>Coleoptera</i>	15	17	17	49
<i>Trichoptera</i>	0	42	29	71

2013.				
Természetközeli helyszín Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	283	1183	165	1631
<i>Hymenoptera</i>	51	139	302	492
<i>Diptera</i>	359	584	47	990
<i>Neuroptera</i>	4	19	1	24
<i>Hemiptera</i>	425	305	124	854
<i>Heteroptera</i>	1	92	10	103
<i>Coleoptera</i>	35	788	29	852
<i>Trichoptera</i>	90	30	22	142

2012.				
Átmeneti helyszín Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	82	50	62	194
<i>Hymenoptera</i>	43	452	12	507
<i>Diptera</i>	1716	250	567	2533
<i>Neuroptera</i>	8	5	1	14
<i>Hemiptera</i>	107	78	125	310
<i>Heteroptera</i>	136	43	26	205
<i>Coleoptera</i>	26	42	20	88
<i>Trichoptera</i>	0	1	1	2

2013.				
Átmeneti helyszín Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	96	38	54	188
<i>Hymenoptera</i>	21	39	60	120
<i>Diptera</i>	999	680	424	2103
<i>Neuroptera</i>	1	1	2	4
<i>Hemiptera</i>	103	68	123	294
<i>Heteroptera</i>	15	37	46	98
<i>Coleoptera</i>	47	44	34	125
<i>Trichoptera</i>	6	8	4	18

2012.				
Városi helyszín				
Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	108	53	39	200
<i>Hymenoptera</i>	106	15	10	131
<i>Diptera</i>	3309	886	625	4820
<i>Neuroptera</i>	8	2	1	11
<i>Hemiptera</i>	83	47	14	144
<i>Heteroptera</i>	69	25	9	103
<i>Coleoptera</i>	21	45	1	67
<i>Trichoptera</i>	0	0	0	0

2013.				
Városi helyszín				
Nátrium lámpa				
Rend	június	július	augusztus	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	116	75	87	278
<i>Hymenoptera</i>	14	43	80	137
<i>Diptera</i>	928	1025	753	2706
<i>Neuroptera</i>	4	14	2	20
<i>Hemiptera</i>	119	47	86	252
<i>Heteroptera</i>	5	35	56	96
<i>Coleoptera</i>	26	24	38	88
<i>Trichoptera</i>	9	1	9	19

3. számú melléklet: Egyedszám és dominancia időintervallumonként

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 16/17.							
Időintervallum	21:17- 21:25	21:25- 22:17	22:17- 23:28	23:28- 02:09	02:09- 03:40	03:40- 04:32	04:32- 05:11
Helyszín/Fényforrás							
városi/HMLI kevert fényű lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>			2	8	1	1	
<i>Hymenoptera</i>	1	2	2	3	3	2	
<i>Diptera</i>	22	44	116	81	44	25	6
<i>Neuroptera</i>					1	1	
<i>Hemiptera</i>	1	1					
<i>Heteroptera</i>		1			1	2	1
<i>Coleoptera</i>	2	2	2	3			
<i>Trichoptera</i>		2	3		1		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 16/17.							
Időintervallum	21:17- 21:25	21:25- 22:17	22:17- 23:28	23:28- 02:09	02:09- 03:40	03:40- 04:32	04:32- 05:11
Helyszín/Fényforrás							
városi/HMLI kevert fényű lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>			1,6	8,4	2	3,2	
<i>Hymenoptera</i>	3,8	3,8	1,6	3,2	5,9	6,5	
<i>Diptera</i>	84,6	84,6	92,8	85,3	86,3	80,6	85,7
<i>Neuroptera</i>					2	3,2	
<i>Hemiptera</i>	3,8	1,9					
<i>Heteroptera</i>		1,9				6,5	14,3
<i>Coleoptera</i>	7,7	3,8	1,6	3,2	2		
<i>Trichoptera</i>		3,8	2,4		2		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 17/18.							
Időintervallum	21:46- 21:25	21:25- 22:17	22:17- 23:28	23:28- 02:09	02:09- 03:40	03:40- 04:32	04:32- 05:11
Helyszín/Fényforrás							
városi/ nátrium lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>		5	9	9	2	2	1
<i>Hymenoptera</i>	3	10	8	5	3	1	1
<i>Diptera</i>	105	127	174	85	63	19	22
<i>Neuroptera</i>		1	7	1			
<i>Hemiptera</i>	9	9	6	5			
<i>Heteroptera</i>		2	13	10			2
<i>Coleoptera</i>	3	5	3	1		2	
<i>Trichoptera</i>							

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 17/18.							
Időintervallum	21:46- 21:25	21:25- 22:17	22:17- 23:28	23:28- 02:09	02:09- 03:40	03:40- 04:32	04:32- 05:11
Helyszín/Fényforrás							
városi/ nátrium lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>		3,1	4,1	7,8	2,9	8,3	3,8
<i>Hymenoptera</i>	2,5	6,3	3,6	4,3	4,4	4,2	3,8
<i>Diptera</i>	87,5	79,9	79,1	73,3	92,6	79,2	84,6
<i>Neuroptera</i>		0,6	3,2	0,9			
<i>Hemiptera</i>	7,5	5,7	2,7	4,3			
<i>Heteroptera</i>		1,3	5,9	8,6			7,7
<i>Coleoptera</i>	2,5	3,1	1,4	0,9		8,3	
<i>Trichoptera</i>							

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 28/29.							
Időintervallum	21:15- 21:57	21:57- 22:55	22:55- 03:04	03:04- 04:01	04:01- 04:19	04:19- 05:25	
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/ nátrium lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>	18	166	588	161	48	20	
<i>Hymenoptera</i>	50	11	11	2	7	24	
<i>Diptera</i>	57	34	37	48	33	15	
<i>Neuroptera</i>	2	4	10	3			
<i>Hemiptera</i>	59	33	8	11	9		
<i>Heteroptera</i>	16	34	24	5	5	4	
<i>Coleoptera</i>	22	294	404	17	5	4	
<i>Trichoptera</i>	1	2	10	4	2		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 28/29.							
Időintervallum	21:15- 21:57	21:57- 22:55	22:55- 03:04	03:04- 04:01	04:01- 04:19	04:19- 05:25	
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/ nátrium lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>	8	28,7	53,8	64,1	44	29,9	
<i>Hymenoptera</i>	22,2	1,9	1	0,8	6,4	35,8	
<i>Diptera</i>	25,3	5,9	3,4	19,1	30,3	22,4	
<i>Neuroptera</i>	0,9	0,7	0,9	1,2			
<i>Hemiptera</i>	26,2	5,7	0,7	4,4	8,3		
<i>Heteroptera</i>	7,1	5,9	2,2	2	4,6	6	
<i>Coleoptera</i>	9,8	50,9	37	6,8	4,6	5,1	
<i>Trichoptera</i>	0,4	0,3	0,9	1,6	1,8		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 29/30.							
Időintervallum	20:30- 21:09	21:09- 21:57	21:57- 22:55	22:55- 03:04	03:04- 04:01	04:01- 04:19	04:19- 05:25
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/ kompakt fénycső							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>	1	6	67	86	41	7	7
<i>Hymenoptera</i>	28	13	15	13	4	1	1
<i>Diptera</i>	41	50	8	37	11	3	4
<i>Neuroptera</i>			4	5			
<i>Hemiptera</i>	5	13	17	13			1
<i>Heteroptera</i>	6	18	6	14	4		4
<i>Coleoptera</i>	19	300	565	258	28	5	1
<i>Trichoptera</i>		1			6		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. július 29/30.							
Időintervallum	20:30- 21:09	21:09- 21:57	21:57- 22:55	22:55- 03:04	03:04- 04:01	04:01- 04:19	04:19- 05:25
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/ kompakt fénycső							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>	1	1,5	9,8	20,2	43,6	43,8	38,9
<i>Hymenoptera</i>	28	3,2	2,2	3,1	4,3	6,3	5,6
<i>Diptera</i>	41	12,5	1,2	8,7	11,7	18,8	22,2
<i>Neuroptera</i>			0,6	1,2			
<i>Hemiptera</i>	5	3,2	2,5	3,1			5,6
<i>Heteroptera</i>	6	4,5	0,9	3,3	4,3		22,2
<i>Coleoptera</i>	19	74,8	82,8	60,6	29,8	31,3	5,6
<i>Trichoptera</i>		0,2			6,4		

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 05/06.							
Időintervallum	20:22- 20:57	20:57- 21:42	21:42- 22:35	22:35- 03:22	03:22- 04:15	04:15- 05:01	05:01- 05:35
Helyszín/Fényforrás							
átmeneti/HMLI kevert fényű lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>		2	7	56	5	7	8
<i>Hymenoptera</i>	3	19	9	14	3	3	4
<i>Diptera</i>	37	19	120	140	61	75	22
<i>Neuroptera</i>			1	7	2	1	2
<i>Hemiptera</i>	4	11	18	142	15	18	16
<i>Heteroptera</i>		1	5	46	2	5	1
<i>Coleoptera</i>	32	30	17	13	3	4	4
<i>Trichoptera</i>		3	4	9		2	4

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 05/06.							
Időintervallum	20:22- 20:57	20:57- 21:42	21:42- 22:35	22:35- 03:22	03:22- 04:15	04:15- 05:01	05:01- 05:35
Helyszín/Fényforrás							
átmeneti/ HMLI kevert fényű lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>		2,4	3,9	13,1	5,5	6,1	13,1
<i>Hymenoptera</i>	3,9	22,4	5	3,3	3,3	2,6	6,6
<i>Diptera</i>	48,7	22,4	66,3	32,8	67	65,2	36,1
<i>Neuroptera</i>			0,6	1,6	2,2	0,9	3,3
<i>Hemiptera</i>	5,3	12,9	9,9	33,3	16,5	15,7	26,2
<i>Heteroptera</i>		1,2	2,8	10,8	2,2	4,3	1,6
<i>Coleoptera</i>	42,1	35,3	9,4	3	3,3	34,8	6,6
<i>Trichoptera</i>		3,5	2,2	2,1		1,7	6,6

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 06/07.							
Időintervallum	20:22- 20:57	20:57- 21:42	21:42- 22:35	22:35- 03:22	03:22- 04:15	04:15- 05:01	05:01- 05:35
Helyszín/Fényforrás							
átmeneti/ nátrium lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>	1		2	20	2	1	4
<i>Hymenoptera</i>		8	9	17	3	7	5
<i>Diptera</i>	10	52	72	85	34	22	18
<i>Hemiptera</i>	2	5	14		10	26	28
<i>Heteroptera</i>		1	3	31	5	2	3
<i>Coleoptera</i>	4	5	2	13	2	2	6
<i>Trichoptera</i>		2					1

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 06/07.							
Időintervallum	20:22- 20:57	20:57- 21:42	21:42- 22:35	22:35- 03:22	03:22- 04:15	04:15- 05:01	05:01- 05:35
Helyszín/Fényforrás							
átmeneti/ nátrium lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>	5,9		2	11,8	3,6	1,7	6,2
<i>Hymenoptera</i>		11	8,8	10,1	5,4	11,7	7,7
<i>Diptera</i>	58,9	71,2	70,6	50,3	60,7	36,7	27,7
<i>Hemiptera</i>	11,8	6,8	13,7		17,9	43,3	43,1
<i>Heteroptera</i>		1,4	2,9	18,3	8,9	3,3	4,6
<i>Coleoptera</i>	23,5	6,8	2	7,7	3,6	3,3	9,2
<i>Trichoptera</i>		2,7		1,2			1,5

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 14/15.							
Időintervallum	19:44- 20:15	20:15- 20:54	20:54- 21:37	21:37- 04:10	04:10- 04:53	04:53- 05:33	05:33- 06:04
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/ kompakt fénycső							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>		2	5	8	1	1	
<i>Hymenoptera</i>	2			5			
<i>Diptera</i>	5	132	56	97	16	10	
<i>Hemiptera</i>			1	1			
<i>Coleoptera</i>	3		1				

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 14/15.							
Időintervallum	19:44- 20:15	20:15- 20:54	20:54- 21:37	21:37- 04:10	04:10- 04:53	04:53- 05:33	05:33- 06:04
Helyszín/Fényforrás							
természetközeli/kompakt fénycső							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>		1,5	7,9	8,2	5,9		
<i>Hymenoptera</i>	20			4,5			
<i>Diptera</i>	50	98,5	88,9	87,4	94,1		
<i>Hemiptera</i>			1,6	0,9			
<i>Coleoptera</i>	30		1,6				

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 15/16.							
Időintervallum	19:44- 20:15	20:15- 20:54	20:54- 21:37	21:37- 04:10	04:10- 04:53	04:53- 05:33	05:33- 06:04
Helyszín/Fényforrás							
városi/ nátrium lámpa							
Rend	Csapdázott egyedek száma (db)						
<i>Lepidoptera</i>		2	4	11		1	1
<i>Hymenoptera</i>		2		2			
<i>Diptera</i>		81	62	102	12	9	4
<i>Neuroptera</i>				1			
<i>Trichoptera</i>			1	1			

Fénycsapdázás időpontjai							
2013. augusztus 15/16.							
Időintervallum	19:44- 20:15	20:15- 20:54	20:54- 21:37	21:37- 04:10	04:10- 04:53	04:53- 05:33	05:33- 06:04
Helyszín/Fényforrás							
városi/ nátrium lámpa							
Rend	Dominancia érték (%)						
<i>Lepidoptera</i>		2,4	6	9,4		10	20
<i>Hymenoptera</i>		2,4		1,7			
<i>Diptera</i>		95,3	92,5	87,2	100	90	80
<i>Neuroptera</i>				0,9			
<i>Trichoptera</i>			1,5	0,9			

4. számú melléklet: Fénycsapdázott nagylepkefajok 2014-ben.

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Na lámpa	
	Fajnév	db
március 29.	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk, 1759)	1
március 30.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)	1
március 31.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)	5
	<i>Ectropis crepuscularia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk, 1759)	3

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Na lámpa	
	Fajnév	db
október 14.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
október 15.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
október 16.	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	4
október 22.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	3
október 23.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
október 24.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	5
október 30.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
október 31.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Na lámpa	
	Fajnév	db
november 1.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 5.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 6.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	1
november 7.	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	3
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	6
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	67
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
november 13.	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Agriopsis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	2
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	3
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	58
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4
november 14.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	4
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	2
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	47
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	11
november 15.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	5
	<i>Agriopsis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	2
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	24
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kevert lámpa	
	Fajnév	db
március 29.	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus,1761)	1
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	19
	<i>Orthosia cruda</i> (Denis &Schifferrmüller,1775)	1
	<i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel,1766)	1
március 30.	<i>Endromis versicolora</i> (Linnaeus,1758)	2
	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus,1758)	2
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	33
	<i>Orthosia cruda</i> (Denis &Schifferrmüller,1775)	3
	<i>Orthosia gothica</i> (Linnaeus,1758)	1
március 31.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus,1758)	2
	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus,1761)	3
	<i>Endromis versicolora</i> (Linnaeus,1758)	2
	<i>Lampropteryx suffumata</i> (Denis & Schifferrmüller,1775)	1
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	20
	<i>Orthosia cruda</i> (Denis &Schifferrmüller,1775)	1
	<i>Orthosia gothica</i> (Linnaeus,1758)	2
	<i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel,1766)	2
	<i>Polyploca ridens</i> (Fabricius, 1787)	1

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kevert lámpa	
	fajnév	db
április 7.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus,1758)	5
	<i>Orthosia cruda</i> (Denis &Schifferrmüller,1775)	1
április 8.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus,1758)	2

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kevert lámpa	
	Fajnév	db
október 14.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	4
	<i>Eriogaster rimicola</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
október 15.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	4
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	3
október 16.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	4
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
	<i>Eriogaster rimicola</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	22
október 23.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
október 24.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	2
október 30.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	2
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	3
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
október 31.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Epirrita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	6
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kevert lámpa	
	Fajnév	db
november 1.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	3
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 5.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	2
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	3
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 6.	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	6
november 7.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	7
	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	3
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	20
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	6
november 13.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	14
	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	3
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	73
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	12
november 14.	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	2
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	4
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	17
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	51
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	40
november 15.	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	5
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	16
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	3
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	14

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kompakt fénycső	
	Fajnév	db
március 29.	<i>Endromis versicolora</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	1
március 30.	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	2
március 31.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)	2
	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	1
	<i>Endromis versicolora</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Euphya biangulata</i> (Haworth, 1809)	1
	<i>Lampropteryx suffumata</i> (Denis &Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Lycia hirtaria</i> (Clerk,1759)	4
	<i>Panolis flammea</i> (Denis &Schiffermüller,1775)	1
<i>Selenia dentaria</i> (Fabricius, 1775)	1	

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kompakt fénycső	
	Fajnév	db
április 8.	<i>Colocasia coryli</i> (Linnaeus, 1758)	2

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kompakt fénycső	
	Fajnév	db
október 15.	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1
október 22.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
október 23.	<i>Conistra vaccinii</i> (Linnaeus, 1761)	1
október 24.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	3
október 30.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	1
	<i>Epirita dilutata</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
október 31.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Colotois pennaria</i> (Linnaeus, 1761)	1

Időpont	Fényforrás	Egyedszám
2014.	Kompakt fénycső	
	Fajnév	db
november 1.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
november 5.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	3
november 6.	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 7.	<i>Asteroscopus sphinx</i> (Hufnagel, 1766)	1
	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	31
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
november 13.	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	2
	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	1
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	34
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	2
november 14.	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	3
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	7
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	32
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	15
november 15.	<i>Agriopis aurantiaria</i> (Hübner, 1799)	1
	<i>Erannis defoliaria</i> (Clerck, 1759)	5
	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus, 1758)	7
	<i>Operophtera fagata</i> (Scharfenberg, 1805)	3
	<i>Poecilocampa populi</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Ptilophora plumigera</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	4

5. számú melléklet: Korreláció alapadatai

Fényforrás	Kompakt fénycső	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)							
			Helyszín	Időpont	Lux	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera
természetközeli	június 11.	47,9	67	4	78	0	0	1	0	0
	június 19.	138	177	29	103	1100	22	25	0	34
	június 27.	90	69	30	9	100	0	12	2	6
	július 3.	9,56	194	40	110	120	39	4	15	29
	július 18.	42,3	93	7	70	7	5	7	0	2
	augusztus 8.	11,9	13	0	13	4	0	0	0	2
	augusztus 17.	11,49	31	0	15	20	0	1	0	8
	augusztus 24.	16,92	28	6	26	50	10	7	0	0
	augusztus 31.	15,72	8	1	9	7	0	0	0	7
	városi	június 18.	27,71	38	8	589	2	10	40	0
június 26.		19,29	0	2	0	0	0	4	0	0
július 2.		25,54	4	7	150	40	11	18	1	0
július 10.		50,8	6	0	80	0	2	4	0	0
július 17.		40,3	9	3	90	2	1	6	0	0
július 26.		32,62	5	0	15	0	1	2	0	0
augusztus 7.		38,7	11	7	60	1	0	0	0	0
augusztus 16.		26,81	4	0	4	1	0	0	0	0
augusztus 23.		36,7	30	10	150	10	1	0	0	1
augusztus 30.		30,44	116	30	750	11	5	37	0	2

Fényforrás	Kompakt fénycső	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)									
			Helyszín	Időpont	Lux	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera	Neuroptera
átmeneti	június 12.	5,65			11	2	128	0	0	3	0	0
	június 28.	8,43			19	9	200	27	36	43	2	0
	július 4.	5,68			22	24	70	8	12	110	0	0
	augusztus 9.	9,13			7	1	101	1	3	5	0	0
	augusztus 18.	7,58			10	1	100	2	2	1	0	0
	augusztus 25.	6,63			25	7	160	35	8	9	0	0
	szeptember 1.	5,6			3	1	20	0	2	20	0	0





Fényforrás	Nátriumlámpa	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)									
			Helyszín	Időpont	Lux	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera	Neuroptera
természetközeli		június 18.	156,1	264	24	250	1800	7	15	3	0	
		június 26.	125,4	41	6	38	14	0	0	0	0	
		július 2.	132,1	143	200	300	400	35	6	23	37	
		július 10.	39,95	10	4	8	0	0	1	0	0	
		július 17.	154,2	140	44	110	7	3	5	1	3	
		július 26.	78,8	62	5	45	7	2	5	0	2	
		augusztus 7.	64,1	49	16	0	10	0	1	0	1	
		augusztus 16.	48,9	51	10	85	0	14	11	0	3	
		augusztus 23.	31,6	49	13	145	28	23	5	0	10	
		augusztus 30.	63,9	61	9	11	58	4	0	1	15	
	városi		június 12.	0,14	34	5	1809	3	3	1	1	0
			június 20.	115,6	19	35	500	60	6	6	0	0
			június 28.	94,4	55	66	1000	20	60	14	7	0
		július 4.	196,2	21	5	600	40	20	18	2	0	
		augusztus 9.	92,2	5	5	115	2	4	1	0	0	
		augusztus 18.	35,08	23	0	350	5	5	0	1	0	
		augusztus 25.	62,2	11	5	150	6	0	0	0	0	
		szeptember 1.	96	0	0	10	1	0	0	0	0	

Fényforrás	Nátriumlámpa	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)							
			Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera	Neuroptera	Trichoptera
Helyszín	Időpont	Lux	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera	Neuroptera	Trichoptera
átmeneti	június 11.	148	9	0	88	0	0	3	2	0
	június 19.	105,7	57	33	1200	55	98	14	4	0
	június 27.	103,6	16	10	428	52	38	9	2	0
	július 18.	106,45	16	300	0	37	11	8	0	2
	augusztus 8.	103,7	14	3	142	2	0		0	0
	augusztus 17.	133,2	14	3	168	3	3	2	1	0
	augusztus 24.	83,9	32	6	210	120	23	18	0	0



Fényforrás	HMLI kevert lámpa	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)								
			Helyszín	Időpont	Lux	Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera
természetközeli		június 12.	75,2	118	12	716	0	3	4	0	0
		június 28.	94,5	183	28	80	700	13	17	0	43
		július 4.	132,5	135	120	23	160	30	30	2	32
		július 12.	25,74	38	14	168	14	1	2	0	6
		július 19.	51	55	15	200	29	3	3	0	8
		augusztus 9.	29,7	40	4	77	7	2	2	0	2
		augusztus 18.	36,21	26	4	12	27	0	2	0	1
		augusztus 25.	28,08	70	14	70	252	17	22	0	18
		szeptember 1.	1,96	22	3	8	0	8	0	0	4
	városi		június 11.	27,94	27	2	420	0	0	0	0
		június 19.	27,39	186	5	1500	250	20	41	1	5
		június 27.	24,37	60	10	350	10	12	11	0	3
		július 3.	47,1	9	3	79	6	4	1	1	0
		július 18.	42,4	31	12	250	10	1	11	3	0
		augusztus 8.	37,6	6	1	78	3	0	0	0	1
		augusztus 17.	22,8	19	5	220	8	8	3	0	1
		augusztus 24.	37,2	13	8	250	32	2	2	1	1

Fényforrás	HMLI kevert lámpa	2012 évben: A fényforrástól 3m távolságból mért fényerősség	Egyedszám (db)							
			Lepidoptera	Hymenoptera	Diptera	Hemiptera	Heteroptera	Coleoptera	Neuroptera	Trichoptera
Helyszín	Időpont	Lux								
átmeneti	június 18.	24,39	130	25	711	118	16	33	0	0
	június 26.	33,43	27	3	90	24	1	27	0	1
	július 2.	17,15	132	34	1800	880	66	187	132	40
	július 10.	29,49	21	3	160	8	0	2	0	0
	július 17.	16,26	31	8	130	13	3	3	0	1
	július 26.	22,39	9	2	115	3	4	8	1	0
	augusztus 7.	27,95	45	10	350	10	2	1	0	2
	augusztus 16.	11,56	52	4	350	13	6	11	0	7
	augusztus 23.	14,46	61	5	100	120	28	18		3
	augusztus 30.	15,93	10	4	120	2	1	5		1

6. számú melléklet: Fénymérés alapadatai 2013.

Fénymérés eredményei 2013.						
Hónap	Nap, (holdfázis)	szürkület	pontos idő	felhőzet	Lux	Magnitudo/ arcsecond ²
június	08/09. 	alkonyat	20:45	2	406	
Átmeneti terület		polgári	21:27	2	1,72	
		hajnal	4:59	0	470	
		polgári	4:17	0	3,25	
június	16/17. 	alkonyat	20:52	2	543	
Városi terület		polgári	21:37	1	1,8	
		hajnal	4:55	6	629	
		polgári	4:15	2	2,65	
június, július	30/01. 					
Természetközeli terület		alkonyat	20:54	7	231,7	
		polgári	21:36	5	1,96	
		polgári	4:17	0	1,27	
		hajnali	4:49	0	260,6	
július	08/09. 					
Átmeneti terület		alkonyat	20:52	0	301,5	
		polgári	21:32	0	1,4	
		hajnal	5:04	0	289,5	
		polgári	4:24	0	2,85	
július	09/10.	alkonyat	20:52	2		7,65
Átmeneti terület		polgári	21:32	2		12,58
		navigációs	22:26	4		16,72
		csillagászati	23:45	0		18,96
		hajnal	5:04	7		7,9
		polgári	4:24	3		13,39
		navigációs	3:29	0		18,56
		csillagászati	2:09	0		18,31

Fénymérés eredményei 2013.						
Hónap	Nap, (holdfázis)	szürkület	pontos idő	felhőzet	Lux	Magnitudo/ arcsecond ²
július	16/17. D	alkonyat	20:46	2	455	11,6
Városi terület		polgári	21:25	2	3,1	12,74
		navigációs	22:17	2	0	18,43
		csillagászati	23:28	0	0	19,45
		hajnal	5:11	2	322,1	7,65
		polgári	4:32	1	1,81	13,24
		navigációs	3:40	1	0	18,96
		csillagászati	2:09	0	0	19,73
július	17/18.	alkonyat	20:46	1	407	7,34
Városi terület		polgári	21:25	1	1,45	12,79
		navigációs	22:17	1	0	18,42
		csillagászati	23:28	0	0	19,2
		hajnal	5:11	2	301,9	7,76
		polgári	4:32	2	1,68	13,32
		navigációs	3:40	0	0	18,89
		csillagászati	2:09	0	0	19,32
augusztus	05/06.	alkonyat	20:22	1	383	7,56
Átmeneti terület		polgári	20:57	0	1,02	12,99
		navigációs	21:42	0		18,05
		csillagászati	22:35	0		18,94
		hajnal	5:35	0	395	7,24
		polgári	5:01	0	2,16	12,62
		navigációs	4:15	0		18,2
		csillagászati	3:22	0		19

Fénymérés eredményei 2013.						
Hónap	Nap, (holdfázis)	szürkület	pontos idő	felhőzet	Lux	Magnitudo/ arcsecond ²
augusztus	06/07. 	alkonyat	20:22	2	273,9	7,69
Átmeneti terület		polgári	20:57		1,03	13,29
		navigációs	21:42		0	18,4
		csillagászati	22:35		0	18,89
		hajnal	5:35		385	6,1
		polgári	5:01	1	2,28	12,9
		navigációs	4:15	4	0	18,34
		csillagászati	3:22	1	0	18,69
augusztus	14/15. 	alkonyat	20:09	8	205	7,54
Városi terület		polgári	20:42	8	0,46	13,61
		navigációs	21:25	8	0	17,58
		csillagászati	22:14	8	0	18,1
		hajnal	5:46	0	207	7,63
		polgári	5:12	0	1,29	13,33
		navigációs	4:30	1	0	19,21
		csillagászati	3:41	3	0	19,61
augusztus	15/16.	alkonyat	20:09	1	226,4	7,69
Városi terület		polgári	20:42	0	1,12	13,24
		navigációs	21:25	0	0	18,66
		csillagászati	22:14	0	0	19,17
		hajnal	5:46	3	209,4	7,87
		polgári	5:12	3	0,61	13,55
		navigációs	4:30	0	0	19,42
		csillagászati	3:41	0	0	19,86