

# KÜLÖNBÖZŐ FÉNYFORRÁSOK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A ROVAROKRA ELTÉRŐ MEGVILÁGÍTOTSÁGÚ TERÜLETEKEN JERMY-TÍPUSÚ FÉNYCSAPDÁVAL

Pintérné Nagy Edit

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar*

## Kivonat

Az erdővédelem fontos eszköze az erdővédelmi megfigyelő hálózat, melynek egyik fő feladata a magyarországi erdőkben keletkezett károk regisztrálása és előrejelzése. A fénycsapda hálózat többek között a kártevő rovarok előrejelzésére is alkalmas. A fénycsapda a rovarok mesterséges fény rovarokra gyakorolt csalogató hatásán alapul, és így alkalmas a fényszennyezés vizsgálatára is. A fényszennyezés a mesterséges fények túlzott mértékű használatából ered, amely megzavarhatja a rovarok életmódját, szaporodását. A tanulmány célja a közvilágításban gyakori, fényszennyezést is okozó fényforrások rovarokra való hatásának vizsgálata három különböző fényforrással. A fénycsapdázás Jermy-típusú fénycsapdával történt három hónapon keresztül, a holdfázisokhoz igazítva. A fényforrások eltérő mértékben gyűjtötték be a rovarokat. A csapdázási idő alatt begyűjtött rovarok dominanciavizsgálata alapján megállapítható, hogy a kétszárnyúak (*Diptera*), a kabócák (*Hemiptera*) és a lepkék (*Lepidoptera*) rendje az eudomináns vagy domináns. Statisztikai elemzés során kimutatható, hogy az egyes fényforrástípusok és rovarrendek között, továbbá a fényforrás típusa és a helyszín között van szignifikáns kapcsolat.

*Kulcsszavak:* fénycsapdázás, fényszennyezés, rovarok

## RESEARCH OF VARIOUS SOURCES OF LIGHT'S EFFECT ON INSECTS IN DIFFERENT ILLUMINATED AREAS WITH JERMY-TYPE LIGHT-TRAP

### Abstract

The forest monitoring network is important instrument of forest protection in Hungary. Its main task is the registration of damage occurred in Hungary's forest and to provide prognosis. The light-trapping network has an important role in the monitoring system, especially in the prognosis of insect/pest population fluctuation. The light-trap method is based on the insects's behaviour to fly to artificial light, therefore it can also be used to examine light pollution. Light pollution is the result of using artificial light and can lead to change in insect behaviour and reproduction. The aim of this study was to examine the effect of light pollution on insect behaviour using three different type of lights. The investigation was done with Jermy-type light-trap from June to August, and the tests were done according to the moon phases. The trap captures varied strongly. Flies (*Diptera*), cicadas (*Hemiptera*) and moths (*Lepidoptera*) were eudominant and dominant in the traps. There is a significant relation between the light-sources and insect orders, further between the light sources types and the examination areas.

*Keywords:* light-trapping, light pollution, insects

## BEVEZETÉS

Már az ókorban megfigyelték, hogy az éjszakai fények csalogató hatással vannak a rovarokra, és a 19. század végén a fenyveseket károsító apácalepke (*Lymantria monacha* Linnaeus, 1758) elleni védekezésre is megpróbálták felhasználni (Hirka és mtsai 2011). A fénycsapdázás alapja, hogy az éjszaka repülő rovarok repülnek a mesterséges fényre. Annak az oka még mai napig sincs teljesen tisztázva, hogy miért repülnek egyes rovarok a fényre (Herczig 1983). Többféle elmélet létezik, melyek szerint a rovarok másodlagosan tértek át az éjszakai életmódra, és a mesterséges fényforrások látható és infravörös sugárzásai hasonlítanak a természetes vonzási ingerekre (pl. víz, táplálék) (Herczig 1983). Mazochin-Porsnyakon nyílt tér elmélete szerint a rovarok a fényforrásokat mint a nyílt térség jelzéseit keresik (Herczig 1983). A fénycsapda az erdőgazdaságilag legkárosabb lepkék jelentős részének azt a tulajdonságát használja ki, hogy este a lepkék jól repülnek a fényre (Szontagh 1962).

A magyarországi erdővédelmi megfigyelő hálózat nagy múltra tekint vissza. 1961-ben hozták létre Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer néven, majd később kapcsolódott a nemzetközi megfigyelési hálózatokhoz. Fontos feladata a magyarországi erdőkben keletkezett károk regisztrálása és lehetséges előrejelzése. Működésének alapját két különböző adatrendszer képezi: az egyik az erdővédelmi jelzőlapok, a másik az erdészeti fénycsapdák adatai (Koltay 2004). A ma már világviszonylatban is egyedülálló fénycsapda-hálózat kiépítése 1952-ben kezdődött meg Jermy Tibor akadémikus javaslatára (Nowinszky 2003). Az első erdészeti fénycsapdákat Tallós Pál irányításával 1961-ben állították üzembe, amiknek az volt a feladata, hogy az erdővédelmi prognózis elkészítéséhez biztos, számszerű adatokat nyújtsanak az éjjel rajzó kártevő rovarokról, elsősorban a lepkékről (Tallós 1966). A fénycsapdák első erdészeti vonatkozású használatát a gyűrűslepke (*Malacosoma neustria* Linnaeus, 1758) 1955–1959. évi nagy gradációjának idejére tehető, a gradációval érintett területekhez közel eső növényvédelmi adatok jól kiegészítették a helyszíni megfigyeléseket (Szontagh 1962). Az első fénycsapdákat a téli araszolók országos kiterjedésű erős tömegszaporodásával egy időben állították fel. Így a hálózat kiépítésének jelentősége egyértelművé vált. 2011-ben az erdészeti fénycsapda-hálózat 24 fénycsapdával üzemelt (Hirka és mtsai 2011). Az éjszakai rovarok fénycsapdákkal való gyűjtésének sokféle célja lehet: faunisztikai, állatföldrajzi, taxonómiai, cönológiai, etológiai, elterjedési, illetve egysűrűségi, rajzásfenológiai, populációdinamikai vizsgálatok. Szentkirályi (2002) a fénycsapdázás további céljának tekinti még a kártevők előrejelzését, az abiotikus környezeti tényezők hatásainak vizsgálatát, továbbá a rovarpopulációk hosszú távú monitorozását a klímaváltozások hatására (Nowinszky 2003). Az erdészeti fénycsapda-hálózat kiválóan alkalmas erdővédelmi, rovarfajta, ökológiai kutatások végzésére is. A hosszú időre vonatkozó fénycsapdázási adatsorok egy-egy faj esetében az egyes időjárási változókkal nagyon jól összevethetők, így lehetőség nyílik a klímaváltozással kapcsolatos előrejelzésekre. A fénycsapdázási eredmények az egyes fajok közötti interakciók megfigyelésére is alkalmasak. Megfigyelhető, hogy pl. a *Lymantria dispar* Linnaeus, 1758 gradációja hogyan hat a tápnövényen vele osztozó más fajok népességére (Hirka 2011). Számos olyan tanulmány jelent meg, amely egy-egy tájegység rovarfaunájáról fénycsapdával gyűjtött adatokat tesz közzé. Szabóky és Leskó (2001) a vörösfenyő gubacsomoly (*Cydia zebeana* Ratzeburg, 1840) egyetlen példányát fénycsapdázták a Soproni-hegységben. Benedek és Jászainé (1968) az amerikai bivalykabócát (*Ceresa bubalus* Fabricius, 1794.) új kártevőként írják le. A Moldáviában gyűjtött futóbogarakról (*Carabidae*) ökológiai tanulmány jelent meg (Matalin 1996). A trópusi erdők jellemzését különböző lepkéfajok alapján végezték Kenyában (Dall'Asta 1997). Növényvédelmi és erdészeti fénycsapdák gyűjtési eredményeiből *Macrolepidoptera* fajra vonatkozóan elterjedési, illetve egysűrűségi térképeket tettek közzé (Kovács és Delyné 1967). A gamma bagolylepke (*Autographa gamma* Linnaeus, 1758) Magyarországon kifejlődött első és második nemzedéke rajzásának idejét sikerült megállapítani fénycsapdás módszerrel (Vojnits 1968). A kis téli araszoló (*Operophtera brumata* Linnaeus, 1758) regionális és országos léptékű populációdinamikáját és a fluktuációs mintázatok közötti szinkronitás mértékét vizsgálták szintén a fénycsapdák gyűjtési adataiból (Leskó és mtsai 1999).

Bürgés és mtsai (1976) eltérő fényforrással üzemelő fénycsapdák gyűjtési eredményeit hasonlították össze a szelídgesztenye terméskártevőinek rajzása során. Mészáros (1966) normál és ultraviola fénycsapdák *Microlepidoptera* anyagát, Nowinszky és munkatársa (1996) a *Macrolepidoptera* fénycsapdázott anyagát hasonlította össze. Járfás (1978) kutatásai szerint a higanygőzöző gyűjtötte legnagyobb számban a kukoricamolylókat (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796). Németországban az utcán használt lámpatípusok körül vizsgálták a rovarok viselkedését, regisztrálták a csapdába esett rovarok számát, és rend szintig meghatározták a fogott rovarokat (Rich és Longcore 2006). A környezetünkben lévő mesterséges éjszakai fények tehát megzavarják a rovarok természetes repülési irányát, ezáltal megváltoztatják a viselkedésüket.

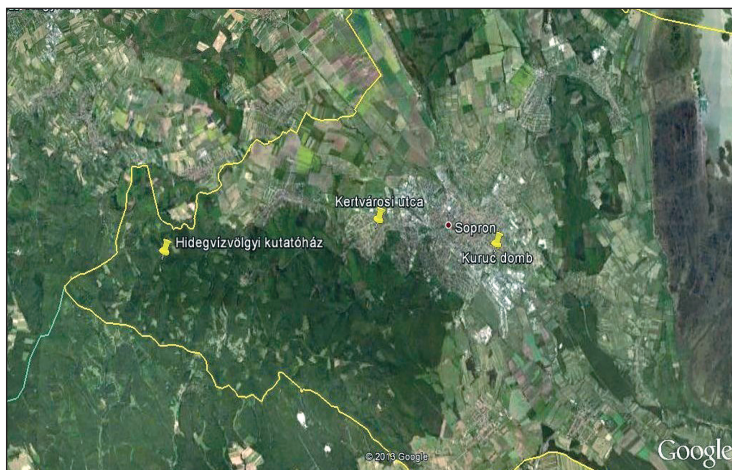
A mesterséges fényforrások túlzott mértékű használata az utóbbi évtizedekben egyre növekvő ütemben terjed, ami jelentős környezeti ártalmat, fényszennyezést okoz. A legújabb kutatások az éjszakai fényszennyezés ökológiai hatásait vizsgálják (Gaston és mtsai 2013.) Fényszennyezés alatt a természetes éjszakai fényviszonyok olyan mértékű megváltoztatását értjük, amely növeli az égbolt háttérfényességét, és emiatt a természetes fények láthatósága csökken, egyes helyeken lehetetlenné válik (Nowinszky 2007). A fénycsapdázás tehát nemcsak a már említett célok elérésére alkalmas, hanem különböző megvilágítottságú területek rovarfaunájának összehasonlítására is.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás során a fénycsapdázást három, különböző mértékben megvilágított mintaterületen végeztem el Sopron környékén:

1. Természetes környezet fényszennyezés nélkül: a Soproni-hegyvidék területén lévő Ágfalva 1 erdőtag M erdőrészele.
2. Átmeneti terület: a város központjától távol, Sopron külvárosi területén, ahol már megjelennek a mesterséges fények (utcai világítás, házakból eredő világítás, reklámtábla megvilágítása), de még nem olyan erőteljesen, mint a mesterséges helyszínen.
3. Mesterséges helyszín: a város központi részén (Sopron város meteorológiai állomása, Kuruc-domb) fekvő helyszín jelentős háttér-megvilágítással rendelkezik.

A három mérési helyszín az alábbi áttekintő térképen (1. ábra) látható:



1. ábra: A fénycsapdázás helyszínei  
Figure 1: Study sites

A fénycsapdázáshoz Jermy-típusú fénycsapdákat használtam, amelyek alkalmasak nagy teljesítményű fényforrások üzemeltetésére. Az egyes mintaterületekre egy-egy fénycsapdát helyeztem ki. A fénycsapdákban alkalmazott fényforrásokat közterületeken előforduló gyakoriságuk alapján választottam ki: 150 W-os nátriumlámpa, 160 W-os kevert fényű HMLI-lámpa és 36 W-os kompakt fénycső. A fénycsapdázást három hónapon keresztül végeztem 2012. június, július és augusztus hónapban a holdfázisokhoz igazodva, időpontjait példaként láthatjuk június hónapra vonatkoztatva (1. táblázat). A fényforrásokat egy-egy fénycsapdázási ciklusban a három helyen három hónap alatt naponta cserélgettem. A fénycsapdák este sötétedéstől reggel világosságig működtek. A tanulmány a 2012-ben végzett fénycsapdázás eredményeit mutatja be. A fénycsapdával begyűjtött rovarokat először rendszintén azonosítottam, majd egyedszámlálást és relatív abundancia- (dominancia-) vizsgálatot végeztem. A relatív abundancia egy relatív tömegviszonyokat kifejező cönológiai karakterisztika, amely kifejezi, hogy valamely faj egyedszáma hány %-át teszi ki a vizsgált életközösségnek (Schwerdtfeger 1977). Ezt a módszert rovarrendekre vonatkozóan alkalmaztam. A statisztikai kiértékelés során két függetlenvizsgálattal szignifikáns kapcsolatot kerestem a fényforrástípusok és a rovarrendek között, továbbá a fényforrástípus és a helyszín között. Az első függetlenvizsgálatot 5%-os szignifikanciaszinten és Cramer-féle asszociációs együttható segítségével végeztem. A második függetlenségvizsgálatban kétmintás t-próbát használtam szintén 5%-os szignifikanciaszinten (Korpás 1996).

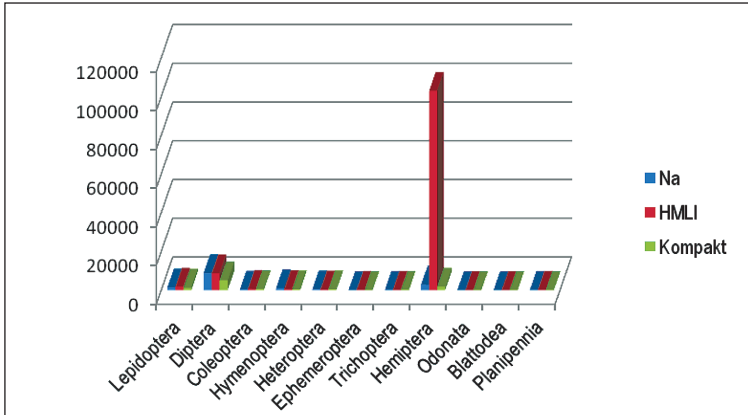
1. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai június hónapban  
Table 1: Dates of light trapping in June

Napok	Természetes terület	Átmeneti terület	Mesterséges terület
10.	Na-lámpa	HMLI-lámpa	Kompakt
11. utolsó negyed	Kompakt	Na-lámpa	HMLI-lámpa
12.	HMLI-lámpa	Kompakt	Na-lámpa
18.	Na-lámpa	HMLI-lámpa	Kompakt
19. újhold	Kompakt	Na-lámpa	HMLI-lámpa
20.	HMLI-lámpa	Kompakt	Na-lámpa
26.	Na-lámpa	HMLI-lámpa	Kompakt
27. első negyed	Kompakt	Na-lámpa	HMLI-lámpa
28.	HMLI-lámpa	Kompakt	Na-lámpa

## EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### Befogott rovarok

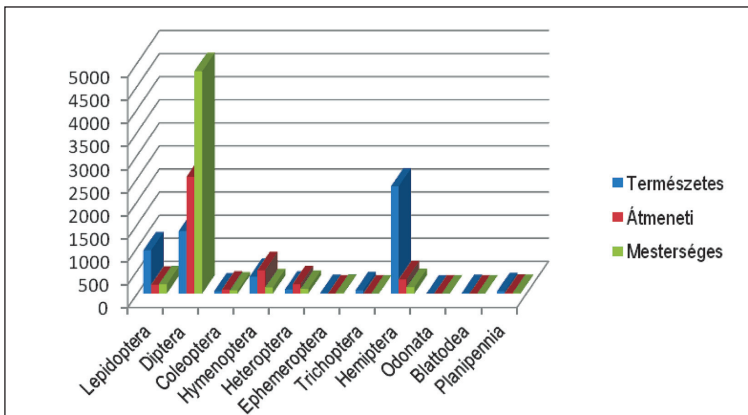
A vizsgálati időszak alatt 138 225 rovarot gyűjtöttem be a három mintaterületen. A legtöbb (118 915) egyed befogása június hónapban történt, a legkevesebb (6448) augusztusban. A különböző lámpatípusok eltérő mértékben vonzották az egyes rovarrendekbe tartozó egyedeket (2. ábra). A Na-lámpa a kétszárnyúakat (*Diptera*) gyűjtötte be a legnagyobb számban, a HMLI-lámpa a kabócákat (*Hemiptera*), a kompakt fénycső szintén a kétszárnyúakat (*Diptera*).



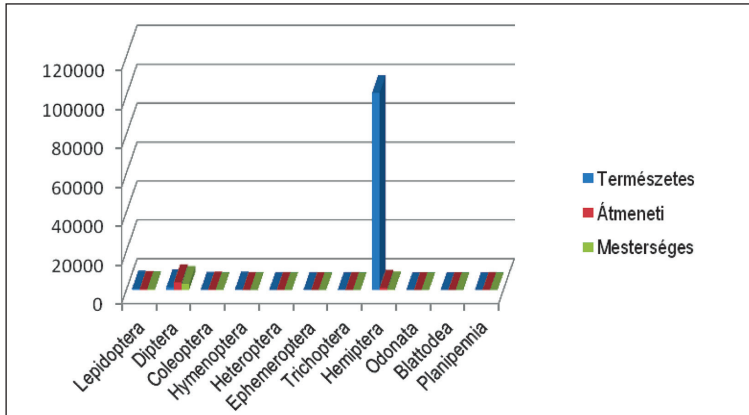
2. ábra: A különböző lámpatípusok által begyűjtött rovarok egyedszáma  
 Figure 2: Number of insects caught with the different light types

### A fényforrás-típusok hatása

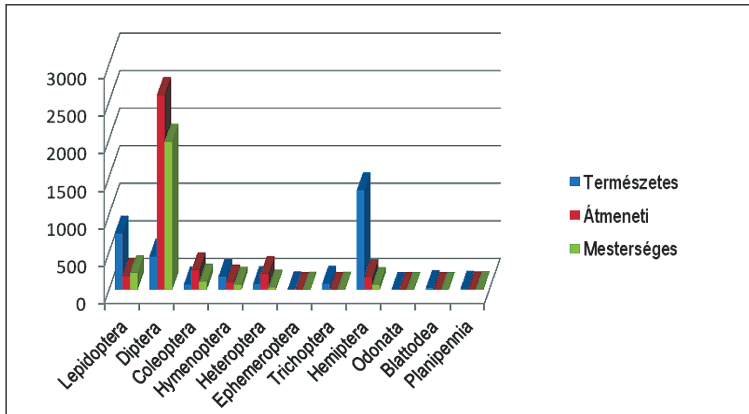
A kapott adatok alapján (3., 4., 5. ábra) megállapítható, hogy a három fényforrás 11 rendbe tartozó rovar-egyedeket fogott be, amelyek közül kiemelkedő számban szerepeltek a kétszárnyúak (*Diptera*) és a kabócák (*Hemiptera*). Nem minden rendből fogtak a csapdák. A HMLI-fényforrás mellett az átmeneti területen hiányoznak a kérészek (*Ephemeroptera*), a természetes területen a szitakötők (*Odonata*), az átmeneti és a mesterséges területen a csótányok (*Blattodea*). A kompakt lámpa fogási adataiból kiderül, hogy az átmeneti területen a tegzesek (*Trichoptera*), a kérészek (*Ephemeroptera*) és a csótányok (*Blattodea*) hiányoznak. A természetes területen a szitakötők (*Odonata*), a mesterséges és az átmeneti területen a csótányok (*Blattodea*) rendjébe tartozó egyedek hiányoznak. A Na-lámpa fogási adatai (3. ábra) azt mutatják, hogy az átmeneti és a mesterséges területen a kétszárnyúak (*Diptera*) száma a legnagyobb, a természetes területen pedig a kabócák (*Hemiptera*) száma. A HMLI-lámpa (4. ábra) a természetes területen a kabócákat (*Hemiptera*), az átmeneti területen a kétszárnyúakat (*Diptera*) vonzotta a legnagyobb mértékben. A kompakt lámpa (5. ábra) az átmeneti területen és a mesterséges területen a kétszárnyúakat (*Diptera*), a természetes területen a kabócákat (*Hemiptera*) gyűjtötte be legnagyobb számban.



3. ábra: Na-lámpa által befogott rovarok egyedszáma mintaterületenként  
 Figure 3: Number of insect caught by sodium lamp



4. ábra: A HMLI-fényforrás által befogott rovarok egyedszáma mintaterületenként  
Figure 4: Number of insect individuals caught by HMLI lamp



5. ábra: A kompakt fénycső által befogott rovarok egyedszáma mintaterületenként  
Figure 5: Number of insect individuals caught by compact lamp

## Dominanciavizsgálat

A fénycsapdázás teljes időtartama alatt befogott anyagra vonatkozóan a három mintaterületen fényforrás-típusonként végeztem el a dominanciavizsgálatot (2. táblázat). A számítás során az alábbi statisztikai módszert alkalmaztam (Schwerdtfeger 1977):

$D = 100 \cdot b/a$ ; amelyben

$b$  = az adott rend egyedszáma,  $a$  = az összes egyed száma.

A Na-lámpa mellett a kétszárnyúak (*Diptera*) és a kabócák (*Hemiptera*) bizonyultak eudomináns rendeknek, a HMLI-fényforrásnál a kabócák (*Hemiptera*), a kompakt lámpa esetében pedig a kétszárnyúak (*Diptera*), a kabócák (*Hemiptera*) és a lepkék (*Lepidoptera*). A három lámpa fogási eredményét összehasonlítva a Na-lámpa által begyűjtött rovarokat 5 dominanciacsoportba lehetett besorolni, a HMLI-lámpánál 4 dominanciacsoportba és végül a kompakt lámpánál 3 csoportba. Fontos különbség a Na-lámpa és a HMLI-

lámpa között, hogy a Na-lámpánál a dominanciaarányok a rendek között viszonylag arányosan eloszlának, míg a HMLI-lámpánál a rendek többsége a szubrecens csoportba tartozik. A kompakt fénycső által vonzott egyedek száma jóval kisebb, mint a másik két lámpa esetében. A kompakt fénycső által begyűjtött rovarok rendek szerint a három dominanciacsoportba arányosan besorolhatóak.

2. táblázat: Dominanciavizsgálat rendek és lámpatípusok szerint

Table 2: Dominance values of insect orders

Rend	Kategória	D (%)	Kategória	D (%)	Kategória	D (%)
	Na		HMLI		Kompakt	
<i>Diptera</i>	eudomináns	59,6	domináns	7,6	eudomináns	54,8
<i>Hemiptera</i>	eudomináns	18,9	eudomináns	89,4	eudomináns	18,3
<i>Lepidoptera</i>	domináns	9,1	recens	1,5	eudomináns	12,7
<i>Hymenoptera</i>	domináns	6,9	szubrecens	0,4	szubdomináns	3,7
<i>Heteroptera</i>	szubdomináns	2,7	szubrecens	0,2	szubdomináns	3,5
<i>Coleoptera</i>	recens	1,4	szubrecens	0,5	szubdomináns	4,9
<i>Planipennia</i>	szubrecens	0,5	szubrecens	0,1	szubrecens	0,4
<i>Trichoptera</i>	szubrecens	0,5	szubrecens	0,1	szubrecens	0,9
<i>Ephemeroptera</i>	szubrecens	0,2	szubrecens	0,1	szubrecens	0,1
<i>Blattodea</i>	szubrecens	0,1	szubrecens	0	szubrecens	0,3

## A fényforrások típusa, a rovarrendek és a helyszínek közötti kapcsolat

3. táblázat: A különböző fényforrások által vonzott rovarok egyedszáma rendenként a természetes területen (2012. július 17–19.)

Table 3: Number of insect individuals caught by different lights (natural site, July 17–19, 2012)

Rend/fényforrás	Na	HMLI	Kompakt	Összesen
<i>Lepidoptera</i>	140	55	93	288
<i>Hymenoptera</i>	44	15	7	66
<i>Diptera</i>	110	200	70	380
<i>Planipennia</i>	1			1
<i>Hemiptera</i>	7	29	7	43
<i>Heteroptera</i>	3	3	5	11
<i>Coleoptera</i>	5	3	7	15
<i>Blattodea</i>			1	1
<i>Ephemeroptera</i>		2		2
<i>Odonata</i>				0
<i>Trichoptera</i>	3	8	2	13
Összesen	313	315	192	820

Függetlenségvizsgálatot végeztem arra vonatkozóan, hogy a fényforrástípusok és a rovarrendek között van-e szignifikáns kapcsolat, továbbá hogy a fényforrás típusa és a helyszín között van-e szignifikáns kapcsolat.



## Első függetlenségvizsgálat

A csapdázott rovarok számát táblázatban összegeztem a június 10–12-i, június 18–20-i, július 17–19-i (3. táblázat) és augusztus 23–25-i időszakokra vonatkozóan a természetes és a mesterséges területekre. A függetlenségvizsgálatot végezve megállapítható, hogy 5%-os szignifikaszinten mind a természetes területen, mind a mesterséges területen szignifikáns kapcsolat mutatható ki a fényforrás típusa és a rovarrend között. A kapcsolatszorossági mérőszámokat (a szorosság mérésére a Cramer-féle asszociációs együtthatót használtam) összehasonlítva az is megfigyelhető, hogy a természetes területen szorosabb kapcsolat mutatkozik a fényforrás típusa és a rovarrend között, mint a mesterséges területen.

### Függetlenségvizsgálat ( $\chi^2$ -próba)

A július 17–19-i időszakban a természetes területen a  $\chi^2$  érték = 136,03; a  $\chi^2$  (kritikus) = 28,9, ami azt jelenti, hogy szignifikáns kapcsolat van a fényforrás típusa és a rovarrend között. A kapcsolat szorossága 0,288, azaz a kapcsolat a közepesnél valamivel gyengébb.

Augusztus 23–25. között a természetes területen a  $\chi^2$  érték = 237,56; a  $\chi^2$  (kritikus) = 26,3, ami azt jelenti, hogy szignifikáns kapcsolat van a fényforrás típusa és a rovarrend között. A kapcsolat szorossága 0,367, azaz a kapcsolat közepesen szoros.

Július 17–19. között a mesterséges területen a  $\chi^2$  érték = 9,76; a  $\chi^2$  (kritikus) = 21,0. Itt nincs szignifikáns kapcsolat a fényforrás típusa és a rovarrend között.

Augusztus 23–25. között a mesterséges területen a  $\chi^2$  érték = 39,45; a  $\chi^2$  (kritikus) = 26,3, azaz szignifikáns kapcsolat mutatható ki a fényforrás típusa és a rovarrend között. A kapcsolat szorossága 0,170, tehát gyenge a kapcsolat.

A kapcsolat jellegéről a felülreprezentáció alapján megállapítható, hogy a Na-lámpa jellemzően a lepkéket, hártyás- és kétszárnyúakat vonzza, a (HMLI) kevert lámpa jellemzően a kabócákat, míg a kompakt lámpa jellemzően a lepkéket, poloskákat és a bogarakat.

## Második függetlenségi vizsgálat

4. táblázat: Fogott rovaregyedek száma helyszín és fényforrástípus szerint (2012. július 17-19.)  
Table 4: Number of insects caught by area and light trap type (July 17-19, 2012)

Helyszín/fényforrás	Na	HMLI	kompakt	Összesen
Természetes	313	315	192	820
Átmeneti	374	189	32	595
Mesterséges	92	318	111	521
Összesen	779	822	335	1936

A csapdázott rovarok számát fényforrás és helyszín szerint táblázatban foglaltam össze a június 10–12-i, június 18–20-i, július 17–19-i (4. táblázat) és augusztus 23–25-i időszakokra vonatkozóan.

A július 17–19-i időpontra vonatkozóan  $\chi^2$  érték = 275,51; a  $\chi^2$  (kritikus) = 9,49, azaz szignifikáns kapcsolat van a fényforrás típusa és a helyszín között. A kapcsolat szorossága 0,267, a közepesnél valamivel gyengébb a kapcsolat.

Augusztus 23–25. között a  $\chi^2$  érték = 104,40; a  $\chi^2$  (kritikus) = 9,49. Itt is szignifikáns kapcsolat mutatható ki a fényforrás és a helyszín között. A kapcsolat szorossága 0,143, gyenge a kapcsolat.



A függetlenségvizsgálat alapján megállapítható, hogy 5%-os szignifikanciaszinten a fényforrás típusa és a helyszín típusa között egyértelműen szignifikáns kapcsolat mutatható ki. A kapcsolat jellegéről a felülreprezentáció alapján megállapítható, hogy a természetes területen jellemzően a HMLI-lámpa és a kompakt lámpa vonzza a rovarokat, az átmeneti területen jellemzően a Na-lámpa, míg a mesterséges területen jellemzően a HMLI-lámpa és a kompakt lámpa.

A következő vizsgálatban arra kerestem a választ, hogy az egyes fényforrások és helyszíntípusok egyed-számai között kimutathatók-e szignifikáns különbségek. A vizsgálathoz kétmintás t-próbát használtam 5%-os szignifikanciaszinten. Mivel az egyedszámok a megfigyelt napokon igen nagy szórást mutattak, ezért a próba elvégzése előtt a szórások csökkentése érdekében 4 kiugró értéket (a két legnagyobb és a két legkisebb értéket) kivettem az adatok közül. A próba elvégzése előtt a szórások azonosságáról szóráspróba segítségével előzetesen meggyőződtem.

5. táblázat: A Na-lámpa által befogott rovarok egyedszáma a természetes helyszínen  
Table 5: Number of insect individuals caught by sodium lamp in the natural area

Fényforrás	Na-lámpa					
	jún. 10.	jún. 26.	júl. 17.	júl. 26.	aug. 16.	aug. 23.
Egyedszám	128	485	99	313	174	274

6. táblázat: A kompakt lámpa által befogott rovarok egyedszáma a természetes helyszínen  
Table 6: Number of insect individuals caught by compact lamp in the natural area

Fényforrás	Kompakt lámpa					
	jún. 11.	jún. 27.	júl. 18.	júl. 27.	aug. 17.	aug. 24.
Egyedszám	150	228	192	182	69	143

A vizsgálatba vont fénycsapdázási adatok alapján (az 5. és 6. táblázat) azt feltételeztem, hogy a természetes területen a Na-lámpa több egyedre vonz, mint a kompakt lámpa. A feltételezett állítás bizonyítását kétmintás-t próba segítségével végeztem az alábbi módon:

Átlagos egyedszám Na-lámpa esetén:	$x_1 = 245,5$	
Az egyedszám szórása Na-lámpa esetén:	$s_1 = 143,6033$	
Átlagos egyedszám kompakt lámpa esetén:	$x_2 = 160,6667$	
Az egyedszám szórása kompakt lámpa esetén:	$s_2 = 54,40466$	
Szignifikanciaszint:	$\alpha = 5\%$	
Hipotézisek:	$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_1: \mu_1 > \mu_2$

A t-próbafüggvény (Student-féle t-eloszlásfüggvény) aktuális értéke:  $t = 1,353$ ; t (kritikus) (a szignifikanciaszintnek megfelelő, táblázatból keresett érték) = 1,81. Elfogadási tartomány:  $-\infty; +1,81$ . A 1,353 beleesik az elfogadási tartományba, tehát a nullhipotézist fogadjuk el, vagyis a Na-lámpa ugyanannyi egyedre vonz a természetes területen, mint a kompakt lámpa (nincs szignifikáns különbség).

Ennek oka, hogy a megfigyelt napok egyedszámai között olyan nagy a szórás és kevés a megfigyelt napok száma, hogy emiatt az átlagos egyedszámokban mutatkozó különbség nem tekinthető szignifikánsnak.

Mivel a függetlenségvizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a természetes területen jellemzően a HMLI-lámpa és a kompakt lámpa vonzza a rovarokat, azt a feltevést is megvizsgáltam, hogy a természetes területen a kevert lámpa szignifikánsan több egyedre vonz-e, mint a Na-lámpa.



Az előzőhöz hasonlóan a 4 szélső érték elhagyásával elvégezve a számításokat a feltevés igazolódott, vagyis a kevert lámpa szignifikánsan több egyedet vonz a természetes területen, mint a Na-lámpa.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Tanulmányomban arra akartam rámutatni, hogy az erdészeti fénycsapda-hálózatban alkalmazott Jermy-féle fénycsapdák eltérő megvilágítottágú területeken is alkalmasak tudományos megfigyelésre. Vizsgálataim célja a különböző fényforrástípusok rovarokra gyakorolt vonzó hatásának feltárása volt. Különböző környezeti területeken eltérő mesterséges fényforrásokkal végeztem fénycsapdázást, és az eredményeket statisztikailag kiértékeltem. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a három fényforrástípus 11 rendbe tartozó rovaregységet vonzott, ezek közül kiemelkedő a kétszárnyúak (*Diptera*) és a kabócák (*Hemiptera*) rendje. A Na-lámpa által begyűjtött rovarokat 5, a HMLI-lámpa által vonzott rovarokat 4 és a kompakt lámpa befogott rovarokat 3 dominanciacsoportha lehet besorolni. A függetlenségvizsgálat arra mutat rá, hogy 5 %-os szignifikanciaszinten a fényforrás típusa és a helyszín, továbbá a fényforrás típusa és a rovarendek között egyértelmű szignifikáns kapcsolat van. A fénycsapdázások eredményei alapján javaslatokat lehet tenni arra, hogy melyek azok a fényforrástípusok, amelyek a közhasználatban (közterek, közutak stb.) kerülendők, egy nagyon fontos élőlénycsoport, az éjjeli repülő rovarok veszélyeztetése szempontjából. Ez környezetvédelmi és természetvédelmi szempontból is kiemelkedő jelentőségű. A 2012. évi fénycsapdázás módszerei és eredményei a tanulmányban megfogalmazott következtetésekre adnak lehetőséget. A kutatás 2013-as évi tervében szerepel egyes rendek faji szintű meghatározása, ami a kutatási téma részletesebb feldolgozását teszi majd lehetővé.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Lakatos Ferenc egyetemi tanárnak, aki a tanulmány elkészítésében nélkülözhetetlen szakmai segítséget nyújtott. Külön köszönet illeti Nagy Anikót, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem tanársegédjét az adatok statisztikai kiértékelésében nyújtott segítségéért.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Benedek P. és Jászainé V.E. 1968: Egy újabb kártevő (*Ceresa bubalus* (Fabricius), 1974) hazai elszaporodásának lehetőségei. *Növényvédelem*, 4 (2): 71–74.
- Bürgés Gy.; Gál J. és Eke K. 1976: A szelídgesztenye és tölgytermés kártevőinek előrejelzése. *Az Erdő*, 25 (2): 73–76.
- Dall'Asta U. 1997: Moths collected in the Kakamega forest (eastern Kenya) and a possible use of moths to characterise tropical forests. *Metamorphosis (Occasional Supplement)* 3: 98–104.
- FVM Erdészeti Főosztálya 2004: Magyarország erdőállományai 2004.
- Gaston, K. J.; Bennie, J.; Davies, T. W. and Hopkins, J. 2013: The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological Reviews, Cambridge Philosophical Society Issue* (<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12036/citedby>)
- Herczig B. 1983: Miért repülnek a rovarok a mesterséges fényre? *Növényvédelem*, 19 (3): 111–118.
- Hirka A. 2011: A 2011. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2012-ben várható károsítások. *Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest*
- Hirka A.; Szabóky Cs.; Szócs L. és Csóka Gy. 2011: Az erdészeti fénycsapda-hálózat 50 éve. *Növényvédelem*, 47(11): 474–478.

- Járfás J. 1978: Különböző fénycsapdázási módszerek eredményessége a kukoricamoly- (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796) rajzás megfigyelésében. *Növényvédelem*, 14 (10): 494–498.
- Koltay A. 2004: Erdővédelmi monitoring rendszerek Magyarországon. *Erdészeti Lapok*, 139(9): 270–272.
- Korpás A. 1996: Általános statisztika I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Kovács L. és Delyné D.Á. 1967: A hazai nagylepke kártevők elterjedése és egyedszámuk területi változásai. *Növényvédelem*, 3 (1): 1–16.
- Leskó K.; Szentkirályi F. és Kádár F. 1999: A kis téli araszoló lepke (*Operopthera brumata* Linnaeus, 1758) hosszú távú (1962–1997) populáció-fluktuációinak jellemzése az erdészeti fénycsapda-hálózat mintavételei alapján. *Erdészeti Kutatások*, (89): 169–182.
- Matalin A.V. 1996: On using light-traps in ecological studies of Carabids (Coleoptera, Carabidae). (in Russian). *Zoologicheskyy Zhurnal*, 75(5): 744–756.
- Mészáros Z. 1966: Normál és ultraviola fénycsapdák Microlepidoptera anyagának összehasonlítása. *Folia Entomologica Hungarica*, 19 (3): 109–133.
- Nowinszky L. 2003: A fénycsapdázás kézikönyve. Savaria University Press, Szombathely, 7–9.
- Nowinszky L. 2007: A Jermy-típusú fénycsapda gyűjtési távolsága fényszennyezett környezetben. *Növényvédelem*, 43 (1): 31–36.
- Nowinszky L. és Ekk I. 1996: Normál és UV fénycsapdák Macrolepidoptera anyagának összehasonlítása. *Növényvédelem*, 32 (11): 557–567.
- Rich, C. and Longcore, T. 2006: *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press: 281–292.
- Schwerdtfeger, F. 1977: *Ökologie der Tiere. Ein Lehrbuch in drei Teilen Band I. Autökologie. Die Beziehungen zwischen Tier and Umwelt*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Szabóky Cs. és Leskó K. 2001: Vörösfenyő gubacsmoly *Cydia (Laspeyresia) zebeana* Ratzeburg, 1840 Magyarországon. *Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai*, 15: 17–119.
- Szontagh P. 1962: A fénycsapdák erdőgazdasági jelentősége. *Erdészeti Lapok*, 11 (11): 510–513.
- Tallós P. 1966: A fénycsapdák erdővédelmi jelentősége. *Erdészeti Lapok*, 15(3): 134–136.
- Vojnits A. 1968: Az *Autographa (Plusia) gamma* Linnaeus, 1758. (Noctuidae: Lepidoptera) nemzedékszám Magyarországon. *Folia Entomologica Hungarica*, 21 (14): 189–193.

Érkezett: március 21.

Közlésre elfogadva: 2013. június 28.