

**Vízibogarak és vízpoloskák napszakos és évszakos  
vándorlásának vizsgálata különös tekintettel a szaporodási  
ciklus által befolyásolt migrációs aktivitásra**

**OTKA zárójelentés**

**Azonosítószám: 46653**

**Témavezető: Csabai Zoltán**

**Pécs, 2008**

## **A pályázat megvalósítása során elvégzett munka időbeli ütemezése**

**2004 folyamán**, a kutatás alapozásaként terepbejárásokat és alkalmi próba-mintavételeket, valamint faunisztikai alapállapot-felméréseket végeztünk kijelöltük a mintavételi helyeken. Több kérdést érintve teszteltük az alkalmazott „fóliás” módszer hatékonyságát néhány igen fontos paraméter [vítől való távolság, szín (polarizációs tulajdonságok), fóliaméret] változtatásának tükrében.

**2005 évben** a munkatervnek megfelelően a pályázatra fordított idő legnagyobb részét a terepi mintavételek tették ki. A Hagymás lapos mellett kijelölt mintavételi helyeken végeztük el a pályázat gerincét alkotó mintavételeket. Az időjárás alakulása (a későn érkező felmelegedés) miatt a mintavételeket április elején kezdtük és október utolsó hetéig folytattuk. Heti gyakorisággal, 28 mintavételi alkalommal végeztük el a repülő vízirovarok mintavételezését, 24 órás periódusokban, óránkénti bontásban csapdáztuk a polarotaxissal vizet kereső rovarokat fekete vízmodellek (3 db., 9x3 méter területű mezőgazdasági fólia) alkalmazásával. Kontroll felületekként ezüstsínű csillogó és matt fóliákat és vásznakat alkalmaztunk, ezeken rovarokat nem fogtunk. A gyűjtéssel párhuzamosan mértük a hatóképesnek tekinthető környezeti (elsősorban meteorológiai) paramétereket (hőmérséklet, szélesebbség, páratartalom, fényintenzitás, légnyomás, stb.). A mintavételek során 2016 minta keletkezett.

**2006 évben** a munkaterv szerint hozzákezdünk a különböző vizek mellett elvégzendő gyűjtésekhez. Ezek azonban nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. Egyes esetekben az elégtelen fogási eredmények miatt nem volt értékelhető megfelelő alaposággal a kapott anyag, más esetekben pedig az előző évi részletes kísérleteinkhez hasonló eredményeket kaptunk. A fentiek miatt, az előzetes eredmények nem indokolták a résztéma további alapos vizsgálatát, ennek megfelelően a nyári időszaktól kezdve nem fordítottunk több energiát a különböző vizek vizsgálatára, erőnket az eddig begyűjtött anyag és a többi résztéma alaposabb kimunkálására fordítottuk. A befektetett időnk és energiánk legnagyobb részét a 2005 évben begyűjtött óriási mennyiségű anyag (2016 minta, mintegy 35000 egyed) preparálása, határozása és ivarszervének vizsgálata tette ki. A munka a 2007-es évre is áthúzódott.

**2007 évben** az eddig begyűjtött anyag feldolgozásának befejezése, az eddigi adatok rendszerezése, rögzítése és elemzése volt az elsődleges feladatunk. Emellett egy új kutatási kérdés felmerülése indokolt egy háromhetes (június 15. – július 7.) finnországi mintavételezést (okát részletesebben lásd az eredményeknél), amit teljes egészében más pályázati forrásból oldottunk meg, az OTKA forrásait csak az anyag feldolgozásánál vettük igénybe.

A pályázat mintavételei során keletkezett adatokat az általunk kidolgozott és tesztelt „diszperziós adatbázisba” töltöttük(jük) fel. A diszperziós adatbázisba a határozással párhuzamosan folyamatosan kerültek be az új adatok. Az adatbázis nagyban megkönnyíti a későbbi rendszerezésüket, szűrésüket és adott feltételek szerinti feldolgozásukat. Jelenleg az adatok 90%-a került bevitelre, a 2007 évi kísérletek adatainak bevitele is hamarosan megtörténik. A későbbiekben megvizsgáljuk az adatbázis internetes publikálásának lehetőségeit.

## EREDMÉNYEK

Az előzetes vizsgálatok (2000 évi vizsgálatok és elővizsgálatok) adatait, valamint a 2005-ös részletes, teljes vegetációs periódusra kiterjedő heti gyakoriságú mintavétel sorozat és a kiegészítő, speciális problémákat vizsgáló kísérletes mintavételek eredményeit is figyelembe véve kb. 46000 egyedden alapuló adatsorral rendelkezünk, amely mintegy 140 taxon esetében nyújt információkat az egyes fajok diszperziós sajátosságairól. Ezek közül kb. 40 fajról rendelkezünk olyan tömegű adattal, ami lehetővé teszi a repülésük jellemzőinek mélyebb értékelését.

### Az elővizsgálatok eredményei

A faunisztikai vizsgálatok alapján a Hagymás-lapos mocsár területét ítéltük legalkalmasabbnak a további mintavételek elvégzésére, e terület kiválasztását indokolta továbbá az is, hogy 2000-ben is itt végeztünk előzetes mintavételeket a diszperziós sajátosságok felderítésére, ami megfelelő összehasonlítási alapot adott.

A mintavételi módszerünk tesztelése során az alábbi következtetésekre jutottunk. A vízirovarok csapdázására alkalmazott fóliák mérete igen nagyban befolyásolja a fogási eredményeket. A 2×2 és 3×5 méter alapterületű fóliák igen kis mennyiségű egyedet fogtak, valószínűleg túl kicsi méretű víztereket modelleztek. Érdekes módon azonban nem a legnagyobb területű fólia (15×5 méter) fogási sikere volt a legnagyobb, mind egyedszámban, mind fajkészletben magasan felülmúlta ezt az általunk későbbiekben alkalmazott 9×3 méteres alapterületű vízmodell. A fóliák színével (polarotaktikus jellemzőivel) kapcsolatban egyértelműen kijelenthetjük, hogy a piros és fekete fóliák fogási eredménye között nincs különbség, a rovarok számára mindkét szín (helyesebben polarizációs tulajdonság) azonos módon vonzó. Ugyanakkor a világos (sárga és fehér) fóliák nem alkalmasak a rovarok megtévesztésére. A víztől való távolság tekintetében az általunk alkalmazott léptékben (5-10-20-40-80-160 méter) ugyan adódtak – főképpen fajkészletbeli – különbségek, de ezek nem voltak jelentősek.

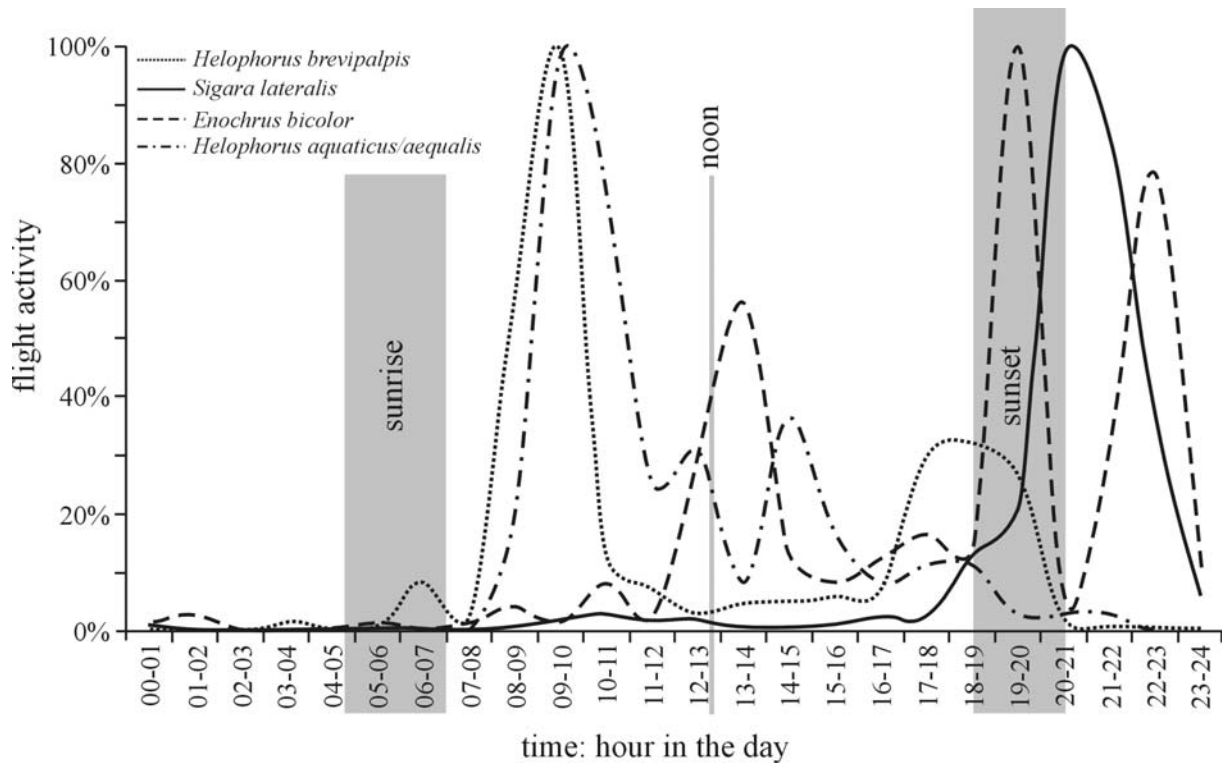
### Vízirovarok napszakos és évszakos diszperziós aktivitásának alakulása

Első és legfontosabb feladatunknak tekintettük a vízibogarak és vízipoloskák egyes fajai esetében a szezonális (évszakos) és a napszakos diszperziós mintázatok felderítését. A 2000-es elővizsgálatok és 2005-ös mintavételezési periódus adatait felhasználva az alábbi eredményeket kaptuk.

A vízirovarok napi diszperziós ritmusának négy különböző típusát figyeltük meg (1. ábra):

- (1) A vándorlási aktivitásnak egy szembeszökő maximuma van a reggeli órákban, majd folyamatosan csökken a kora este észlelhető minimum értékre. Ez a mintázat jellemző például a közeli rokon *Helophorus aquaticus/aequalis* és *H. liguricus* fajokra.
- (2) A napi repülési aktivitásnak két csúcsa van, egy nagyobb a reggeli órákban, illetve egy kisebb csúcs napnyugtakor. Ilyen mintázattal rendelkezik például a *Helochares obscurus*, *Rhantus suturalis* és a *Helophorus brevipalpis*.
- (3) A repülési aktivitásnak egy kisebb, rövid ideig tartó csúcsideje van délben és a délután elején, valamint egy nagyobb, elnyúló, esetenként kisebb önálló csúcsokra oszló maximuma este. Ilyen mintázat jellemző például az *Enochrus bicolor*, *Helophorus montenegrinus* és *H. granularis* fajokra.

- (4) A napi repülési aktivitásnak csak egyetlen csúcsidezőszaka van a kora esti órákban, jellemzően 18 és 22 óra között. Tipikusan így viselkednek a *Berosus frontifoveatus*, *Cymbiodyta marginella*, *Enochrus quadripunctatus*, *E. affinis*, *Hesperocorixa linnaei*, *Hydroglyphus geminus*, *Peltodytes caesus* és *Sigara lateralis* fajok egyedei.



1. ábra. A vízirovarok eltérő napi diszperziós aktivitási típusai konkrét fajok példáján bemutatva.

Az évszakos diszperziós mintázat tekintetében két egymástól eltérő típust regisztráltunk:

- (1) A repülő rovarok egyedszámában egy rövidebb tavaszi és egy hosszabb nyári maximum figyelhető meg. A tavaszi maximum minden ebbe a típusba sorolható, általunk vizsgált taxon esetében meghaladta a nyári repülés egyedszámait. E típusba sorolható az *Enochrus bicolor*, *Hydroglyphus geminus* és a *Hygrotus inaequalis*.
- (2) A vándorlásnak csak egy elnyúló nyári maximuma van. Ebbe a típusba sorolható a többi taxon: *Enochrus affinis*, *Enochrus quadripunctatus*, *Cymbiodyta marginella*, *Berosus frontifoveatus*, *Helophorus* spp., *Sigara lateralis*, *Hesperocorixa linnaei*, stb.

Érdekes eredményeket adott a 2000-es, 4 hónapon keresztül végzett elővizsgálatok és a 2005-ös teljes vegetációs periódusra kiterjedő mintavételek összehasonlítása. Az eltérő időjárási viszonyok (a később érkező tavasz) miatt bár a mintázat a két év között a legtöbb fajnál megegyezik, az évszakos repülési aktivitásban egy hónapos csúszás figyelhető meg. Ezt a *Sigara lateralis* poloskafaj összesített (évszakos és napszakos eredményeit is ábrázoló diagrammon mutatjuk be (2. ábra). Ez a diagramtípus az összes nagyobb egyedszámú migráló faj esetében elkészült, elemzésüket a jelenleg kidolgozás alatt álló cikkekben fogjuk közreadni.

2000	14. hét	15. hét	16. hét	17. hét	18. hét	19. hét	20. hét	21. hét	22. hét	23. hét	24. hét	25. hét	26. hét	27. hét
00-01								◊						
01-02														
02-03								◊						
03-04														
04-05								◊						
05-06								◊		◊		◊		
06-07										◊		•		
07-08														
08-09					◊				◊					
09-10								•					◊	◊
10-11				◊				•						◊
11-12				◊	◊			◊						◊
12-13	◊						◊	◊					◊	◊
13-14				◊			◊	◊						
14-15							◊	◊						
15-16							◊	◊						
16-17							•							
17-18				•			◊		◊					◊
18-19	◊		•	•		•	◊	◊						
19-20	◊		•	◊			◊	•	•		◊	•	◊	
20-21							•	•	•	•	•	•	•	
21-22							◊	•	•	•	•	•	•	
22-23								•	•	•	•	•	•	
23-00								•		•		•		

Jelmagyarázat:

- ◊ : 5 egyednél kevesebb
- : 5-9 egyed
- : 10-19 egyed
- : 20-39 egyed
- : 40-79 egyed
- : 80-159 egyed
- : 160-319 egyed
- : 320 egyednél több

aprilis | május | június | július | augusztus | szeptember | október

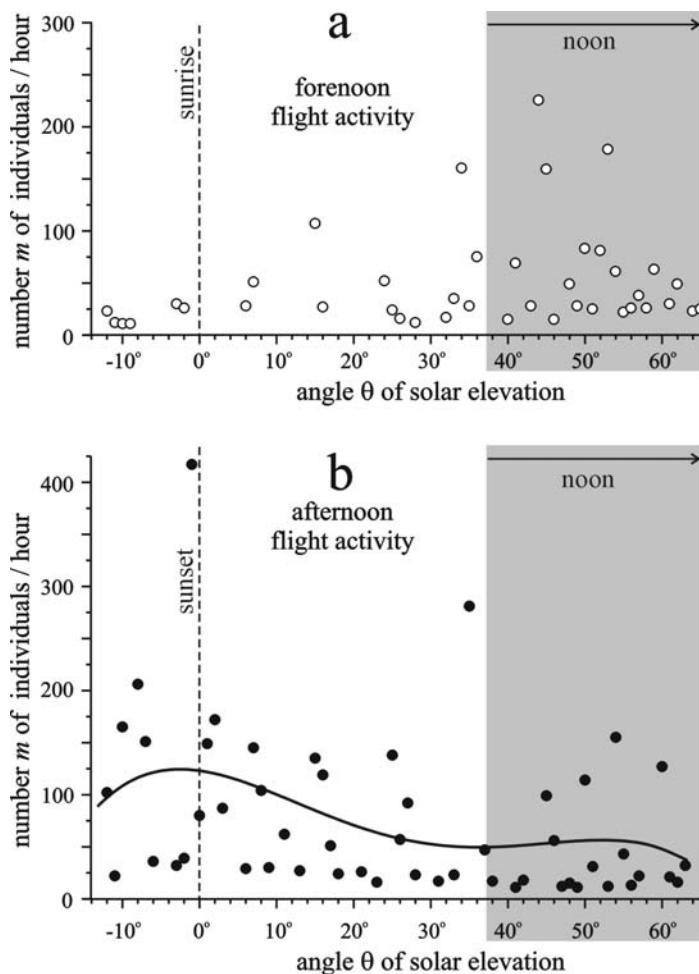
2005	14. hét	15. hét	16. hét	17. hét	18. hét	19. hét	20. hét	21. hét	22. hét	23. hét	24. hét	25. hét	26. hét	27. hét	28. hét	29. hét	30. hét	31. hét	32. hét	33. hét	34. hét	35. hét	36. hét	37. hét	38. hét	39. hét	40. hét	41. hét	42. hét	43. hét
00-01								◊			•																			
01-02								◊			•																			
02-03											•																			
03-04											•																			
04-05											•		•																	
05-06											•		•																	
06-07											•	◊	•		◊	◊	◊			◊				◊						
07-08											•		◊		◊	◊	◊													
08-09											•	•																		
09-10											•	•					◊													
10-11											•	◊				◊						◊								
11-12											•		◊		•							◊								
12-13				◊						◊	◊	◊	•								◊	◊	◊			◊				
13-14										◊	◊	•	•			◊										◊				
14-15										◊	◊	◊	◊													◊				
15-16										◊	◊	◊	◊								◊					◊				
16-17									◊		◊															•				
17-18											◊		◊		◊		◊							◊		◊				
18-19								◊	◊		◊	◊	•		•	•			◊	◊			◊		◊					
19-20								•	•		•	•	•	◊	•	•			◊	◊		◊	◊	◊	◊	◊				
20-21								•	•	•	•	•	•	◊	•	•	•		•	◊		◊	◊	◊	◊	◊				
21-22								◊	•	•	•	•	•	•	•	•	•	◊	•	•		◊	◊	◊	◊	◊				
22-23								◊	•	•	•	•	•	•	•	•	•		◊	◊		◊	◊	◊	◊	◊				
23-00										•	◊				•		•													

2. ábra. A *Sigara lateralis* egyedszámainak alakulása az egyes mintavételi időszakokban

### A környezeti tényezők hatása a diszperziós aktivitás alakulására

A mintavételekkel párhuzamosan minden esetben mértük a hatóképesnek tekinthető környezeti tényezők alakulását. A meteorológiai paraméterek elemzése során kimutattuk, hogy egy kritikus szélesség érték felett (3,3 m/sec) a vándorlás teljesen megszűnik, míg egy határérték alatt (kb. 2,2 m/sec) a vándorlásra a szelerősségnek nincs igazolható hatása, ugyanakkor a két határérték közötti tartományban azonban a vándorlás intenzitása szignifikánsan, negatívan korrelál a szélességgel. További elemzéseink eredményei arra utalnak, hogy a többi meteorológiai paraméter esetében is hasonló hatások érvényesülnek, vagyis csak egy bizonyos határérték feletti és/vagy alatti értékek esetén nyilvánul meg a vándorlást csökkentő és/vagy erősítő hatásuk. Ez esetben tehát pusztán az szükséges egy repülő rovar számára, hogy az adott meteorológiai paraméter egy optimális (repülést lehetővé tévő) intervallumba eső értéket vegyen fel. Ezen belül nincs hatása a repülési aktivitásra.

Ugyanakkor a nap beesési szögének változásával kapcsolatban elemzéseinkkel igazoltuk, hogy e környezeti faktor az, amely a meteorológiai paraméterek által nem befolyásolt, optimális vándorlási körülmények között egyértelműen meghatározza a vándorlás intenzitásának alakulását. A polarotaxissal új vízteret kereső rovarok számára ez határozza meg a víztér detektálhatóságának mértékét, ezáltal a rovarok szárnyra kelésének időpontját. Már az eddigi eredményeink alapján is látható volt (lásd napszakos típusok), hogy a vízirovarok diszperziós aktivitásában három napszakos csúcsot tudunk megkülönböztetni. Ezek azonban jól egyeztethetően egybeesnek a nap állásszögének és ezáltal a víz detektálhatóságának változásában megfigyelhető csúcsokkal (3. ábra). Este és délben tapasztalható a legnagyobb tömegű diszperzió, amikor a vízszintes polarizáló felszínnek a rovarok számára leginkább víznek detektálhatók.



3. ábra. A repülő egyedek számának alakulása a nap állásszögének (a vízszintes polarizáló felszín detektálhatóságának) változása tükrében

Ez az egybeesés felvette a kérdést, hogy milyen hatása lehet annak, ha a nap állásszöge nem változik ilyen mértékben, „hiányzik” a napfelkelte és naplemente időszak. Ez esetben lehet-e megkülönböztetni diszperziós mintázatokat, és ha igen, melyeket? E – nagy valószínűséggel nemzetközi érdeklődésre is számot tartó – kérdéskör vizsgálatára a Finnországi Ouluban, a sarkkör közelében nyílt lehetőségünk. 2007. június – július hónapokban – külső forrásokat felhasználva – fekete fóliákkal végeztünk mintavételeket az „örök nappalban”. Sajnos az időjárási körülmények (álladó eső és szél) miatt pusztán néhány mintavételre alkalmas nap nyílt lehetőségük adatokat gyűjteni, ugyanakkor már e mintavételek eredményei alapján is látható, hogy az alkonyati és napfelkelte időszakának kiesésével a meteorológiai paraméterek sokkal nagyobb szerephez jutnak a diszperzió intenzitásának alakításában. A teljes mintavételi periódus folyamán egyenletes ütemben érkeztek a rovarok a fóliára, csak a szél megerősödése illetve a hőmérséklet csökkenése okozott kisebb fluktuációkat. Reményeink szerint idén nyáron folytatódnak a mintavételek, amelyek során minden bizonnyal már elegendő adat fog rendelkezésükre állni az eredmények megfelelő szintű publikálásához.

### **A holdfázisok hatása a diszperziós aktivitás alakulására**

Régóta köztudott, hogy a fénycsapdák hatékonyságát jelentősen alakítják a holdfázisok változásai. Az adataink további elemzésével hozzákezdünk a holdfázisok változásának a vízirovarok repülésére kifejtett hatásának elemzéséhez. A 2005-ös mintavételi időszak fogási adatait összevetettük a holdfázisok változásával. Sajnos nem minden időszak adatait tudjuk felhasználni az elemzésekhez, mivel a köztes fázisok idején történő mintavételek és a kis egyedszámú tavaszi, őszi időszakok nem használhatóak fel nagy biztonsággal. Ennek ellenére számos adat bekerült az elemzésbe, az ezzel kapcsolatos eredményeket ezév végén egy nemzetközi folyóirathoz benyújtandó kéziratban összegezzük.

### **A szaporodási ciklus hatása a diszperziós aktivitás alakulására – a nemek aránya**

Természetesen a vándorlás egy soktényezős folyamat, amelyben a környezeti paraméterek vizsgálat mellett nem hagyhatjuk figyelmen kívül az egyes fajok egyedi szaporodási-kolonizációs stratégiáját, amely jelentősen megnövelheti a fajok sikerességét. Ennek érdekében a nagy egyedszámban előkerülő taxonok esetében ivarszerv vizsgálatot végeztünk. Megállapítottuk a hímek és nőstények arányát, valamint a két ivar repülési aktivitásában kerestünk különbségeket. Eredményeink alapján elmondható, hogy szinte minden faj esetében a nőstények szignifikánsan nagyobb egyedszámban repültek, ugyanakkor a repülési időszakokban sem napszakos, sem szezonális tekintetben különbség nem fedezhető fel. A nőstények esetében – az aktuális szaporodási állapot szerepének tisztázása érdekében – az ivarszerv vizsgálata során 5 kategóriát állítottunk fel: pl. a poloskák esetében (1) fejletlen petefészek; (2) fejlett petefészek, de nincsenek megdagadt ovarioles-ek; (3) vannak megdagadt ovarioles-ek, de nincsenek tojások; (4) a megdagadt ovarioles-ek mellett vannak tojások; (5) a potroh tele van tojással.

Az egyes fejlettségi kategóriák részesedése a repülő nőstények között fajonként változó, ugyanakkor azonban a 4. és 5. kategória rendre 60% feletti részesedést mutat. Bár az elemzések és értékelések még nem értek véget, ez mindenképpen arra utal, hogy a szaporodás és a migrációs hajlam összefüggésben áll egymással, tulajdonképpen a repülő egyedek jelentős része valószínűleg peterakó helyet keres.

## A pályázat megvalósítása során végzett publikációs tevékenység

A pályázat ideje alatt számos hazai és egy nemzetközi konferencián mutattuk be eredményeinket, eddig 6 előadást/poszter előadást tartottunk. 6 hazai és 3 nemzetközi folyóiratban jelentek meg cikkeink a kutatás eredményeiről (lásd 1. táblázat), ezek közül is kiemelkedő, szakterületi vezető folyóirat a *Freshwater Biology*, a *Proceeding of the Royal Society B*. és a *Vision Research*. Eddig megjelent publikációk összesített impakt faktora 8,4.

**1. táblázat.** Megjelent, közlésre elfogadott és előkészületben lévő publikációk száma a kutatás egyes éveiben.

Közlemény típusa	2004	2005	2006	2007	Előkészületben
Absztrakt	2	1	1	2	1
Hazai konferencia előadás/poszter	2	1	1	1	1
Nemzetközi konferencia előadás/poszter				1	
Hazai cikk		4	2		1 (in print)
Nemzetközi cikk			3		4 (1 in print)

### Megjelenés illetve előkészület alatt álló kéziratok a várható megjelenés sorrendjében

KECSŐ, K. – BODA, P. 2008: Van-e különbség a poloska nemek diszperziós aktivitása között? – *Acta biologica debrecina supplementum oecologica hungarica* (megjelenés alatt)

BODA, P. – CSABAI, Z. 2008: Diel and seasonal dispersal activity patterns of aquatic Coleoptera and Heteroptera. — *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie* (megjelenés alatt).

BODA, P. – CSABAI, Z. 2008: Diel and seasonal dispersal activity of *Sigara lateralis* in Hungary. (előkészületben, benyújtás várható időpontja: 2008. május)

CSABAI, Z. – BODA P. 2008: Diel and seasonal dispersal activity of aquatic coleoptera and heteroptera species I. Dispersal patterns and environmental factors. (munkacím, előkészületben, benyújtás várható időpontja: 2008. augusztus)

CSABAI, Z. – BODA P. 2008: Diel and seasonal dispersal activity of aquatic coleoptera and heteroptera species II. Effects of breeding periods. (munkacím, előkészületben, benyújtás várható időpontja: 2008. augusztus)

E kéziratok mellett a későbbiekben a kutatás egyéb részelemeinek (pl. a holdfázisok hatása) közlése további cikkeken várható.