

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

A partifecske (*Riparia riparia*) diszperziós viselkedése

Sand martin (*Riparia riparia*) dispersal behaviour

Szabó Dániel Zoltán

Témavezetők: Dr. Szép Tibor és Dr. Varga Zoltán



DEBRECENI EGYETEM
Juhász Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2011

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

A partifecske (*Riparia riparia*) diszperziós viselkedése

Sand martin (*Riparia riparia*) dispersal behaviour

Szabó Dániel Zoltán

Témavezetők: Dr. Szép Tibor és Dr. Varga Zoltán



DEBRECENI EGYETEM
Juhász Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2011

1. Bevezetés és célkitűzések

Menni vagy maradni? Érdemes-e visszatérni? Mindenütt jó, de a legjobb otthon. Úton lenni boldogság... – és még sorolhatnám a gyakran használt szófordulatokat, közhelyeket, közmondásokat és idézeteket. Ezek mind arra utalnak, hogy a költözés vagy itthonmaradás nem csupán az állatok, hanem az emberek életében is fontos döntést jelent. Ugyanúgy kockázatos lehet otthon ülni mint nyakunkba venni a világot és ismeretlen helyre költözni. A világ másként festene kalandvágyó és nyughatatlan felfedezők, azaz a diszperzió jelensége nélkül. Az élőlények esetében az új vagy távoli élőhelyek elfoglalása meghatározó szerepet játszik a populációk szétterjedésében, dinamikájában és az evolúcióban. Jelentősége miatt régóta vizsgált téma, aminek az időközben megjelenő újabb kutatási módszerek és a felhasználható egyre sokrétűbb adatsorok folyamatosan újabb lendületet adnak (Bullock et al. 2002; Clobert et al. 2001). Napjainkban olyan kutatási témává vált, ami több részterület (ökológia, evolúcióbiológia, természetvédelem, állatföldrajz) eredményeit egyesíti (Nathan 2001).

A madarak diszperzióját és vonulását vizsgáló kutatók eszközeinek tárháza jelentősen bővült az utóbbi években. A „klasszikusnak” számító módszerek (gyűrűzés, radar, közvetlen megfigyelés, kalitkás kísérletek) mellett ma már műholdas rádióadókat, mikroelem- és izotóp-vizsgálatokat, fogás-visszafogás elemzéseket is bevetnek a hosszútávú vonuló madarak kutatásában (Ricklefs 2002). A felvetett kérdések is változtak valamennyire, hiszen nagyságrendekkel nőtt az ilyen jellegű eredmények jelentősége a természetvédelemben és az ezzel kapcsolatos döntéshozásban.

A 2000 nyarán elkezdett partifecske diszperziós vizsgálat lehetőséget adott arra, hogy a hagyományos költési és születési diszperzió leírása mellett másfajta szemszögből is megvizsgáljuk a költőtelepekre visszatérő madarak érkezési és fészkelési mintázatait. Az itt költő állomány fogás-visszafogás

adatai, az afrikai műholdképes elemzések összevetése (Szép and Møller 2002) a telelőhelyeken növesztett tollak nyomelem-vizsgálata és ezen összefüggések helyszíni elemzése például újabb hatékony eszköz lehet az európai-afrikai vonulási rendszer vizsgálatában és megértésében.

Vizsgálatom során a következő kérdésekre kerestem választ:

- Milyen a partifecskek általános diszperziós mintázata a Felső-Tisza és a környező homokbányák fészkelőtelepei között?

- Milyen tényezők befolyásolják a telepek közötti diszperziót (kor, nem, telepek nagysága, élősködők)?

- Eltér-e a véletlenszerűtől az ugyanarra a telepre való visszatérés mintázata? Van-e ennek kapcsolata a korrallal vagy nemekkel?

- Hogyan befolyásolhatja a vonulási kapcsoltság az egyedek túlélését és a diszperzió mintázatát?

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgált faj

A partifecske (*Riparia riparia*) a legkisebb európai fecskefaj, testhossza 12 cm, súlya 11-19,5 gramm (Turner 2004). Jellegetes élőhelyei az alföldek nyílt vidéke, vizek közelében, ahol telepeit a folyók, tavak oldalába vájja. Fészkelhet emberi települések közelében, akár azokon belül is.

Fészkelőhelyei efemer jellegűek, a telepek számára alkalmas függőleges falak kialakulása az eróziótól függ, ami új helyeket hoz létre illetve eltünteti a régi telepek üregeit. Amennyiben lehetőség van rá, kerülnek a régi,

fészkeparazitákkal fertőzött üregeket tartalmazó falakat és a frissen létrejött falakba vájnak üregeket (Szép and Møller 2000). A magyarországi populáció nagysága 40000 – 165000 párra becsülhető (Burfield and van Bommel 2004).

Telepesen fészkel, a telepek nagysága változó, Magyarországon átlagosan 198 üreggel (minimum 1, maximum 3179, Szép et al. 2003). Az

üregeket egymáshoz közel készítik, néha egymással is érintkezhetnek. Az üregásást a hímek kezdik és párbaállás után a tojóval közösen folytatják (Kuhnen 1985). Az üregek hossza a talaj összetételének függvényében változhat. Az egy telepen található üregek mintegy 60%-a foglalt (Kuhnen 1978; Szép 1990). Szociálisan monogám, de gyakoriak a páron kívüli párzások. Egy nagy, több 3000 fészkelőpárt tartalmazó, Szabolcs falu közelében levő tiszai telepen végzett DNS-ujjlenyomat elemzésünk alapján 47 fészkelő 38%-ban találtunk páron kívüli párzásból származó fiókákat, ami a 190 fióka 19%-át jelentette. A páron kívüli párzásból származó egyedek száma nagyobb volt sűrűbb teleprészleteken, viszont nem találtunk eltéréseket a különböző korú egyedek között (Augustin et al. 2007).

Hosszútávú vonuló. A vonulás megkezdése előtt több ezres nagyságrendű éjszakázóhelyeken gyülekeznek. A felnőtt madarak gyorsabban elhagyják a gyülekezőhelyeket, a fiatalok előtte több helyet is meglátogatnak mielőtt elindulnának (Mead 1979). A Kárpát-medencében fészkelő partifecskek pontos afrikai telelőhelyei nem ismertek. Az eddig ismert gyűrűzési megkerülések helyzetei és a fészkelő madarak túlélési rátái és az afrikai telelőhelyek állapota közti összefüggések elemzése alapján a magyarországi partifecskek Szahel-övezet Malitól Etiópiáig terjedő területein, valamint Közép-, és Kelet-Afrikában telelhetnek (Szép and Møller 2005). Több éves angliai adatsor elemzése során az derült ki, hogy nem csupán a telelő- hanem a költőterületek csapadékvizonyai is befolyásolhatják a partifecskek túlélését. Míg a telelőterületen hullott csapadék pozitívan, addig az előző évben a költőterületen hullott eső negatívan hatott a madarak túlélésére (Cowley and Siriwardena 2005).

A tiszai, általunk vizsgált populáció esetében több elemzési módszer (eltérő túlélési ráták, régiók közti migráció, elemek kémiai profilja a faroktollakban, tavaszi érkezés, szárnyhossz, stb.) összevetése alapján

feltételezhető olyan eltérő vonulási utak és telelőhelyek jelenléte, amely alapján a felső-tiszai költőpopuláció három különböző csoportra osztható (Szép 2007).

2.2. A vizsgált terület

A disszertációban felhasznált adatokat a Tisza folyó felső-magyarországi szakaszán, a Tokaj és Tiszatelek helységek között lévő partifecske telepeken gyűjtöttük. Emellett rendszeresen látogattuk a folyó körzetében levő homokbányákat, ahol a partifecskék betelepődése esetén ugyanolyan módszerekkel vizsgáltuk őket mint természetes élőhelyükön. A folyó szakadópartjaiban és a homokbányákban költő partifecskék Európa egyik legsűrűbb populációját jelentik (Szép 1991). A telepeken költő párok száma többnyire százas nagyságrendű, két-három nagyobb telep esetében meghaladhatja az ezret is.

2.3. Adatelemzési módszerek

A partifecskéket a telepek közelében fogtuk be és gyűrűztük, az üregek elé helyeztünk hálót. A befogásokat a zavarás elkerülése érdekében csak a tojások lerakása után kezdtük el és folytattuk a fiókák kirepülési időszakáig. Az üregek vizsgálatát, a benne lévő fészkek állapotát, tojások és fiókák számát egy endoszkópra szerelt videokamera segítségével végeztük, hetente kétszer, a telepek kiválasztott falrészletein beszámozott üregekben (Szép et al. 2003). A befogások során leggyakrabban 7 méter hosszúságú, fémkeretre feszített függőnyhálót használtunk, amelyet felülről lógattunk le az üregek elé, 30-50 cm távolságra, 3-5 percig. Ennek a befogási módszernek az előnye, hogy csak azok a madarak kerülnek befogásra, akik az üregekben tartózkodnak. Ezzel minimálisra csökkenthető annak az esélye, hogy más telepeken vagy a telep más falrészein költő madarakat fogjunk be. A hálót történő befogás mellett használtunk speciális befogási módszereket is, amelyekkel pontosan azonosítani lehetett az üregek tulajdonosait

(fészekcsapda, kéziháló). A fiókák kirepülési időszakában nagyobb hálófelülettel és hosszabb időre a telep elé kifeszített hálókkal is jelöltünk partifecskéket, ahol a fő cél a kirepülő fiatalok jelölése volt, minél nagyobb számban.

A hálóból való kiszedés után a madarakra a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület Gyűrűzőközpontja által kibocsátott alumínium jelölőgyűrűt helyeztünk, meghatároztuk korát és ivarát a kotlófolt jelenléte vagy hiánya alapján (Cowley 1999; Svensson 1984), 1 mm-es pontossággal lemértük szárnyhosszát (maximálisan feszített szárnyhossz, *lásd* Svensson 1984) és tömegét (30 grammos Pesola súlymérleggel), majd szabadon engedték. Az ismert fészkü és visszafogott madarak esetében a már említett mérések mellett lemértük a faroktollak, a csüd és szegycsont (0,1 mm-es pontossággal, digitális tolómérővel) hosszát és kullancsok számát.

A morfológiai adatok felhasználásánál a gyűrűzők közti mérési hibák elkerülése érdekében csak a saját mérési adataimat használtam fel. Az elemzések többségében a 2000-2003 közötti négy év gyűrűzési adatait használtuk fel, de az ismert korú egyedekkel végzett elemzéseknél figyelembe vettük az ez előtti időszakban jelölt madarak adatait is. Annak érdekében, hogy a diszperziós státusz és a morfológiai jellegek kapcsolatát elemezzük, logisztikus regressziót alkalmaztunk a mért morfológiai paraméterekre és a diszperziós státuszra (0 – helyhű, 1 – diszpergált). A hímek és tojók eltérő diszperziós mintázata miatt, külön elemeztük a két nem egyedeinek morfológiai jellege és a diszperzió közötti összefüggéseket. Annak érdekében hogy a testméreteket egyetlen változóba sűrítsük, főkomponens analízist (PCA) végeztünk a szárny, a farok és a szegycsont méreteire. Hímeknél az első főkomponens 57%-ban, tojóknál 53,7%-ban magyarázta a három méretet, így megfelelően jellemezte a együtt a három testméretet. A diszperziós státusz és az első főkomponens kapcsolatát egyutas ANOVA-val vizsgáltuk. Ezeket az

elemzéseket csak a költési diszperzióban résztvevő (azaz a fogás és visszafogás pillanatában is költő, kifejtett) madarakra végeztük el.

A gyűrűzés és megkerülés helye közti távolságot légvonalban, km-ben megadva számoltuk ki. Az elemzésből kizártuk a 100 km-nél távolabb megkerült egyedeket.

A külső élősködők hatását a diszperzióra a 2000- és 2001-es évek fogás-visszafogásain vizsgáltuk. Ekkor két olyan telepen (gávavencsellői és tímári homokbánya) jelöltünk adult és fiatal madarakat, ahol az előző évekből visszamaradt régi üregek megléte miatt nagyon magas volt az üregek átlagos fertőzöttségi szintje. A két telepre 2001-ben nem telepedtek vissza madarak, így diszperziós távolságaikat összehasonlítottuk a nem-fertőzött telepekről származó visszafogott madarakéval (természetesen kizárva a helyhű madarakat, amelyek elmozdulási távolsága 0 volt).

A telepen belüli diszperziót egy Rakamaz település mellett a Tiszán kialakult nagy partifecske telepen (48°08'N, 21°25'E) vizsgáltuk, ahol 2000-ben 1457, 2001-ben pedig 2171 üreget ástak a madarak. A madarak gyűrűzése nem tért el a többi telepen alkalmazott gyűrűzési módszerektől. Az adatok elemzésénél itt sem vettük figyelembe a „klasszikus” hálózással történt jelöléseket és a morfológiai összehasonlításoknál csak a saját mérési adataimat használtam fel. 2000-ben a telepen 6 darab 7 méteres szakaszt különítettünk el, ahol összesen 93 alkalommal gyűrűztünk. 2001-ben a fal omlása miatt jóval hosszabb lett a költésre alkalmas felület, így a 20 szakaszon 107 alkalommal jelöltünk madarakat. A gyűrűzési erőfeszítés egyforma volt a telep minden szakaszán, kivéve 2000-ben a telep 1-es szakaszát, ahol egy párhuzamosan zajló vizsgálat miatt 27 alkalommal hálóztunk (a többi szakaszon 9-14 alkalommal).

A csoportosulás (aggregáció) méréséhez minden 2000-ben, egy szakaszon belül jelölt madár esetében esetében kiszámoltuk a 2001-ben a telepen levő helyüktől az összes lehetséges távolságát (szakaszban mérve) a

velük egy helyen jelölt madarakhoz. A csoportosulás méréséhez a Mantel-tesztet használtuk, amivel a 2000-es és 2001-es telepeken fogott madarak távolsági mátrixait hasonlítottuk össze. Az így számolt korrelációkat aztán összehasonlítottuk egy 10000 alkalommal futtatott mátrixok véletlenszerű korrelációival. A Mantel-tesztet és a randomizációs futtatásokat a zt szoftverrel végeztük (Bonnet and de Peer 2002). Annak érdekében, hogy a különböző szakaszok közti különbségeket is észlelhessük, mindegyik szakasz minden egyes egyedére kiszámoltuk a távolság-párokat (ismét szakaszokban kifejezve). Ezeket a távolságokat véletlenszerűen újraszámoltuk 1000 alkalommal. A véletlenszerű és megfigyelt távolságok összehasonlításánál nem a megszokott átlag és medián-értékeket, hanem ezek összegét hasonlítottuk össze.

A vonulási kapcsoltság, diszperzió és túlélés összefüggéseit az 1994-2005 között jelölt partifecskek fogás-visszafogás adatsorán végeztük. Ebben az időszakban összesen 15856 fiatal és 41298 adult (198818 hím és 21480 tojó) kapott jelölőgyűrűt. Közülük 1967 fiatal és 6159 adult madarat fogtunk be újra. A befogási helyek alapján három régiót különítettünk el, mindegyik központjában egy-egy nagy költőteleppel és a nagyjából 10 km-es körzetükben levő kisebb telepekkel (Szabolcs, Tiszabercel, Tiszatelek). Feltételezésünk szerint ezek a régiók elkülönült egységeket alkotnak, amelyeknek hasonlóan elkülönült vonulási útvonalaik és afrikai telelőhelyeik vannak.

A túlélés (F), átmenetek (Ψ) és visszafogás (p) modellezésekor a több rétegű fogás-visszafogás megközelítést (*multi-state capture-recapture*) használtuk (Brownie et al. 1993), az M-SURGE 1.8.1 programcsomag segítségével (Choquet et al. 2004). Az elemzés során külön kezeltük a fiatal (azaz a jelölés évében született) és az öreg (adult tollazatú, egy évesnél idősebb) egyedeket. A modellek felállításánál és a rokon-modellek összehasonlításánál több szerző által is javasolt módszereket használtunk (Burnham and Anderson 2002; Lebreton et al. 1992; Pradel et al. 2005; Pradel et al. 2003). A paramétereket külön modelleztük mindkét nem esetében. A

fiataloknál feltételeztük az egyenlő nem-arány meglétét és ennek megfelelően számoltuk az évente gyűrűzött fiatal hím/tojó arányokat. Ezt megközelítést előző vizsgálatok is alátámasztják (Szép 1999). Az adatok illeszkedését az általános többretegű fogás-visszafogás modellekhez az U-CARE 2.2.5 programcsomaggal végeztük (Choquet et al. 2005).

3. Az új tudományos eredmények összefoglalása

3.1. A diszperzió általános mintázata a vizsgált területen (életkor, nemek, telepek nagysága)

3.1.1. A négy éves (2000-2003) vizsgálati időszak alatt összesen 12521 adult madarat jelöltünk meg a telepeken és ezekből összesen 1166 egyedet fogtunk vissza a gyűrűzést követő években, azaz a jelöltek 9.31%-át. Fiatal madaraknál a visszafogási arány ennek hozzávetőlegesen fele, 4.35% - az 7604 egyedből 331 került befogásra költő madárként 2003-ig. Adult madarak esetében a gyűrűzés és megkerülés helye közti távolságok átlaga 5.69 km (SD = 7.26), míg a medián értéke 4 km volt. Összesen 36.7%-uk tért vissza költeni előző fészkelési helyére és 42.1%-uk a 10 km-es körzetében költött a diszperziót követően.

3.1.2. A nemek nem tértek el jelentősen a diszperziós távolság tekintetében, bár a tojók kissé távolabb kerültek vissza mint a hímek. A hímek diszperziós távolságának átlaga 5.31 km, mediánja 3 km, a tojók átlaga 6.13, mediánja 4 km volt.

3.1.3. Fiatalként vagy fiókaként gyűrűzött madaraknál az átlagos diszperziós távolság 8.08 km (SD=8.31), a medián pedig 6 km volt. A fiatal madarak távolabb kerültek meg mint az adultok. A fiatalok 26.7%-a tért vissza arra a telepre ahol született, további 40.8%-uk nem távolodott 10 km-nél messzebb születési helyétől. A két nem diszperziós távolságai eltértek egymástól, a tojók diszperziós távolságai nagyobbak voltak mint a hímeké. A hímek átlag-távolsága 6.32 km, mediánja 4 km, a tojók átlaga 10.50 km, mediánja 9 km volt.

3.1.4. A telepek nagyságának egyik kor- és ivar-csoport esetében sem találtuk kimutatható hatását a diszperziós távolságokra. Ugyan az adult madarakra együttesen végzett elemzés szerint a nagyobb telepek madarai kisebb távolságokat tettek meg diszperziójuk során, a két változó közti

kapcsolat nem szignifikáns. Fordított szemszögből vizsgálva, az adult partifecskék helyhűségét sem befolyásolta a költőtelep nagysága, sem a hímek, sem a tojók esetében.

3.2. Telepen belüli diszperziós mintázatok

3.2.1. A 2000-ben adult költő madárként a telepen megjelölt 1494 egyedből összesen 157 egyedet fogtunk vissza 2001-ben. Ezek igen magas helyhűséget mutattak, hiszen közülük 128 egyed (81.5%) ugyanarra a telepre tért vissza költetni, míg csupán 29 egyed (19%) került kézre más telepen. A költési időn belüli visszafogások esetében a madarak 82.5%-a ugyanazon teleprészleten került kézre ismét, 14.6% a szomszédos szakaszok valamelyikében és mindössze 2.7%-uk távolabbra mint egy telepszakasz.

3.2.2. A 2000-ben megfigyelt legközelebbi szomszédhoz való távolság alapján prediktálni lehetett a következő év betelepédési távolságát. Azok a madarak tehát akik egymás szomszédságában fészkeltek, a következő évben is jóval közelebb telepedtek meg egymáshoz mint azt a véletlenszerű eloszlás alapján várhatnánk.

3.2.3. Az idős madarak eloszlása egyenlőtlen volt a 2001-es telepszakaszok között. A kor-eloszlás szintén nem volt egyenletes 2000-ben, amikor a 2-es és 3-as telepszakasz (azaz ahol nem tapasztaltunk aggregált betelepédést a következő évben) madarai között kevesebb volt az idősebb egyed.

3.2.4. A hímek szárnyhossza eltérő volt a telepszakaszok között, a 3-as szakaszon költő egyedeknek hosszabb szárnyuk volt mint a többi telepszakasz egyedeinek. A első és az ötödik szakaszon költő tojók csüd hossza nagyobb volt mint a többi egyedé.

3.3. Túlélés és vonulási kapcsoltság

3.3.1. A fiatalok túlélésének modellszelekciója során a $\Psi_{f.to+a2+s}$, $F_{t.a2+s}$, $p_{to,t}$ modellnek volt a legkisebb AICc értéke. Eszerint a három régió közti átmeneti ráták (Ψ) eltértek, de az évek során állandóak maradtak, valamint különbség volt a két ivar és a két korosztály között (egy éves illetve egy évesnél idősebb). A túlélés hasonló volt a három régióban, de eltért az egy éves és az egy évesnél idősebb madaraknál – változott az évek során és interakció volt a korosztályok között, de hiányzott az interakció a nemek között. A visszafogási rátánál (p) a modell különbségeket feltételezett a régiók között és interakcióval változott az évek során, de nem mutatott eltérést a két ivar között.

3.3.2. A fiatal madarak átmeneti rátái jelentősen eltértek a két nem között, 60-110%-al nagyobbak voltak az egy éves tojóknál mint az egy éves hímeknél. A fiatal madarak átáramlása Tiszabercelről Szabolcs és Tiszatelek régiókba nagyobb volt mint azokból visszafele és nagyobb volt mint a Szabolcs és Tiszatelek közti átmenetek.

3.3.3. Az adult madarak túlélésének modellezése során a $\Psi_{f.to,t}$, $F_{f.t.s}$, $p_{to,t+m.s}$ modellnek volt a legkisebb AICc értéke. Ez a modell azt feltételezi, hogy az átmenet (Ψ) a három régió között különbözött és interakcióval változott az évek során, valamint nem volt eltérés a két nem között. A túlélés (F) különbözött a három régióban és évente változott; interakcióval régiók és nemek között. A visszafogási ráta (p) eltért a három régióban, interakcióval változott az évek során és eltért a frissen fogott és a már előzőleg megfogott adultok között, de a csoportok közti interakció nélkül változott az évek során.

3.3.4. Az adult madarak átmeneti rátáinak vizsgálata azt mutatta, hogy a régiók közti átmenetek szignifikánsan eltértek az évek között. Az átlagos átmozgási ráta Tiszabercelből Szabolcs irányába nagyobb volt fordított irányba. A két távoli régió (Szabolcs és Tiszatelek) közt feleakkora volt az átmozgások aránya mint a szomszédos régiók közti átmenetek. Egyetlen évben (2000) történt meg, hogy az átmeneti ráta Szabolcsból Tiszabercelbe nagyobb volt

mint fordított. Tiszatelekből Tiszabercelbe az 1997, 1998, 2000 és 2003-as évek során volt nagyobb az átmozgási ráta mint fordított irányba. Tiszatelek irányába csak Tiszabercelből volt nagyobb az átmozgási ráta 2001, 2002 és 2004 folyamán.

3.4. Morfológia

3.4.1. Az adult hímeknél a három testméret (szárny-, szegycsont és csüd hossza) együttesen nem különbözött a helyhű és a diszpergált egyedek között).

3.4.2. Tojójónál az első főkomponens kisebb értékű volt helyhű madaraknál mint a következő évben máshol költőknél. Megvizsgálva külön-külön a testméreteket, ez a különbség a farokhossz esetében volt szignifikánsan eltérő.

3.5. Élősködők

3.5.1. A 2000-ben gyűrűzött, parazitált fészkelőtelepekről származó adult partifecskek diszperziós távolságai nem tértek el jelentősen a következő évben visszafogott, más telepekről származó egyedek diszperziós távolságaitól.

3.5.2. A születési diszperzió, azaz a fiatalként gyűrűzött madarak 2001-es visszafogási távolságaiban sem találtunk jelentős eltérést. A parazitált telepek fiataljai átlagosan 10.33 km (± 2.46 , $n = 35$) távolságra szóródtak szét, míg a nem-parazitált telepekről származó fiatalok 10.96 km (± 1.16 , $n = 53$) távolságra.

4. Summary

4.1. Introduction

Stay or go? It is worth coming back? Home sweet home and there are many other sayings and statements about the important decision that comes once or several times in the life of animals and people. Staying at home can be as dangerous than taking the way to the unknown places. The world would look certainly different without restless explorers, in other words, without dispersal. In the case of living organisms the exploration of new or distant habitats is a key phenomena in population growth, population dynamics and evolution. The dispersal was an important research topic in the past and the raise of new research methods and the availability of large datasets had a beneficial effect on the dispersal research in our time (Bullock et al. 2002; Clobert et al. 2001). Today the study of dispersal is unifying results from other areas like ecology, evolutionary biology, conservation biology and biogeography (Nathan 2001).

There are many new research tools available to study bird dispersal. Along the traditional methods (ringing, radar and direct observations, cage experiments) we can follow individuals migrating to long distances by satellite transmitters, micro-element and stable-isotopes or by capture-recapture analysis (Ricklefs 2002). The results are not only for theoretical use, they are readily used by daily conservation measures and in related decision-making.

On the course of the study of sand martin dispersal that we started in 2000 we had the opportunity to analyse the natal and breeding dispersal and settlement decisions of individuals from a different perspective. The complex dataset of capture-recapture histories, together with the African remote sensing data and the micro element profile of feathers combined with local fieldwork can provide new insight in the understanding of the European-African bird migration system.

In my research I tried to answer the following questions:

- What is the general pattern of dispersal in the Upper Tisza region and surrounding sand martin colonies?
- Which factors are influencing the dispersal between sand martin colonies (age, sex, colony size, ectoparasites)?
- Is the within colony dispersal happening non-randomly? Is there any relation with the age and sex of the individuals?
- How is migratory connectivity influencing the survival and dispersal of individuals between regions?

4.2. Methods

Study species

The typical habitats of sand martins (*Riparia riparia*) are lowlands, in the vicinity of standing or running waters where they can find vertical banks to dig the breeding burrows. The nesting substrates are always changing and renewing, depending on erosion. If there is a possibility, they dig new holes in freshly formed walls every year, to escape from the parasites overwintering in the old burrows (Szép and Møller 2000). The size of Hungarian population is estimated to 40000 – 165000 breeding pairs (Burfield and van Bommel 2004).

It is a colonial breeder. The average size of the colonies in Hungary is 198 nests (ranging between 1 and 3179) (Szép et al. 2003). The nest burrows are close to each other. The digging is started by the males then finishing with the female, after pair-formation (Kuhnen 1978; Szép 1990). It is socially monogamous, but extra-pair copulations are frequent. In our study of a large colony of more than 3000 breeding pairs we found in 38% of 47 broods an offspring from extra-pair mating, meaning 19% of the 190 chicks analysed. The frequency of extra-pair matings was higher in denser breeding patches. We

found no age-differences in the frequencies of extra-pair matings (Augustin et al. 2007).

A long-distance migrant. Before the start of migration they gather in large flocks in roosting sites. The adult birds are leaving faster the breeding grounds than juveniles who are visiting several other places before leaving (Mead 1979). The wintering areas of sand martins breeding in the Carpathian Basin is poorly known. Based on the ring recoveries and the analysis of survival rates and conditions in African winter quarters the Hungarian sand martins are supposed to spend the winter in the Sahel-region between Mali and Ethiopia, Central and Eastern Africa (Széþ and Møller 2005).

Study sites

The data used in my dissertation was collected from the colonies formed in the banks of Tisza River, between Tokaj and Tiszatelek. Beside this, we regularly visited the sand quarries along the river and studied the colonies formed here in the same way as in their natural habitats. The population breeding here is one of the largest and densest population in Europe (Széþ 1991). The size of the colonies is usually around several hundred pairs, in the case of a few exceeding one thousand pairs.

Data analysis

Regular ringing was performed only after the birds completed egg laying to avoid disturbance. End of the egg laying period was assessed by regular nest-checks in selected parts of the colony, using an endoscope (Széþ et al. 2003). We used a 7 meter long mist net, attached to an aluminium frame. The frame was placed vertically at approx. 0.5 meter distance from nest entrances for 3-5 minutes. The frame was handled by two people and the selected section was approached from land. In this way the majority of the birds remained inside the nest and just a few birds flew away before the frame had

been put with the mist net in front of the nest entrances. This method also allowed birds that were not breeding on that section of the colony to fly away before lowering the frame, so we caught only the resident birds coming out from burrows. In addition we also used data of birds caught directly at the nest (by holding a small bag-net to the nest entrance). Birds were immediately taken out from mist nets, ringed, measured (wing, tail, keel, and tarsus length, body mass) and released in the shortest time. To reduce measurement error we only used the measurements taken by a single person. In 2000 we used data of 93 netting events from 6 sections, in 2001 107 netting events from 20 sections (as the wall available for excavating nest holes was longer in 2001). The ringing effort was evenly distributed through the sections of the colony, except for a positive bias in 2000 when for the purpose of an other study the section 1 was sampled 27 times whereas other sections 9-14 times.

Dispersal distances were calculated in straight line between the location of capture and recapture and expressed in km. We excluded from the analysis the individuals recaptured at more than 100 km distance.

To examine the level of aggregation in 2001 for birds caught at one section of the colony in 2000 we calculated the individual distances (expressed in sections) between each recaptured bird. To test for spatial aggregations of re-settling birds, Mantel test was used to examine the correlation between distances in 2000 and a matrix of distances in the 2001 colony. The calculated correlation was then compared to the correlations calculated for 10000 randomized distance matrices. Mantel analyses and randomizations were conducted using the *zt* software (Bonnet and de Peer 2002). In order to detect differences in the re-settlement distances of recaptured birds, we calculated the distances between each potential pair-combination of recaptured bird coming from the same section. The distance was again expressed in sections. The same distances were then randomly generated 1000 times. In both cases we used the sum of distances, instead of other parameters of data dispersion (e.g. mean,

median). The observed sums and the mean sum of random distances were then compared.

Statistical analysis was performed with the SPSS 14.0 software package (SPSS Inc., 2005). Values reported are means \pm SE.

In the capture-recapture analysis we used data from three such separate regions, with approximately 10 km distance between the centers: (1) Szabolcs, (2) Tiszabercel, and (3) Tiszatelek. Thus, we hypothesized that these three regions constituted separate populations with separate and distinct wintering grounds in Africa. Survival, recapture and movement rates of sand martins from the three regions was modeled and estimated on the basis of capture-recapture data of 15,856 juvenile and 41,298 adult (19,818 males, 21,480 females) birds banded, and recaptured (1967 juveniles, adults 6159) during 1994-2005. We modeled estimated survival (F), transition (Ψ) and recapture (p) rate by using a multi-state capture-recapture approach (Brownie et al. 1993) implemented in the M-SURGE v.1.8.1 software package (Choquet et al. 2004). That was done separately for data of birds banded in juvenile plumage (hatched during the year of banding) and adult plumage (hatched in earlier years). We used the methods suggested by multiple authors (Burnham and Anderson 2002; Lebreton et al. 1992; Pradel et al. 2005; Pradel et al. 2003) when building and selecting models by comparison with the nested models. We separately modeled parameters for the two sexes. For juveniles, we expected an equal sex ratio and used this method for calculating the number of released young males and females in the year of banding on the basis of former detailed testing of this approach (Szép 1999). Fitting data to the selected general multi-state capture-recapture model was done by the U-CARE v. 2.2.5 program package (Choquet et al. 2005).

4.3. Results

4.3.1. The general pattern of natal and breeding dispersal

4.3.1.1. During the four year (2000-2003) study period we marked 12521 adult birds and recaptured 1166 in the following years, which means a 9.31% recapture ratio. The recapture ratio at young birds was 4.35% - 331 recaptured from 7604 marked. In the case of adult birds the mean dispersal distance was 5.69 km (SD = 7.26), with a median of 4 km. 36.7% of them returned to breed in the same place, when 42.1% found a new breeding place in the 10 km radius of the previous colony.

4.3.1.2. There was no significant difference in the dispersal of two sexes, but females were dispersing slightly further than males. Mean male dispersal distance was 5.31 km, median 3 km, at females the average was 6.13 km and the median 4 km.

4.3.1.3. The mean dispersal distance of birds banded as juvenile was 8.08 km (SD=8.31), the median 6 km. 26.7% of juveniles returned to breed to the natal colony, but 40.8% of them did not settled further than 10 km. The dispersal distances were biased toward the females. Mean male dispersal distance was 6.32 km, median 4 km, at females the average was 10.5 km and the median 9 km.

4.3.1.4. The size of the colonies had no effect on the dispersal of different age or sex categories. The adult birds from large colonies dispersed shorter distances than those coming from small colonies, but the correlation was not statistically significant. Looking from the other perspective, the philopatry of adult birds was also not influenced by the size of the colony.

4.3.2. Within colony dispersal

4.3.2.1. From 1494 adult breeding birds ringed at the colony in 2000, 157 adult birds were recaptured again in 2001, showing a high level of philopatry, as 128 (81.5%) individuals returned to the same colony and 29 individuals (19%) elsewhere. Dispersal was similar between sexes, as among dispersers 16 individuals were males (55.2%) and 13 females (44.8%). Breeding adults showed a high fidelity to the colony sections, as revealed by the within season recoveries. From a total of 361 within season recoveries 82.5% of the birds were recaptured in the same section, 14.6% in the neighbouring sections and 2.7% farther away than one section

4.3.2.2. The distance to the nearest neighbour in the year 2000 predicted the settlement distance in the next year, thus indicating a clear preference of breeding closer to neighbours of the previous year than expected by chance. Comparison of sums of observed settlement distances with random settlement patterns revealed a clumped recapture pattern in the case of birds coming from the four colony sections.

4.3.2.3. The settlement patterns of old birds (9 individuals known to be older than 3 years and one 4 years old individual) showed a slight but not significant bias towards some parts of the colony in 2001. The overall age composition of colony sections was not significantly different among sections in 2000, but still sections 2 and 3 (those where no clumped resettlement occurred) had less old birds than the other sections

4.3.2.4. The wing length of males differed between sections, those from section three having slightly longer wings than of birds breeding at other sections. The tarsus length of females from the first and fifth sections was higher than in the other sections.

4.3.3. Dispersal, survival and connectivity

4.3.3.1. At young birds modeling showed that the Ψ_{f,t_0+a2+s} , $F_{t,a2+s}$, $p_{t_0,t}$ model had the lowest AIC value. This model expected that the transition (Ψ) among the three regions differed, but remained constant over the years, and that it differed between sexes of the two age classes (one year old and older). The model assumed that survival rate (F) was similar among the three regions, but differed between one year old and older birds, varying among years and with interaction among the two age categories, but without interaction between sexes. Finally, the model assumed that recapture rate (p) differed among regions of recapture and varied with interaction over years, but did not differ between sexes

4.3.3.2. Transition rates of birds banded as juveniles differed significantly between sexes, with 60-110% being higher for one year old females than for one year old males. In addition, transition rates were higher for one year old than for older birds. Transition rates of one year old birds from Tiszabercel to Szabolcs and Tiszatelek were larger than the reverse and than between the two distant regions Szabolcs and Tiszatelek

4.3.3.3. At adult birds modeling showed that the $\Psi_{f,t_0,t}$, $F_{f,t,s}$, $p_{t_0,t+m,s}$ model had the lowest AIC value. This model assumed that transition (Ψ) among the three regions differed and varied over the years and with interaction, and that there was no difference between sexes. The model also assumed that survival rate (F) differed among regions and varied with year and with interaction among regions and sexes. Finally, the model assumed that recapture rate (p) differed among regions, varied with interaction over years and differed between recently caught and already caught adults, but varied without interaction over the years between these groups.

4.3.3.4. Transition among regions varied significantly among years. The mean movement rate from Tiszabercel to Szabolcs was higher than the reverse. Movement rates between the two distant regions (Szabolcs and Tiszatelek)

were half compared with rates among neighboring regions.

There was only one year (2000) when movement rate to Tiszabercel from Szabolcs was higher than the reverse. The movement rate to Tiszabercel from Tiszatelek was higher than the reverse for 1997, 1998, 2000 and 2003. Movement rate to Tiszatelek only from Tiszabercel was higher than the reverse in 2001, 2002 and 2004

4.3.4. Morphology

4.3.4.1. At adult males the three analysed morphological measurements were not different between philopatric and dispersed individuals.

4.3.4.2. At females the first component of PCA analysis was smaller at philopatric individuals. Looking at every body measurement in part, the tail length proved to be significantly different between the two categories.

4.3.5. Ectoparasites

4.3.5.1. The dispersal distances of adult birds coming from infested colonies were similar to the dispersal distances of birds coming from parasite-free or less infested colonies.

4.3.5.2. Natal dispersal distances of birds ringed in 2000 and recaptured one year later were also similar. The juveniles from parasite-infested colonies departed at 10.33 km (± 2.46 , $n = 35$) while young birds coming from parasite-free colonies averaged 10.96 km (± 1.16 , $n = 53$) dispersal distance.

5. Irodalom

- Augustin J, Blomqvist D, Szép T, Szabó ZD, Wagner RH (2007) No evidence of genetic benefits from extra-pair fertilisations in female sand martins (*Riparia riparia*). *Journal of Ornithology* 148:189-198.
- Bonnet E, Peer YV de (2002) zt: a software tool for simple and partial Mantel tests. *Journal of Statistical Software* 7:1-12.
- Brownie C, Hines JE, Nichols JD, Pollock KH, Hestbeck JB (1993) Capture-recapture studies for multiple strata including non-Markovian transition probabilities. *Biometrics* 49:1173-1187.
- Bullock JM, Kenward RE, Hails RS (Eds) (2002) *Dispersal Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Burfield I, Bommel F van (Eds) (2004) *Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International.
- Burnham KP, Anderson DR (2002) *Model selection and multi-model inference*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Choquet R, Lebreton J-D, Reboulet A-M, Gimenez O, Pradel R (2005) *U-CARE 2.2 User's Manual*. CEFE, Montpellier, France.
- Choquet R, Reboulet A-M, Pradel R, Gimenez O, Lebreton J-D (2004) M-SURGE: new software specifically designed for multistate capture recapture models. *Animal Biodiversity and Conservation* 27:207-215.
- Clobert J, Danchin E, Dhondt A, Nicholls EH (2001) *Dispersal* (J Clobert, E Danchin, A Dhondt, and JD Nichols, Eds.). Oxford University Press, Oxford.
- Cowley E (1999) Sand Martin *Riparia riparia* - male or female? *Ringing & Migration* 19:205-209.
- Cowley E, Siriwardena GM (2005) Long-term variation in survival rates of Sand Martins *Riparia riparia*: dependence on breeding and wintering ground weather, age and sex, and their population consequences. *Bird Study*:237-251.
- Kuhnen K (1978) Zur Methodik der Erfassung von Uferschwalben (*Riparia riparia*) - Populationen. *Die Vogelwelt* 99:161-176.
- Kuhnen K (1985) Zur Paarbildung der Uferschwalbe (*Riparia riparia*). *Journal of Ornithology* 126:1-13.
- Lebreton JD, Burnham KP, Clobert J, Anderson DR (1992) Modelling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62:67-118.
- Mead CJ (1979) Colony fidelity and interchange in the Sand Martin. *Bird Study* 26:99-106.
- Nathan R (2001) The challenges of studying dispersal. *Trends in Ecology & Evolution* 16:481-483.
- Pradel R, Gimenez O, Lebreton J-D (2005) Principles and interest of GOF tests for multistate capture-recapture models. *Animal Biodiversity and Conservation* 28:189-204.

- Pradel R, Wintrebert CMA, Gimenez O (2003) A proposal for a goodness-of-fit test to the Arnason-Schwarz multisite capture-recapture model. *Biometrics* 59:43-53.
- Ricklefs RE (2002) Birds of two worlds: temperate–tropical migration systems. *Trends in Ecology & Evolution* 17:302-303.
- Svensson L (1984) Identification Guide to European Passerines. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm.
- Szép T (1991) A Tisza magyarországi szakaszán fészkelő partifecske- (*Riparia riparia* L., 1758) állomány eloszlása és egyedszáma. *Aquila* 98:111-124.
- Szép T (1990) Estimation of abundance and survival rate from capture-recapture data of sand martin (*Riparia riparia*) ringing. *The Ring* 13:205-214.
- Szép T, Møller AP (2000) Exposure to ectoparasites increases within-brood variability in size and body mass in the sand martin. *Oecologia* 125:201-207.
- Szép T (1999) Effects of age- and sex-biased dispersal on the estimation of survival rates of the Sand Martin *Riparia riparia* population in Hungary. *Bird Study* 46:169-177.
- Szép T (2007) Madarak monitorozása: Ökológiai és evolúciós folyamatok feltárásának lehetőségei. Magyar Tudományos Akadémia doktori disszertáció, Nyíregyháza.
- Szép T, Møller AP (2005) Environmental conditions on migration and the winter quarters and survival of migratory birds. In: Greenberg R, Marra PP (eds) *Birds of Two World*. Johns Hopkins University Press, Washington, pp 390-400.
- Szép T, Szabó ZD, Vallner J (2003) Integrated population monitoring of sand martin *Riparia riparia* - an opportunity to monitor the effects of environmental disasters along the river Tisza. *Ornis Hungarica*:169-182.
- Turner AK (2004) Sand Martin. In: Hoyo J del, Elliott A, Christie D (eds) *Handbook of the Birds of the World. Cotingas to Pipits and Wagtails, Vol 9*. Lynx Edicions, Barcelona.

6. Tudományos tevékenység jegyzéke

6.1. Az értekezés témamörében megjelent referált publikációk

1. Szabó, Z.D., Szép, T. 2010. Breeding dispersal patterns within a large sand martin (*Riparia riparia*) colony. Journal of Ornithology. 151:185-191, IF=1,476
2. Szép, T, Hobson, A, Vallner, J, Piper, S.E., Kovács, B., Szabó, Z.D., Møller, A. P. 2009. Comparison of trace element and stable isotope approaches to the study of migratory connectivity: an example using two hirundine species breeding in Europe and wintering in Africa. Journal of Ornithology 150:621-636, IF=1,476
3. Szép, T., Møller, A.P., Piper, S., Nuttal, R., Szabó, Z.D., Pap, P.L. 2007. Migratory connectivity in barn swallows and other hirundines. Journal of Ornithology. 148: 257-260, IF=1,733
4. Augustin, J., Blomqvist, D. , Szép, T., Szabó, Z.D., Wagner, R.H. 2006. No evidence of genetic benefits from extra-pair fertilisations in female sand martins (*Riparia riparia*). Journal of Ornithology 148:189-198, IF=1,733

6.2. Egyéb referált publikációk

1. Szép, T., Møller, A.P., Piper, S., Nuttal, R., Szabó, Z.D., Pap, P.L. 2006. Searching for potential wintering and migration areas of a Danish Barn Swallow population in South Africa by correlating NDVI with survival estimates. Journal of Ornithology 147:245-253, IF=1,010.
2. Demeter, L., Szabó, Z.D. 2005. Data on the spatial distribution of the Corncrake *Crex crex* in the Eastern Carpathians, Romania. BIOTA 5(1-2):13-19
3. Szállassy, N., Bárdosi, E., Szabó, Z.D., Szép, T., Dévai, Gy. 2003. Fluctuating asymmetry, survival and mating success in male *Libellula fulva* Müller (Anisoptera: Libellulidae). Odonatologica 32(2):143-151., IF=0,352
4. Szép, T., Szabó, Z.D., Vallner J. 2003. Integrated population monitoring of sand martin *Riparia riparia* – an opportunity to monitor the effects of environmental disasters along the River Tisza. Ornis Hungarica 12-13: 169-182

5. Szép, T., Nagy, Zs., **Szabó, Z.D.**, Vallner, J. 2002. A 2000 évi szennyezések hatása a Tisza mentén fészkelő madarakra. Acta Biol. Debr. Oecol. Hung. 11(2):165-186

6.3. Egyéb publikációk

1. **Szabó, Z.D.**, Márk-Nagy, J. 2008. Recensământul păsărilor clocitoare în Rezervația Naturală Cursul Inferior al Râului Tur [Breeding bird census in the Tur River Nature Reserve]. Bihorean Biologist. Suppl. 139-145
2. Szállassy, N., **Szabó, Z.D.**, Nagy, B., Dévai, Gy. 2003. Territorialitás és párzási siker a mocsári szitakötő hímeknél (*Libellula fulva*, Odonata: Libellulidae). Hidrológiai Közlöny 83:161-163.
3. Szállassy, N., Bárdosi, E., **Szabó, Z.D.**, Szép, T., Dévai, Gy. 2002: Párzási siker, túlélés és fluktuáló aszimmetria az *Orthetrum coerulescens* (Odonata: Libellulidae) hímeknél – Hidrológiai Közlöny 82.
4. Szállassy, N., Bárdosi, E., **Szabó, Z.D.**, Dévai, Gy. 2001. Fluctuating asymmetry and mating success in males of *Libellula fulva* Müller, 1764. Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 73(1):91-92
5. Szállassy, N., Bárdosi, E., **Szabó, Z.D.**, Dévai, Gy. 2000. Fluktuáló aszimmetria és párzási siker párzó és nem párzó *Ischnura elegans* (Odonata: Coenagrionidae) hímeknél. Hidrológiai Közlöny 81(5-6): 514-516
6. Fantana, C., **Szabó, D. Z.**, Nagy, Z., Tioc, T. 1999. Preliminary data regarding the avifauna of upper and middle part of the Olt River and Cibin River. Transylvanian Journal of Systematical and Ecological Research 1: 183-190
7. Pap, P. L. & **Szabó, Z.D.** 1999. Az időjárás hatása a füsti fecske posztembrionális fejlődésére. Múzeumi Füzetek 8: 122-130
8. Pap, P. L. & Szabó, D. Z.. 1998. A füsti fecske (*Hirundo rustica*) fészkalj- és tojásméretváltozása a fészkelési időszak alatt. Collegium Biologicum 2: 75-89
9. Pap, P. L. & **Szabó, Z.D.** 1998. A füsti fecske táplálkozásának vizsgálata: a táplálékállat méretének kérdése. Collegium Biologicum 1: 49-54
10. Kósa, F., Munteanu, Pap, P. L., Sándor, A. D., **Szabó, Z.D.** 1998. Rezultatele recensământului de berze (*Ciconia ciconia* L.) în județul Cluj în anul 1996 [White Stork count in Cluj county, Romania]. Studia Univ. Babeş-Bolyai, Biologia, XLII (1-2): 65-70
11. Pap, P. L., Ambrus, L., **Szabó, Z.D.** 1997. A füstifecske (*Hirundo rustica*) költésbiológiájának vizsgálata egy mezőségi faluban. Múzeumi Füzetek 6: 169-171

6.4. Az értekezés témakörében elhangzott előadások

1. **Szabó, Z.D.**, Szép, T.: Sand martin dispersal behaviour: movements within and between colonies. International Society for Behavioral Ecology, 13th Congress, Perth (Ausztrália)
2. Szép T, **Szabó, Z.D.**, Vallner J, Møller A.P.: Eltérő vonulási és telelési területet használó partifecske állományok térbeli elkülönülése a Felső-Tisza mentén. Magyar Biológiai Társaság Ökológiai és Környezet- és Természetvédelmi Szakosztályainak Madárökológiai Előadói ülése, Budapest, 2007 április 28
3. Szép, T., **Szabó, Z.D.** Globális, regionális és lokális hatások szerepe a vonuló madarakra. VII. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest, 2006
4. Szép, T., Møller, A.P., Piper, S., Underhill, L., Halmos, G., **Szabó, Z.D.**, Pap, P.L: Identifying potential wintering and migration areas by using NDVI satellite data and survival data. "Identifying migration and wintering areas of breeding population of migrants passerines" - workshop, Tokaj, 2004 október
5. Szép, T., **Szabó, Z.D.**, Vallner J.: Integrated population monitoring of sand martin *Riparia riparia* – an opportunity to monitor the effects of environmental disasters along the River Tisza. Bird Numbers – Monitoring for Nature Conservation, 15th International Conference of the EBCC, Nyíregyháza, 2001. március
6. **Szabó, Z.D.**, Szép, T.: A telepnyagság hatása a partifecske (*Riparia riparia*) diszperziójára. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület VI. Tudományos Ülése, Debrecen, 2004 október
7. Szép, T., Vallner, J., Piper, S., Underhill, L., **Szabó, Z.D.**, Pap, P.L., Møller, A.P.: Vonuló madarak telelőterületeinek feltárását elősegítő módszerek tesztelése Dél-Afrikában. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület VI. Tudományos Ülése, Debrecen, 2004 október
8. Szép, T., **Szabó, Z.D.**: Ektoparaziták szerepe a partifecskekétfészkelésében: hatások és válaszok. Paraziták és más patogének evolúciója és ökológiája, Budapest, 2004 november
9. Szép, T., **Szabó, Z.D.**, Møller, A.P.: The effects of the ectoparasites on the survival and dispersal of the long distance migrant sand martin (*Riparia riparia*). 'Migratory birds and parasites' workshop, Hartenberg (Ausztria), 2002 november

10. **Szabó, Z.D.:** Diszperzió vizsgálata a partifecskenél. “Új módszerek a viselkedésökológiában” – a Debreceni Egyetem Viselkedésökológiai Kutatócsoportja által szervezett tudományos szeminárium, Debrecen, 2000 január

6.5. Az értekezés témakörében bemutatott tudományos posztterek

1. Augustin, J., Blomqvist, D., Wagner, R.H., Szép, T., **Szabó Z.D.:** Alternative reproductive strategies in colonial sand martins: brood parasites choose high quality hosts 10th Congress of European Society for Evolutionary Biology, Krakkó, 2005 augusztus 15-20
2. **Szabó, Z.D.,** Szép, T.: Breeding dispersal within and between sand martin colonies. International Society for Behavioral Ecology, 10th Jubilee Congress, Jyväskylä, Finnország, 2004 július
3. **Szabó, Z.D.:** Survey of sand martin *Riparia riparia* colonies along the Somes/Szamos River. Bird Numbers – Monitoring for Nature Conservation, 15th International Conference of the EBCC, Nyíregyháza, 2001 március
4. **Szabó, Z.D.,** Szép, T.: A telepnagyság hatása a partifecske diszperziójára. V. Magyar Ökológus Kongresszus, 2000 október
5. **Szabó, Z.D.:** Partifecske telepek a Szamos folyó romániai szakaszán. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület 5. Tudományos Ülése, Budapest, 1999 november

6.6. Egyéb előadások és posztterek

1. **Szabó, D.Z.,** Domsa, C., Nagy, H.B., Fenesi, A.: Common Bird Monitoring in Romania between 2006-2009. EBCC, Bird Numbers 2010 – Monitoring, indicators and targets, Cáceres (Spanyolország), 2010 március 22-26
2. **Szabó, Z.D.,** Domşa, C., Nagy, H.B. 2008. Monitorizarea Păsărilor Comune în România. Ecologia în România – tradiții și perspective. Sesiunea științifică comemorativă, 80 de ani de la nașterea prof. univ. Bogdan Stugren. Kolozsvár, 2008 november 29
3. **Szabó, Z.D.,** Domsa, C., Sándor D.A.: Common Bird Monitoring in Romania: the first year in 2006. EBCC, Bird Numbers 2007 – Monitoring for Management and Conservation, Chiavenna (Olaszország), 2007 április 17-22
4. Szállassy, N.; **Szabó, Z.D.,** Nagy, H.B. Differences in survival of mated and unmated males of *Libellula fulva*: a four year study. 4th

- WDA International Symposium of Odonatology, Pontevedra (Spanyolország), 2005 július 26-30
5. Sárkány-Kiss, A., **Szabó, Z.D.**, Bíró, Zs., Morosanu, C.: Mussel *Unio crassus* growth rate, spatial distribution and movements in the Lapus River (Romania). First Meeting of the Romanian Malacological Society, Sibiu, 2004 augusztus 19-22
 6. Székely, A., Szállassy, N., Nagy, H. B., **Szabó, Z.D.**: A fluktuáló aszimmetria és a testméret hatása a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*) hímek párzási sikerére. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Tudományos Ülésszaka, Természettudományi és Matematikai Szakosztály, Kolozsvár, 2003 október
 7. **Szabó, Z.D.**, Demeter, L.: Haris (*Crex crex*) felmérés a Gyergyói- és a Csíki- medencében. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Tudományos Ülésszaka, Természettudományi és Matematikai Szakosztály, Kolozsvár, 2003 október
 8. Szállassy, N., **Szabó, Z.D.**, Bárdosi, E., Nagy, B.: Túlélés és párzási siker a mocsári szitakötő (*Libellula fulva*, Odonata: *Libellulidae*) hímeknél. "Modellek a viselkedéskológiában" - a Debreceni Egyetem Viselkedéskológiai Kutatócsoportja által szervezett tudományos szeminárium, Debrecen, 2002. január
 9. Szállassy, N., **Szabó, Z.D.**, Nagy, B., Dévai, Gy. 2003. Territorialitás és párzási siker a mocsári szitakötő hímeknél (*Libellula fulva*, Odonata: *Libellulidae*). Hidrobiológus Napok, Tihany, 2002. október
 10. **Szabó, Z.D.**, Szép, T.: Telepen belüli költési diszperzió a partifecskenél (*Riparia riparia*). Az Erdélyi Múzeum Egyesület Tudományos Ülésszaka, Természettudományi és Matematikai Szakosztály, Marosvásárhely, 2002 október
 11. **Szabó, Z.D.**, Szállassy, N., Bárdosi, E.: Túlélés becslése jelölés-visszafogás módszerekkel két szitakötő fajnál (*Libellula fulva*, *Orthetrum coerulescens*). 2. Kolozsvári Biológus Napok, 2001. március
 12. **Szabó, Z.D.**: A madarak telepes fészkelése. 2. Kolozsvári Biológus Napok, 2001. március
 13. Szállassy, N., **Szabó, Z.D.**, Bárdosi, E., Szép, T., Dévai, Gy.: Survival, fluctuating asymmetry and mating success in males of dragonfly *Libellula fulva*. 2th World Dragonfly Association (WDA) International Symposium of Odonatology, Gällivare (Svédország), 2001. augusztus
 14. Szállassy, N., **Szabó, Z.D.**, Bárdosi, E., Szép, T., Dévai, Gy.: Párzási siker, túlélés és fluktuáló aszimmetria az *Orthetrum coerulescens* (Odonata: *Libellulidae*) hímeknél. XLIII. Hidrobiológus Napok, Tihany, 2001. október

15. Szállassy N., Bárdosi E., **Szabó, Z.D.**, Müller Z., Dévai Gy: Fluktuáló aszimmetria és párzási siker a *Libellula fulva* (Odonata, Libellulidae) hímeknél. V. Magyar Ökológus Kongresszus, 2000 október
16. Pap, P.L., **Szabó, Z.D.**: Clutch and egg size variation in the barn swallow during the breeding season. 2nd Meeting of the European Ornithological Union, Gdansk, 1999 szeptember
17. Fântâna, C., **Szabó, Z.D.**, Nagy, Z., Tioc, T.: Date preliminare cu privire al avifauna din cursul superior si mijlociu al Oltului și a râului Cibin. [Előzetes adatok az Olt felső- és középszakasának madárfaunájának összetételéhez] Biodiverzitás és az ökoszisztémák védelme az Olt folyó medencéjében Szeben, 1999. április 22-25
18. Papp, T., Kósa, F., **Szabó, Z.D.**, Lovászi, P.: Gólyavédelem a Kárpát-medencében. Határmenti természetvédelmi tudományos konferencia, Szarvas, 1999 november
19. **Szabó, Z.D.**: Metode de monitoring a păsărilor acvatice [Vízimadár monitoring-módszerek]. Biodiverzitás és az ökoszisztémák védelme az Olt folyó medencéjében, Szeben, 1999. április 22-25
20. Pap P.L., **Szabó, Z.D.**: A füstifecske (*Hirundo rustica*) tojás- és fészekaljváltozása a fészkelési időszak alatt. A viselkedésökológia modern irányzatai, Debrecen, 1999. január
21. **Szabó, Z.D.**: Madártani szempontú élőhelyosztályozás. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Éves Tudományos felolvasóülése, Természettudományok és Matematika Szakosztály, Kolozsvár, 1998
22. Sárkány K.E., **Szabó, Z.D.**, Kohl, I., Szombath, I.: Adatok az erdélyi rók populációk (*Vulpes vulpes*) ismeretéhez. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Éves Tudományos felolvasóülése, Természettudományok és Matematika Szakosztály, Kolozsvár, 1997
23. Demeter L., **Szabó, Z.D.**: Gólyaszámlálás Hargita megyében 1996-97-ben. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Éves Tudományos felolvasóülése, Természettudományok és Matematika Szakosztály, Kolozsvár, 1997
24. Pap P.L., **Szabó, Z.D.**: Az időjárás hatása a füstifecske (*Hirundo rustica*) posztzembrionális fejlődésére. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Éves Tudományos felolvasóülése, Természettudományok és Matematika Szakosztály, Kolozsvár, 1997
25. Pap P.L., **Szabó, Z.D.**, Ambrus, L.: A füstifecske (*Hirundo rustica*) költésbiológiájának vizsgálata egy mezősi faluban. Az Erdélyi Múzeum Egyesület Éves Tudományos felolvasóülése,

Természettudományok és Matematika Szakosztály, Kolozsvár,
1996

26. Pap P.L., **Szabó, Z.D.**: Analizarea nișei trofice la rândunică (*Hirundo rustica*) [A füstifecske (*Hirundo rustica*) táplálékspektrumának vizsgálata]. Az Ecotur Szeben által szervezett Nemzeti Diákkonferencia, Szeben, 1996