

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**Védett gerincesek konzervációbiológiája – monitoring
és fajmegőrzési programok tervezése és kivitelezése**

Conservation biology of protected vertebrates – planning and
implementation of conservation and monitoring programmes

Boldogh Sándor András

Témavezető: Dr. Varga Zoltán egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2009

1. Bevezetés és célkitűzések

Az emberiség által előidézett bioszféra-krízis, az élővilág gyorsuló elszegényedése, egyre intenzívebb és egyre hatékonyabb természetvédelmi döntéseket és beavatkozásokat tesz szükségessé. A természetvédelmi stratégiák kidolgozása, a védelmi programok megtervezése és működtetése hosszú és alapos tudományos előkészítést kíván, mivel a szakmailag rosszul megalapozott beavatkozások nem csupán hiábavalóak, de komoly károkat is okozhatnak. Nagyon sok fajcsoportot és kezelési kérdést illetően még jelentős természetvédelmi adat- és tapasztalathiánnyal küzdünk, ezért a fajok elterjedésének, élőhelyi igényeinek és a veszélyeztető tényezőknek az alapos ismerete a gyakorlati és elméleti természetvédelem számára egyaránt nélkülözhetetlen.

A madarak és az emlősök között több olyan fajt találunk, melyek hatékony védelme egy egész élőlényközösség megőrzését segítheti. Számos ilyen ernyőfaj telepedik meg a speciális életfeltételeket biztosító urbánus környezetben (pl. denevérek, fehér gólya), illetve mezőgazdasági területeken (pl. haris). Ezeknek a védett fajoknak a vizsgálata nem csupán dinamikus bővülő területe a konzervációbiológiai kutatásoknak, de megőrzésük a mindennapi természetvédelemben is egyre hangsúlyosabb.

Az elmúlt évtizedekben számos országban a denevérállományok jelentős csökkenésére figyeltek fel, melynek hátterében az erdőművelés módszereinek megváltozása, a veszélyes kemikáliák alkalmazása és a szálláshelyeket jelentő barlangok intenzív turisztikai hasznosítása állt. Nagyon valószínű, hogy a denevérfajok többségénél hazánkban is komoly változások történhettek, néhány barlangi faj látványos visszaszorulásán kívül azonban nem rendelkezünk adatokkal. Az ország számos területét napjainkban is jelentős chiropterofaunisztikai adathiány jellemzi. A vizsgálatok megkezdése előtt az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság működési területének nagy része is feltáratlan volt.

A fényszennyezésnek – hasonlóan számos más alkonyati és éjszakai állatfajhoz –, nyilvánvalóan hatása van a denevérek életére is. A fényszennyezés denevérekre gyakorolt hatása a vadászterületeken jól ismert, a mesterséges megvilágítás azonban jelentősen befolyásolhatja a szálláshelyek adottságait, illetve a kirepülési aktivitást is. A megelőző időszakban Közép- és Kelet-Európában nem volt gyakorlat a vidéki települések épületeinek éjszakai kivilágítása, napjainkra azonban ez egyre elterjedtebb. Amennyiben a szálláshelyeket érő megvilágítás befolyásolja az épületlakó denevéreket, akkor ennek jelentős természetvédelmi vonatkozásai lehetnek, mivel szerte a világon értékes denevérállományok élnek épüle-

tekben. A kérdéskörben azonban az értekezésben ismertetett kutatásokig gyakorlatilag semmilyen megelőző konkrét külföldi és hazai tapasztalat nem állt rendelkezésre.

Az üde gyepek kitüntetett jelentőségű ernyőfaja a haris (*Crex crex*). A faj költőhelyei nem csupán igen fontos élőhelyek, de a mezőgazdasági termelésben is kiemelkedő jelentőségük van. A füves élőhelyek kiterjedése az elmúlt évtizedek során folyamatosan csökkent, a gyepeként megmaradt területek hasznosítása azonban ezzel párhuzamosan egyre intenzívebbé vált. A gyepterületek élővilágának diverzitása a mezőgazdaság intenzifikálása miatt markánsan csökken, ami Európában különösen jól ismert jelenség. A gazdálkodás gépesítése és jelenlegi intenzitása nagyon kedvezőtlenül érinti a harist, így az állományok mérete az elterjedési terület nagy részén drasztikusan lecsökkent. Magyarország az egyik legnyugatibb ország, ahol még jelentős állománya él a fajnak, a területi állományviszonyokról, a különböző interpopulációs összefüggésekről, az egyes élőhelyek közötti áttelepülési mintázatról azonban nagyon kevés ismerettel rendelkezünk. Ezeknek a folyamatoknak pedig, különösen akkor, amikor a madarak védett és/ vagy támogatott területekről, illetve azokra költöznek át, jelentős populációbiológiai, illetve természetvédelmi és gazdasági vonatkozása lehet. Az észak-kelet-magyarországi populációk vizsgálatával ebben a kérdéskörben kívánunk új eredményeket nyújtani.

A vidéki urbánus területek talán legismertebb ernyőfaja a fehér gólya (*Ciconia ciconia*), mely hazánkban fokozottan védett. Ez a madárfaj emberi településeken költ és agrárterületeken (főleg gyepeken) táplálkozik. Az elmúlt évtizedekben ÉK-Magyarországon nagyon jelentős változások történtek az agrárterületek hasznosítási módjában és aktivitásában, mely nyilvánvalóan hatással volt a gólyákra is. Az 1960-as évek végén egy rendkívül intenzív fészkelőhelyváltási folyamat indult meg, a madarak jelentős része rövid idő alatt áttelepült a villanyoszlopokra. A fehér gólya gyorsan és érzékenyen reagált a változásokra, konkrét eredmények azonban eddig nem álltak rendelkezésre a vizsgálati területről.

Doktori értekezésemben azokat az eredményeimet foglalom össze, melyek a monitoring és a fajmegőrzési programok tervezése, illetve lebonyolítása során az elmúlt két évtizedben összegyűltek, és melyek segíthetik a fajok eredményesebb megőrzését. Az értekezés általános célkitűzése, hogy a feldolgozással érintett veszélyeztetett fajok ökológiai igényeit bemutassa, az állományokra hatást gyakorló tényezőket megfigyelésekkel, terepi kísérletekkel vizsgálja. Az értekezésben részletesen vizsgálom az érdeklődésem középpontjában álló fajok és fajcsoportok elterjedését, állományviszonyait, egyes környezeti hatótényezők

hatását (különösen az antropogén eredetű károsító hatásokat), illetve a károsító hatások el-
leni védekezés lehetőségeit.

Az értekezés specifikus célkitűzései:

- (i) a vizsgálati terület denevérfaunisztikai bemutatása, a fajok regionális helyzetének meg-
határozása és értékelése;
- (ii) az épületlakó denevérfajok szálláshelyi adottságait befolyásoló tényezők közül a fény-
szennyezés/ direkt megvilágítás kirepülési aktivitásra és egyedfejlődésre gyakorolt ha-
tásának vizsgálata, illetve a természetvédelmi vonatkozások értékelése;
- (iii) a fokozottan védett haris állományviszonyainak tisztázása, illetve az állományviszo-
nyokat befolyásoló tényezők (természetes és emberi hatások által generált) vizsgálata és
értékelése;
- (iv) a haris újraeloszlási (re-disztribúciós) adottságainak vizsgálata, és ennek alapján a vé-
dett és az agrártámogatásokba vonható területek megalapozott kijelöléséhez kapcsolódó
eredmények ismertetése és értékelése;
- (v) a fokozottan védett fehér gólya állományviszonyainak tisztázása, az állományviszonyo-
kat befolyásoló tényezők (természetes és emberi hatások által generált) vizsgálata és ér-
tékelése;
- (vi) a fehér gólya tavaszi revírfoglalásának vizsgálata, a kérdéskör konzervációbiológiai
vonatkozásainak elemzése.

2. Anyag és módszer

A vizsgálati területek elhelyezkedése és kiterjedése az egyes vizsgált fajok/fajcsoportok
szerint változik, azonban a felmérési helyszínek többsége az Aggteleki Nemzeti Park Igaz-
gatóság működési területére esik (ÉK-Magyarország).

Az épületlakó denevérről esetében a faunisztikai vizsgálatokat május végétől
szeptemberig végeztem a 2200 km² nagyságú mintaterületen. A bejárások során a denevé-
rek aktuális (pl. vizuális megfigyelés, hang, friss guanó) és megelőző jelenlétére utaló jele-
ket (száraz guanó, múmia) rögzítettem. A fauna felmérésének része volt a bagolyköpetek
összegyűjtése és elemzése is. Jelentős mennyiségű adat származik a telelőhelyek vizsgálá-
tából, illetve a telelés során elpusztult denevérek csontanyagának meghatározásából. Az er-
dőlakó fauna, illetve a nászbarlangok vizsgálata függőhálózás alkalmazásával történt. A

hálózásokat a denevérek napi aktivitásához igazodva, leginkább vízfolyások mentén, erdei tavaknál és barlangoknál végeztem (nászbarlangoknál standard ismételt eljárást alkalmazva: állandó mintavételi helyszín és hálófelület, illetve és mintázási időtartam, évente ismétlődő fogási időszak). Egyes fajok jelenlétének kimutatását, illetve kirepülő állatok egyedszámának meghatározását ultrahang detektorral is végeztem (MiniBat-3 Bat Detector, Petterson 240D). A faunisztikai adatokat 1988 és 2008 között gyűjtöttem.

A direkt megvilágítás denevérközösségekre gyakorolt hatásának megállapítását kivilágított és nem kivilágított épületekben élő denevérkolóniák vizsgálatával végeztem ÉK- és DK-Magyarországon. A kirepülés megkezdési idejének, illetve a kirepülési folyamat jellemzőinek vizsgálatát a különböző adottságú épületekben naponkénti követéssel, illetve a világítás manipulálásával végeztem. A megvilágítás fiatal denevérek növekedésére gyakorolt hatásainak kimutatása alkarhossz és testtömeg adatok összehasonlításával történt (Mann-Whitney U-teszt).

A harisállomány vizsgálata során revírfoglaló hímek felmérését végeztem a 3700 km² nagyságú vizsgálati terület összes potenciális költőhelyén 1997-2006 között. A revíreket május 15. és június 30. között éjszakánként (22:30 - 03:30 között), a harisok rendkívül jellegzetes nászhangja alapján térképeztem fel. A felmérések kivitelezése és a felmérési eredmények interpretációja a nemzetközi gyakorlatot követte. Az állományváltozás megállapítása egy 10 éves folyamatos adatsorral rendelkező, 1160 km² nagyságú terület adatai alapján történt. Az egyes helyi harispopulációk változását okozó tényezők feltárása érdekében észak-kelet- és kelet-magyarországi harisállományok állományváltozási adatait elemeztem különböző időszakokban (ANCOVA-modellek). Az egyes területek adatainak összevethetősége érdekében, a nyers mennyiségi adatokat minden egyes terület esetében éves állományváltozási indexszé transzformáltam (*annual changing index* – *ACI*), mely az adott állomány relatív változását mutatja minden egyes helyszínen a vizsgálat sorozat kiindulási évének állományához viszonyítva. Az *ACI* értékeinek változását kovariancia-modellekkel elemeztem, melyekben az egyes vizsgálati helyszínek fix faktorként, míg a Tisza vízállása kovariánsként szerepelt. Az élőhelyek lehatárolására, illetve természetvédelmi státuszának meghatározását ArcMap 9.2 GIS szoftverrel végeztem.

A fészkelő gólyaállomány felmérését egy 4833,5 km² nagyságú mintaterületen végeztem 1989-2008 között. A költőpárok száma és a költési siker megállapítása a nemzetközi protokoll szerint történt a költési időszak második felében (06. 20. és 07. 31. között). Az állomány területi eloszlását, a fészkekalapok arányának változását, illetve a költési sikert a kü-

lönböző fészekalapokon és különböző fészekkor-csoportba (1 és 1+ éves) osztva elemeztem (Kolmogorov-Smirnov teszt, Kruskal-Wallis H-teszt, Mann-Whitney U-teszt, lineáris regresszió, ANOVA, Tukey-Kramer's post-hoc teszt). A gólyaállomány három évtizedes változásának vizsgálatát 152 település adata alapján TRIM-programcsomaggal (*TRends and Indices for Monitoring data*), lineáris trendmodell alkalmazásával végeztem. A modellekben 1979, 1999, 2004 és 2008 mint fordulópontok (*change points*), míg a kistájak szerinti földrajzi elhelyezkedés, mint kovariáns szerepelt. A loglineáris modellek illeszkedésvizsgálata (GOF) LR-teszttel (likelihood-ratio teszt) történt. A különböző modellek összehasonlításához az AIC-t (*Akaike's Information Criterion*), míg a kovariáns érdemi hatásának megállapításához Wald-tesztet használtam.

A tavaszi revírfoglalás vizsgálatokor 156 sikeresen költő madár tavaszi visszaérkezésének és költési sikerének adatát dolgoztam fel 1990-1994-ből (Kruskal-Wallis H-teszt, Mann-Whitney U-teszt, Spearman rang-korreláció).

3. Eredmények és értékelésük

A kutatómunka eredményeként jelentősen bővült hazánk és a vizsgálati terület denevérfaunisztikai feltártsága. Az eredmények alapján a területen kiemelkedő jelentőségű denevérfauna él. A 318 terepi vizsgálati nap eredményeként, 123 település kül- és belterületéről 5394 új faunisztikai adatot sikerült gyűjteni, melyek kb. 60 000 példányt érintenek.

25 denevérfaj jelenlétét sikerült bizonyítani a vizsgálati területen, mely a hazai fajkészlet 90 %-a. A vizsgálati területre vonatkozóan újonnan kimutatott fajok a *Myotis brandtii*, *Myotis alcathoe*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Barbastella barbastellus*, míg az Aggteleki Nemzeti Park területén az előbbieket mellett a *Vespertilio murinus* is.

A feltáró munka eredményeként sikerült tisztázni a vizsgálati területen a különböző denevérfajok elterjedését, állományviszonyait és természetvédelmi helyzetét. Épületlakók között a legnagyobb természetvédelmi értéket a *Rhinolophus ferrumequinum* és a *Myotis emarginatus* állományai jelentik, melyek nemzetközi szinten is kiemelkedők. Az eredmények szerint a nagy barlangi kolóniák kivétel nélkül felszámolódtak, napjainkra csupán szórványos kis közösségek maradtak fenn. A legfontosabb barlanglakó fajok a *Rhinolophus euryale* és a *Miniopterus schreibersii*, melyek elterjedési területük északi határát a vizsgálati területen érik el. A vizsgálatok során minden hazai erdőlakó fajt kimutattam a területről,

ezek között a *Myotis bechsteinii*, *Nyctalus lasiopterus* és *Barbastella barbastellus* jelent kiemelkedő természeti értéket.

Az elterjedési adatok alapján meghatároztam a denevérvédelmi szempontból kiemelkedő fontosságú területeket.

Kimutattam, hogy a szállásépületek direkt megvilágítása jelentősen módosítja a denevérek kirepülési aktivitását. Manipulációs kísérletek alapján leírtam a megvilágítás okozta zavarás jellegét, illetve egyes fajok akkomodációs tulajdonságait (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis oxygnathus*, *Myotis emarginatus*).

Alkarhosszak összehasonlításával sikerült kimutatni, hogy a megvilágított épületekben a denevérek ellése később kezdődik és a fiatal denevérek lassabban fejlődnek. Az alkarhosszak alapján a becsült életkorbeli különbség a megvilágított és a nem megvilágított kolóniák között legalább 7-10(11) nap.

A denevérek testtömegének vizsgálatával kimutattam, hogy a fiatal denevérek kisebb testtömegűek a kivilágított épületekben, illetve, hogy a fiatalok az elválasztási időszakra sem tudják kompenzálni hátrányos növekedésüket. Ennek megfelelően a megvilágítás egyik legfontosabb következménye a kisebb eséllyel történő áttelelés lehet.

Meghatároztam a vizsgálati területen a haris elterjedését, állományviszonyait és természetvédelmi helyzetét. Az eredmények azt mutatják, hogy a fajnak nemzetközi összevetésben is jelentős állománya él ÉK-Magyarországon, bár a populáció mérete jelentős évenkénti ingadozást mutat.

Az elterjedési adatok alapján meghatároztam a haris megőrzésében központi jelentőségű kulcsterületeket, melyekről bizonyos években jelentős kitelepülés tapasztalható.

Kimutattam, hogy az egymáshoz közelfekvő területek harisállományainak változása bizonyos időszakokban megegyező, míg más időszakokban negatívan korrelál. Az eredmények alapján a különböző interpopulációs összefüggések jól magyarázhatóak a Tisza árvízi karakterisztikájával. A leírt újraeloszlási (re-disztribúciós) mintázat nagyon lényeges új szempont a harisvédelmi intézkedések tervezésében.

Meghatároztam a vizsgálati területen a fehér gólya elterjedését, állományviszonyait és természetvédelmi helyzetét. Elvégeztem a területi gólyaállomány 20 éves időszakra vonatkozó részletes állapotleírását és értékelését.

Három évtizedes adatsor alapján meghatároztam a területi állomány trendjét, mely elmentés a legtöbb európai országban tapasztalt trenddel.

A gólyák állományadatai alapján megállapítottam, hogy az egyes kistájakon eltérő állományváltozási trendek érvényesülnek, mely arra utal, hogy a gólyák a nagyobb vízfolyásokhoz és az egyéb vizes élőhelyekhez húzódnak.

A költőhelyek és költési siker elemzésével kimutattam, hogy a villanyoszlopokra épült, fészektartóval nem rendelkező fészkek kivételével, az egyes fészkealapokon nincs érdemi különbség a gólyák költési sikerében.

Meghatároztam a különböző korú fészkekben a költési sikert, mely szerint az új fészkekben lényegesen kisebb a sikeresség. 20 éves időszakra vonatkozóan részletes adatokat gyűjtöttem a fészkelőhelyváltási folyamat dinamikájáról és a folyamat természetvédelmi vonatkozásairól.

Kimutattam, hogy a korábban érkező gólyáknak a fiókaszámok alapján nagyobb a reprodukív sikere.

Kimutattam, hogy a tavaszi visszaérkezés során a hagyományos fészkealapokat foglalják el leghamarabb a madarak, mely úgy tűnik, hogy a fészkelőhelyváltási folyamat egyik kimutatható hatása.

4. Az új eredmények hasznosítása

Az elterjedési és állományadatok alapján kijelöltem a területre vonatkozóan a denevérfajok megőrzése érdekében szükséges faj- és élőhelyvédelmi prioritásokat. A természetvédelmi hatóságok évek óta sikerrel alkalmazott stratégiája, hogy vizsgálati eredményeim alapján – az elővigyázatosság és a megelőzés elve szerint – tájékoztatást adnak a denevérek által lakott épületek kezelőinek, kérve őket a tervezett munkák előzetes bejelentésére és egyeztetésére. A földalatti szálláshelyek, illetve az ezekhez ragaszkodó fajok vizsgálati eredményei alapján a vizsgálati területen és Magyarországon szakmailag sokkal megalapozottabb lehet a barlangi denevérvédelem és az általános barlangvédelem. Az eredmények alapján megkezdődhet a legfontosabb hajdani földalatti szálláshelyek természetvédelmi rehabilitációja.

Mivel a szálláshelyek megvilágítása súlyos negatív hatással van a denevérekre, a denevérek által lakott épületeknél a díszkivilágítások alkalmazását szabályozni kell. Az eredmények alapján jogszabályi módosítás is indokolt. A legfontosabb kolóniák esetében az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság szaporodási időben már korlátozza az épületek megvilágítását.

A vizsgált fajokkal kapcsolatos monitoring eredmények közvetlenül használhatóak Magyarország európai uniós kötelezettségeinek teljesítéséhez (Natura 2000 területek kijelölése és monitorozása, fajok monitorozása), a hatósági szabályozásokhoz, illetve a hazai és nemzetközi fajmegőrzési programok tervezéséhez és végrehajtásához.

A haris áttelepülési mintázatával kapcsolatos új eredmények alapján a természetvédelmi szempontú agrártámogatási rendszerbe bevonható gyepterületek kiterjedése jelentősen megnövelhető.

1. Introduction and goals

The biosphere-crisis induced by mankind and the quickening degradation of wildlife demand more intensive and effective decisions and action in the field of nature conservation. The development of strategies and the planning and implementation of conservation programmes need long and thorough scientific preparation, since poorly prepared or unsuitable projects are not only useless, they may also cause serious harm. Hence in depth knowledge regarding the distribution of species, habitat requirements and any threatening factors is essential for both practical and theoretical conservation programmes. However, wildlife management is often hampered because data on many species, such as distribution and life history, as well as practical experience in implanting protective policies, are often lacking.

The effective protection of mammal and bird species often has a knock-on effect in the general conservation of many other species and even whole communities. Some of these umbrella species live in urban environments (e.g. bats, White Stork) and in agricultural areas (e.g. Corncrake). The examination of such protected species is not only a dynamically expanding scientific field in conservational biology but it also gaining increasing importance in every-day nature conservation activities.

Take the case of bats: a drastic decline in bat populations was observed in the second half of the 20th century in many countries, which was mainly due to changes in forest management practices, the use of dangerous chemicals and even the intensive utilization of underground roosts (caves) by tourists. Similar considerable negative changes in bat populations may have also occurred in Hungary, but except for a known, and striking reduction in cave-dwelling colonies, there is no concrete data on this subject. The general lack of faunistical data is still typical for many parts of Hungary, so it is unsurprising that most parts of the administrative territory of the Aggtelek National Park Directorate had not been subject to study before my own research work.

For example, light pollution has obvious effects on bats as well as many other crepuscular and nocturnal species. The effects of artificial illumination on bats at their hunting-grounds have been studied, but artificial lighting may also influence the activity of bats at roosts and the development of young. So the recent trend of illuminating buildings, particularly churches, in the villages in Central and Eastern Europe may well be affecting bat populations. If bats are restricted or deterred from flying by illumination, this must have

important implications for bat conservation because many important colonies live in village buildings all over the world. The effects of lighting on roosting bats are little-understood; indeed, there were hardly any previous studies on the subject world-wide until our investigations in north-east Hungary.

Take another example: Corncrake (*Crex crex*) is an important, useful umbrella-species in grasslands. Corncrake usually occupies breeding sites in grasslands with high biodiversity and important natural values - exactly the same habitats which are significant for agricultural production. The area of grasslands in Europe has decreased during recent decades, while the management of remaining areas has been intensified. The decline in biodiversity in grasslands owing to the intensification of agriculture is well-known all over Europe. The Corncrake depends on managed grasslands and has responded negatively to new, intensive agricultural methods. Consequently, the population of this formerly abundant species has decreased in the major part of its Eurasian breeding range. Hungary is one of the westernmost European countries with a large Corncrake population. However, previous to my research there was no scientific data on the distribution or situation of breeding populations, nor on the relationships between different populations and their re-distribution patterns in north-eastern Hungary. If, however, Corncrakes move from the protected and subsidised territories to unfavourable breeding sites, this has implication for Corncrake population biology and conservation. The thesis aims at improving our knowledge on this subject in north-eastern Hungary.

White Stork (*Ciconia ciconia*) is one of the most studied and best known umbrella-species in the rural environment. The White Stork is a strictly-protected species in Hungary, where birds mostly breed in settlements and generally forage in agricultural areas. But there have been considerable changes, both in the use of agricultural land and in the settlements in north-east Hungary in the last few decades.

As a result the frequency distribution of the different types of nest structures has considerably changed, as well as the breeding possibilities in the settlements. In particular a very intensive and rapid change started in the second half of the 1960s, when storks started to nest on electricity poles. The White Stork can quickly respond to modified circumstances but there had not been adequate data on the size and distribution of populations until our investigations.

I have summarised the more important results collated during the preparation and implementation of monitoring and conservation programmes in the region during the last

two decades. In this thesis I have set out to present the case for specific ecological measures designed to protect the species which are at the focus of the study. I maintain that the results of experiments and field observations undertaken over the years reveal that these species are under threat. I support my arguments with data on distribution, population status and the conservation situation of these species, as well as commenting on the various threats and different methods of possible conservation management.

Specific goals of the thesis:

- (i) Chiroptero-faunistical exploration of the sample area; determination and evaluation of the different bat species in the region.
- (ii) To clarify and evaluate the effects of artificial lighting on bat colonies dwelling in houses and other buildings, especially on emergence activity and subsequent impacts on the development of young bats and to determine the consequences for conservation.
- (iii) To determine the status of the Corncrake, a strictly-protected bird in Hungary, within the study area. I set out to clarify its habitat requirements and to determine and evaluate threats to its existence.
- (iv) To clarify the re-distribution pattern and inter-population relations of different Corncrake populations and determine the consequences for conservation.
- (v) To determine the status of the strictly-protected White Stork in the study area and to clarify the consequences of the changes affecting breeding sites, with regard to identifying and evaluating threatening factors.
- (vi) White Storks are migratory birds, and the arrival dates vary due to various factors. I seek to clarify the effects of the time of arrival on breeding success rates and nest selection, and assess the consequences in terms of conservation

2. Materials and methods

The distribution and size of the different study areas vary according to the species/ species-groups under observation but most of them are situated in the administrative area of the Aggtelek National Park (ANP) Directorate in north-east Hungary.

The surveys of house-dwelling colonies were carried out from May until September over an area of 2200 sq km. During a thorough examination of buildings, each trace which indicated the presence of bats, e.g. call, fresh and old droppings, carcasses and mummified

specimens, was recorded. Any owl pellets in the buildings were also collected and analysed. A significant amount of data was collected during field work at winter roosts and by analysis of recent bat remains which were found at the hibernating shelters. Mist nets and an ultrasound detector (Minibat-3, Petterson D200) were used during surveys in forests and mating sites. Ponds, streams and cave entrances were the most frequent places where bats were mist-netted during nights. During surveys of mating sites at caves a standard method was used (same net surface, location, duration etc.). The chiroptero-faunistical investigation was carried out between 1988 and 2008.

In order to assess the effect of direct lighting on house-dwelling bats, colonies of different bat species were examined in illuminated and non-illuminated buildings found in close proximity to each other in both north-east and south-east Hungary. The characteristics of emergence behaviour were investigated in illuminated and non-illuminated buildings during the same time period, both with and without manipulation of lighting. To investigate the effect of lighting on the growth of juveniles, the length of the forearm and body mass of bats in the illuminated and the non-illuminated control buildings were compared (Mann-Whitney U test).

Singing Corncrakes were surveyed at all potential breeding sites over an area of 3700 sq km in north-east Hungary between 1997-2006. During the survey all singing male Corncrakes were counted between 15 May and 30 June at night (22:30 – 03:30), following international guidelines. The census aimed to cover all potential habitats in the study area, regardless of the management or protection regime. The determination of the 10-year-long trend in population size was carried out with data collected in an area of 1,160 hectares in the ANP and its surroundings. In order to explain the observed population fluctuations at the different sites I used ANCOVA models. To enable the comparisons of the sites, raw counts of individuals from each site were transformed by calculating an *annual change index (ACI)*, which shows the relative change of the size of the population at each site from the base year (1997) of the study. The changes in *ACI* values were analysed using analysis of covariance models in which the different sample areas (as “*site*”) was a fix factor and “*water-level*” was a covariate. A GIS software (ArcMap 9.2) was used for determining and evaluating the spatial and administrative status of the breeding sites.

Nesting White Storks were surveyed at all potential breeding sites across a study area of 4,833.5 sq km during the second half of the breeding season (from mid June to the end of July) in north-east Hungary between 1989 and 2008. The number of breeding pairs and

breeding success rates were defined by standard methods used during international censuses. The breeding success rate was investigated at different nest sites and different age-group of nests. The distribution of the breeding population, the changes in nest site location and the breeding success rates at different nest locations and nest-age groups were investigated and analysed (Kolmogorov-Smirnov test, Kruskal-Wallis H test, Mann-Whitney U test, linear regression, ANOVA, Tukey-Kramer's post-hoc test). In order to assess the principal trends among the breeding White Stork population in the study area, survey results from 152 different settlements were also analysed from where former survey results were available. The commonly used TRIM package (*TRends and Indices for Monitoring data*) was used with a linear trend model with change points at time points, without and with a covariate of geographical region. The time points were 1979, 1999, 2004 and 2008. The goodness-of-fit (GOF) of log-linear models were tested by the likelihood ratio (LR) test. For evaluation of strength of evidence and importance of different models, I used *Akaike's Information Criterion (AIC)*. Wald-test was used for testing significance of covariate. The arrival date and the breeding success rates of 156 White Storks were analyzed from the period of 1990-1994 during the investigation of nest site selection in spring (Kruskal-Wallis H test, Mann-Whitney U test, Spearman rank correlation).

3. Results and discussion

These research projects significantly widened our chiroptero-faunistical knowledge of Hungary. The results illustrate that the bat fauna in north-east Hungary is extremely rich. However, I see the need for continuous monitoring and management of the populations as essential for their survival.

In all 25 different bat species (90% of the Hungarian fauna) were registered in 123 settlements and their surroundings during the 318 days of observations, and 5,394 new faunistical records were collected. The occurrence of *Myotis brandtii*, *Myotis alcathoe*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Barbastella barbastellus* is completely new to the study area. In addition, the *Vespertilio murinus* is new to the Aggtelek National Park. As a result, the distribution, population sizes and the conservation status of the species have been determined. The most important populations among house-dwelling species are the colonies of *Rhinolophus ferrumequinum* and *Myotis emarginatus*. Some roosts are of international importance. Traditional, large, cave-dwelling colonies have disappeared because of

disturbances, and only small, scattered colonies now remain. The most important cave bats are the *Rhinolophus euryale* and *Miniopterus schreibersii*. For both the study area is at the northern border of distribution. The occurrence of all forest-dwelling bats was confirmed in the study area, with the most important species being *Myotis bechsteinii*, *Nyctalus lasiopterus* and *Barbastella barbastellus*. Based on the survey data I assigned conservation rankings for the species, roosts and sites.

I demonstrated that bright, artificial illumination negatively affects bats. Therefore, the illumination of roosts has serious implications for the conservation of house-dwelling bat colonies. Artificial lighting delays the onset of the emergence of bats, and the duration of flying time.

Based on the results of manipulative experiments I clarified the effects of the light disturbance and the accommodation characteristics of the different species (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis oxygnathus*, *Myotis emarginatus*).

By both comparisons in the length of the forearms and in body masses I have been able to prove that the parturition time starts later, with an estimated disparity in age between the illuminated and non-illuminated colonies being at least 7-10(11) days.

In addition, I found that the growth rate of bats living in illuminated buildings is also lower. Furthermore, the body mass remains reduced even after the weaning season in illuminated colonies, the study showing that they still have less body fat in the post-weaning season. I have concluded that this shows bats are unable to make up for their disadvantageous start. Since hibernation success mainly depends on the body mass achieved [prior to beginning hibernation] the illumination of maternity roosts may well reduce the hibernation success of young bats.

I determined the distribution, the population size and the conservational status of the strictly-protected Corncrake in the study area. The size of the breeding population of Corncrake in this relatively small area is remarkable even in an international context, although the sizes of the local populations fluctuate considerably. Based on the survey data I drew up the conservation ranking for the breeding sites.

Intriguingly, the changes in population sizes are sometimes common across the observed sites, and at other times contradictory between nearby sites. The significant correlation between the population size of Corncrake and the maximum water-level of the Tisza river indicated that displacement from the most important sites depended on high water levels. This newly described pattern of redistribution is an important factor to

consider when planning Corncrake conservation measures, both in the region and in other parts of the distribution range.

I determined the distribution, the population size and the conservational status of the strictly-protected White Stork in the study area. Data showed a steep decline in numbers, with an average of $0.90 \pm 0.016\%$ decrease per year from the pooled data, but I also detected remarkable differences between regions. This newly-detected trend is contrary to what has been observed among many other populations in the breeding range, where stable or an increasing status has been reported.

I found that the trend of local populations in different parts of the study area may differ considerably from one another. I observed stable or increasing populations only along main rivers in the study area, which may indicate that storks are shifting closer to wetland habitats.

I demonstrated that different nesting locations have no significant impact on breeding success rates in White Stork, except for pairs breeding on electricity poles without nest platform, where the success rate is significantly lower.

I also observed nests of different age-groups and concluded that White Storks have much lower breeding success rates in new nests compared to older ones. I collected data on the nest-site changing process over a 20-year period and evaluated the consequences in terms of conservation.

The White Stork builds a large nest and therefore the potential breeding sites are limited. In addition the construction requires much energy and time. I demonstrated that the birds arriving earlier had significantly higher breeding success.

In what I believe to be completely new observations, I found that White Storks arriving first after migration occupy traditional locations such as chimneys. I formulated the general biological conservation assessment and evaluation of the population in the study.

4. Practical use of the results

The priorities for bats have been determined by the data on the distribution and the population status of the different species. The conservation authorities usually inform the owners of properties where bats roost of their importance and this has proved to be effective. The authorities also ask owners to announce any planned work on the buildings beforehand in order for protective measures to be taken, if so required. Having seen the

impact of changes in use to caves and underground shelters, I consider that management of these habitats can be greatly improved, both in the study area and across Hungary. Indeed, based on the results of these studies, the rehabilitation of the old underground shelters can be started.

Since the lighting of roosts has a serious, negative effect on bats, the use of flood-lights should be restricted at buildings which contain house-dwelling bat colonies. Indeed, the effects are so serious as to warrant legal changes to protect bat populations. The Aggtelek National Park Directorate has already restricted the lighting of churches as a result of these observations.

The results of these monitoring programmes can be used for the accomplishment of the commitments required by the European Union (monitoring and designation of Natura 2000 sites, species monitoring) measures taken by the authorities or the planning and implementation of the local or international species conservation programmes.

The results of the investigation on the redistribution of Corncrake give the opportunity to enlarge the supported grassland areas in the Environmentally Sensitive Areas system.

4. Boldogh Sándor András tudományos tevékenységének jegyzéke

4.1. Az értekezés témakörében megjelent, illetve benyújtott referált (ISI) publikációk:

GÖRFÖL, T., DOMBI, I., **BOLDOGH, S.** & ESTÓK, P. (*in press*): Going further south: new data on the breeding area of *Nyctalus noctula* (SCHREBER, 1774) in Central Europe. *Hystrix Italian Journal of Zoology*.

BOLDOGH, S., DOBROSI, D. & SAMU, P. (2007): The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica* 9(2): 527-534.

BOLDOGH, S. (2006): The bat fauna of the Aggtelek National Park and its surroundings. *Vespertilio* 9-10: 33-56.

MATIS, S., **BOLDOGH, S.**, PJENČÁK, P. (2003): Records of *Nyctalus lasiopterus* in the Gömör-Torna Karst (Slovakia, Hungary). *Vespertilio* 7: 135-138.

BOLDOGH, S., SZEGEDI, Z., SZENTGYÖRGYI, P., PETROVICS, Z. (submitted): Distribution, population size and conservation of Corncrake *Crex crex* L. 1758 in Hungary, 1997-2006. *Die Vogelwelt*.

BOLDOGH, S. & SERFŐZŐ, J. (submitted): The situation of White Stork *Ciconia ciconia* L. 1758 in north-eastern Hungary: a review on the results of a 20-year-long monitoring programme. *Acta Ornithologica*.

BOLDOGH, S., VISNYOVSKY, T., LENGYEL, S., SZEGEDI, Z., HABARICS, B., HORVÁTH, R. (submitted): Where can flood refugees go? The re-distribution of Corncrake (*Crex crex*) and its consequences on grassland conservation in north-eastern Hungary. *Biological Conservation*.

4.2. Az értekezés témakörében megjelent vagy közlésre elfogadott nem referált publikációk jegyzéke

BIHARI, Z., **BOLDOGH, S.** (2007): A csonkafülű denevér *M. emarginatus* (GEOFFROY, 1806). Pp. 117-118. In BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.

BIHARI, Z., SZATYOR, M., **BOLDOGH, S.** (2007): Nagy patkósdenevér *R. ferrumequinum* (SCHREBER, 1774). Pp. 72-74. In BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.

- BOLDOGH, S.** (1998): A fehér gólya hatékony védelmét megalapozó vizsgálatok eredményei Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. *Ornis Hungarica* 8 Suppl. 1: 133-136.
- BOLDOGH, S.** (1999): The Corncrake (*Crex crex* L. 1758) in Hungary. Pp. 53-59. In SCHÄFFER, N. & MAMMEN, U. (eds): Proceedings of the Int. Corncrake Workshop. – Hilpolsthein (Germany).
- BOLDOGH, S.** (2007a): Földalatti denevérszállások az Aggteleki-karszt és a Galyaság területén. *ANP Füzetek* 3: 164-185.
- BOLDOGH, S.** (2007b): A Putnoki-dombság földalatti denevérszállásai. *ANP Füzetek* 3: 186-190.
- BOLDOGH, S.** (2007c): Földalatti denevérszállások a Rudabányai- és a Szalonnai-hegység területén. *ANP Füzetek* 3: 191-197.
- BOLDOGH, S.** (2007d): Földalatti denevérszállások kutatása az Észak-Cserehát területén. *ANP Füzetek* 3: 198-203.
- BOLDOGH, S.** (2007e): A kereknyergű patkósdenevér *Rhinolophus euryale*, BLASIUS, 1853 állománya és természetvédelmi helyzete É-Magyarországon. Pp. 32-39. In MOLNÁR, Z. (ed.): Az 5-6. Magyar Denevérvédelmi Konferencia kötete. CSEMETE Egyesület, Szeged.
- BOLDOGH, S.** (2007f): Denevérek kutatása és védelme az ANPI illetékességi területén. Pp. 11-17. In MOLNÁR, Z. (ed.): Az 5-6. Magyar Denevérvédelmi Konferencia kötete. CSEMETE Egyesület, Szeged.
- BOLDOGH, S.** (2007g): Csonkafülű denevér *M. emarginatus* (GEOFFROY, 1806). Pp. 117-118. In: BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- BOLDOGH, S.** (2007h): Kereknyergű patkósdenevér *Rhinolophus euryale* BLASIUS, 1853. Pp. 70-71. In: BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- BOLDOGH, S.** (2007i): Kis patkósdenevér *R. hipposideros* (BECHSTEIN, 1800). Pp. 75-78. In BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- BOLDOGH, S.** (2007j): Denevérek kutatása és védelme az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság illetékességi területén. Pp. 11-17. In MOLNÁR, Z. (ed.): Az 5-6. Magyar Denevérvédelmi Konferencia kötete. CSEMETE Egyesület, Szeged.

- BOLDOGH, S., BARTHA, CS., SOMLAI, T., SZENTGYÖRGYI, P. (2008):** A keleméri Mohos-tavak gerinces (Vertebrata)-faunája. ANP Füzetek, 4: 229-248.
- BOLDOGH, S., CSANÁDI, D., PAULOVSICS, P. (2007):** Északi késeidenevér *Eptesicus nilssonii* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839). Pp. 79-80. In: BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- BOLDOGH, S. & GOMBKÖTŐ, P. (1996):** Monitoring and conservation of house-dwelling bat colonies in the Aggtelek NP. In TÓTH, E., HORVÁTH, R. (eds): Proceedings of the Research, Conservation and Management Int. Conference. Aggtelek NP Jósvalfő (Hungary). ANP Füzetek 1: 185-193.
- BOLDOGH, S., SZENTGYÖRGYI, P. (2003):** A haris (*Crex crex* L. 1758) állományának vizsgálata az Aggteleki Nemzeti Park illetékességi területén 1997-2002 között. ANP Füzetek 2: 77-96.
- GOMBKÖTŐ, P., **BOLDOGH, S. (2007):** Hosszúszárnyú denevér *Miniopterus schreibersii* KUHL, 1819. Pp. 127-128. In BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. (eds.): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.

4.2. Az értekezés témakörében elhangzott előadások és posztterek:

- BOLDOGH, S. (2004):** A haris (*Crex crex* L. 1758) védelmével és természetvédelmi monitoringjával kapcsolatos tapasztalatok Észak-Magyarországon. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület VI. Tudományos Ülése, Debrecen.
- BOLDOGH, S. (1994):** A fehér gólya fészkelőhelyválasztása és természetvédelmi vonatkozásai. II. Kelet-magyarországi Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Konferencia, Debrecen.
- BOLDOGH, S. (1995):** A fehér gólya állomány természetvédelmi kezelésének feladatai és lehetőségei Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület IV. Tudományos Ülése, Nyíregyháza.

4.3. Egyéb publikációk:

- BAGYURA, J., SZITTA, T., SÁNDOR, I., VISZLÓ, L., FIRMÁNSZKY, G., FORGÁCH, B., **BOLDOGH, S., DEMETER, I. (2004):** A review of measures taken against bird electrocution in Hungary. Pp. 423-428. In CHANCELLOR, R. D., MEYBURG, B.-U. (eds.):

- Raptors Worldwide. The World Working Group on Birds of Prey and Owls - BirdLife Hungary, Berlin - Budapest.
- BODNÁR, M., **BOLDOGH, S.** (1997): Társadalom - Természet. A Gömöri Múzeum állandó kiállításának katalógusa, Putnok. 48 pp.
- BOLDOGH S.** (2001): Putnok város és környékének élővilága. Pp. 20-45. In BODNÁR M. (ed.): Putnok monográfiája. Putnok Város Önkormányzata, Putnok.
- BOLDOGH S.** (2005): Gyöngybagoly-védelem. Madártávlat 12(3): 4-9.
- BOLDOGH S.** (2008): Országos gyöngybagolyvédelmi program, 2006. Heliaca 3: 38-43.
- BOLDOGH S., VIRÓK V. & HUBER A.** (2005). Dimbes-dombos Cserehát. Természetbúvár 60(5): 20-23.
- BOLDOGH, S. & TÓTH, E.** (2000): Növény- és állatvilág. Pp. 33-45. In SZABLYÁR, P., SZMORAD, F. (szerk): Jósvafő: települése a források és barlangok völgyében. Községi Önkormányzat, Jósvafő.
- BOLDOGH, S.** (1990): Billegető cankó költése a Sajón. Madártani Tájékoztató 90/2.
- BOLDOGH, S.** (1999): A Kossuth Lajos Tudományegyetem madártani gyűjteménye. Déri Múzeum Évkönyve 1997-1998: 7-18.
- BOLDOGH, S.** (1999): Tornyok, baglyok, denevérek – Természetvédelem az épületekben. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest. 11 pp.
- BOLDOGH, S.** (2001): A Cserehát. Pp: 114-124. In HABÁN, I. (szerk): Az Országos Kéktúra. Cartographia, Budapest.
- BOLDOGH, S.** (2002): Jávorszarvas *Alces alces* (L. 1758) előfordulása a Putnoki-dombságban. Folia Historico Naturalia Musei Matraensis 26: 351-352.
- BOLDOGH, S.** (2004): Fajvédelmi programok tervezése, esernyő- és zászlóshajó fajok védelme. Természetvédelmi Közlemények 11: 113-121.
- BOLDOGH, S., FARKAS, R. SZMORAD, F., SZANISZLÓ. M. I.** (2005): Territóriumtartó törpekuvik (*Glaucidium passerinum*)-pár megfigyelése az Aggteleki Nemzeti Parkban. Aquila 112: 65-68.
- BOLDOGH, S., KOVÁCS, A., SZABÓ, B.** (2003): Szárazföldi gerincesek fajvédelmi kezelési terveinek tartalmi elemei. Természetvédelmi Közlemények 10: 131-147.
- BOLDOGH, S., SALAMON, G. & TÓTH, E.** (1999): Az Aggteleki Nemzeti Park. A Gömör-Kishonti Múzeumegyesület Évkönyve 2: 41-50.

- FARKAS, R., **BOLDOGH, S.**, SZENTGYÖRGYI, P., BARTHA, CS. (2003): A gyurgyalag (*Merops apiaster* L. 1758) állományának felmérése és védelme Észak-Magyarországon. ANP Füzetek 2: 97-106.
- HORVÁTH R., **BOLDOGH, S.**, VARGA, ZS. (1999): Az Aggteleki-karsztvidék madárvilága. Karszt Természetvédelmi Egyesület, Szögliget. 128 pp.
- NAGY, D., SZMORAD, F., HUDÁK, K., BARATI, S., **BOLDOGH, S.** (2000): A Keleméri Mohostavak TT. természetvédelmi kezelési terve. Pp. 141-152. In SZURDOKI E. (szerk.): Tőzegmohás élőhelyek Magyarországon: kutatás, kezelés, védelem. CEEWEB Munkacsoport, Miskolc.
- SZÉKELY K., SALAMON G., **BOLDOGH, S.**, HUBER, A., GRUBER, P., TOLNAY, ZS. (2007): A Baradla- barlangrendszer és pufferterülete Ramsari Terület. Pp. 334-347. In TARDY, J. (ed.): Magyarországi vadvizek világa. Alexandra Kiadó, Pécs.

4.4. Egyéb előadások és posztterek:

- BAKÓ, B., **BOLDOGH, S.**, SCHMIDT, A. (2005): Veszélyeztetett állatfajok megőrzési tervei. 3. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger.
- BOLDOGH, S.** (2004): Fajvédelmi programok tervezése, esernyő- és zászlóshajó fajok védelme. 1. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Sopron
- BÜCS, S., NAGY, Z., FERENCZ, B., SZÉKELY, S., **BOLDOGH, S.** (2005): Microsatellite-based genetic variation of Greater Mouse-eared bat, *Myotis myotis*, populations in the Carpathian Basin. 10th. European Bat Research Symposium, Galway (Ireland).
- VISNYOVSKY, T., **BOLDOGH, S.**, VIRÓK, V., TRUNGEL, L. (2007): Tényleg a kezelési terveknek megfelelően valósulnak meg a természetvédelmi kezelések? A 4. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Tokaj.

