

A lappantyú (*Caprimulgus europaeus* L.) habitatválasztása és territóriumváltása a Soproni-hegységben

Habitat selection and territory change of European Nightjar (*Caprimulgus europaeus* L.) in the Sopron Mountains

WINKLER DÁNIEL

1. Bevezetés

A lappantyú (*Caprimulgus europaeus* L.) hazánk egyik legérdekesebb védett, vonuló madara. Rejtett éjszakai életmódja miatt azonban viszonylag kevés ismerettel rendelkezünk e fajról. A hazai szakirodalomban fellelhető adatok inkább csak faunisztikai megfigyelésekre vonatkoznak (Szemere, 1916; Vasvári, 1935; Ruzsik 1957), a faj költésbiológiájával, etológiájával, habitatválasztásával kevesen foglalkoztak (Szabó, 1992; Winkler 1996, 2000, 2006).

A lappantyúalakúak rendjének (*Caprimulgiformes*) legnagyobb fajszámmal (68) képviselt családja a lappantyúfélék (*Caprimulgidae*). A forró és mérsékelt övben mindenütt megtalálhatók képviselői. A *Caprimulgus* genus 44 fájával gyakorlatilag a család egész elterjedési területén előfordul (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1980). Európában a családot három faj képviseli: fészkelőként a lappantyú (*Caprimulgus europaeus* L.) és a rozsdástorkú lappantyú (*C. ruficollis* Temm.), ezen kívül ritka madárvendég a sivatagi lappantyú (*C. aegyptius* Licht.). Hazánkban csak a lappantyú fordul elő. Van azonban egy említésre méltó adat a sivatagi lappantyú hazai előfordulásáról is, mely fajt Györy (1959) figyelte meg éppen Sopron környékén, a Bécsi-dombon. Magyarország madarainak névjegyzékébe (Keve, 1984; Magyar et al., 1998) azonban – a bizonyítottság elégtelen volta miatt – nem került be.

A lappantyúnak összesen négy alfaja ismeretes, ezekből hazánkban kettő fordul elő. A *C. e. europaeus* L. a legnagyobb és legsötétebb alfaj, nálunk csak átvonul. Magyarországon egy kisebb alfaj, a *C. e. meridionalis* Hart. költ.

Palearktikus elterjedésű faj. Előfordul Észak-Afrikában, valamint a Brit-szigetektől Európán, Kis-Ázsián és Nyugat-Szibérián át egészen a Bajkál-tóig, Külső- és Belső-Mongóliáig és Északnyugat-Indiáig. Hiányzik a Távol-Keleten, ott egy másik faj (*C. indicus* Lath.) helyettesíti.

A törzsalak (*C. e. europaeus*) költési területe a Brit-szigetektől (Skóciában csak alkalmi fészkelő) Dél-Skandinávián (Norvégiában csak a legkülső részeken, Svédországban és Finnországban kb. a 63. északi szélességi körig költ) és Észak-Oroszországon át (ahol a 63. szélességi kört helyenként még átlépi) déli irányban a Pireneusokig, az Appennini-félsziget középső részéig, az Alpok délkeleti széléig és Dél-Ukrajnáig terjed. Az átmenet a *Caprimulgus e. europaeus* és a *C. e. meridionalis* alfajok költési területe között nem olyan éles. Utóbbi alfajnak azonban a Pireneusok déli lábairól, Közép-Olaszországból, a Fekete-tenger északi részéről és a Kaukázus elővidékéről kimondottan intermedier populációja ismert (Cleere, 1999).

A faj kissé thermofil, így fő fészkelőhelyei az alföldeken, síkságokon találhatók. Helyenként a középhegységekben, délen a magashegységekben is megtalálható. Geográfiai, talajtani, vegetációs szerkezeti vagy helyi klimatikus okokból azonban széles területek kimaradnak. Közép-európai elterjedésének súlypontja Magyarország keleti része. A legnagyobb hézagok a költőterületén belül Ausztriában és Svájcban vannak. Elterjedésének felső határa a Kárpátokban és az Alpokban 700-800 m, helyenként 1000 m (Glutz von Blotzheim & Bauer, 1980; Sierro et al., 2001).

A lappantyú hazai állománysűrűségéről kevés adat áll rendelkezésre. Györy (1984) szerint a „számára megfelelő élőhelyen elterjedt, de nem túl gyakori” madár. Moskát (1975) a Karancs és a Medves hegységben 1968–1974 között végzett felmérései alapján elég gyakori fajnak minősíti. A Börzsönyi TK területén Homoki-Nagy (1981) az 1968–1979 közötti időszakban szórványosan, kis egyedszámban előforduló fajnak találta. Fenyősi (1993) a Barcsi TK területén fészkelő állományát 15-20 párra becsüli. Optimális élőhelyén (nyíresborókás) kb. 100 ha-on három territóriumot állapított meg. Magyarországi állományát Magyar et al. (1998) 5000-10000 párra becsüli.

A Soproni-hegységben 1990 óta végzem a lappantyú monitorozását, a territóriumok feltérképezését. Bár a fészkek megtalálása legtöbbször szinte lehetetlen feladatnak bizonyul, mégis abban a szerencsében volt részem, hogy az említett időszakban több pár költését is végigkísérhettem és dokumentálhattam. Ebben a rövid tanulmányban a faj habitatválasztásával és territóriumváltásával kapcsolatos megfigyeléseim eredményeit közlöm.

2. Anyag és módszer

2.1. A vizsgálati terület jellemzése

A Soproni-hegység az Alpok legkeletibb nyúlványa, így a magashegység közelsége természeti szempontból meghatározó. A táj domborzatát tekintve középhegység jellegű, átlagos tengerszint feletti magassága 410 m (Marosi & Somogyi, 1990).

A Soproni-hegység mérsékeltlen hűvös, mérsékeltlen nedves éghajlatú kistáj. A hegység nyugati részének magasabb tengerszint feletti fekvéséből, valamint a keleti rész peremfekvéséből adódóan a két tájrészlet éghajlati viszonyai meglehetősen különbözőek, ami a hőmérséklet- és csapadékvizonyokban egyaránt megmutatkozik.

A Soproni-hegység növényföldrajzi vonatkozásban az alpesi flóratartomány (*Alpicum*) kelet-alpesi flóravidekének (*Noricum*) sopronkőszegi flórajárásába (*Ceticum*) tartozik. A hegység növényfajai főleg az európai elemcsoport tagjai, kiegészülve néhány montán, alpin-kárpáti és atlanti-mediterrán elemmel (Csapody, 1955).

Állatföldrajzi vonatkozásban a Soproni-hegység az Alpok alja faunakörzet (*Noricum*) Scarbanticum faunájárásába tartozik, jellegzetes alpesi és kelet-alpesi fajokkal. A hegység gerinces faunájának kétségkívül legkutatottabb csoportja a madarak (*Aves*). A „Sopron madarai” című első összefoglaló munka Fászl István (1883) nevéhez fűződik. Több érdekes adatot közöl olyan madárfajokról is, melyek azóta kipusztultnak tekinthetők hazánk területéről (nyírfajd – *Tetrao tetrix*), illetve a Soproni-hegységből (kövirigó – *Monticola saxatilis*). Jelenleg összesen 87 madárfaj fordul elő fészkelőként (ebből 80 védett, 2 fokozottan védett faj), ezen kívül számos madárvendég, átvonuló (köztük több ritka faj) gazdagítja a terület ornizát.

2.2. Alkalmazott módszerek

2.2.1. Territóriumterképezés

A lappantyú-territóriumok feltérképezésére legalkalmasabb módszer az akusztikus (hang alapján történő) monitoring. A lappantyú „éneke” jellegzetes pirregés, melyet általában kimagasló pontokon, alkonyattól kora hajnalig hallat. Emellett jellemzi még a rendszerint röptében adott jellegzetes, rövid „ruit” hang is.

A revírek viszonylagos (néhány hektár) pontosságú behatárolása után a fészkek megtalálása még így is rendkívül nehéz feladatot jelent a faj kiváló mimikrije miatt, ez azonban nem is volt célom minden esetben. A vizsgálati időszak alatt a megtalált fészkek száma tizenegy volt. Mindezek alapján a fészkelőhabitatok pontosan beazonosíthatóak és felmérhetőek voltak.

2.2.2. A lappantyú territóriumváltásával kapcsolatos vizsgálatok és alkalmazott módszerek

Az évenkénti állományfelmérés, etológiai és költésbiológiai megfigyelések mellett a territóriális viselkedést mutató hímek bioakusztikus módszerekkel történő egyedi elkülönítésével és monitoringjával megpróbáltam kimutatni a habitatváltozásnak (elsősorban szukcessziós változások) a faj fészkelésére gyakorolt hatását.

A lappantyúk éveig tartó (akár életre szóló) territóriumhűsége ismert jelenség (Cleere, 2001; Bult, 2002; Palmer, 2003). Ha nem történik számottevő változás (antropogén vagy természetes eredetű) a fészkelőhabitatban, a pár évről évre ugyanarra a helyre tér vissza költetni, s a fészkek (illetve a kapart sekély mélyedés) helye ilyenkor az előző évvel pontosan egyezik. A vegetációban bekövetkezett szukcessziós változások (elsősorban a gypszint vagy a fiatal fák teljes záródása) hatására a faj számára a habitat fészkelésre alkalmatlanná válhat, ilyenkor – amennyiben az nem esik bele egy másik pár territóriumába – általában a legközelebbi optimális habitatban költ.

2.2.2.1. Bioakusztikus módszerek alkalmazása

A bioakusztika az állathangokkal kapcsolatos biológiai és fizikai kérdéseket vizsgálja. Hazánkban a madarak bioakusztikai vizsgálatával, a madárhangok spektrográfiai megjelenítésével és elemzésével Szőke (1972, 1976) foglalkozott először. A technikai fejlődés azóta lehetővé tette a hangtani jellemzők, terjedési sajátosságok pontosabb vizsgálatát és kiértékelését.

Elfogadott tény madarak esetében is, hogy egy faj egyedeinek hangja különbségeket mutat. Egyre több kutatás, tanulmány foglalkozik egyes fajok egyedeinek hang alapján történő azonosításával, a különbségek számszerűsítésével, statisztikai értékelésével. Apácalúd (*Branta leucopsis*) esetében maga a hívóhang átlagos frekvenciája elegendő volt az egyedek elkülönítéséhez (Hausberger et al., 1994). Lessells et al. (1995) gyurgyalagok (*Merops apiaster*) hangját elemezte keresztkorreláció alkalmazásával, egyedi különbségek kimutatására. A két említett esetben azonban egyszerű, egybefüggő, jelentős felharmónikusok nélküli hang elemzését kellett megoldani. Az alkalmazott módszerek azonban nem megfelelőek komplexebb, szünetekkel tagolt szólamok elemzéséhez és leírásához. A legjobb megoldást ilyen esetekben idő- és frekvencia-változók együttes mérése és kombinált alkalmazása jelenti. Galeotti & Pavan (1991) macskabagoly (*Strix aluco*), May (1994) haris (*Crex crex*) egyedek hangjának különbözőségét igazolja ilyen változók bevezetésével és alkalmazásával. A lappantyúk hang alapján történő egyedi beazonosítására Rebbeck et al. (2001) dolgoztak ki metodikát.

2.2.2.2. Hangfelvételek készítése, a feldolgozás és kiértékelés módszerei

A lappantyú pirregése tulajdonképpen diszkrét impulzusok sorozata, melyben jól hallhatóan egy magasabb frekvenciájú hosszabb, és egy alacsonyabb frekvenciájú rövidebb szólam váltakozik.

A Soproni-hegységben a lappantyúk évenkénti állományfelmérésével, a territóriumok feltérképezésével párhuzamosan 1997 óta hangfelvételeket is készítek. A kezdeti két évben (1997 és 1998) két, majd 1999-től az összes felderített territóriumon belül gyűjtöttem hangmintákat. A lappantyú hímeknek egy-egy territóriumon belül jellegzetes, gyakran használt pirregőhelyeik vannak, ezek ismerete megkönnyítette a hangfelvétel készítést. A felvételek ideje minden évben június–július hónapokra esett. Általában arra törekedtem, hogy a felvételeket hasonló időjárási feltételek mellett készítsem. A hangfelvételekhez használt eszközök a következők voltak:

Mikrofon: AKG C1000S

Hangrögzítő eszköz: Sony MZ–R500 Digital MiniDisc Recorder

A 44,1 kHz mintavételű, 16 bites felbontású digitális hangfelvételek feldolgozásához és kiértékeléséhez a következő szoftvereket használtam fel:

- Cool Edit Pro 1.2
- Raven Console 1.2
- Sound Ruler version 0.9.4.1
- SPSS 11.5.0

A lappantyúk hang alapján történő egyedi beazonosításához Rebbeck et al. (2001) a pirregést jellemző négy változó mérését javasolja:

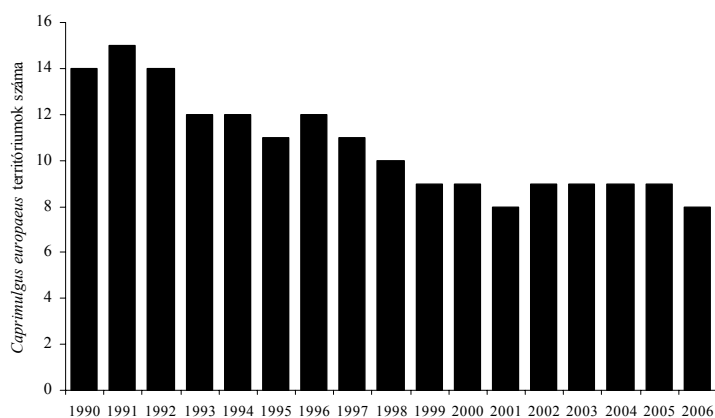
1. impulzusráta a magas átlagos frekvenciájú (major) szólamban
2. impulzusráta az alacsony átlagos frekvenciájú (minor) szólamban
3. a major szólam hossza (időtartam)
4. a minor szólam hossza (időtartam)

Az impulzusráta a lappantyú pirregésére jellemző diszkrét impulzusok időegységre eső értékének felel meg (az értelmezéshez lásd a 6. ábrát). A mért hangfizikai változók alapján diszkriminancia-analízist végeztem a Soproni-hegységben észlelt hím egyedek elkülönítésére, valamint a territóriumok éves változásának nyomon követésére.

3. Eredmények és értékelésük

3.1. Állománynagyság, populációdinamika, habitatválasztás

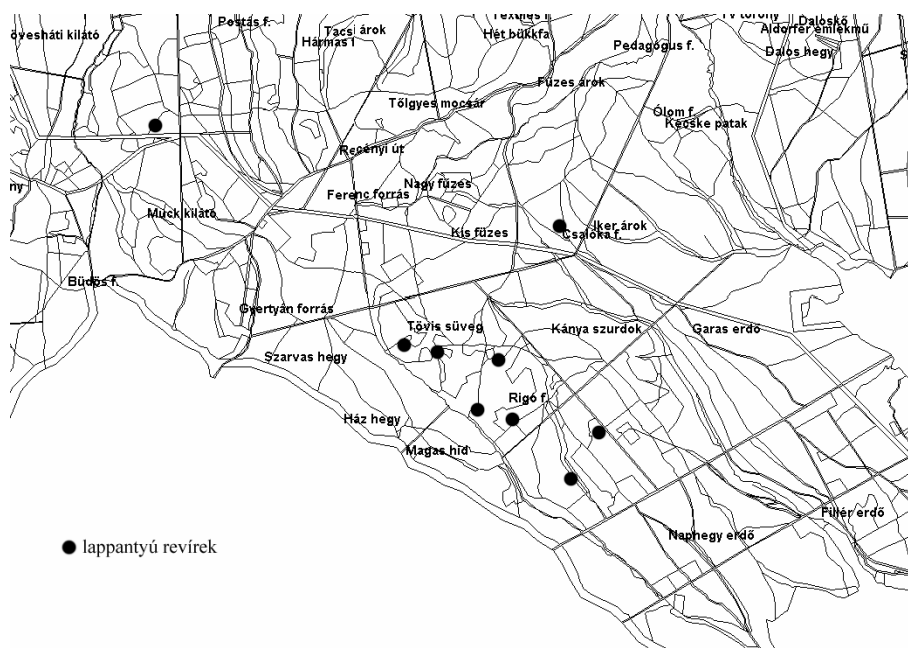
A Soproni-hegység lappantyúállományának dinamikáját az 1. ábra szemlélteti. Jól láthatóan egy csökkenő trend figyelhető meg, ami jellemző az egész európai állományra. Míg 1991-ben még tizenöt pár költött a területen, 2001-ben már csak nyolc territóriumot regisztráltam. 2002-től egy párral emelkedett a hegyvidéki állomány, az elmúlt évben (2006) viszont ismét csak nyolc párt észleltem.



1. ábra – A Soproni-hegység lappantyúállományának dinamikája (1990–2006)

Fig. 1. – Population dynamics of European Nightjar in the Sopron Mountains (1990–2006)

A lappantyúrevírek helyét a 2005-ös évre vonatkozóan a 2. ábra szemlélteti. A Soproni-hegységben inkább a déli, délkeleti részekre jellemző a faj. A Muck–Poloskás-bérc vonalától nyugatra nem vagy csak elvétve vannak megfigyeléseim. Legsűrűbben a hegység melegebb, Harkához közeli részén fordul elő. A korábbi években (1990–1997) a Nap-hegy-erdő, illetve a Tövissüveg közeli területeken, kb. 125 ha-on összesen hét lappantyúrevírt térképeztem fel, ami 0,6 pár/10 ha értéknek felel meg.



2. ábra – Lappantyúrevírek a Soproni-hegységben (2005)

Fig. 2. – European Nightjar territories in the Sopron Mountains (2005)

A lappantyú a zárt erdőállományokat kerüli, tipikus élőhelyei az erdei tisztások, ligetesedő erdők, legelőerdők, erdőszélek, nyíresek, borókások, borókás-nyárasok. Megtelepedhet kultúrterületeken is: szőlőkben, felhagyott gyümölcsösökben, valamint nagyobb parkokban, ligetekben. A felsoroltak mellett a faj legfontosabb fészkelőhabitatjai az erdei vágásterületek és fiatal erdősítések.

A lappantyú földön fészkelő faj, fészket nem épít, csupán egy sekély mélyedést kapar a talajon. Az optimális fészkelési feltételeket ezért speciális mikrohabitatokban találja meg. A Soproni-hegységben a lappantyú előnyben részesíti a még nem záródott, 1-2 m²-es növényzetmentes foltokkal tarkított erdősítéseket (nagyobb arányban a fenyőtelepítéseket), a nagy kiterjedésű kopár területeket, pusztavágásokat azonban kerüli, s hasonlóan nem fészkel a már záródott fiatalosokban sem. A tarvágást követően a gyomosodás – elsősorban a siskánádtippan (*Calamagrostis epigeios*) révén – rendkívül intenzív, ami kimondottan gátolja a faj megtelepedését. Itt fontos

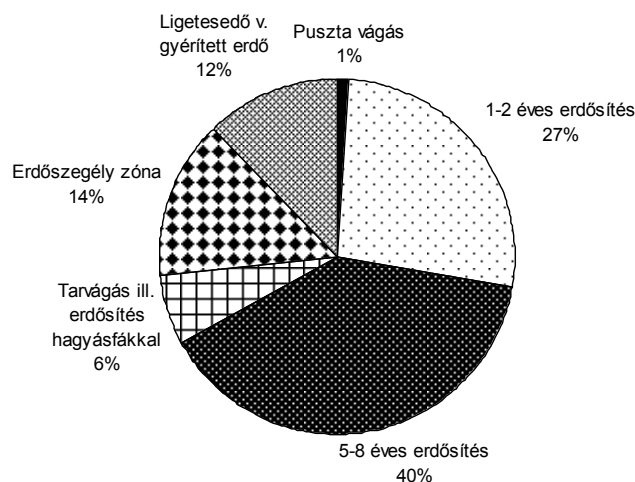
megemlíteni a hagyásfák szerepét. A véghasználatok során meghagyott hagyásfáknak, illetve hagyásfa-csoportoknak nem csak az erdőfelújítás szempontjából van jelentőségük. Ezek a meghagyott fák, facsoportok „ökológiai Noé bárkájának” tekinthetők, megőrzik egy kis darabot a letermelt idős erdőkből, s ezzel együtt számos élőlénynek (köztük kimondottan erdei madárfajoknak is) esélyt adnak a megmaradásra (Rodewald & Yahner, 2000; Tittler et al., 2001). A későbbiekben pedig ezek a hagyásfák az egyre növekvő és záródó állományban szerepet játszhatnak egyes nyíltabb habitatra jellemző fajok megőrzésében is (a Soproni-hegység 100H erdőrészletében sokáig a már teljesen záródott erdeifenyves-lucfenyves állományban hagyásfa alatt költő lappantyú jó példa erre). A vágásterületen hagyott vastagabb ágak, törzsek különösen vonzóak a faj számára (ezek nemegyszer a hímek nappali őrhelyeül is szolgálnak).

Az 1. táblázat a Soproni-hegységben fészkelő lappantyúk költőhelyének habitattípusok szerinti megoszlását mutatja az 1990–2005 időszakra vonatkozóan. A 3. ábra a fészkelőhabitatok százalékos megoszlását szemlélteti.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Pusztavágás	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2 éves erdősisítés	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2
5-8 éves erdősisítés	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	4	5	5
Tarvágás, ill. erdősisítés hagyásfákkal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	1
Erdőszegély	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	-	-
Ligetesedő vagy gyérített erdő	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1

1. táblázat – A Soproni-hegységben fészkelő lappantyú párok megoszlása habitatok szerint (1990–2005)

Tab. 1. – Distribution of breeding Nightjar pairs in different habitat types of the Sopron Mountains (1990–2005)



3. ábra – A habitattípusok százalékos megoszlása

Fig. 3. – Distribution of breeding habitat types

A Soproni-hegységben a lappantyú legnagyobb arányban a fiatal erdősisítésekhez kötődik, ezek a habitatok teszik ki az összes habitat mintegy háromnegyed részét. A Soproni-hegységben az erdőszegélyek szinte kivétel nélkül mindössze „érintkezési vonalak” az erdő és a véghasználatok nyomán létrejött vágásterületek, valamint utak és más létesítmények között. Ezek a sokszor csak lombkoronából álló függőleges „falú” szegélyek fajokban jóval szegényebbek, mint a természeteshez közel álló, cserjefajokban gazdag lépcsőzetes szegélyek. Az erdőszegély zónában költő lappantyú párokat leginkább az idősebb állományok szélső faegyedei alatt, illetve nyíres, nyíres-csarábos szegélyekben találtam. A ligetesedő, illetve gyérített erdőkben költő lappantyú aránya a soproni hegyvidéken kisebb. Ez betudható annak, hogy a lékek, gyérített foltok kiterjedése nem megfelelő a faj megtelepedéséhez (Kieckbusch & Romahn, 2000). Tarvágást követő évben csupán két alkalommal találtam fészkelő lappantyút még nem erdősisített, 50-80% lágyszárú borítású területeken.

Európában az elmúlt néhány évtizedben egyre általánosabbá vált egyes madárfajok populációinak csökkenése. Az állománycsökkenés hátterében a legtöbb esetben összetett ökológiai tényezők hatását feltételezhetjük (természetes élőhelyek degradációja, fragmentációja, klimatikus hatások, szennyezések stb.). A lappantyú bizonyos mértékig alkalmazkodó faj, ezt bizonyítja, hogy „új” habitatokban (vágásterületek, erdőfelújítások) is megjelen és előszeretettel költ. Ennek ellenére a legtöbb európai országban állománycsökkenéséről számolnak be (európai szinten az ún. SPEC2 kategóriába sorolják, azaz kedvezőtlen védelmi helyzetű; szerepel az EU Madárvédelmi Direktíva I., valamint a Berni Egyezmény II. Függelékében). Hazai viszonylatban az állományról, illetve annak változásáról pontos adatok nem állnak rendelkezésre. Kiseb területeken (Soproni-hegység, Barcsi TK) végzett többéves felmérések alapján azonban elmondható, hogy e faj állománya korántsem nevezhető stabilnak az ország egészére vonatkozóan. Az állománycsökkenés egyes okait csak feltételezni lehet. Vonuló fajról lévén szó, mindenképpen fontos lenne a telelőterületek pontos ismerete (a hazánkban költő *Caprimulgus e. meridionalis* alfaj esetében a pontos telelőterület nem tisztázott), az ottani élőhelyeken bekövetkezett változások nyomon követése, amely hatással lehet az európai költőállományra.

Az alkalmas fészkelőterületek vonatkozásában elmondható, hogy a Soproni-hegységben nagy területarányban találhatók vágásterületek, illetve néhány éves erdősisítések, melyek optimális alternatív fészkelőhabitatok a lappantyú számára. Az említett vágásterületek, valamint fiatal korosztályok területarányának növekedése azonban mégsem jelentette a fészkelő párok számának növekedését. Ennek magyarázata

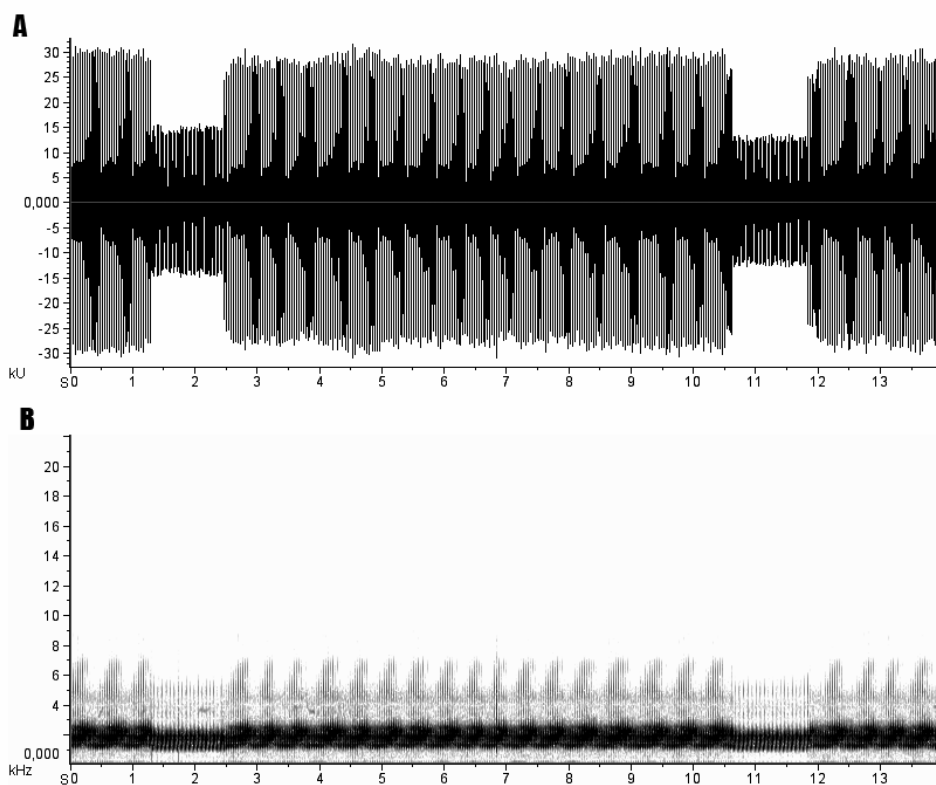
az lehet, hogy bár a faj a fészkeléshez igényli a nyílt habitátokat, s a táplálékszerzés során is nagy százalékban ezeket preferálja, mégis egy fás vegetációhoz, erdőhöz kötődő fajról van szó. Nem véletlen, hogy az eredeti élőhelyét jelentő ligetesedő, kiritkult öreg erdők tisztásai mellett leginkább a kisebb kiterjedésű (max. 2-3 hektáros) vágásterületeken, erdősítésekben találjuk elsősorban. Ilyen szempontból a nagy kiterjedésű (több 10 hektáros) nyílt területek, egybefüggő vágásterületek kialakulása kedvezőtlen a lappantyú számára (Liley & Clark, 2003).

Végezetül hozzájárulhat a faj állománycsökkenéséhez a predátorok populációinak növekedése is. A lappantyú természetes ellenségei közé tartoznak a vaddisznó, a róka, valamint egyes menyétfélék. A Soproni-hegység vaddisznóállománya az utóbbi évtizedben éppen a sűrű, jó búvóhelyet biztosító fiatal erdősítések területarány-növekedésének következményeként nőtt kb. a kétszeresére. Hasonlóan növekedés figyelhető meg a róka esetében is, mely a veszethez való immunizációt követően jelentős mértékben felszaporodott a hegyvidéken is, fokozott veszélyt jelentve a földön fészkelő madárfajokra, így a lappantyúra is.

3.2. Esettanulmány a lappantyú territóriumváltásáról

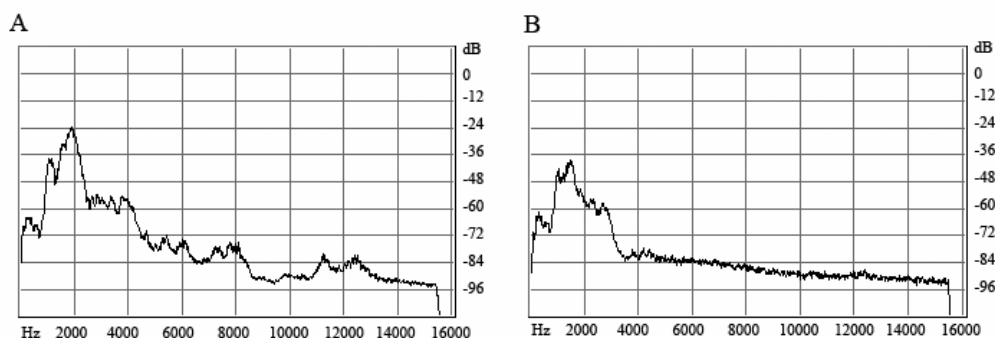
3.2.1. A hangfelvételek feldolgozásának és kiértékelésének eredményei

A lappantyú pirregésének hanghullámképét, valamint szonogramját az 4. ábra szemlélteti. Mind a hanghullámképen, mind a „klasszikus” szonogramon is jól elkülöníthető a hosszabb időtartamú, magasabb átlagos frekvenciájú, nagyobb amplitúdójú, és a rövidebb időtartamú, alacsonyabb átlagos frekvenciájú, kisebb amplitúdójú tartomány. A 5. ábra ugyanennek a hangmintának (128F erdőrésztlet – 1999. június 14.) a frekvenciagörbét mutatja be mind a magasabb (a), mind az alacsonyabb (b) átlagos frekvenciájú pirregéstartományra vonatkozóan. A frekvenciaanalízis eredményének megjelenítése a Blackman–Harris ablakszűrő alkalmazásával történt. Ez ugyan kevésbé precíz, mint más (pl. frekvenciamodulációs) szűrők, azonban szemléletesebb, mivel a harmónikus frekvenciák jól láthatóan elkülönülnek (az ábráról könnyen leolvasható a major szólamot jellemző ~2 kHz, és a minor szólamot jellemző ~1,7 kHz átlagos frekvencia).



4. ábra – A 128F erdőrésztletben költő lappantyú hangjának hanghullám képe (A) és szonogramja (B) (a hangfelvétel ideje: 1999. június 14.)

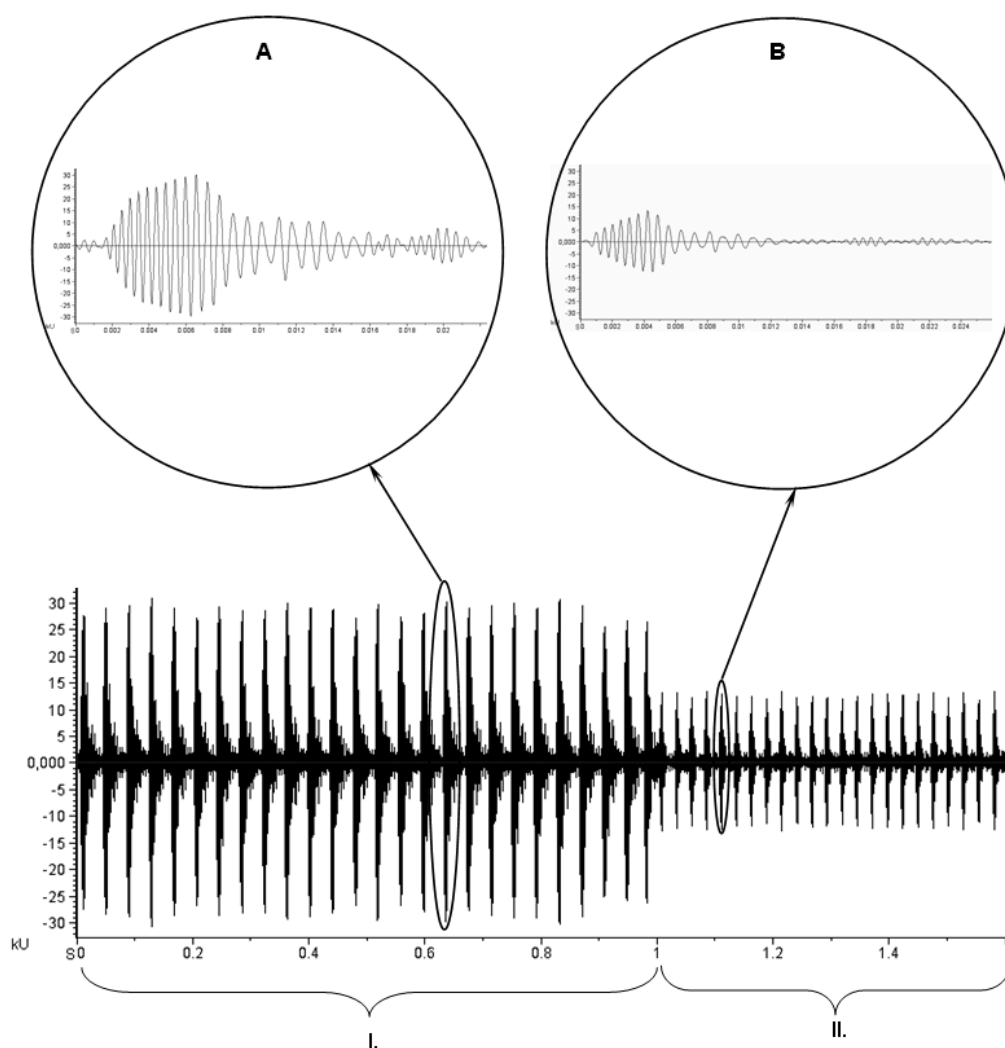
Fig. 4. – Wave form (A) and sonogram (B) of European Nightjar male breeding in the 128F forest plot (date of registration: 14 July 1999)



5. ábra – A 128F erdőrészletben költő lappantyú hangjának frekvenciagörbéi a major (A) és a minor (B) szólamban (a hangfelvétel ideje: 1999. június 14.)

Fig. 5. – Frequency curves of the major phrase (A) and of the minor phrase (B) of Nightjar song (recorded in the 128F forest plot, 14 July 1999)

Egy-egy impulzust nagyobb felbontásban vizsgálva (6. ábra) látható, hogy azok több jól elkülöníthető, eltérő amplitúdójú és frekvenciájú hullámgységből tevődnek össze. Ez a finomszerkezet további változók mérésének lehetőségét veti fel (amplitúdóarányok, egy-egy impulzusban az elkülöníthető hullámgységek frekvenciaértékei mindkét szólamra vonatkozóan), ami az értékelés megbízhatóságát még tovább növelheti a jövőben.



6. ábra – 1,6 másodperces részlet a lappantyú hangjából – major (I) és minor (II) szólam

A és B – Impulzusok nagyított hullámképe

Fig. 6. – 1.6 sec excerpt from the sound wave of Nightjar song – major phrase (I) and minor phrase (II)

A and B – Enlargement of pulses of the minor and major phrases

3.2.2. Az eredmények feldolgozása diszkriminanciaanalízissel

A diszkriminanciaanalízis célja, hogy alacsony szintű függő változót (esetünkben a lappantyú egyedek hangját) magas mérési szintű független változó (a hang egyes fizikai jellemzői) együttes figyelembevételével magyarázzon. A vizsgált változók adatrendszerét és a használt rövidítéseket a 2. táblázatban adom meg.

Az adatrendszer komponensei	Jelölés az elemzés során
Impulzusráta a major szólamban	MAPURT
Impulzusráta a minor szólamban	MIPURR
Major szólam időtartama	MALENGHT
Minor szólam időtartama	MILENGHT

2. táblázat – A hangjellemzők adatrendszere
Tab. 2. – Data-set of the sound variables

Megfelelő mintaanyag a lappantyú Soproni-hegységben feltérképezett összes territóriumára vonatkozóan 1999-től áll rendelkezésemre. Az egyes egyedekhez tartozó, legalább egy perc hosszú hangminták vizsgált változóira kapott átlagértékeket a 3. táblázat tartalmazza.

Észlelés, ill. felvétel helye	Impulzusráta (Hz)		Időtartam (s)	
	major	minor	major	minor
100E	27,01409 (0,28033)	38,29877 (0,40891)	2,80214 (0,70891)	0,20357 (0,14465)
101B	27,72058 (0,26913)	40,50275 (0,35591)	2,20285 (0,75619)	0,21785 (0,07924)
101C	26,44027 (0,26774)	41,45644 (0,33517)	2,27364 (0,64658)	0,19571 (0,03995)
101G	26,84719 (0,25613)	40,13613 (0,38518)	2,68214 (0,37066)	0,24928 (0,07130)
104B	28,04659 (0,40967)	41,97683 (0,32977)	2,99785 (0,68377)	0,20214 (0,04191)
104I	25,18225 (0,50058)	42,1874 (0,28095)	1,94642 (0,37521)	0,20928 (0,09605)
104M	27,75203 (0,28876)	39,87558 (0,32510)	2,63426 (0,55498)	0,38324 (0,09340)
104N	28,62441 (0,33883)	42,44411 (0,33359)	3,54142 (0,88574)	0,55928 (0,24175)
128F	25,77994 (0,08471)	37,84624 (0,30579)	2,71142 (0,65151)	0,83071 (0,28978)

3. táblázat – A Soproni-hegységben észlelt lappantyúhímek vizsgált hangjellemzőinek átlagos értékei az 1999-ben rögzített minták alapján (zárójelben a szórásértékek)

Tab. 3. – Average values of the measured sound variables of nightjar sound samples recorded in 1999 (standard deviation in parentheses)

A diszkriminanciaanalízis során a magyarázó változókból olyan diszkrimináló függvények jönnek létre, amelyek a legnagyobb különbségeket produkálják a függő változóban a csoportok között. Az egyes lappantyúegyedekhez tartozó hangminták jellemzőinek analízise során kapott modellben összesen négy diszkrimináló függvény jött létre. A diszkrimináló függvények standardizált együtthatóinak értékeit a 4. táblázat tartalmazza. Látható, hogy az első diszkrimináló függvényt legerősebben a major és a minor szólamban mérhető impulzus ráták határozzák meg. A második diszkrimináló függvényt legerősebben a minor szólam hossza befolyásolja.

	Diszkrimináló függvény			
	1	2	3	4
MIPURT	,758	,033	,080	,686
MAPURT	,745	,374	,094	-,580
MILENGHT	-,321	,954	,052	,126
MALENGHT	,009	-,174	,994	-,019

4. táblázat – A kanonikus diszkriminanciafüggvények standardizált együtthatói
Tab. 4. – Standardized canonical discriminant function coefficients

Érdemes ellenőrizni, hogy a program tényleg olyan diszkrimináló függvényeket hozott létre, amelyek értékei a lehető legnagyobb mértékben eltérnek az egyes típusok között. Ezt mutatják a Wilks' lambda értékei és a megfelelő szignifikanciák (5. táblázat).

Függvény-teszt	Wilks' lambda	χ^2	df	Sig.
1-től 4-ig	0,000	1112,095	32	0,000
2-től 4-ig	0,003	698,238	21	0,000
3-től 4-ig	0,031	409,994	12	0,000
4	0,259	160,193	5	0,000

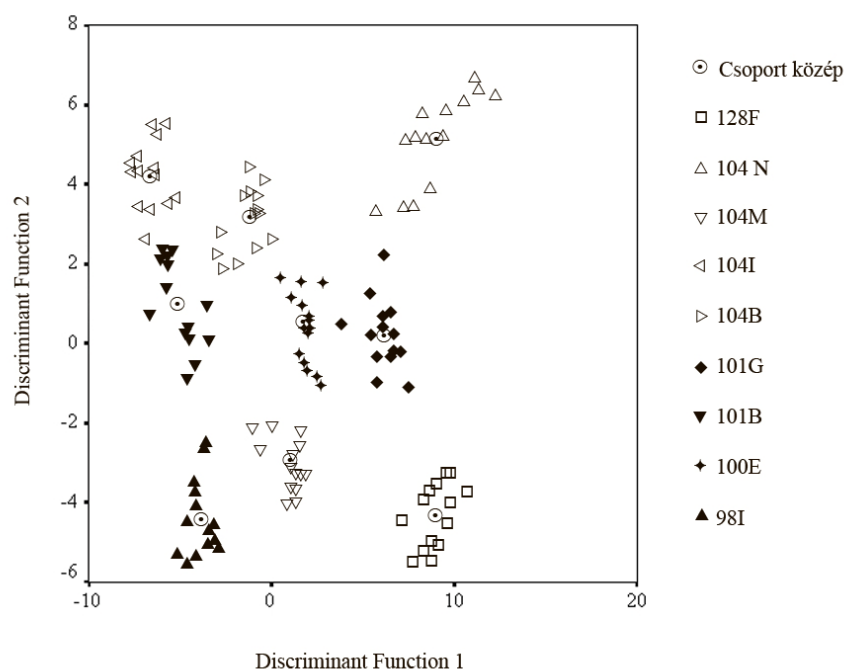
5. táblázat – Diszkrimináló függvények tesztje
Tab. 5. – Tests of the discrimininal functions

Az első teszt esetében (1-től 4-ig) mind a négy diszkrimináló függvény által együttesen magyarázatlanul hagyott négyzetösszeget a függvények teljes heterogenitását jelentő négyzetösszeghez viszonyítjuk. Az eredmények azt mutatják, hogy a négy függvény együtt szignifikáns különbséget produkál a kilenc függő változó (lappantyú him egyedek hangja) között. A következő teszt (2-től 4-ig) azt vizsgálja, hogy az első függvényt kihagyva a modellből a többi diszkrimináló függvény a teljes heterogenitás mekkora részét hagyja magyarázatlanul. Fokozatosan kihagyva a többi függvényt is a további tesztekben arra az eredményre jutunk, hogy mindegyik variáció szignifikáns különbséget ad a jellemzők között. A Wilks' lambda értékei a diszkrimináló erő mértékét fejezik ki. Minél kisebb ez az érték, annál nagyobb a diszkrimináló erő. Az utolsó teszt esetében látható, hogy egyedül a 4. diszkrimináló függvényt véve a diszkrimináló erő kisebb. A sajátértékek (6. táblázat) a diszkrimináló függvények által megmagyarázott és megmagyarázatlanul hagyott heterogenitás hányadosai. A táblázatból az is kiolvasható, hogy a teljes megmagyarázott hányadot 100%-nak tekintve az egyes diszkrimináló függvények hogyan osztoznak ezen a magyarázaton. Látható, hogy a megmagyarázott hányad legnagyobb részben az első, az impulzus ráták által meghatározott függvénynek köszönhető.

Függvény	Sajátérték	A variancia %-ában	Kumulatív %	Kanonikus korreláció
1	31,867	60,9	60,9	0,985
2	10,387	19,8	80,7	0,955
3	7,232	13,8	94,5	0,937
4	2,865	5,5	100,0	0,861

6. táblázat: Az értelmezett teljes variancia
Tab. 6. - Explained variance

A diszkriminanciaanalízis az összesen 126 elemzett hangmintaszakaszt kilenc jól elkülöníthető diszkrét csoportba sorolta, mindegyik csoport egy-egy territóriumot képvisel. A helyesen besorolt esetek aránya 97,6%-nak adódott. A 7. ábra ezt a kilenc csoportot szemlélteti az első két diszkrimináló által meghatározott topológiai térben.



7. ábra – A kanonikus változók alapján csoportosított lappantyúegedek diszkriminancia topológiája (1999)
Fig. 7. – Topology of Nightjar male individuals grouped by canonical variables (1999)

A következő év (2000) állományfelmérése során nyolc terület (98I, 100E, 101B, 101G, 104B, 104I, 104M, 104N) megegyezett az előző évben feltérképezettal. A 128F erdőrészletben az előző évben még költő párt viszont már nem találtam. Új területet észleltem azonban az előbbi részlettől észak-északnyugati irányban, kb. 400-450 m távolságra (128B és 128H erdőrészletek). Valószínűsíthető volt, hogy ugyanarról a párról van szó. Ezt a 2000-ben készített hangfelvételek analízise során a négy változóra kapott nagyon hasonló átlagértékek is bizonyították (7. táblázat).

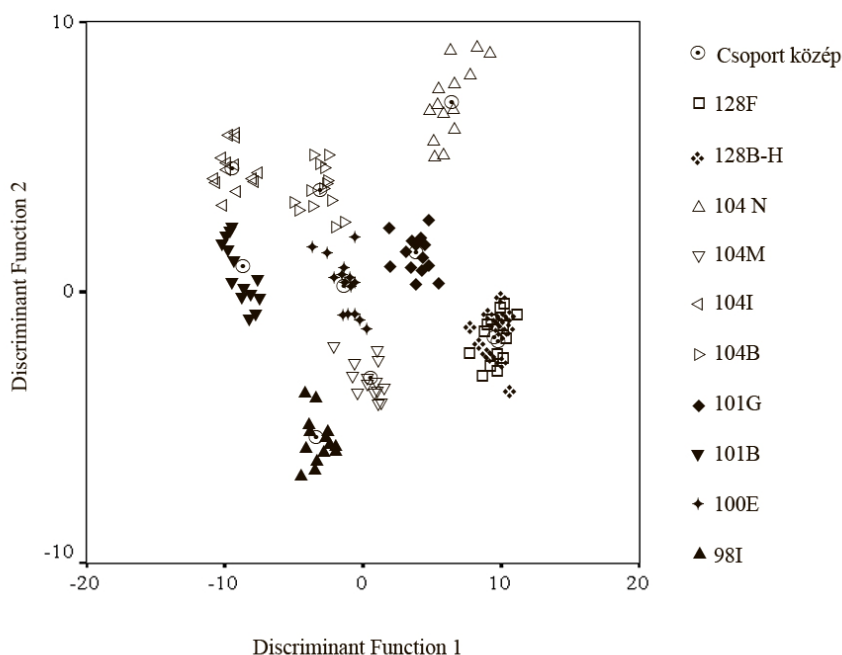
Egyed sorszáma / Észlelés, ill. felvétel helye	Impulzusráta (Hz)		Időtartam (s)	
	major	minor	major	minor
9. 128F (1999)	25,77994 (0,08471)	37,84624 (0,30579)	2,71142 (0,65151)	0,83071 (0,28978)
9. 128B–128H (2000)	25,75209 (0,18033)	37,83844 (0,41891)	2,73214 (0,71226)	0,81357 (0,34452)

7. táblázat – Az 1999-ben a 128F erdőrészletben, valamint a 2000-ben a 128B–128H részletben rögzített lappantyúhangok jellemzőinek átlagos értékei (zárójelben a szórásértékek)

Tab. 7. Average values of the measured sound variables of Nightjar sound samples recorded in the forest plot 128F (1999) and in the forest plot 128B–128H (2000) (standard deviation in parentheses)

A 2000-ben rögzített hangfelvételek feldolgozását és analízisét követően a kanonikus diszkriminanciaanalízis a mintákat ismét kilenc jól elkülöníthető csoportba osztotta. A helyesen besorolt esetek aránya 95,4%-nak adódott, ami az előző évi eredményekhez hasonlóan szintén magas érték. Az 1999-es év adatait is bevonva a vizsgálatokba, ugyancsak kilenc elkülönülő csoport jelent meg (a helyesen besorolt értékek aránya 94,7%). Az azonos területre tartozó mintáknak a diszkrimináló függvények által meghatározott paraméterei jól láthatóan fedésbe kerültek, a csoportközép-eltérések a két év eredményei között pedig minimálisak voltak. Ezáltal bizonyossá vált, hogy a két egymást követő évben ugyanazok a párok költöttek a Soproni-hegységben.

A 8. ábra a 2000. évi hangminták alapján szemlélteti a csoportokat (hím egyedek) az első két diszkrimináló által meghatározott topológiai térben. A diszkriminanciaanalízisbe az 1999-es minták közül itt csak a 128F részletben regisztrált lappantyú szerepel. Az ábrán jól látható, hogy az 1999-ben a 128F erdőrészletben észlelt hím a hangminták alapján azonosítható a 2000-ben a 128B–128H részletben regisztrált egyeddel (a két csoportközép majdnem teljesen fedi egymást).



8. ábra – A kanonikus változók alapján csoportosított lappantyú egyedek diszkriminancia topológiája (2000)

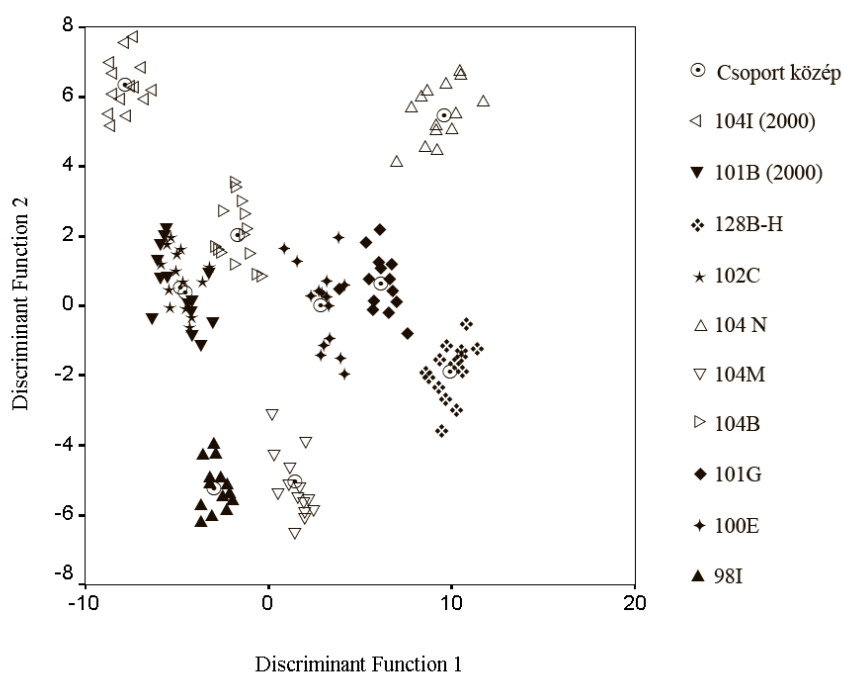
Fig. 8. – Topology of Nightjar male individuals grouped by canonical variables (2000)

A 2001-es állományfelmérés során már csak összesen nyolc lappantyú területet állapítottam meg a területen. Az előző évi területekkel összehasonlítva hét egyezést tapasztaltam (98I, 100E, 101G, 104B, 104M, 104N, 128B–128H), nem észleltem viszont pirgő hímeket a 101B és a 104I részletekben. Új területet sikerült feltérképeztem viszont a 102-es tagban. Az itt megfigyelt pár egy idősebb (74 éves) elegyes állomány (102C erdőrészlet: kocsánytalan tölgy, lucfenyő, vörösfenyő) szegélyében költött.

A 2001-es hangminták feldolgozását követő diszkriminanciaanalízis nyolc diszkrét csoport elkülönülését mutatta, ami a nyolc területre tartozó hím egyedeknek feleltethető meg. A helyesen besorolt esetek aránya 98,4%-nak adódott. A 2000. évi hangminta adatokat is bevonva a diszkriminanciaanalízisbe kilenc csoport elkülönülése volt tapasztalható (a helyesen besorolt esetek aránya 95,2% volt a két év összesített adataira vonatkozóan). Az azonos területre tartozó hangmintáknak a diszkrimináló függvények által

meghatározott paraméterei nyolc esetben fedésbe kerültek, a csoportközép-eltérések a két év eredményei között pedig minimálisak voltak ezeken a helyeken. Ahogy az feltételezhető volt, a korábban is használt territóriumokhoz (98I, 100E, 101G, 104B, 104M, 104N, 128B–128H) közel azonos paraméterekkel jellemezhető hangminták tartoztak, ami igazolja, hogy ezeken a területeken ebben az évben is a már megfigyelt párok költöttek. A 9. ábra a 2001. évi hangminták alapján szemlélteti a csoportokat (adott territóriumhoz tartozó hímek) az első két diszkrimináló függvény által meghatározott topológiai térben. A 2000. év hangmintái közül itt a 101B és 104I erdőrésztben regisztrált madarakét vontam be. Ezekben a részletekben 2001-ben már nem észleltem lappantyút, ezért vizsgáltam annak a lehetőségét, hogy az új territóriumban (102C) regisztrált hím azonos lehet-e az egy évvel korábban az említett két részletben észlelt hímek egyikével.

Az ábrán látható, hogy az 104I részletben 2000-ben észlelt lappantyú hangmintájának a diszkrimináló függvények által létrehozott paraméterei nem kerültek fedésbe egyetlen 2001. évi minta paraméterével sem. Így bizonyosra vehető, hogy ez az egyed 2001-ben már nem költött a területen. A másik territóriumból (101B) származó, 2000-ben rögzített hangminta négy vizsgált változójának értékei viszont az új territóriumból (102C) származó minta értékeivel mutattak nagy hasonlóságot (a független t-próba mindegyik változóra azonos varianciát állapított meg a két mintára vonatkozóan), amit a diszkriminanciaanalízis is igazolt. Az ábrán a két hangminta diszkrimináló függvények által létrehozott paraméterei, valamint a csoportközépek átfedést mutatnak, ami bizonyítja, hogy a két hangminta egy lappantyú egyedtől származik.



9. ábra – A kanonikus változók alapján csoportosított lappantyúegyedek diszkriminancia topológiája (2001)
Fig. 9. – Topology of Nightjar male individuals grouped by canonical variables (2001)

A diszkriminanciaanalízis segítségével tehát a hím madarak egyedi beazonosítása mellett két lappantyúpár territóriumváltását is sikerült kimutatni. A 128F erdőrésztben (kocsánytalan tölgy és lucfenyő erdősítés) elsősorban a lágyszárú szint teljes borítása volt az a faktor, ami a lappantyú korábbi fészkelőhelyének mikrohabitatját megváltoztatta (s aminek következtében a pár a legközelebbi erdősítésbe „költözött”). A fák záródása ebben az esetben nem volt olyan mértékű, ami akadályozta volna a madarat az addig használt költőhelyéhez való berepülésben.

Ezzel szemben a 101B erdőrésztben (erdei és lucfenyő erdősítés) a fiatal fenyők erőteljes fejlődésnek indulása és záródása volt az a limitáló faktor, mely a faj több éven keresztül használt költőhelyét (mikrohabitatját) további fészkelésre alkalmatlanná tette. Ezen a nagy kiterjedésű felújított területen (101B erdőrészt) a záródás csak az északi és keleti szegélyeken volt jelentősebb. A terület legnagyobb részére azonban viszonylag nagy lejtés jellemző, ami szintén nem kedvező a faj fészkelése szempontjából. Valószínűleg ezzel magyarázható, hogy a pár kissé távolabb, a 102-es tagban telepedett meg.

2002-ben nem volt lehetőség minden territóriumban hangfelvételeket készíteni, 2003-tól viszont ismét teljes hangmintaanyag áll a rendelkezésemre, melyek feldolgozása és kiértékelése folyamatban van.

Összegzésképpen megállapítható, hogy a modern bioakusztikus módszerek kiválóan alkalmasak a faj monitorozására. A territóriumra, fészkelési helyre vonatkozó információk mellett az életkorra is adatokat szolgáltat az eljárás, ilyen vonatkozásokban helyettesítheti a költséges rádiotelemetriás vizsgálatokat.

4. Összefoglalás

A lappantyú (*Caprimulgus europaeus* L.) soproni-hegységi állományviszonyait, habitatválasztását és territóriumváltását vizsgáltam az 1990–2006 közötti időszakban. A fészkelő párok száma – a faj európai költőterületén tapasztaltakhoz hasonlóan – csökkenő trendet mutat. A vizsgálati periódus alatt a legtöbb (15) pirregő hím 1991-ben regisztráltam, míg 2006-ra mindössze nyolc párra esett vissza az állomány. A legoptimálisabb fészkelőhabitatnak az 1–8 éves erdősítések (fenyő- és lombhullató fajok egyaránt) bizonyultak, a teljesen záródott fiatalosokban azonban a lappantyú már nem költ.

A további vizsgálatokhoz bioakusztikus módszereket alkalmaztam. A területiális viselkedést mutató hímek hangjának rögzítése után mértem a hang négy fizikai változóját (impulzusrátát a major és minor szólamokban; a major és minor szólam átlagos hossza), majd diszkriminanciaanalízist alkalmaztam az egyedi elkülönítésre, valamint a territóriumok többéves alakulásának nyomon követésére. Sikerült két esetben is bizonyítani, hogy a másodlagos szukcesszió következményeként oly mértékben változott a költésre több éven keresztül megfelelő mikrohabitat, hogy a párok új optimális fészkelőhabitat választására kényszerültek.

5. Summary

Population dynamics, habitat selection and territory change of European Nightjar (*Caprimulgus europaeus* L.) were studied in the Sopron Mountains during the period 1990-2006. Number of breeding pairs showed a decreasing trend which correspond to the phenomenon observable for the whole breeding area in Europe. The Nightjar population was the highest (15 breeding pairs) in 1991 while in 2006 only 8 breeding pairs were counted. Optimal habitats for the Nightjar in the Sopron Mountains are young forest plantations (both deciduous and coniferous). This ground-nesting species prefers the 1-8 year old afforestations where the cover of the young trees is lower and the canopy is not yet closed, but it is completely absent in the dense thickets.

For the investigations of individual recognition and territory-change of the European Nightjar bioacoustic methods were used. Time- and frequency-based variables (pulse rate in the major and minor phrases, mean pulse length of the major and minor phrases) of the recorded song of nightjar males were measured. These variables were subjected to canonical discriminant function analysis for individual recognition and for long-term tracking the Nightjar territories. Applying discriminant analysis to the four mentioned variables of the Nightjar's song it was possible to distinguish to a high degree of accuracy the Nightjar males/pairs breeding in the Sopron Mountains. Thus, the author was able to map the individual territories and follow their yearly changes. It was proved in two cases, that microhabitat-change with secondary forest succession prevented the nightjar pairs from using the same nesting habitats again. Moving to a different optimal habitat was inevitable for these pairs.

6. Irodalom

- Bult, H.** (2002): Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus* onder de rook van Antwerpen. Limosa, 75: 91–102.
- Cleere, N.** (1999): Family *Caprimulgidae* (Nightjars). In **del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J.** (eds.): Handbook of the Birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona. 302–386.
- Cleere, N.** (2001): Roost-site fidelity of European Nightjar. British Birds, 94: 145–146.
- Csapody I.** (1955): A sopronkörnyéki flóra elemeinek analízise. Soproni Szemle, 9(3–4): 20–42.
- Fászl I.** (1883): Sopron madarai. A pannonhalmi Szent Benedekrend soproni kath. főgymnasiumának értesítője az 1882–83 iskolaévről. 3–31.
- Fenyősi L.** (1993): A Barcsi Tájvédelmi Körzet madarai (1983–1993). Állattani Közlemények, 79: 53–56.
- Galeotti, P. & Pavan, G.** (1991): Individual recognition of male Tawny Owls (*Strix aluco*) using spectrograms of their territorial calls. Ethology Ecology and Evolution, 3: 113–126.
- Glutz von Blotzheim, U. & Bauer, K.** (Hrsg.) (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9. *Columbiformes – Piciformes*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Győry J.** (1959): Az egyiptomi kecskefejő Magyarországon. Aquila, 66: 279.
- Győry J.** (1984): Lappantyú *Caprimulgus europaeus*. In: **Haraszthy L.** (szerk.): Magyarország fészkelő madarai. Natura, Budapest. 117–118.
- Hausberger, M., Richard, J. P., Black, J. M. & Quris, R.** (1994): A quantitative analysis of individuality in Barnacle Goose loud calls. Bioacoustics, 5: 247–260.
- Homoki-Nagy I.** (1981): A Börzsönyi Tájvédelmi Körzet madárvilága az 1968–1979 közötti időszak megfigyelései alapján. Aquila, 87: 23–25.
- Keve A.** (1984): Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator avium Hungariae. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kieckbusch, J. J. & Romahn, K.S.** (2000): Brutbestand, Bestandsentwicklung und Bruthabitate von Heidelerche (*Lullula arborea*) und Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*) in Schleswig-Holstein. Corax, 18: 142–159.
- Lessells, C. M., Rowe, C. L., & McGregor, P. K.** (1995): Individual and sex-differences in the provisioning calls of European Bee-eaters. Animal Behaviour, 49: 244–247.
- Liley, D. & Clarke, R. T.** (2003): The impact of urban development and human disturbance on the numbers of Nightjar *Caprimulgus europaeus* on heathlands in Dorset, England. Biological Conservation, 114: 219–230.
- Magyar G., Hadarics T., Waliczky Z., Schmidt A., Nagy T. & Bankovics A.** (1998): Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator avium Hungariae. KTM – MME – Winter Fair, Budapest–Szeged.
- Marosi S. & Somogyi S.** (szerk.) (1990): Magyarország kistájainak katasztere. I–II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Budapest.
- May, L.** (1994): Individually distinctive Corncrake *Crex crex* calls: A pilot study. Bioacoustics, 9: 25–32.
- Moskát Cs.** (1976): A Karancs–Medves hegység madárvilága. Aquila, 82: 105–113.
- Palmer, P.** (2003): Roosting behaviour of European Nightjar. British Birds, 96: 139–142.
- Rebbeck, M., Corrick, R., Eaglestone, B. & Stainton, C.** (2001): Recognition of individual European Nightjars *Caprimulgus europaeus* from their song. Ibis, 143: 468–475.
- Rodewald, A.D. & Yahner, R.H.** (2000): Bird communities associated with harvested hardwood stands containing residual trees. Journal of Wildlife Management, 64(4): 924–932.
- Ruzsik M.** (1957): A lappantyú kései előfordulása a Mátrában. Aquila, 63–64: 289.

- Sierro, A., Arlettaz, R., Naef-Daenzer, B., Strebel, S., & Zbinden, N.** (2001): Habitat use and foraging ecology of the nightjar (*Caprimulgus europaeus*) in the Swiss Alps: towards a conservation scheme. *Biological Conservation*, 98(3): 325–331.
- Szabó S.** (1992): Lappantyú (*Caprimulgus europaeus*) megfigyelések a debreceni Nagyerdőn. *Calandrella*, 6(2): 57–58.
- Szemere L.** (1916): A lappantyúról (*Caprimulgus europaeus* L.) *Aquila*, 23: 315–316.
- Szőke P.** (1972): A széles sávú hangspektrográfia (szonogramok) bioakusztikai-etológiai alkalmazásának bírálata. *Állattani Közlemények*, 59: 149–153.
- Szőke P.** (1976): A hangmikroszkópia. Doktori értekezés tézisei. Budapest.
- Tittler, R., Hannon, S. J. & Norton, M. R.** (2001): Residual tree retention ameliorates short-term effects of clear-cutting on some boreal songbirds. *Ecological Applications*, 11(6): 1656–1666.
- Vasvári M.** (1935): Kecsefeje a nagyvárosban. *Aquila*, 38–41: 368–369.
- Winkler D.** (1996): A madárvilág szukcessziójának vizsgálata a Soproni-hegység tarvágásos területein. Diplomamunka. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron.
- Winkler D.** (2000): Adatok a lappantyú (*Caprimulgus europaeus* L.) habitat-választásához és költésbiológiájához. In: **Facsó F.** (szerk.): Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Konferenciájának előadásai. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron. 53–58.
- Winkler D.** (2005): Fészkelő madárközösségek szukcessziójának vizsgálata a Soproni-hegységben. PhD értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.

Dr. Winkler Dániel – Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
H-9400 Sopron, Ady Endre u. 5. – dwinkler@emk.nyme.hu
