

SZAKDOLGOZAT

Hallgató neve: Gara Patrícia

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

Természetvédelmi Mérnök alapképzés szak

**A kis légykapó (*Ficedula parva*) vonulásának vizsgálata egy
fekete-tengeri gyűrűzőállomáson**

Belső konzulens: Dr. Herényi Márton
tudományos munkatárs

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet,
Állattani és Ökológiai
Tanszék, Szent István
Campus

Külső konzulens: Dr. Marton Attila
tudományos munkatárs

**Külső konzulens
intézete/tanszéke:** Babeş-Bolyai
Tudományegyetem, Biológia
és Geológia Kar, Magyar
Biológiai és Ökológiai
Intézet

Készítette: **Gara Patrícia**

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	1
1.1 Célkitűzések.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. A madarak vonulása.....	4
2.1.1 A madarak tájékozódása	5
2.1.2. Az időjárás hatása a vonulásra	6
2.1.3. A madarak mortalitását befolyásoló tényezők a vonulás során	7
2.2. A kis légykapó (<i>Ficedula parva</i>)	9
2.3. Emlen-tölcsér	10
3. Anyag és módszer	12
3.1. Vizsgálati terület bemutatása	12
3.2. Madárbefogás.....	14
3.3 Orientációs kísérlet	17
3.3.1 Terepi vizsgálatok	17
3.3.2. Képelemzés	18
3.4. Korábbi évek adatainak elemzése	19
4. Eredmények és értékelésük	20
4.1. Orientációs kísérlet	20
4.2. Korábbi évek adatai	23
5. Következtetések és javaslatok	24
6. Összefoglalás.....	26
7. Irodalomjegyzék.....	27
8. Ábrajegyzék és táblázatok.....	32
8.1 Ábrajegyzék.....	32

1. Bevezetés és célkitűzések

Már a történelem korai szakaszából találunk utalásokat arra, hogy az embereket foglalkoztatja, hová tűnnek az általuk ismert madarak télen. Ezzel kapcsolatban számos hiedelem keringett, miszerint a fecskék beássák magukat az iszapba, vagy egyszerűen hibernálnak a barlangokban, akárcsak a denevérek. Ezek a mítoszok mind, a madarak életciklusában meghatározó szerepet betöltő, tavaszi-őszi vonulásnak köszönhetők ([http1](#)). Annak ellenére, hogy már a középkorban II. Frigyes német-római császár megfogalmazta a táplálék mennyisége és a vonulás közötti összefüggést, jelentős kutatási előrelépés csupán az 1900-as évek környékére tehető. Ekkor egy dán származású tanár, Hans Christian Mortensen mesterséges odúban fogott seregélyek lábára fémgyűrűket helyezett fel, majd a megjelölt madarakat szabadon engedte. A következő években több jelölt egyedet is megfigyeltek országszerte. Ezzel megalapozta az egyedi jelölésen alapuló madárgyűrűzési módszert. Európában jelenleg is ez a legszélesebb körben elterjedt módszer a populációdinamikai folyamatok és a vonulási fenológia vizsgálatára ([http1](#)). Ugyanakkor hátránya, hogy a legtöbb kérdés megválaszolásához a madár visszafogására is szükség van. Ezzel szemben vannak olyan módszerek melyek egy befogást követően is jelentős információt szolgáltathatnak számunkra. Ilyen lehet például az Emlen-tölcsér, amely alkalmas a vonulási orientáció meghatározására egyetlen befogással. Az Emlen testvérek, módszerük kidolgozásánál a madarak természetes vonulási nyugtalanságát vették alapul mely szerint egy zárt közegben, ahol a madarak érzékelik a mágneses teret és az égi jeleket, az általuk preferált vonulási irány felé mozognak. Emellett a módszer kidolgozásánál fontos szempont volt az eredmények vizuális ábrázolhatósága. Így létrehozták az Emlen-tölcsért, ami „lábnyomok” alapján jeleníti meg a madarak által preferált vonulási irányt.

Ezen kívül természetesen léteznek modernebb eszközök, mint a GPS jeladók, rádiótelemetriás nyomkövetők, amik szélesebb körű információt képesek szolgáltatni, mint az előzőekben említett módszerek, de használatuk egyelőre jóval körülményesebb és kevésbé költséghatékony.

A madarak többmillió éves evolúciója során különböző stratégiák, illetve vonulási útvonalak alakultak ki. Ezeknek egy részét ma már ismerjük, ugyanakkor akadnak még olyan fajok, melyeknek vonulási fenológiájáról kevés ismerettel rendelkezünk. Ahhoz, hogy globális léptékben segítsük e fajok hosszútávú fennmaradását, nélkülözhetetlen vonulásuk vizsgálata.

Vonulása során a legtöbb faj nem egyhuzamban repüli le az előtte álló távot, hanem rövidebb-hosszabb időközönként pihenőket iktat be. Ezek a pihenőhelyek („stopover-site-ok”) táplálékban gazdag, jellegzetes tulajdonságokkal rendelkező élőhelyek, amik nélkülözhetetlenek a vonulási út során. Minél több faj használ egy adott területet ilyen célból, annál inkább felértékelődik az élőhely természetvédelmi szempontból. E természetközeli élőhelyek átalakulása vagy felszámolása a madárfajok populációinak csökkenését, szélsőséges esetben az érzékeny fajok populációinak teljes eltűnését eredményezheti. A Bird Life International szervezet felismerte, hogy a vonuló fajok populációinak hosszútávú védelméhez elengedhetetlen a nemzetközi együttműködés, és e fajok számára a különleges madárvédelmi területek kijelölése, illetve azok későbbi helyes kezelése (<http2>).

Ezen tényekből kiindulva vizsgálataim központjában a Nyugat-Palearktiszban elterjedt kis légykapó (*Ficedula parva*) áll (1. ábra), mely faj vonulási fenológiájáról kevés tanulmány készült (Taylor et al., 2020). Rejtőzködő életmódja és speciális vonulási útvonala miatt egész Európában csupán néhány területen lehet akkora mennyiségben vizsgálni befogásos módszerrel, hogy az megalapozhasson egy vonuláskutató vizsgálatot. Kutatási területem egy, a fentiekben említett kiemelt jelentőséggel bíró Natura 2000-es besorolású terület „stopover site”, melyet jelen időszakban is antropogén hatások veszélyeztetnek. Így kutatásommal szeretném bővíteni mind a fajjal kapcsolatos, mind pedig a területen végzett kutatások irodalmát, illetve a terület megóvása érdekében, kísérletemmel is szeretném ráirányítani a figyelmet a helyszín jelentőségére.



1. ábra. Kis légykapó (*Ficedula parva*) (fotó: Saját kép)

A vizsgálat pontos helyszíne Romániában, a Fekete-tenger partján működő vonuláskutató tábor, mely Európában egyedülálló lehetőséget kínál a fajok vizsgálatára. A Chituc turzás gyűrűzőtábor a Mediterrán/Fekete-tenger vonulási útvonal nyugati részén helyezkedik el, így a Nyugat-Szibériából és Kelet-Európából érkező fajok nagy része ezen a területen vonul át, ahogy az általam vizsgálni kívánt faj, a kis légykapó populációinak jelentős része is. Emellett a terület, a Natura 2000-es besoroláson kívül, a Duna-delta Bioszféra rezervátum fokozottan védett része (Gâştescu, 2021).

1.1 Célkitűzések

Elsődleges célkitűzésem egy nagyobb egyedszámmal elvégezhető, a vonulási orientáció meghatározására alkalmas módszer tesztelése a kis légykapón, illetve a faj fogva tartásos kísérletre való alkalmasságának megállapítása. Ezt, az alábbi résztvevőkenységek elvégzésével kívánom megvalósítani:

- Emlen-tölcser kísérlet elvégzése a kis légykapón,
- a módszer tesztelése során szerzett tapasztalatok összegzése
- a kísérlet során vizsgált egyedek lehetséges orientációjának meghatározása
- a kísérlet során kapott eredmények összevetése időjárási paraméterekkel
- az elmúlt 3 évben a területen gyűjtött gyűrűzési adatok, kondícióra vonatkozó elemeinek (zsír, izom) kiértékelése, a faj érzékenysége utaló jellemzőket vizsgálva.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A madarak vonulása

A vonulás egy periodikus tevékenység, ami a madárfajok közel 60%-ára jellemző (http1). Ez az általánosnak mondható jelenség ősszel és tavasszal figyelhető meg a telelő- és fészkelőterületek között. A vonulási minta kialakulását a fiatal egyedeknél, öröklött magatartásformák és környezeti faktorok egyaránt befolyásolják (Newton, 2007). Így mind fajszínt, mind populációszínt hatalmas eltérések jelentkeznek a vonulás időzítésében, illetve a vonulási stratégiában. A vonulás, mint viselkedésmintázat a madarak 150 millió éves evolúciós fejlődése során feltehetőleg többször is kialakulhatott (Csörgő et al., 2009) Ezek az időszakok mai ismereteink szerint az éghajlatváltozáshoz és a kontinensvándorláshoz kötődnek. Az éghajlat folyamatos melegedése miatt a jégtakaró elkezdett visszahúzódni, így újabb területek váltak benépesíthetővé. Azonban ezek a területek nem tudtak egész évben stabil életfeltételeket biztosítani az ide érkező fajok számára, ezért a táplálék elérhetősége, és a hőmérséklet továbbra is kritikus tényező maradt. Ennek eredményeként viszont, a vonulási kényszer megmaradt (Taberlet et al., 1998).

A vonulási távolság szempontjából, három különböző csoportra oszthatjuk a madarakat (Newton, 2007).

- 1) Rövidtávú vonulók (<100 km)
- 2) Középtávú vonulók (100-3500 km)
- 3) Hosszútávú vonulók (>3500 km)

A vonulási stratégia alapján szintén három csoportot különíthetünk el (Newton, 2007).

- a) "szökdöső" (hop strategy) stratégia, amikor az egyedek egymáshoz közel elhelyezkedő megállóhelyek között, kis távolságokat repülnek le a telelőhelyük elérése érdekében. Ehhez nincs szükségük nagy zsírraktárak felhalmozására. Ilyen stratégiát használ például a mezei pacsirta (*Alauda arvensis*).

- b) „kihagyásos” (skip strategy) stratégia esetén a madarak nagyobb távolságokat tesznek meg az egyes pihenőhelyek között, mint az előző esetben. Ugyanakkor továbbra is szükséges időnként pihenőket beiktatniuk. Ezzel együtt ezek a fajok nagyobb zsírtartalékokat is halmozhatnak korábban említett társaiknál. Ilyen faj például a csilpcsalp füzike (*Phylloscopus collybita*).
- c) Végül a legszélsőségesebb stratégia az „ugrásos” (jump strategy). Ebben az esetben a fajok nagy mennyiségű zsírtartalékot halmoznak, mivel megpróbálják a lehető legnagyobb távot lerepülni egyben két megállóhely között. Vannak fajok, melyek megállás nélkül küzdik le az előttük álló távot. Ennek a stratégiának az abszolút győztese a kis goda, ami képes Alaszkából egészen Új-Zélandra egyhuzamban elrepülni (*Limosa lapponica*).

Ezen kívül számos más tényező hathat a vonulási stratégia megválasztásánál. Ilyenek lehetnek az időjárási tényezők, illetve a vonulási útvonal során leküzdendő földrajzi akadályok.

Előbbihez egy példa a hurokvonulás (Csörgő et al., 2009). Ezek a fajok tavasszal és ősszel két különböző útvonalon teszik meg a távot a telelő- és költőterület között. Ennek egyik fő magyarázata az aktuális széljárás eltérő iránya. Erős szembeszélben rendkívül energiaveszteséges a repülés. Ezért a fajok nagy része inkább kerülőutat választ, ami jóval energiatakarékosabb. Ilyen faj például a barna rétihéja (*Circus aeruginosus*).

Utóbbihoz tartozhat a tölcészerű vonulási mintázat. Ekkor a madarak egy szűk, földrajzilag jól meghatározható területen vonulnak keresztül, majd a telelőterülethez közeledve ismét szétszóródnak a kontinens felett (Newton, 2007). Ilyen jellegzetes területek a tengeri szorosok vagy két hegység által közrefogott völgyek (Meyburg et al., 2020). A Boszporusz az egyik legismertebb példa erre. A ragadozómadarak nagy létszámban vonulnak át a szűk tengersizoros felett minden évben, ami miatt számos ragadozómadár monitoring helyszínéül szolgál a terület.

2.1.1 A madarak tájékozódása

Vándorlásuk során a madarak jórészt genetikailag öröklött információk alapján találhatnak el telelő- vagy éppen költőterületükre. Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint a fészekparazita kakukk esete, ahol a fiókának lehetősége sincs a valódi szüleitől megtanulni a vonulás útvonalát. Mégis, minden évben több millió fiatal egyed éri el a számára kitűzött célt. Ugyanakkor a genetikailag kódolt útírányok mellett számos külső tényező befolyásolja a

vonulás sikerességét. Ezek közé tartoznak a földrajzi támpontok használata, a nap és a csillagok állása, illetve a Föld mágneses terének érzékelése. A folyók, völgyek, hegységek földrajzi akadályként jelentkezhettek a vonulás során. Így eddigi tanulmányok alapján, a fajok nagy része kerüli a kiterjedt nyílt vízfelszín feletti repülést, vagy a magas hegységeken való átkelést. Azonban, ha a legrövidebb útvonaltól való eltérés jelentősen megnöveli az utazási távolságot, az energiát vagy az időt, az ökológiai akadályok átrepülése előnyös is (Battley et al., 2012; Newton, 2007). Nappal, kedvező időjárási körülmények között, viszonylag könnyedén elkerülhetők ezek az akadályok, viszont kedvezőtlen időjárási körülmények közé kerülve nem hagyatkozhatnak kizárólag a domborzati elemek érzékelésére. Ezenkívül az európai énekesmadarak nagy része az éjszaka folyamán vonul (Dhondt, 1994; B. Michalik et al., 2020). Ilyenkor fontos szerepet játszanak az „ornyílás fölött elhelyezkedő mágneses kristályok és a szem ideghártyájában lévő speciális, a fény hullámhosszára érzékeny kriptokróm fehérjék, melyeknek a segítségével érzékelní képesek a Föld mágneses terét, illetve a mágneses erővonalak Egyenlítőtől való elhajlását” (Csörgő et al., 2009).

A Nap-iránytűvel való tájékozódás során a madaraknak nem feltétlenül szükséges látniuk magát az égitestet. Ugyanis a szemükben lévő különleges elemnek, a „fésűnek” köszönhetően, elegendő a polarizált fény észlelése. Ekkor a fény látszólagos irányát összevetik belső órájukkal, aminek segítségével meghatározzák az általuk követendő irányt (Muheim et al., 2018).

A csillag-iránytű használatakor elengedhetetlen a csillagos égbolt látképe, azonban nem a mintázata alapján állapítják meg a helyes irányt, hanem az égitestek elmozdulásából. Az égbolt látszólagos forgási középpontjának meghatározásával képesek megállapítani az északi irányt, majd ebből kalibrálni a vonulás irányát (Muheim et al., 2018).

2.1.2. Az időjárás hatása a vonulásra

A vonulás időzítése szempontjából meghatározó szereppel bír az időjárás. A madarak nagy része a vonulás megkezdése előtt kivárja a biztonságos időjárási körülményeket, csak ezután indul útnak. Az időjárás, tavaszi vonulási fenológiára való hatása, széles körben vizsgált témának számít. Ugyanakkor, az őszi periódus környékén jelentkező időjárási jelenségek és a vonulás időzítése közötti kölcsönhatásokról kevesebb információ áll rendelkezésre (Gallinat et al., 2015). Természetesen vannak általánosan érvényes következtetések, mint az, hogy a kedvezőtlen időjárási körülmények negatívan befolyásolják a vonulási hajlandóságot. A túl sok

csapadék vagy erős ellenszél általában akadályozza vagy felfüggeszti a vonulást a fajok nagy részénél, de akadnak kivételek, amelyek például ellenszélben is aktívan mozognak (Lack, 1960). Hasonlóképpen elmondható, hogy a hátszél a legtöbb esetben kedvező tényezőként jelenik meg a vonulás során (La Sorte et al., 2016). A csapadék hatása már nem annyira egyértelmű, mint a szélviszonyoké. Ebben az esetben a közvetett hatás valószínűleg nagyobb, legalábbis a rovarfogyasztók esetében (táplálékhiány), mint a direkt hatás. Vagyis nem kizárólag a csapadékos időjárás jelent problémát, hanem mind inkább a táplálékot jelentő ízeltlábúak kis elérhetősége.

2.1.3. A madarak mortalitását befolyásoló tényezők a vonulás során

Vonulásuk során a madarakat számos külső tényező veszélyezteti. Ezeket eredetük szerint két csoportra oszthatjuk, antropogén (A) és természetes (B) tényezők, melyek lehetnek közvetlenek (I) és közvetettek (II). Besorolásuk az alapján történik, hogy konkrét ok-okozati viszonyból következik-e be az egyed pusztulása, vagy negatív mechanizmusok okoznak „késleltetett rátermettségbeli költséget”, ami csökkenti az egyed túlélési/szaporodási lehetőségét (Nemes et al., 2023). Ezen típusok kombinációi az alábbiak lehetnek:

AI: Antropogén közvetlen: áramütés vagy vadászat, mérgezés

AII: Antropogén közvetett: élőhelyátalakítás, aminek következtében a táplálkozó- és szaporodóhelyek megszűnnek

BI: Természetes közvetlen: a ragadozók általi zsákmányolás „predáció”

BII: Természetes közvetett: kedvezőtlen időjárási körülmények, például a szárazság okozta táplálékcsökkenés vagy a hirtelen kialakuló viharok okozta energiavesztés, ami eltéríti az egyedeket a vonulási céltól

A külső tényezőkön kívül belső, élettani jellemzők is befolyásolják az egyed túlélését. Klaassen és társai (2012) nyomán a három legfontosabbnak tulajdonított fiziológiai tulajdonság egy egyed túléléséhez: a vitalitás „mint a halál elkerülésének és a túlélési képességnek általános követelménye, legyen szó migrációról vagy az életciklus bármely szakaszáról”, testraktárak „mint a repülési távolságot és vonulási stratégiát meghatározó jellemző” és a táplálékfelvételi sebesség „mint a vándorlás sebességének elsődleges meghatározója”.

Dolgozatomban a tesztraktárokhoz kapcsolódó összefüggések elemzését helyeztem előtérbe, mivel korábbi tanulmányok értekeznek a zsírraktárak mennyisége, minősége és az egyedek stresszhelyzetben történő túlélése közötti összefüggésekről (Gosler, 1996). Cresswell és társai (2009) nyomán a madarak tömegének és zsírtartalékának meghatározása kondícióindexként használható a faj túlélési esélyének és rátermettségének megállapításához. Egy 2005-ben készült tanulmányban, három récefaj nőstényeinek éves túlélési valószínűségét és az egyedek kondíciója közötti összefüggést vizsgálták. Az eredmény azt mutatta, hogy a jó minőségű egyedek (amik sem elhízva, sem lesóványodva nem voltak) sokkal nagyobb eséllyel érték meg a következő évet szélsőséges értékekkel rendelkező társaiknál (Blums et al., 2005).

További, belső élettani tényezőkhez sorolható a faj egyéni stresszre való hajlamossága. „A stressz egy gyűjtőfogalom olyan élettani események bizonyos állapotaira és sorozataira, amelyek lehetővé teszik az élő szervezetek számára, hogy legyőzzék a kiszámíthatatlan és ellenőrizhetetlen helyzeteket” (Huber et al., 2017). Ez a faktor nehezebben vizsgálható, mivel a nagy egyéni variabilitás megnehezíti a stresszre adott válaszreakciók mérését. A leginkább alkalmazott eljárás a rövid távú stresszreakciók vizsgálatára a madarak stresszhormonjainak mérése. Ezek közül az egyik leggyakrabban vizsgált mutató a kortikoszteronszint. Ezeknél a vizsgálatoknál az idő lényeges tényező, mivel a stresszhormonszint gyorsan emelkedik a stresszhelyzetet kiváltó hatás után. Így a stresszelt egyedtől különböző időpontokban vett minta jelentős eltérést eredményezhet. Ezeket a kísérleteket általában fogságban tartott madarakon végzik, állandó környezeti feltételek fenntartása mellett (Huber et al., 2017; O’Dell et al., 2014).

2.2. A kis légykapó (*Ficedula parva*)

A kis légykapó elterjedési területe a Nyugat-Palearktisz faunavidék nagy részét magába foglalja. A költési periódusban az Urál hegységtől nyugatra, egészen Közép-Németországig megtalálható. Költési területének északi határa a Balti-tenger partvonaláig húzódik, Finnország és Svédország jó részét magában foglalva. Dél-Európában, a Balkán-félsziget északi részén, magasabb térszíneket részesít előnyben. Keleten a Kaukázus hegységig lehúzódik a költő populációk (Svensson et al., 2018).

Taxonómiaiilag az énekesmadár-alakúak (*Passeriformes*) rendjébe, ezen belül a légykapófélék (*Muscicapidae*) családjába tartozik. Európában a populációt, 3290000-5090000 párra becsülik. IUCN besorolása nem fenyegetett, „Least concern” (<http3>). Meghatározása viszonylag egyszerű, kicsi 11-12 cm testhosszú, gyors mozgású énekesmadár. Fehér-fekete farokmintázata messziről felismerhetővé teszi repülés közben. A háta és felsőteste barnás árnyalatú, a kifejlett hímeknek szürkés feje és narancssárga torokfoltja határozóbélyeg. A torokfolt lenyúlhat egészen a mellkas felső részére. Az elsőéves hímek, az őszi vonulás során még nem rendelkeznek sárga toroktollakkal, ezért a tojóktól nem különíthetők el. A fiatal madarakra jellemzők a „rigópettyeknek” nevezett sárga rombuszok megléte a karfedők csúcsán. A kifejlett tojók és az elsőéves hímek hasonló, a toroknál krémszínű tollakkal jellemezhető tollruhával rendelkeznek. Szeme a test méretéhez képest nagy, sötét színű, világos szemgyűrűvel. Lába szintén fekete, finom, fűzikés jellegű (Svensson et al., 2018)

A faj hosszútávú vonuló, viszont a legtöbb Európában honos énekesmadárral ellentétben az indiai szubkontinensen tölti a telet. Ott a költőterületen található vegetációhoz hasonló szubtrópusi lombos erdőkben található. Vonulása során a Fekete-tenger partvidékén, illetve a Közel-Kelet északi területein jelenik meg nagy mennyiségben a megfigyelések szerint, azonban részletes ismeretek nincsenek a vonulás pontos útvonaláról (Taylor et al., 2020)

Költőterületén a mérsékelt övi lomboserdőket, azon belül is az idősebb korú bükkös állományokat részesíti előnyben. Emellett tölgyes és gyertyános elegysekben is megtalálható. Az északi állományok egy része lucfenyvesekben is sikeresen költ. Előnyben részesíti a dús aljnövényzettel rendelkező világos lombkoronájú erdőket és a nyílt, repülésre alkalmas teret, a lombkorona és a cserjeszint között. Májusban érkezik a költőterületre, és június végén már kirepteti 5-6 fiókából álló fészekalját. Főként rovarokkal és egyéb gerinctelenekkel táplálkozik (Németh, 2000).

2.3. Emlen-tölcsér

1949-ben Gustav Kramer felfedezte, hogy azok a madarak, amiket a vonulási periódus alatt egy zárt ketrecben helyeznek el, és látják a csillagos égboltot, hajlamosak a vonulás eredeti irányába menekülni. Ezt a jelenséget Zugunruhe-nak, magyarul vonulási nyugtalanságnak nevezte el (Kramer, 1949). Ebből a felfedezésből kiindulva, Stephen T. Emlen and John T. Emlen, a jelenséget kihasználva megalkották a madarak orientációjának vizsgálatára alkalmas Emlen-tölcsért. Ez a szerkezet és módosulatai a mai napig a leggyakrabban használt módszer az énekesmadarak orientációjának különböző vizsgálataihoz (Bianco et al., 2016). Leegyszerűsítve, a szerkezet felső része egy tölcsérből, alsó része egy tintapárnából áll. A tölcsér felső átmérője eredetileg 35 cm, alsó átmérője 10 cm, az oldal dőlésszöge pedig 45°, és egy speciális írógéppapírral van kibélelve. A modern Emlen-tölcsérek egy része már számítógép vezérelte érzékelőkkel vannak ellátva, amik digitális grafikát készítenek a madarak mozgásáról. Ezenkívül felülről, videórögzítő berendezéssel figyelik a madarak pontos mozgását (Vanni et al., 2017). Az eredeti szerkezetben a tintapárna alatt egy edény volt elhelyezve, ami megakadályozza a tinta elszivárgását, és megtartja a tölcsért, így az nem mozdul el oldalirányban. A tölcsérbe helyezett madarak lábnyomokat hagynak a tölcsér falán. A tintanyomok felhalmozódása kirajzolja a domináns menekülési irányt, ami a kísérletek nagy részében a vonulással megegyező irányultságot mutatja (Pakhomov et al., 2017; Wynn et al., 2023).

Az Emlen testvérek első kísérletei után számtalan további kutatás támaszkodott az általuk feltalált eszközre. Nem csupán a vonulási irányultság meghatározására alkalmas a módszer, hanem például az egyedfejlődés meghatározott szakaszaiban történő viselkedésminták kialakulásának vizsgálatára is (A. Michalik et al., 2014; Pakhomov et al., 2022; Wynn et al., 2023). A kis légykapó egy rokonával, a kormos légykapóval (*Ficedula hypoleuca*) végzett kísérletek során például arra a kérdésre keresték a választ, hogy a kézzel felnevelt madarak képesek-e elsajátítani a csillagiránytűt az első őszi vonulás után, ezzel megtalálva a helyes vonulási irányt. A vizsgálatból kiderül, hogy a Németországban vizsgált fiatal madarak képesek a tájékozódásra az égi jelek ismerete nélkül, feltehetőleg a mágneses iránytűjükre támaszkodva. Ugyanakkor a szerzők hangsúlyozzák a csillagok látványának fontosságát a mágneses iránytű kalibrálásához, ugyanis a kísérletbe vont madarak egy másik csoportja Lettországból már nem mutatott ilyen pozitív tájékozódási eredményt (Zolotareva et al., 2021).

Az általam olvasott, tájékozódással kapcsolatos cikkek jelentős részében a barátposztát használták kísérleti fajként (Schwarze et al., 2016; Wynn et al., 2023). Ennél a madárfajnál azt vizsgálták, mekkora dőlésszögű földi erősségű mágneses térben képesek még tájékozódni. A madárfajok a mágneses térben való tájékozódáshoz a mágneses mező dőlésszögét azaz a mágneses mező vonalak és a Föld felszíne közötti szöget használják. Ebből adódik, hogy 0, illetve 90 fok környékén nem tudják egyértelműen meghatározni az északi vagy déli irányt. A kísérlet eredménye alapján a barátposztát 67-85 fokos dőlésszög esetén még képesek voltak a tájékozódásra, viszont a 88 fok feletti dőlésszög esetén már nem (Lefeldt et al., 2015).

Vannak kísérletek, ahol pedig a vonulási nyugtalanság mértékét vizsgálták Emlen-tölcsér segítségével. Hua és társai (2017) kísérletében, a nagy partfutó (*Calidris tenuirostris*) vonulása során mutatott tájékozódását és vonulási nyugtalanságának kifejeződését vizsgálták a Távols-Keleten, a Sárga-tengernél, egy északi és egy déli vonulási megállóhelyen. Eredményük alapján a vonulási aktivitás eltérő volt a két területen, de kapcsolatban állt a helyi széljárással.

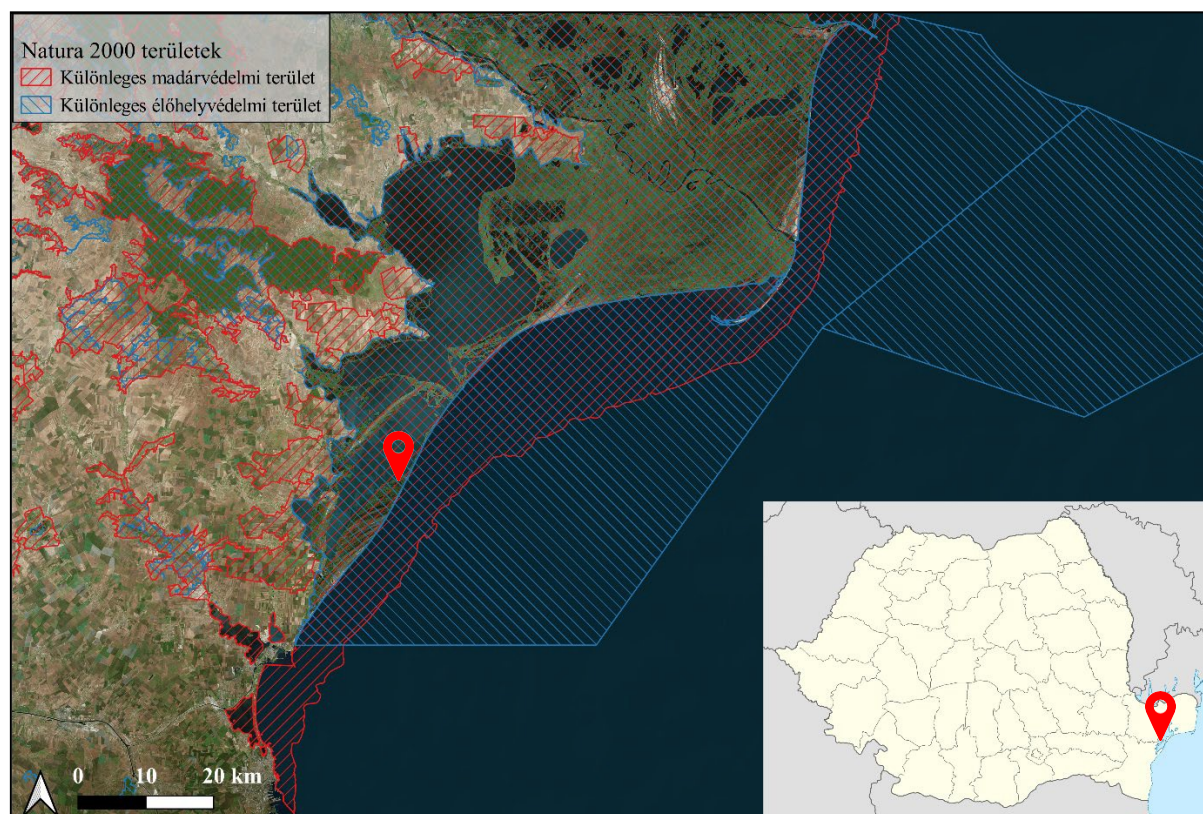
Tehát számos különböző, vonulással kapcsolatos kérdés megválaszolására használható az Emlen-tölcsér, ugyanakkor a vizsgálatok főbb kérdéskörei a vonulási orientáció meghatározására, illetve a mágneses térben való tájékozódásra irányulnak.

3. Anyag és módszer

3.1. Vizsgálati terület bemutatása

Kutatási területem Délkelet-Romániában, a Fekete-tenger partvidékén helyezkedik el (2. ábra). Itt működött 2004 óta a „Milvus Csoport” Madártani és Természetvédelmi Egyesület vonuláskutató táborát, mely Európában egyedülálló lehetőséget kínál a fajok vizsgálatára. A Chituc turzás gyűrűzőtábor a Mediterrán/Fekete-tenger vonulási útvonal nyugati részén található. Így a Nyugat-Szibériából és Kelet-Európából érkező fajok nagy része ezen a területen vonul át, ahogy az általam vizsgálni kívánt faj, a kis légykapó is. Az őszi vonulás során kb. 600-1500 példányt fognak a táborban (Marton, 2022).

A vizsgálatom konkrét helyszíne, a Fekete-tenger és a Sinoe-tó között kialakult homokpad, szigetcsúchoz közelebbi oldalán található. Az egész terület Natura 2000-es besorolású, az élőhelyvédelmi és madárvédelmi irányelv szerint egyaránt. Ezenkívül a Duna-delta Bioszféra Rezervátum fokozottan védett része.



2. ábra. A Kutatási terület elhelyezkedése. ESRI műholdkép, saját szekesztés.

Vegetációját tekintve a területen elsősorban a sótűrő növények dominálnak, amik nagyrészt homogén társulásokat hoznak létre (3. ábra). A tengerhez közel fekvő részeket időnként elönti a víz, így az élőhelyvédelmi irányelv szerinti közösségi jelentőségű élőhelytípusokból a Mediterrán sós rétek (1410) és az Állandóan sekély tengervízzel fedett homokpadok (1110) fordulnak elő (http4). Itt főként a *Juncus maritimus* és *Juncus littoralis* szittyófajok alkotnak társulást. A tenger mellett és a tábor sátrazásra kijelölt területein viszont egy tarackbúza faj az *Elymus giganteus* dominál, emellett gyakoriak a sziksófüves (*Salicornia europaea*) foltok. A turzás középső részén, hosszirányban végighalad egy töltés, mellette egy csatorna, ami elválasztja ezeket a sós réteket a brakkvizes nádasoktól. Az úton homoktövis (*Hippophae rhamnoides*) bokrok és ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*) csoportosulások találhatók.



3. ábra. A kutatási terület vegetációs képe. (fotó: Szabó D. Zoltán)

A terület állatvilága gerinces és gerinctelen fajokban is igen gazdag. A gerincesek közül számos kételtű- és hüllőfaj megtalálható itt, mint a zöldbékafajok (*Pelophylax* spp.), vízisikló (*Natrix natrix*), mórteknős (*Testudo graeca*), mégis a legjelentősebb taxon a madaraké. 2022-ig bezárólag több mint 180 madárfajt gyűrűztek a tábor területén, és még legalább 100 fajt megfigyeltek a környező területeken. Ezek közül néhány jelentősebb faj a székicsér (*Glareola pratincola*), foltos nádiposzáta (*Acrocephalus schoenobenus*), rozsdás nádiposzáta (*Acrocephalus agricola*), rózsás gödény (*Pelecanus onocrotalus*).

A turzás alapvetően a Duna-delta éghajlatának kontinentális jellegeit mutatja, napos és száraz. A szárazságot az erős és gyakori szél még inkább képes fokozni. Ugyanakkor a Fekete-tenger közelsége, és az ott uralkodó kettős viszonyok (szubtrópusi fekvés, de erős északi hideghatás) jelentős befolyással bírnak a szélsőséges időjárási helyzetek, gyakori viharok kialakulására. Az évi középhőmérséklet a Deltában 11 °C (-1 °C januárban és 22 °C júliusban), a csapadékmennyiség 400 mm/év és 300 mm/év között van (http5).

3.2. Madárbefogás

A korábbi évek őszi vonulási dinamikája alapján (Marton, 2022) a vizsgálatainkat 2023. szeptember 9-17. között végeztük el. Összesen 20 kis légykapó egyed vett részt a kísérletben. A madárbefogást kifejezetten erre a célra kifejlesztett ECOTONE típusú függőhálókkal végeztük, ami minimalizálja a sérülés lehetőségét. A hálók 4 vagy 5 zsebből állnak, melyeket feszítőzsinórok tartanak a megadott pozícióban (4. ábra). Lyukméretük 16 mm x 16 mm, hosszuk változó, a részletes méreteket az 1. táblázat mutatja.



4. ábra. Madárfogó háló közelről. (saját kép).

Ezek a hálók minden évben ugyanarra a helyre vannak kihelyezve standard módon, egyedi konfigurációban, 3 fő vegetációtípusban: nádas (N1, N2), bokros (B1, B2, B3, B4, B5) és vegyes (S0, S1, S2, S3, S4, S5). A hálók összesített hossza 364 m (1. táblázat, 5. ábra).

Mivel ez a módszer nem szelektív, így számos egyéb faj is hálóba került a célfajon kívül. Ezekkel azonban dolgozatomban nem foglalkozom. A hálóba berepülést követően a madarak addig a zsebekben feküdtek, míg a gyűrűzést segítő önkéntesekkel együtt ki nem szedtük őket. Ezt követően sötét, jól szellőző zsákokba kerültek, amikben a gyűrűzésre fenntartott jurtába szállítottuk őket. Itt minden példányt egy egyedi sorszámú, Románia feliratú fém azonosítógyűrűvel láttunk el. Ezután, az általánosan feljegyzésre kerülő biometria adatok

rögzítését végeztük el a kötelező gyűrűzési procedúra keretében. Az izomtömeg meghatározását 1-3 értékig terjedő skálán végeztük. A bőr alatt felhalmozott zsír mennyiségének becslésére pedig a Kaiser-féle, 1-től 8-ig terjedő skálát használtuk (Kaiser, 1993). Ahol lehetett, meghatároztuk az egyedek korát, illetve ivarát. Utóbbi csak az adult (1 évnél biztosan idősebb, szaporodóképes, kifejlett példány) példányoknál lehetséges. A biometria adatok rögzítése után a madarak visszakerültek a pihenőzsákokba a kísérlet kezdetéig.

1. táblázat. Az egyes hálóállások hossza, és a hálóállások összesített hossza. N (Nád hálósor); S (Sinoe hálósor); B (bokor hálósor); T (tenger hálósor)
Adatforrás: Chituc Raport 2022, saját szerkesztés.

N1	2 x 12 m
N2	8 x 10 m
S0	1 x 12 m
S1	1 x 12 m
S2	1 x 10 m
S3	1 x 12 m
S4	1 x 10 m + 16 m
S5	1 x 10 m
B1	2 x 12 m
B2	2 x 12 m
B3	1 x 12 m
B4	3 x 10 m
B5	1 x 12 m + 1 x 10 m
T	4 x 10 m + 3 x 12 m
Összesen:	364 m



5. ábra. A hálóállások elhelyezkedése a kutatási területen.
Adatforrás: Milvus Group, ESRI műholdkép. Saját szerkesztés.

3.3 Orientációs kísérlet

3.3.1 Terepi vizsgálatok

Az orientációs kísérletet 8 db műanyag plexi lapból hajlított Emlen-tölcsérben végeztük. Ezeknek a falára A0-s méretű papírból kivágott gúlákat helyeztünk el a tökéletes illeszkedés érdekében. A papírokat kétoldalú ragasztóval rögzítettem a műanyag tölcsérek belsejéhez. A tölcsér aljához 800 ml-es befőttesüveg tetőt erősítettünk. Ez biztosította, hogy a benne elhelyezett filcanyag folyamatosan átitatódjon tintával. A tinta golyóstollhoz használatos kék tinta volt. A tölcsér tetejét fekete szúnyoghálóra fedtük le, hogy a madarak láthassák az égboltot. Így a kísérlet során végig a természetes mágneses mezőben, az égi jelzésekhez hozzáférve választhatták meg az általuk preferált irányt. A szúnyoghálót gemkapcsokkal rögzítettük. A kész tölcséreket félig leástuk a homokba a stabil pozíció megtartása érdekében (6. ábra).

A kísérlethez 16:00 után fogott madarakat használtunk, hogy a zsákban tartózkodási idejük ne haladja meg a 2 órát. Az orientációs kísérletet napnyugta előtt egy órával kezdtük meg, és napnyugtát követően 1 órával fejeztük be, mivel a napnyugta látványa fontos másodlagos jelzésként szolgál a vonulási nyugtalanság mértékének növekedésében (Emlen & Emlen, 1966; Giunchi et al., 2015). Ezen idő alatt az Emlen-tölcsérbe tett madarak erős mozgási aktivitást mutattak. Az elvégzett orientációs kísérletet követően éjszakára a madarak visszakerültek a zsákokba majd napfelkeltekor szabadon engedték őket.

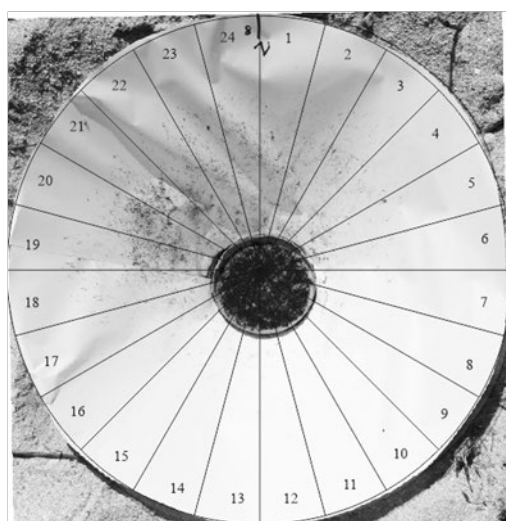
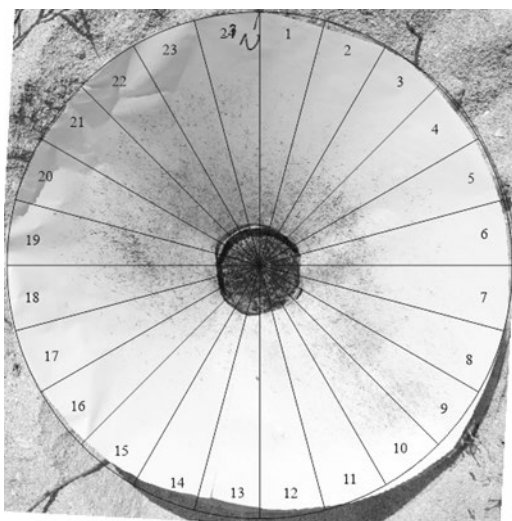


6. ábra. Emlen-tölcsérek felülnézeti képe. Saját kép.

3.3.2. Képelemzés

A madarak a kísérlet végeztével különböző minőségű és mennyiségű karcolásnyomot hagytak a papírlapokon. Ezek kiértékeléséhez egy összetett módszert használtam. Első lépésként az aktuális lapokat lefényképeztem felülnézetből egy Canon 700D tükörreflexes fényképezővel. Ehhez egy 70- 200-as objektívet használtam.

Később a fotók számítógépre való feltöltését követően a számítógépen alapprogramként szereplő Fényképek alkalmazásban, a telítettséget -100 értékre állítva fekete-fehér (színek nélküli) fotóvá konvertáltam őket. Ezt követően CorelDraw X7 programban készítettem egy 15°-onként felosztott, 24 egységből álló, beszámozott kört. Ezt a kört ráillesztettem a képekre egyesével (7. ábra). Ezután az így létrejött fényképszektorok már alkalmassá váltak az Emlen & Emlen által létrehozott, aktivitást ábrázoló referenciakulccsal történő összehasonlításra. A referenciakulcs 20 db, különböző minőségű és mennyiségű lábnyomot ábrázoló rajz. Ezek a rajzok 1-20-ig vannak számozva a lábnyomok láthatóságának erőssége alapján. A domináns szektorok, vagyis az értékelhető lábnyomokat tartalmazó szektorok egy-egy számot kaptak 1-20 között a referenciakulcs alapján. Az összehasonlítást vizuálisan végeztem, majd megkértem egy társam, hogy végezze el ő is ezt az összehasonlítást. Az így kapott kérdéses értékeknél, vagyis ahol két különböző értéket határoztunk meg, a két érték átlagát vettem. Így a kísérlet fényképes eredményeit számszerűsítve, sugárdiagrammon ábrázoltam a vizsgált egyedek orientációját.



7. ábra. 3-as és 8-as Emlen-tölcsér átalakított képe. A számok 1-től 24-ig az értékeléshez használt szektorokat jelölik. Saját kép.

3.4. Korábbi évek adatainak elemzése

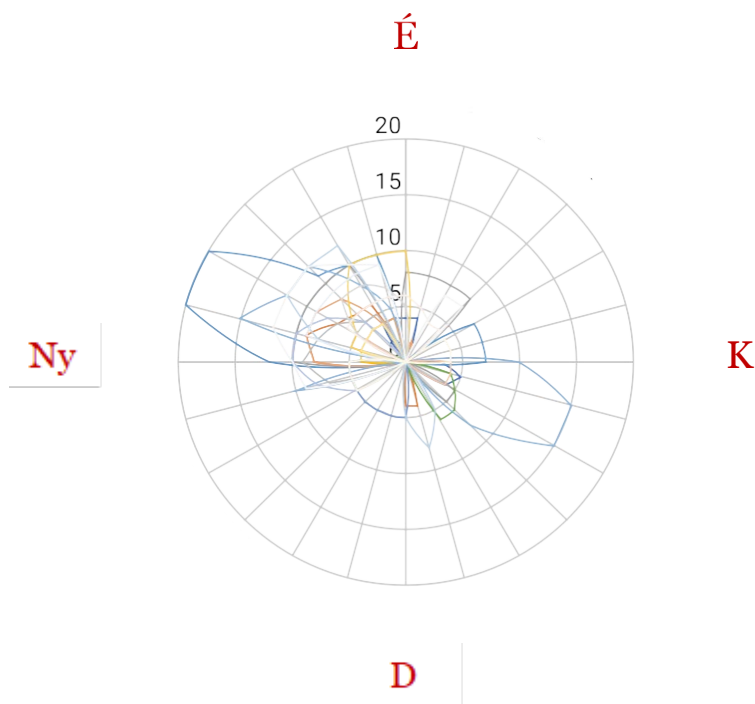
Miután az orientációs kísérlet során igen magas volt a halálozási arány, a kísérletet felfüggesztettem. Szerettem volna magyarázatot találni a történetekre, ezért megnéztem néhány halálozási valószínűségről érkező szakirodalmat. Miller és társai (2003) azt találta, hogy az Olaszországban telelő, eltérő zsírraktárakkal rendelkező fekete rigók túlélési valószínűsége nem különbözik. Ugyanakkor egy másik kutatásban, Cresswell (2009) azt írja, hogy a madarak tömege, mutatóként használható a faj túlélési valószínűségének becsléséhez. Az eltérő eredmények mellett tapasztalt gyűrűzők véleményét is kikértem a témával kapcsolatban. Állításuk szerint lehet összefüggés a stresszérzékenység és a madarak zsírraktározása között, hiszen egy kevés zsírral rendelkező madár az adott helyzetben kisebb energiatartalékkal rendelkezik, hamarabb legyengül és elpusztul. A lehetőségeket mérlegelve én mégis megnéztem az elmúlt 3 év gyűrűzési adatsorát a fajjal kapcsolatosan és meghatároztam a fogott egyedek átlagos zsírtartalékát és izommennyiségét, illetve a leggyakoribb izom- és zsírértéket. Ezt a Kaiser-féle osztályozási mód szerint végeztem, ahol az izom 0-tól 3-ig, míg a zsír 1-től 8-ig skálázható (Kaiser, 1993). Az adatokat a Milvus Group munkatársai gyűjtötték 2020 és 2022 között a 3.2. fejezetnél bemutatott módszerrel. Összesen 3112 egyedet jelöltek meg ebben az időszakban.

4. Eredmények és értékelésük

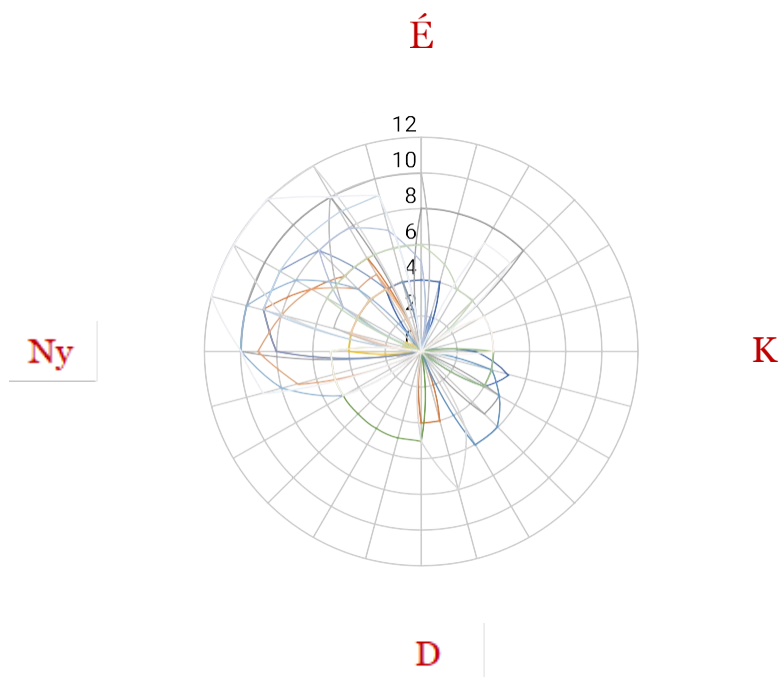
4.1. Orientációs kísérlet

Szeptember 9. és 17. között összesen 20 egyeddel végeztük el a kísérletet. Ebből 19 azévi fiatal madár, egy pedig adult hím példány volt. Az egyedek zsírtartaléka 0 és 2 között változott, (0-s 40%; 1-es 50%; 2-es 10%). Az izmoltság minden példány esetében 2-es (100%) volt. A fogott madarak átlagtömege $8,8 \pm 1,6$ g. A hét során vizsgált 20 egyedből 11 elpusztult, így a negyedik napra befejeztük a kísérletet.

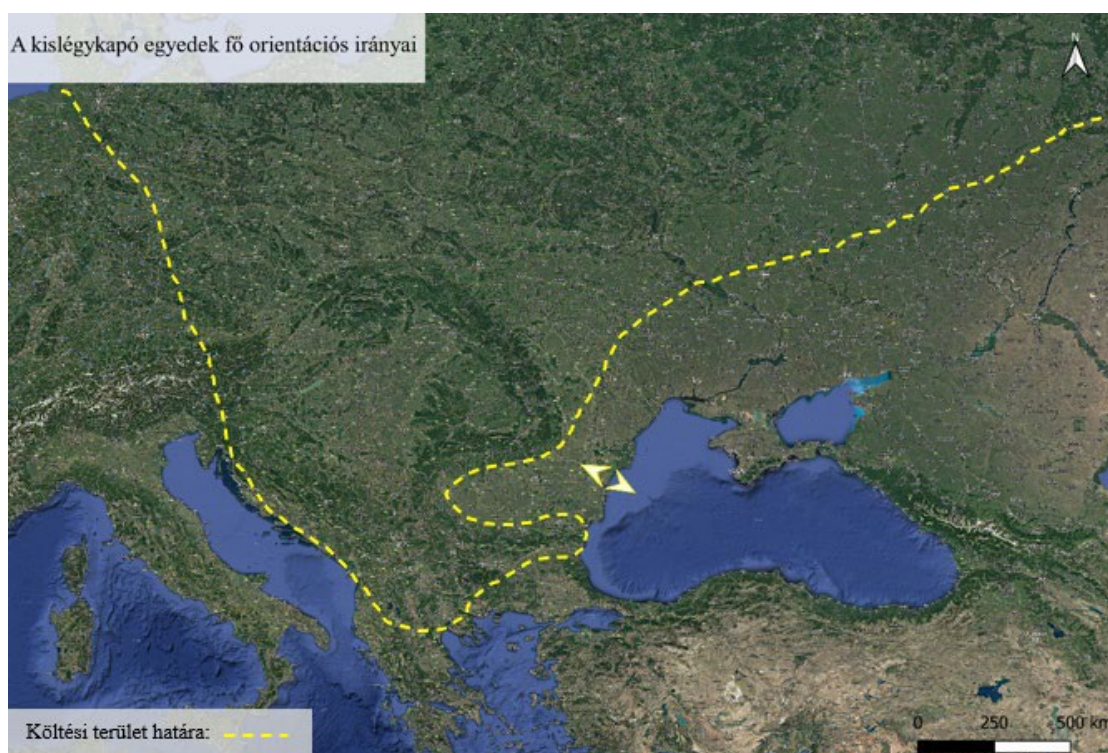
A vizsgált példányok orientációja döntően északnyugati (270-315 fok), illetve délkeleti (90-130 fok) irányultságú volt (8. és 10. ábra). Az ábrát elkészítettem kiugró értékek nélkül is, mert így szemléletesebben mutatja a vizsgált példányok domináns irányultságát (9. ábra). A kiugró értékeket vizuálisan állapítottam meg.



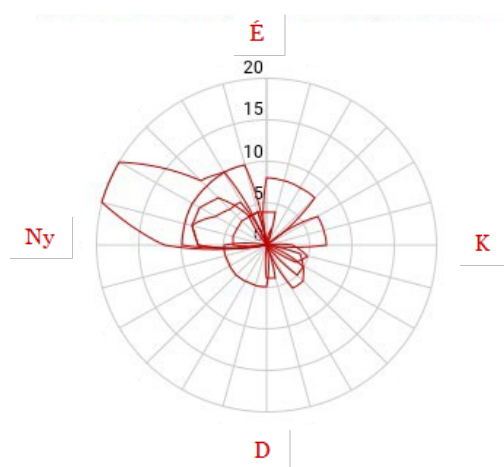
8. ábra. A kísérlet során vizsgált egyedek orientációja. A különböző színek az egyes egyedek irányultságát mutatják a különböző égtájak felé. Minél nagyobb átmérőjű kört ér el egy vonal, annál erősebb az irányultság. A számok a referenciakulcs szerinti értékeket jelölik. Saját szerkesztés.



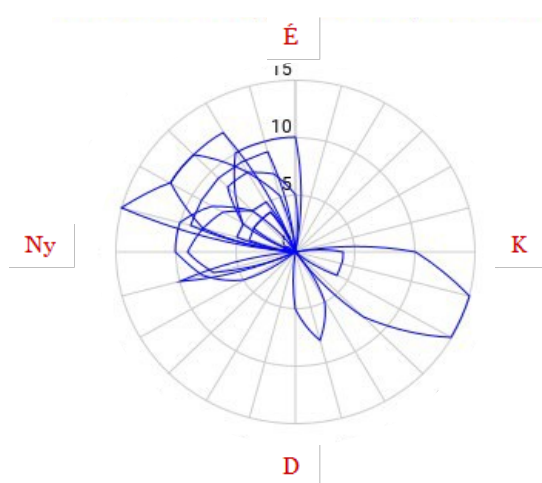
9. ábra. A kísérlet során vizsgált egyedek orientációja, szélsőértékek nélkül. A különböző színek az egyes egyedek irányultságát mutatják a különböző égtájak felé. Minél nagyobb átmérőjű kört ér el egy vonal, annál erősebb az irányultság. A számok a referenciakulcs szerinti értékeket jelölik. Saját szerkesztés.



10. ábra. A vizsgálat során tesztelt egyedek irányultsága térképre vetítve. A szaggatott vonal a költőterület határát jelöli. ESRI műholdkép. Saját szerkesztés.



11. ábra. Orientáció ÉNy-i szélirány mellett. Saját szerkesztés.



12. ábra. Orientáció DNy-i szélirány mellett. Saját szerkesztés.

Az első nyolc madár, illetve az utolsó három madár tesztelésénél északi, északnyugati szél uralkodott; a közötté lévő napokban fogott madaraknál déli, délnyugati. Szélirány szerint nem mutatkozott jelentős eltérés az egyedek orientációjában (11-12. ábra). A csúcshőmérséklet 25-30 °C fok között alakult a héten, míg a minimum hőmérséklet 10-16 °C fok között volt. Ez nem tekinthető olyan jelentős hőmérsékletváltozásnak, ami befolyásolhatta volna a madarak vonulási viselkedését.

4.2. Korábbi évek adatai

A 2020-2022 között, a Milvus Csoport kollégái által meggyűrűzött 2934 madár 89%-a fiatal (abban az évben kelt) madár volt. Az egyedek zsírhalmazása változó volt, a két leggyakoribb érték a 0-s és az 1-es (0-s 42 %; 1-es 37%; 2-es 15%; 3-as 5%; 4-es 1%). Az izomértékek nem mutattak ekkora eltérést, a leggyakoribb érték kiemelkedően a 2-es (1-es 3%; 2-es 90%, 3-as 7%). Az értékek kombinációit a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat. 2020-2022 között jelölt kis légykapók izom- és zsírértékeinek megoszlása.
Saját szerkesztés.

		Izomértékek		
		1	2	3
Zsírértékek	0	92 db	1130 db	19 db
	1	42 db	960 db	85 db
	2	14 db	392 db	36 db
	3	1 db	126 db	6 db
	4	-	27 db	1 db

5. Következtetések és javaslatok

A kísérlet során vizsgált példányok orientációja a várttól eltérően egyszerre északnyugati, illetve délkeleti irányultságú volt. A 270-315 fok, illetve 90-130 fok intervallumban mutatott erős irányultság, kissé eltér az előre feltételezett, partvonalat követő, déli irányultságtól. A kísérlet alatt vizsgált madarak biometria adatait vizsgálva, illetve az elmúlt 3 év gyűrűzési adatsorának elemzéséből egyértelműen megállapítható, hogy a faj nem halmoz nagy zsírraktárakat a vonulás e szakaszában. Hasonló eredményekről számoltak be Chernetsov és munkatársai (2007) miszerint a légyfogásra specializálódott madaraknak nehézséget okozhat a táplálkozás, ha nagy mennyiségű zsírtartalékot szállítanak, így kevésbé valószínű, hogy a nyílt tengeren való keresztirányú átrepülést preferálnák.

Ugyanakkor, ha azt feltételezzük, hogy a vizek feletti rövidtávú átrepülés nem jelent problémát az egyedeknek, a DK-i irányultság értelmezhető lehet. Dimaki és munkatársai (2011), az Antikythera szigetén (Görögország) fogott kis légykapók gyűrűzési adatsorának vizsgálata alapján a szökdőső „hop-straegy” vonulást tartják valószínűnek a Jón-tenger szigetvilágában. Ezen alapulva, a Chituc turzásra érkező madaraknál feltételezhető a Fekete-tenger délnyugati sarkánál való átrepülés, illetve a Boszporusz felé tartó mozgás.

Természetesen ilyen kicsi mintaszámmal a populációra vonatkozó egyértelmű irány nem határozható meg, ugyanakkor feljegyeztünk néhány információt, ami magyarázhatja a kettős irányultságként kapott eredményeket. Az első csoport madarai közül egyről készítettünk videófelvételt. A felvétel elemzésénél észrevettük, hogy az adott példány „ugródeszkának” használja a tölcser ÉNy-i falát és erőteljes mozgási aktivitást mutat DK felé. Így jóval nagyobb mennyiségű tintanyomot hagyott az ÉNy-i oldalon. Hasonló jelenségről számolnak be a módosított Emlen-tölcserék összehasonlítását végző vizsgálatban (Bianco et al., 2016).

A fajt a továbbiakban nem javaslok ehhez hasonló fogva tartásos kísérleteknek alávetni, a magas pusztulási arány miatt. A magas halálozási százalék pontos okait nem tudjuk, viszont valószínűsíthetően hozzájárul a kevés zsírtartalék, illetve a vizsgált egyedek fiatal kora. Tapasztalataink alapján már a hálóból történő kiszedéskor is igen „harciasak” a példányok, így az erős mozgási aktivitás hamar lemerítheti a csekély energiaraktáraikat. Így egy néhány órás fogva tartási procedura is jelentős negatív hatást eredményezhet a madaraknál, mint egy nagyobb zsírtartalékot halmozó faj esetében.

A jövőben inkább az egyéni jelölésen alapuló nyomkövetőket javasolnám a faj vonulásának tanulmányozására, viszont ezeknek az eszközöknek a használatára valószínűleg

várni kell még néhány évet. A geolokátorok és GPS-alapú nyomkövetők mérete rohamosan csökken ugyan, de még mindig kevés eszköz helyezhető fel egy 8 g átlagtömeggel rendelkező madárra. Azok a nyomkövetők, amik pedig alkalmasak lennének a felhelyezésre, az egyedek visszafogását követelik az adatok kinyeréséhez (<http6>).

6. Összefoglalás

A madarak többmillió éves evolúciója során különböző vonulási stratégiák, illetve útvonalak alakultak ki. Ezeknek egy részét ma már ismerjük, ugyanakkor akadnak még olyan fajok, melyeknek vonulási fenológiájáról kevés ismerettel rendelkezünk. Dolgozatomban egy Palearktikus elterjedésű énekesmadárfaj, a kis légykapó (*Ficedula parva*) vonulását vizsgáltam a Chituc turzás gyűrűzőtáborban (Románia). Kutatásom indítéka, hogy a faj vonulási fenológiájával kapcsolatosan kevés tanulmány készült, így vonulási útvonalát és fontosabb megállóhelyeit („stopover site”) nem ismerjük. Ugyanakkor fontosnak találom vonulásának tanulmányozását, hiszen a későbbiekben csak ennek ismeretében tudunk természetvédelmi szempontból helyes döntéseket hozni a faj segítése érdekében. Elsődleges célom egy nagyobb egyedszámmal elvégezhető, a vonulási orientáció meghatározására alkalmas módszer tesztelése a kis légykapón, illetve a faj fogva tartásos kísérletre való alkalmasságának megállapítása volt. Vizsgálatomban az Emlen-tölcsért mint vonulási orientáció meghatározására alkalmas eszközt használtam. 20 egyed orientációját sikerült megállapítani, ami 270-315 fok, illetve 90-130 fok volt. Ez északnyugati, illetve délkeleti iránynak felel meg. Ez alapján feltételezhető, hogy e madarak átrepülik a Fekete-tenger délnyugati öblét. A vizsgálat közben meglepően magas halálozási arányt észleltem, így a továbbiakban felfüggesztettem a kísérletet. Szerettem volna magyarázatot találni a magas pusztulási százalékra, így kielemeztem a Milvus Csoport munkatársai által 2020-2022 között, a helyszínen gyűjtött kis légykapó adatok kondícióra vonatkozó értékeit. Az egyedek 79%-a alacsony (0 vagy 1) izom- és zsírtartalommal rendelkező egyed volt. Mindezek alapján a csekély mennyiségű zsír raktározása negatív hatással lehet a faj stresszhelyzetben való túlélési képességére. Tehát a fajt nem javaslom ehhez hasonló fogva tartásos kísérletnek alávetni. A jövőben valószínűleg inkább az egyéni jelölésen alapuló nyomkövetők lesznek alkalmasak a faj vonulásának tanulmányozására.

7. Irodalomjegyzék

- Battley, P. F., Warnock, N., Tibbitts, T. L., Gill, R. E., Piersma, T., Hassell, C. J., Douglas, D. C., Mulcahy, D. M., Gartrell, B. D., Schuckard, R., Melville, D. S., & Riegen, A. C. (2012). Contrasting extreme long-distance migration patterns in bar-tailed godwits *Limosa lapponica*. *Journal of Avian Biology*, 43(1). pp. 21-32. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2011.05473.x>
- Bianco, G., Ilieva, M., Veibäck, C., Öfjäll, K., Gadomska, A., Hendeby, G., Felsberg, M., Gustafsson, F., & Åkesson, S. (2016). Emlen funnel experiments revisited: methods update for studying compass orientation in songbirds. *Ecology and Evolution*, 6(19). pp. 6930-6942. <https://doi.org/10.1002/ece3.2383>
- Blums, P., Nichols, J. D., Hines, J. E., Lindberg, M. S., & Mednis, A. (2005). Individual quality, survival variation and patterns of phenotypic selection on body condition and timing of nesting in birds. *Oecologia*, 143(3). pp. 365-376. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1794-x>
- Chernetsov, N., Bulyuk, V. N., & Ktitorov, P. (2007). Migratory stopovers of passerines in an oasis at the crossroads of the African and Indian flyways. *Ring and Migration*, 23(4). pp. 243-251. <https://doi.org/10.1080/03078698.2007.9674372>
- Cresswell, W. (2009). The use of mass and fat reserve measurements from ringing studies to assess body condition. *Ring and Migration*, 24(3). pp. 227-232. <https://doi.org/10.1080/03078698.2009.9674396>
- Csörgő, T., Karcza, Z., & Halmos, G. (2009). *Magyar madárvonulási atlasz* [Atlas of bird migration in Hungary]. Budapest: Kossuth Kiadó.
- Dhondt, A. (1994). Bird Migration: A General Survey. Oxford University Press. ISBN: 0-19-854692-0 (H.b.) 0-19-854691-2 (P.b.). *Journal of Evolutionary Biology*, 7(6). pp. 770–771. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1994.7060770.x>
- Dimaki, M., & Alivizatos, H. (2011). Autumn migration of the Red-breasted Flycatcher *Ficedula parva* through Antikythira Island, southwestern Greece. *Ring and Migration*, 26(1). pp. 361-367. <https://doi.org/10.1080/03078698.2011.585905>

- Emlen, S. T., & Emlen, J. T. (1966). A Technique for Recording Migratory Orientation of Captive Birds. *The Auk*, 83(3). pp. 361-367. <https://doi.org/10.2307/4083048>
- Gallinat, A. S., Primack, R. B., & Wagner, D. L. (2015). Autumn, the neglected season in climate change research. In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 30, Issue 3). pp. 169-176. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.01.004>
- Gâștescu, P. (2021). The biodiversity of the Danube Delta Biosphere Reserve reflected in the structure of the ecosystems. *Gastescu, P., Bretcan, P. (Edit, 2021), Water Resources and Wetlands, 5th International Hybrid Conference Water Resources and Wetlands*, pp. 235.
- Giunchi, D., Vanni, L., Baldaccini, N. E., Spina, F., & Biondi, F. (2015). New cue-conflict experiments suggest a leading role of visual cues in the migratory orientation of pied flycatchers *Ficedula Hypoleuca*. *Journal of Ornithology*, 156(1). 113-121. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1107-z>
- Gosler, A. G. (1996). Environmental and Social Determinants of Winter Fat Storage in the Great Tit *Parus major*. *The Journal of Animal Ecology*, 65(1). 1-17. <https://doi.org/10.2307/5695>
- Hua, N., Åkesson, S., Zhou, Q., & Ma, Z. (2017). Springtime migratory restlessness and departure orientation of great knots (*Calidris tenuirostris*) in the south compared to the north yellow sea. *Avian Research*, 8(1). pp. 8-20. <https://doi.org/10.1186/s40657-017-0078-1>
- Huber, N., Fusani, L., Ferretti, A., Mahr, K., & Canoine, V. (2017). Measuring short-term stress in birds: Comparing different endpoints of the endocrine-immune interface. *Physiology and Behavior*, 182. pp. 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.09.017>
- Kaiser, A. (1993). A New Multi-Category Classification of Subcutaneous Fat Deposits of Songbirds (Una Nueva Clasificación, con Multi-categorías, para los Depósitos de Grasa en Aves Canoras). *Journal of Field Ornithology*, 64(2). pp. 246-255.
- Klaassen, M., Hoyer, B. J., Nolet, B. A., & Buttemer, W. A. (2012). Ecophysiology of avian migration in the face of current global hazards. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 367, Issue 1596). pp. 1719-1732. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0008>

- La Sorte, F. A., Fink, D., Hochachka, W. M., & Kelling, S. (2016). Convergence of broad-scale migration strategies in terrestrial birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1823). pp. 1685-1696. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2588>
- Lack, D. (1960). The Influence of Weather on Passerine Migration. A Review. *The Auk*, 77(2). pp. 171–209. <https://doi.org/10.2307/4082349>
- Lefeldt, N., Dreyer, D., Schneider, N. L., Steenken, F., & Mouritsen, H. (2015). Migratory blackcaps tested in Emlen funnels can orient at 85 degrees but not at 88 degrees magnetic inclination. *Journal of Experimental Biology*, 218(2). pp. 206-211. <https://doi.org/10.1242/jeb.107235>
- Marton A. (2022). Raportul taberei de inelare de pe Grindul Chituc. *Csoport, Madár- És Természetvédelmi Egyesület*.
- Meyburg, B.-U., Angelov, I., & Azar, S. (2020). A corridor of soaring bird migration in Lebanon on the Eastern Mediterranean flyway. *Sandgrouse*, 42, 46–58.
- Michalik, A., Alert, B., Engels, S., Lefeldt, N., & Mouritsen, H. (2014). Star compass learning: How long does it take? *Journal of Ornithology*, 155(1). pp. 225-234. <https://doi.org/10.1007/s10336-013-1004-x>
- Michalik, B., Brust, V., & Hüppop, O. (2020). Are movements of daytime and nighttime passerine migrants as different as day and night? *Ecology and Evolution*, 10(20). pp. 11031–11042. <https://doi.org/10.1002/ece3.6704>
- Miller, M. W., Aradis, A., & Landucci, G. (2003). Effects of fat reserves on annual apparent survival of blackbirds *Turdus merula*. *Journal of Animal Ecology*, 72(1). pp. 169–178. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00678.x>
- Muheim, R., Schmaljohann, H., & Alerstam, T. (2018). Feasibility of sun and magnetic compass mechanisms in avian long-distance migration. In *Movement Ecology* (Vol. 6, Issue 1). pp. 8. <https://doi.org/10.1186/s40462-018-0126-4>
- Nemes, C. E., Cabrera-Cruz, S. A., Anderson, M. J., DeGroote, L. W., DeSimone, J. G., Massa, M. L., & Cohen, E. B. (2023). More than mortality: Consequences of human activity on migrating birds extend beyond direct mortality. In *Ornithological Applications* (Vol. 125, Issue 3). pp. 1-21. <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duad020>

- Németh Cs. (2000). Habitat selection of the Red-breasted Flycatcher (*Ficedula parva*) in the Kőszeg Mountains. *Ornis Hungarica*, 10(78–85).
- Newton, I. (2007). *The Migration Ecology of Birds*. h.n. Academic Press; 1st edition.
- O'Dell, D., Carlo, M., Kimmitt, A., Bikowski, E., Morris, K., & Dolby, A. (2014). A Comparison of Techniques Measuring Stress in Birds Ellen Bikow. *Virginia Journal of Science*, 65(3 & 4). pp. 133-149.
- Pakhomov, A., Anashina, A., & Chernetsov, N. (2017). Further evidence of a time-independent stellar compass in a night-migrating songbird. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71(3). pp. 48. <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2279-3>
- Pakhomov, A., Prokshina, A., Cellarius, F., Mouritsen, H., & Chernetsov, N. (2022). Access to the sky near the horizon and stars does not play a crucial role in compass calibration of European songbird migrants. *Journal of Experimental Biology*, 225(16). <https://doi.org/10.1242/jeb.243631>
- Schwarze, S., Steenken, F., Thiele, N., Kobylkov, D., Lefeldt, N., Dreyer, D., Schneider, N. L., & Mouritsen, H. (2016). Migratory blackcaps can use their magnetic compass at 5 degrees inclination, but are completely random at 0 degrees inclination. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep33805>
- Svensson, L., Mullarney, K., & Zetterström, D. (2018). Madárhatározó. *Park Könyvkiadó*.
- Taberlet, P., Fumagalli, L., Wust-Saucy, A. G., & Cosson, J. F. (1998). Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology*, 7(4). pp. 453-464. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1998.00289.x>
- Taylor, B., Kirwan, G., & Christie, D. (2020). Red-breasted Flycatcher (*Ficedula parva*). *Birds of the World*. <https://doi.org/10.2173/bow.rebfly.01>
- Vanni, L., Baldaccini, N. E., & Giunchi, D. (2017). Cue-conflict experiments between magnetic and visual cues in dunlin *Calidris alpina* and curlew sandpiper *Calidris ferruginea*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71(4). pp. 61. <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2290-8>
- Wynn, J., Leberecht, B., Liedvogel, M., Burnus, L., Chetverikova, R., Döge, S., Karwinkel, T., Kobylkov, D., Xu, J., & Mouritsen, H. (2023). Naive songbirds show seasonally appropriate spring orientation in the laboratory despite having never

completed first migration. *Biology Letters*, 19(2).
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0478>

Zolotareva, A., Utvenko, G., Romanova, N., Pakhomov, A., & Chernetsov, N. (2021). Ontogeny of the star compass in birds: Pied flycatchers (*Ficedula hypoleuca*) can establish the star compass in spring. *Journal of Experimental Biology*, 224(3).
<https://doi.org/10.1242/jeb.237875>

Internetes forrásjegyzék

http1: mme.hu/a_madarvonulas (2024.01.23)

http2: www.birdlife.org/who-we-are/ (2024.02.10)

http3: datazone.birdlife.org/species/factsheet/Red-breasted-Flycatcher-Ficedula-parva
(2024.02.10)

http4: natura2000.eea.europa.eu/ (2024.02.10)

http5: ro.wikipedia.org/wiki/Delta_Dun%C4%83rii (2024.02.10)

http6: mme.hu/en/node/5914 (2024.02.10)

8. Ábrajegyzék és táblázatok

8.1 Ábrajegyzék

1. ábra. Kis légykapó (<i>Ficedula parva</i>) (fotó: Saját kép).....	2
2. ábra. A Kutatási terület elhelyezkedése. ESRI műholdkép, saját szerkesztés	12
3. ábra. A kutatási terület vegetációs képe. (fotó: Szabó D. Zoltán).....	13
4. ábra. Madárfogó háló közelről. (saját kép).....	14
5. ábra. A hálóállások elhelyezkedése a kutatási területen. Adatforrás: Milvus Group, ESRI műholdkép. Saját szerkesztés.....	16
6. ábra. Emlen-tölcsérek felülnézeti képe. Saját kép.....	17
7. ábra. 3-as és 8-as Emlen-tölcsér átalakított képe. A számok 1-től 24-ig az értékeléshez használt szektorokat jelölik. Saját kép.	18
8. ábra. A kísérlet során vizsgált egyedek orientációja. A különböző színek az egyes egyedek irányultságát mutatják a különböző égtájak felé. Minél nagyobb átmérőjű kört ér el egy vonal, annál erősebb az irányultság. A számok a referenciakulcs szerinti értékeket jelölik. Saját szerkesztés.....	20
9. ábra. A kísérlet során vizsgált egyedek orientációja, szélsőértékek nélkül. A különböző színek az egyes egyedek irányultságát mutatják a különböző égtájak felé. Minél nagyobb átmérőjű kört ér el egy vonal, annál erősebb az irányultság. A számok a referenciakulcs szerinti értékeket jelölik. Saját szerkesztés.	21
10. ábra. A vizsgálat során tesztelt egyedek irányultsága térképre vetítve. A szaggatott vonal a költőterület határát jelöli. ESRI műholdkép. Saját szerkesztés.....	21
11. ábra. Orientáció ÉNy-i szélirány mellett. Saját szerkesztés	22
12. ábra. Orientáció DNy-i szélirány mellett. Saját szerkesztés.....	22

8.2 Táblázatok

1. táblázat. Az egyes hálóállások hossza, és a hálóállások összesített hossza. N (Nád halósor);
S (Sinoe hálósor); B (bokor hálósor); T (tenger hálósor) Adatforrás: Chituc Raport 2022
..... 15
2. táblázat. 2020-2022 között jelölt kis légykapók izom- és zsírértékeinek megoszlása 23

9. Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom elkészítésében és terepi vizsgálatom kivitelezésében köszönet illeti meg Dr. Herényi Mártont és Marton Attilát, akik szakmai tudására mindig számíthattam. Külön köszönettel tartozom a Milvus Csoport Madártani és Természetvédelmi Egyesület kollégáinak az adatok rendelkezésemre bocsátásában.

NYILATKOZAT

Gara Patrícia (Neptun azonosítója: NPE5TI) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: Gödöllő, 2024. október 30.



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendó.

³ A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Gara Patrícia
A Hallgató Neptun kódja: NPE5TI
A dolgozat címe: A kis légykapó (*Ficedula parva*) vonulásának vizsgálata egy fekete tengeri gyűrűzőállomáson
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Állattani és Ökológiai Tanszék,

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

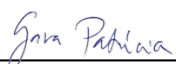
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024.10.22.


Hallgató aláírása