

DIPLOMADOLGOZAT

Kocsán Gábor
Természetvédelmi mérnök

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllő
Természetvédelmi mérnök**

**A fekete harkály és a közép fakopáncs finomléptékű
territórium-térképezése a Peszéri-erdőben**

Belső konzulens: Dr. Malatinszky Ákos
beosztás: egyetemi docens

Külső konzulens: Dr. Vadász Csaba
beosztás: őrszolgálati csoportvezető KNPI

Készítette: **Kocsán Gábor**
EJUV28
levelező

Intézet: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi
Intézet

**Gödöllő
2023**

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
1.1. Bevezetés	4
1.2. Célkitűzések.....	5
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1. Odvak kialakulása, odúlakó madarak általános jellemzése	6
2.2. A harkályok általános jellemzői	7
2.3. Felmért harkályok jellemzése	8
2.4. A holtfa jelentősége	9
2.5. A vizsgált harkályfajok territórium-denzitásának meghatározására használt hangbehívásos módszer áttekintése	10
2.6. A vizsgált fajok territóriumainak jellemző denzitás-viszonyai	14
2.7. A saját, korábbi eredmények összefoglalása	16
3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI	19
3.1. A vizsgálati terület jellemzése	19
3.1.1. Az élővilág jellemzése	20
3.2. A terepi adatgyűjtés módszertana	20
3.3. Az adatok elemzésének módszerei	22
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	25
4.1. A Peszéri-erdőben hány territórium volt detektálható a két harkályfaj esetében?.....	25
4.2. Hogy oszlanak el a territóriumszámok a két bejárás között?	26
4.3. Hogyan változik a Peszéri-erdőben felmért fajok észlelése a két terepi időszak alatt? .	27
4.4. A vizsgált fajok mekkora távolságról reagálnak a territoriális magatartást kiváltó hanglejátszásra?	30
4.5. Az erdő teljes területének hány százaléka észlelhető ezzel a módszerrel?.....	32

4.6. A becsült territórium denzitások a két faj esetében az észlelési területen	33
4.7. A territóriumok becsült száma a teljes területen.....	35
4.8. A vizsgált fajok korszerkezet szerinti eloszlása a Peszéri-erdőben	36
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	38
6. ÖSSZEFOGLALÁS	40
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	41
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	42
9. MELLÉKLETEK	47
10. NYILATKOZAT	50

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

1.1. Bevezetés

A mai természetvédelem egyik legfontosabb feladata az élőhelyek, kiemelten a természetes, valamint a természetközeli állapotú élőhelyek védelme. Ezeknek az élőhelyeknek a megőrzése nemcsak morális kötelességünk, de az általuk nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások miatt elemi érdekünk is. Megőrzésükhöz nélkülözhetetlen az élőhelyek és a fajok komplex vizsgálata. Ha tudjuk, hogy melyek a szükséges és elégséges feltételei annak, hogy egy stabil (életképes) populáció tudjon kialakulni, akkor egy adott faj *in situ* védelme sikeres tud lenni. Adott faj életfeltételeinek feltárásához viszont elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű adat, ugyanis ezek kiértékelésével olyan kezelési, beavatkozási javaslatok (vagy akár jogszabályba foglalt előírások, kötelezettségek) fogalmazhatóak meg más ágazatok (pl. erdőgazdálkodás) számára, amelyek elősegíthetik a fajok védelmét. Nincs ez másként az odúban költő madarak esetében sem. Megfelelő erdőkezelés mellett ezek a fajok nagy számban képviseltethetik magukat erdeinkben. Állományaikat számos tényező befolyásolhatja. Biotikus tényezők közül kiemelném az erdő fafaj-összetételét, az erdőállományok koreloszlását, a holtfa mennyiségét és minőségét, a famatuzsálemeket és biotópfákat, valamint az erdő horizontális és vertikális szerkezetét. Az előbbieken felsorolt tulajdonságok nagyban befolyásolják az erdő biodiverzitását.

Magyarországon 9 harkályfaj költ. A varjú nagyságú fekete harkály (*Dryocopus martius*) a legnagyobb harkályunk (Gorman 2004, 2011). Az idősebb tölgyeseket kedveli a közép fakopáncs (*Dendrocoptes medius*), az urbanizált helyek harkálya a balkáni fakopáncs (*Dendrocopos syriacus*), hazánkban legelterjedtebb a nagy fakopáncs (*Dendrocopos major*), legkisebb a veréb nagyságú kis fakopáncs (*Dendrocopos minor*), míg legritkább a hegyvidéki erdőket preferáló fehérhátú fakopáncs (*Dendrocopos leucotos*). A két *Picus* faj a nyílt, ligetes területeket kedvelő zöld küllő (*Picus viridis*), valamint a középhegységeket kedvelő hamvas küllő (*P. canus*). Az egyetlen vonuló harkályfajunk pedig a nyaktekercs (*Jynx torquilla*) (Gorman 2004). A fent említett fajok hazánkban természetvédelmi oltalom alatt állnak.

A harkályok által készített odvakat nemcsak az elsődleges és másodlagos odúlakó madárfajok, hanem számos más taxon is használhatja, gondolok itt a denevérekre, amelyek nappalozó, szaporodó-, illetve telelőhelyként is szívesen foglalják, de megemlíthetők kisemlősök is, amelyek számára búvó- és szaporodóhelyként egyaránt szolgálhatnak (Bai 2005). Legfőbb veszélyeztető tényezője ezeknek az állatcsoportoknak a nem átgondolt, vagy a

kizárólag rövidtávú anyagi hasznot figyelembe vevő erdőgazdálkodási gyakorlat. Az esetek többségében rövid vágásfordulókkal dolgoznak, mindemellett az elhalt részeket is tartalmazó faegyedekre irányuló egészségügyi vágásokat is végeznek, amelyek az idősebb, már korhadó faegyedek, illetve a különböző holtfaformák hiányát okozzák.

Vizsgálatom helyszíne, a Peszéri-erdő kiemelkedik a többi alföldi erdő közül. Számos harkályfaj költ itt, a vizsgálat tárgyát képező két faj is jelentős állománnyal van jelen. Felmérésük korántsem egyszerű, nagy időráfordítást igényel. Az észlelhetőségük változó, a területi magatartásuk intenzitása a költési időszak során eltérő. A legjobb észlelhetőséget a kora tavasztól akár nyár elejéig is tartó időszak biztosítja, ez alól kivételt képez a nyaktekercs, ugyanis ez a faj csak áprilisban érkezik meg a telelőhelyekről.

A madarak iránt mindig is érdeklődtem, mesterséges odúkat helyeztem ki számukra, itatókat, etetőket készítettem és próbáltam őket fényképezőgéppel megörökíteni. Ekkor kezdtem kicsit közelebbi kapcsolatba kerülni velük. A harkályok jellegzetes morfológiája, viselkedése különösen megfogott. Az elmúlt években sikerült mélyebben foglalkoznom velük, ugyanis BSc szakdolgozatom témáját a Peszéri-erdőben költő harkályfajok alkották. Megismerkedtem jellegzetes hangadásaikkal, viselkedésükkel és körvonalazódott számomra, hogy egyes fajok milyen élőhelyeket preferálnak. Szerettem volna még több ismeretre szert tenni velük kapcsolatban, így diplomadolgozatom témája is az itt élő harkályfajok lettek, ám ezúttal a két közösségi jelentőségű fajra fókuszáltam.

1.2. Célkitűzések

Kutatásaim kezdetekor az alábbi célokat tűztem ki:

- a fekete harkály és közép fakopáncs költőállományának felmérése a Peszéri-erdőben (állományuk nagyságának meghatározása, territóriumok lokalizálása, végezetül ezek nagyfelbontású térképi ábrázolása),
- a fekete harkály és közép fakopáncs territórium-választását befolyásoló tényezők feltárása a Peszéri-erdőben,
- a fekete harkály és közép fakopáncs territóriumok észlelhetőségi valószínűségének az időbeli variabilitásának megállapítása a Peszéri-erdőben.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Odvak kialakulása, odúlakó madarak általános jellemzése

A fákat életük során számos biotikus és abiotikus hatás érheti. Az abiotikus hatások közé tartozik többek között a tűz, a szél, a csapadék, valamint a villámcsapás. Ezek a tényezők olyan sérüléseket képesek okozni, amelyek hatására elindulhat a fák odvasodása a fakorhasztó gombák által, amelyek a fa fizikai sérülései során vagy annak gyökerein, ágain könnyedén megtelepedhetnek (Ónodi & Winkler 2014, [http1](#)). Illetve számos állatcsoport is segítheti a fák odvasodását. A korhadás során a faanyag összeesik, és üregek alakulnak ki benne, az idő előrehaladtával térfogata növekszik, ez függ a fafajtól, valamint a korhasztó gombák fajösszetételétől, azok denzitásától. Illetve léteznek odúkészítő madarak, amelyek szaporodó- vagy búvóhely készítése során alakítanak ki odvakat (Cockle et al. 2011, Ónodi & Winkler 2014). Az elhalt fák, illetve farészek természetes kialakulása mellett van példa olyan beavatkozásokra is, amelyek mesterségesen alakítanak ki holtfákat fiatalabb erdőállományokban, vagy mesterséges fészkelő odvak kihelyezésével, így segítve az ott költő madarakat ([http2](#)).

A nemzetközi szakirodalom megkülönböztet elsődleges és másodlagos odúban költő madarakat. Az elsődleges odúban költő madarak közé soroljuk a harkályalakúakat (Piciformes), amelyek saját maguk készítik költőodvaikat, míg az utóbbi csoportba azon fajok tartoznak, amelyek nem készítenek odvakat, hanem jellemzően az elsődleges odúlakó fajok által készített odvakat foglalják el szaporodó- vagy búvóhely gyanánt. Az énekesmadár-alakúak (Passeriformes) között is megtalálhatóak ún. gyenge odúkészítők, mint például a búbos cinege (*Lophophanes cristatus*) és a kormosfejű cinege (*Poecile montanus*). A holtfa mennyisége és minősége meghatározza adott erdő madárközösségét (a harkályfajokat is beleértve), a holtfában gazdag erdőállományok harkályok tekintetében nagyobb fajgazdagságot jelenthetnek. A másodlagos odúköltő madarak denzitását pedig nagyban befolyásolja az odúkészítő állománya (Wesołowski 2011, Cooke & Hannon 2012, Ónodi & Winkler 2014, Kiss 2017, Ódor 2018).

A harkályok különböző módon hasznosítják a holtfákat a költőodvak kialakítására. A fajcsoport tagjai más és más keménységű fafajokat képesek kivésni. Azonban általánosan elmondható, hogy azokat a fafajokat részesítik előnyben, amelyek kisebb energiaráfordítással véshetőek ki, de a keményebb fafajoknak is inkább a korhadtabb részeit preferálják, így képesek pl. a fekete harkályok a nagy keménységű bükkfák korhadtabb részeibe odút

készíteni (Smith 2007, Zahner et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014). Egyes fajok viszont csak abban az esetben képesek odvaikat ezekben kialakítani, ha már jelentős mértékben kiterjedt a holtfaanyag. Ide sorolható a közép fakopáncs is. A keménység mellett a odúmagassági törzsátmérője is limitáló tényező legyes harkályfajok szempontjából (Smith 2007, Ónodi & Winkler 2014).

2.2. A harkályok általános jellemzői

A harkályfélék családja (Picidae) a madárvilág egyik különleges fajcsoportja. Az evolúció számos olyan tulajdonsággal ruházta fel őket, amelyek segítségével képesek a természet azon erőforrásait hasznosítani, amelyet más fajok egyáltalán nem, vagy nehezen. A harkályok ősei még nem tudtak a fatörzseken közlekedni, valamint azokban odvakat kialakítani. Ezek a tulajdonságok az évmilliók során alakultak ki. Manegold & Töpfer 2012-ben publikált vizsgálatai segítségével visszatekerhetjük az idő kerekét. A kutatók rájöttek, hogy a harkályok elődei táplálékukat ugyan úgy a fákon keresték fel, de morfológiájuk még nem volt alkalmas a fatörzsön való közlekedéshez és csőrük sem volt alkalmas odvak kialakítására. Az evolúció során erősebb koponyájuk és vésésre alkalmas csőrük alakult ki. A stabilabb testhelyzet megtartásához pedig legvégül merev farktollakat fejlesztettek, valamint lábujjaik elhelyezkedése is megváltozott (Gorman 2004, [http3](#)).

A harkályfélék egész Földünkön elterjedtek, kivételt képez Ausztrália és Óceánia, valamint a fátlan sarki régiók (Lammertink 2014, [http4](#)). Családjukba (Picidae) tartozó fajok a különböző molekuláris genetikai vizsgálatok nyomán eltérő. 2012-es adatok alapján 216 faj tartozik ide, viszont ha a Clements-féle taxonómiát ([http5](#)) vesszük figyelembe, akkor 233, bizonyos források pedig 254 fajt említenek (Lammertink 2014, Winkler et al. 2014, Shakya et al. 2017). A harkályfélék családját három alcsaládra lehet bontani. Két faj tartozik a nyaktekercesek alcsaládjába (Jynginae, ide tartozik a hazánkban is előforduló, vonuló harkályfaj, a nyaktekercs), a két másik alcsalád pedig a törpeharkályok alcsaládjába (Picumninae, elterjedésük Közép- és Dél-Amerika) és a legtöbb fajt magában foglaló valódi harkályok alcsaládjába (Picinae). Élőhelyeik nagyrészt fás társulások, de vannak olyan fajok is, amelyek a nyílt fátlan területeket is kedvelik, mint a dél-amerikai andoki küllő (*Colaptes rupicola*) és mezei küllő (*Colaptes campestris*), illetve a dél-afrikai földi harkály (*Geocolaptes olivaceus*), mely fajok a természetvédelem "kifosztására", és más földön mozgó, földben élő ízeltlábúra specializálódtak (del Hoyo et al. 2002). A harkályok lába erős kúszóláb, ujjuk úgy evolválódtak, hogy két ujjuk előre, kettő pedig hátrafelé irányul a stabilabb oldalsó tartás

vége. Ezt a speciális lábmódosulást zygodactyl lábnek hívják. Farktollaik merevek, így stabilabb helyzetet képesek felvenni a fák törzsén (Bock 1999, Gorman 2004, [http3](#)).

A harkályok territoriális madarak, a revíreket gyors egymásutánban ismételt kopogással, úgynevezett *dobolással* jelzik. Ahhoz, hogy ez ne okozzon károsodást, koponyájuk megvastagodott, erős izmokkal átszőtt, valamint olyan szivacsos struktúrák veszik körül az agyat, amelyek elnyelik az ütközésből eredő rezgéseket (Bock 1999, Leonard & Heath 2010, Wang et al. 2011, [http3](#)). A mandibula is kiveszi a részét ezek enyhítésében. A csőr ezen alsó része érintkezik először a fával, s a lökések így a koponya helyett a madár testében koncentrálnak ([http3](#)). Féregszerű, hegyes, szemölcsökkel és papillákkal dúsan ellátott, ruganyos és hosszú nyelvükkel a mélyebben rejtőző lárvákat, hernyókat is képesek feltárni. A hosszú nyelv a koponya hátsó részéig visszahúzható, amelyet a hyoid apparátus végez (Madarász 1899-1903, Bock 1999, Gorman 2004, Zhou et al. 2009, [http3](#)).

A harkályok keskeny orrlyukakkal, fedőtollakkal, a szemükön pedig harmadik membránnal (necitáló membrán) védekeznek az ellen, hogy a forgács a szemükbe kerüljön az odúkészítés során, vagy belélegezzék ([http3](#)).

Fészkelőhelyeiket saját maguk alakítják ki, vagy más harkályok elhagyott odvait foglalják el (Ónodi & Winkler 2014).

2.3. Felmért harkályok jellemzése

Mindkét vizsgált faj megtalálható az Európai Unió Madárvédelmi Irányelvének I. függelékében (Dorressteijn et al. 2013), azaz különleges madárvédelmi területek kijelölésének alapjául szolgáló fajnak minősülnek.

A közép fakopáncs (Mellékletek 7. ábra) az őshonos, öreg, zárt lombos erdők specialistája, költ a puhafás ártéri ligeterdőktől a hegyi tölgyesekig, ugyanakkor előnyben részesíti azokat a társulásokat, ahol korosabb tölgy egyedek is megtalálhatóak (Gorman et al. 2021a). Csőre gyengébb a többi hazai valódi harkályfajhoz képest. Fészekodvait erősen korhadt farészekbe készíti, táplálékát a csőre gyengesége miatt a fák kéregrepedéseiből, pudvás farészekből gyűjti össze (Passinelli 2007, Ónodi & Winkler 2014, [http6](#)). Észlelhetősége a territóriumfoglalás és a párba állás után jelentősen csökken ([http7](#)). A fiatal madarak szorosan kötődnek a kikelésük helyszínéhez, bár egyes fiataloknál 10 km-nél nagyobb natális diszperziót is kimutattak (Robles et al. 2021).

A fekete harkály (Mellékletek 8. ábra) az ország legnagyobb részén megtalálható. Kezdetben a középhegységi területeket részesítette előnyben, de manapság az Alföld számos

erdejében megtalálható Hazánk legnagyobb harkályfaja, fészkeléséhez nélkülözhetetlenek a nagyobb átmérőjű faegyedek (Gorman 2011, 2021b, http8). Korábban használt fészkeiket költésre ritkán vagy egyáltalán nem, de éjszakázásra gyakrabban használják. A felhagyott fészkeiben előszeretettel költ a kék galamb (*Columba oenas*). Táplálékát elsősorban nagyobb testű hangyafajok képezik, de a nagyobb rovarokat, valamint azok lárváit/pajorjait is fogyasztja (Gorman 2011, 2021b, http9). Állandó madarunk, egész éves territóriumhűség jellemzi. A felmért harkályfajok általános jellemzői az 1. táblázatban tekinthetők meg.

1. táblázat: A felmért harkályfajok általános jellemzői. Forrás: Svensson et al. (2018), Gorman (2014), a védelmi státusz esetében http7.

Harkályfaj	Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)	Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)
Morfológia	Testmérete: varjú nagyságú, testhossza 45-57 cm Külleme: Többnyire fényes fekete, ritkán kékes fényű. Fejtetője, homloka piros. Csőre nagy, csontszínű, vége fekete. A szemhártya világos színű.	Testmérete: rigó nagyságú, testhossza 20-22 cm Külleme: Fültájéka, homloka, nyaka fehér vagy krémszínű. Hasa feketén csíkozott. Nyakán található fekete sáv nem ér a tarkóig. Fejtetője piros. Farka fekete, a test alsó fedőtollai fehér alapon fekete sávok.
Elterjedés	Eurázsia. Európa nagy részén előfordul. Kelet felé jelen van még Kamsatkán, Kínában és Japánban is. Európában jelentős terjedése figyelhető meg az elmúlt évtizedekben.	Nyugat-palearktikus. Spanyolországban, Franciaországban, a balti államokban, Nyugat-Oroszországban és a Balkánon is előfordul.
Territoriális viselkedés	Dobolás: Mindkét nem erőteljesen dobol. Általában 2-3 másodperc hosszú, 15-20 ütés/másodperc. Territóriumféltő hangadása hosszú „klú klú klú klú klú klú” strófa.	Dobolás: A többi fajjal ellentétben ritkán dobol. Előszeretettel használja a szajkóhoz hasonló „nyávogó” „vjé vjé vjé” strófát.
Védelmi státusz	Hazai jogi védetség: védett Természetvédelmi értéke: 50 000 Ft IUCN: Nem fenyegetett Berni Egyezmény: II. függelék Madárvédelmi Irányelv: I. függelék	Hazai jogi védetség: védett Természetvédelmi értéke: 50 000 Ft IUCN: Nem fenyegetett Berni Egyezmény: II. függelék Madárvédelmi Irányelv: I. függelék

2.4. A holtfa jelentősége

Mindenki mást tekint szép erdőképnek. Valaki azt kedveli, ha az erdő átlátható, nem tagolja cserjeszint, egykorú stb., vannak, akik pedig azt, ha az adott erdő fajösszetétele és korszerkezete változatos, cserjeszint tagolja, valamint megtalálhatóak benne a különböző holtfa formációk. A holtfákat korábban az erdők felesleges hulladékának és veszélyforrásnak tartották. Néhány évtizede még előírás volt ezek eltávolítása. Mindezek után érzékelhetővé vált bizonyos harkályfajok állományának csökkenése, ami a másodlagos odúban költők faj- és

egyedszámát is negatívan befolyásolta, illetve számos más állatcsoportét (Csóka & Lakatos 2014). Ez a negatív tendencia vezetett ahhoz, hogy elkezdték kutatni a holtfához kötődő élőlényeket. Az élő és a holtfa között nincs éles határ, ugyanis egyes élő egyedekben is megtalálhatóak korhadó részek. Térben két típust lehet elkülöníteni, vannak álló (Mellékletek 4., 5. ábra) és fekvő holtfák (Mellékletek 3. ábra).

Biológiai jelentőségük abban rejlik, hogy komplex életközösség épül rájuk, vannak fajok, amik közvetlenül, ide sorolhatók a szaproxilofág, vagy xilofág fajok, illetve amelyek közvetve, mint például a szaproxilofág gerinctelenek természetes ragadozói (többek között a felmért harkályfajok is ide tartoznak) és parazitái. De a holtfa nem csak táplálkozóhelyként szolgálhat, bennük számos természetes üreg lehet, vagy a felmért elsődleges odúlakó madarak által vésett odvak, amelyek szaporodó-, búvó-, valamint telelőhelyet biztosítanak. Az állatokon kívül edényes növények, mohák, gombák, valamint zuzmók is kötődhetnek a holtfához (Csóka & Lakatos 2014, Ódor 2018).

2.5. A vizsgált harkályfajok territórium-denzitásának meghatározására használt hangbehívásos módszer áttekintése

A madárfajok állományfelmérésére számos jól bevált módszert fejlesztettek ki az idők során. Ezek közül a territoriális madarak felmérésére (mint például a veréb- (Passeriformes), galamb- (Columbiformes), és a harkályalakúak (Piciformes)) a legpontosabb adatokat a territórium-térképezés szolgáltatja (Horváth 2003). Ez azonban időigényes, és tapasztalt felmérőt igényel (Macleod et al. 2011). A harkályok felmérésére számos módszert dolgoztak ki. Vannak olyan felmérések, amelyek pontszámláláson alapulnak, azaz egy adott pontban, adott időtartam alatt hallott vagy látott egyedeket rögzítenek, vagy olyan módszerek, amelyek egy adott útvonalon végig haladva rögzítik az egyedeket (transzekt módszer) (Vergara & Schlatter 2004, Koivula & Schmiegelow 2007, Walankiewicz et al. 2011, Askeyev et al. 2017, Porro et al 2021). Erre példa egy Észak-Spanyolországban végzett kutatás, ahol olyan területet mértek fel a fekete harkályhoz kapcsolódóan, ahol a faj egészen 1990-ig nem volt jelen (Olano et al. 2015). Egyes felmérések kifejezetten a költőodvak felkutatására irányulnak. Az olasz Alpokban ezt a módszert alkalmazták a fekete harkály esetében (Priovano et al. 2014). Vizsgálták a faj élőhelyválasztását befolyásoló tényezőket a költőodvak, valamint a táplálkozóhelyek felkutatásával. Léteznek olyan egyedi jelölést igénylő módszerek, amelyek segítségével elsősorban az élőhelyválasztással kapcsolatos új ismeretek szerezhetőek (Bocca et al. 2007). A territóriumtérképezésre előszeretettel

alkalmazott az aktív hangbehívásos módszer (playback). Ez a módszer adott faj territoriális hangadását imitálja, s az erre reagáló madarak kerülnek rögzítésre. A vizsgálatom céljaira ezt a módszert alkalmaztam.

A nemzetközi szakirodalmakban számos erre a módszerre alapozott területterkép készült. Csehországban hét Natura 2000-es területen végeztek felméréseket közép fakopánccsal kapcsolatban. Összehasonlították a pontszámlálásos és a hangbehívásos módszert. Vizsgálták, hogyan befolyásolja a közép fakopáncs észlelhetőségét az adott módszer. A felméréseket 2007-ben, 2008-ban és 2010-ben végezték. Vizuális és akusztikus módon egyaránt keresték az egyedeket. 12 számlálási pontot állapítottak meg, egy ponton 5 percet váraoztak, ennek befejeztével elindították a 47 másodperces revírféltő, valamint a kapcsolattartó hangok lejátszását. Rögzítésre került az észlelt harkályok helyzete, valamint a lejátszásra adott reakciója. A kutatás eredménye rávilágított, hogy a két felmérési módszer hatékonysága között jelentős különbségek érzékelhetőek a hangbehívásos módszer javára, gondolhatunk itt akár az aktuálisan hangot nem hallató, rejtőző egyedekre. (Poprach et al. 2019).

Nyugat-Lengyelországban a Wielkopolska régióban kutatta Kosinski és Winiecki (2005) a közép fakopáncs denzitását befolyásoló tényezőket. Felméréseiket 2000 és 2003 között a territoriális aktivitás csúcsára, azaz márciusra és áprilisa időzítették. Ahogy az előbbi kutatásban, ők is a hangbehívásos módszert alkalmazták, azonban a lejátszási pontokat úgy alakították ki, hogy azok 150-200 méterenként váltakozzanak. A hangfájlok 30-40 másodpercesek voltak. Az első válasz után a rögzített hívások leállításra kerültek, hogy meghatározzák a madár kezdeti helyét. Ez azért volt szükséges, mert el szeretnék volna kerülni, hogy az egyedeket elcsalják a területükből. A helyzetük, valamint a reakciójuk mellett feljegyezték, hogy adott egyed a hangbehívásra vagy spontán reagált. A Romániában található Niraj völgyben is hasonló paraméterekkel dolgoztak a kutatók. Vizsgálták, hogy milyen hatást gyakorol a kezelt erdők szerkezete az ott megtalálható harkályfajokra. A hangfájlokat különböző távolságokban játszották le. 150-200 méteres léptéket alkalmaztak a közép-, a kis-, és a fehérhátú fakopánccsal. A két küllőfajnál pedig 350-400 méteres távolságok után játszották le a hangfájlokat. (Domokos & Cristea 2014).

Közép fakopáncs élőhely választását, valamint egyedsűrűségét befolyásoló tényezőkre vonatkozóan érdemes kiemelni három tanulmányt. Az alapadatok gyűjtéséhez (a területek lokalizálásához) szintén a hangbehívásos módszert alkalmazták. A lejátszási

pontokon 40 másodperces rögzített fájlokat játszottak le, minden fájl után 1-2 perc szünetet tartottak. Az esetek többségében nem volt szükség újrajátszásra. A kutatók különös figyelmet szenteltek az egyidejűleg aktív madarak rögzítésére. A korábbi tanulmányok tapasztalatai alapján azt feltételezik, hogy egy, azaz 1 bejárás során a territóriumok 80%-a észlelhető, míg két bejárás során egy tapasztalt felmérő esetében nem lehetetlen, hogy a territóriumok 100%-a előkerül (Walczak et al. 2013, Skierczynska & Kosinski 2014, 2015.). Hasonló paraméterekkel vizsgálták a közép és a nagy fakopáncs esetében azt, hogy hogyan befolyásolja az elérhető holtfa mennyiségének növekedése az egyedsűrűségüket. Azzal az eltéréssel, hogy a közép fakopáncs esetében még kiegészült költőodvak felkutatásával, valamint a fiókák eleségekérő hangjának észlelésével. (mint a territórium meglétének bizonyítékának) (Kosinski et al. 2018).

A Pireneusok spanyol oldalán vizsgálták a fekete harkály és a fehérhátú fakopáncs populációit. Arra keresték a választ, hogy hogyan befolyásolja az erdő kiterjedése, fafajösszetétele és korszerkezete, valamint a holtfa formációk jelenléte a fészkelőhely kiválasztását. A hangbehívást 200 méterenként végezték. A territoriális magatartást kiváltó hangfájl lejátszását 30 másodperces csend követte. A nem territoriális viselkedésű egyedeket figyelmen kívül hagyták az adatok feldolgozása során (Germandi et al. 2006).

Nyugat-Lengyelországban, kezelt erdő területeken alakítottak ki mintaterületeket lengyel szakemberek. 2001–2003-ig végeztek felméréseket a költési időszak elején (március-április). A vizsgált fajok között megtalálható volt a kis és a közép fakopáncs, valamint a fekete harkály és a hamvas küllő. Az előbbieket 150-200 méterenként, az utóbbiaknál viszont 350-400 méterenként alakítottak ki lejátszási pontokat. Feljegyezték a madarak helyzetét, magatartását, valamint azok számát (egyedül vagy párban volt) (Kosinski & Kempa 2007).

Az olasz Alpokban található fekete harkály populáció egy élőhely-alkalmassági modell felállításának szolgált alapjául. Pirovano és Zecca (2014) a vizsgálati időszak alatt 250-500 méterenként játszották le a fekete harkály revírféltő hangadását, valamint dobolását, a következő sorrendben: 1 perc hallgatás, 3 perc lejátszás, 1 perc hallgatás, 1 perc lejátszás, 1 perc hallgatás. Az első madár észlelése után a hanglejátszást leállították. A hangbehívásos módszert kiegészítették költőodvak felkutatásával azokon a területeken, ahol volt észlelése a vizsgált fajnak.

Dél-Olaszországban a Clinto Nemzeti Park területét 2,5×2,5 km-es rácshálójával osztották fel. 104 parcellából 34 parcella került kiválasztásra véletlenszerűen. A hanglejátszást ezekben

a parcellákban végezték el, minden lejátsszást 5 perc hallgatóság követett, majd ezt még egyszer megismételték. A vizsgált 34 parcellából 10-ben sikerült kimutatni a fekete harkályt (De Rose et al. 2016). Ez a módszer élőhelyfoglaltsági modellek készítésére alkalmas, nem direkt állománybecslésre.

Litvániában a helyi szakemberek a harkályok felmérésére szintén egy grid-alapú mintavételt alkalmaztak, azzal a különbséggel, hogy minden parcellába 500 méterenként lejátsszási pontokat helyeztek el (összesen 4 db). A vizsgálat összesen 12 percig tartott pontonként. Eredményeik alapján a fekete harkály, a közép fakopáncs, a fehérhátú fakopáncs, valamint a kis fakopáncs átlagos denzitása több mint 1 pár/100 hektárra volt tehető egy főként vegyes fafajösszetételű lombhullató erdőben (Brazatis & Pételis 2010).

A vizsgált fajokon kívül megemlíthető még a balkáni fakopáncs (szintén közösségi jelentőségű faj), valamint a nagy fakopáncs esetében alkalmazott hanglejátsszási módszer. A szakirodalomban 500 méter (Kajtoch & Figarsk 2017), 300-500 méter (Lohmus et al. 2016) és 200-400 méter (Mihalczuk & Mihalczuk 2006) távolságot tartottak a lejátsszási pontok között.

Érdekességképpen megemlíthető, hogy Mississippi államban egy bagoly hangadását használják fel a harkályok egyedszámának becslésére. Ugyanis a szalagos bagoly (*Strix varia*) hívására egyes harkályfajok, pl. a karolinai küllő (*Melanerpes carolinus*) vagy a kontyos feketeharkály (*Dryocopus pileatus*) reagálnak. A vizsgálat alatt összehasonlították a pontszámlálós metódust a hangbehívós módszerrel, és ez esetben is az utóbbi bizonyult hatékonyabbnak (Wilkins & Husak 2006).

A nemzetközi szakirodalom egyöntetűen a költési időszak első szakaszára időzíti a harkályok felmérésének optimális időszakát, ugyanis ekkor van a territoriális aktivitás a csúcspontján. A hangbehívós metódus esetében az idő előrehaladtával fennáll annak a veszélye, hogy adott faj már csak a költőodú közvetlen közelében reagál (Purschke 2009). Számos felmérés kombinálja a különböző módszereket, előfordul, hogy 3 térképezési módszert alkalmaznak egyidejűleg (Fernandez & Azkona 1996), vagy például a hangbehívós módszert arra használják, hogy a későbbi vizsgálatokat már azokra a területekre koncentrálják, ahol volt észlelése adott fajnak (Ceccarelli et al. 2008).

2.6. A vizsgált fajok territóriumainak jellemző denzitás-viszonyai

A konkrét territóriumterképezési eredmények alapján a fekete harkály jellemző territóriumsűrűsége a közép fakopáncshoz képest kiegyenlítettebb. A feldolgozott szakirodalmak adatai megmutatják, hogy a fekete harkály azon erdőállományokban volt elterjedtebb, ahol a lombhullató fajok domináltak (elsősorban bükk, tölgy). Általánosságban elmondható, hogy 100 hektárra levetítve a jellemző territóriumsűrűsége 0,2-0,5 között alakul. A fekete harkály területhasználati mintázataira vonatkozó irodalmi adatokat a 2. táblázatban mutatom be.

2. táblázat: A fekete harkály területhasználati mintázatai.

Régió/ élőhely	Felmérési terület (ha)	Territórium - szám (db)	Territórium-denzitás/ 100 ha	Referencia	megjegyzés
É-Alpok (Ausztria) hegyvidéki, szubalpin erdők	7625	33,5-38,5	0,4-0,5	Webmaier & Phüringer 2015	
Nyugat-Pireneusok, Spanyolország, bükk domináns tölgy elegyes erdő	3150	13	0,41	Fernandez & Azkona 1996	
Közép-Svédország, Uppland megye, túlevelűek dominálnak, de lombhullató fajok elegyednek (nyír- és nyárfajok, éger)	10000	14,5	0,14	Tjernberg et al. 1993	*1986-1990-ig felmért territóriumok átlagolva (10-17 territórium között alakultak)
Spanyolország, Észak-Navarra, Bazton és Erro völgy, bükk domináns erdők	3200	14;13	0,44;0,41	Germandia et al. 2006	14=2001 es felmérés, 13=1993 felmérés
Litvánia, vegyes lombhullató-lucfenyő erdők	3500	68	1,9	Brazatis & Petelis 2010	
Spanyolország, Bértiz Nemzeti Park, atlanti-óceáni erdő, bükkös, tölgyes égerligetekkel tagolva	2 000	5	0,25	Campiano et al. 2012	
Lengyelország, Krakkó városában	6000	3	0,05	Fröhlich et al. 2022	

parkok, temetők erdőállományai					
Észak-Spanyolország, Baszkföld, monterey fenyő, feketefenyő ültetvények, kisebb arányban mérsékeltövi vegyes erdők	5 149	13	0,25	Olano et al. 2015	
Tatár Köztársaság, erdők, ártéri erdők	?	?	0,7	Askeyev et al. 2017	

A konkrét territóriumterképezési eredmények alapján a közép fakopáncs jellemző territóriumsűrűsége viszonylag széles határok között változhat (3. táblázat). A vizsgálati helyszínek földrajzi helyzete (klimatikus viszonyai) mellett, az ott megtalálható erdőállományok jellemzői is befolyásoló tényezők lehetnek. A közép fakopáncs esetében a tölgy-kóris-szil ligeterdőkben volt a legnagyobb a territóriumok denzitása, de általánosságban elmondható, hogy 100 hektárra vetítve a territóriumok száma megközelítőleg 0,44-5,4 között alakult.

3. táblázat: A közép fakopáncs (*Dendrocoptes medius*) területhasználati mintázatai.

Régió/ élőhely	Felmért terület (ha)	Territórium-szám (db)	Territórium - denzitás/ 100 ha	Referencia	megjegyzés
Ny-Lengyelország (B vizsgálati terület) csertölgy dominancia, gyertyán, bükk elegy	504	15,12,21	5,2-5,6	Kosinski & Kempa 2007	
Románia: Niraj-völgy Gyertyános–kocsánytalan tölgyes, gyertyános–bükkös	2639	81	0,31	Domokos & Cristea 2014	
Ny-Lengyelország, Warta folyó völgye, tölgy-kóris-szil ligeterdő, gyertyános–kocsányos tölgyes	186	29, illetve 38	16,2	Kosinski et al. 2018	29 territórium (2003 és 2009), illetve 38 territórium (2000)
Lengyelország, Krotoszny Tölgyerdő, idős tölgy állományok	15 600	70	0,44	Stachura-Skierczyńska & Kosiński 2014	

Lengyelország, Drawa folyó melletti erdőség, kőris, éger, tölgy fafajú állományok	115 000	49	0,42	Stachura-Skierczyńska & Kosiński 2014	
Lengyelország, Knyszyn erdő, szubkontinentális tölgy-gyertyán állományok	92 000 *(12 000)	46	0,05 *(0,38)	Stachura-Skierczyńska & Kosiński 2014	*erdőáll. kiterjedése
Lengyelország, Wielkopolska régió, tölgy-kőris-szil állományok	7 250	390-470 *(398,5)	**5,49	Kosinski & Winiecki 2005	*átlagolt területszám **átlagból számított
Lengyelország Warta folyó völgye, tölgy-kőris-szil ligeterdők, gyertyános-tölgyes	7 370	128	1,73	Walczak et al. 2013	
Litvánia, vegyes lombhullató-lucfenyő erdők	3500	47	1,34	Brazatis & Petelis 2010	
Spanyolország, Bértiz Nemzeti Park, Atlanti-óceán melletti erdő, bükkös, tölgyes égerligetekkel tagolva	2 000	13-14	0,65	Campiano et al. 2012	
Lengyelország, Krakkó városában parkok, temetők erdőállományai	6 000	13	0,21	Fröhlich et al. 2022	

2.7. A saját, korábbi eredmények összefoglalása

A Peszéri-erdőben a harkályok lokális abundanciái viszonyainak felmérésével már korábban is, 2019-től foglalkoztam, de a szisztematikus adatgyűjtésükre 2020. február 10. és május 20. között került sor. Az akkori felmérés lezárultával számos kérdésre kaptunk választ. A vizsgálat során összesen 201 transzektet jártam be, amelyeken átlagosan 7,88-szor haladtam végig. Az akkor alkalmazott passzív (nem hangbehívásos) transzekt módszert a jelen felmérésben alkalmazott hangbehívásos módszerrel egészítettem ki, amelyet akkor is a két közösségi jelentőségű harkályfajra terjesztettem ki. Az utóbbi módszerrel további 9 db területtel bővült a fekete harkály területének száma, míg a közép fakopáncs

esetében további 3 db-bal. Ez idő alatt 238 rekordot rögzítettem, amelyből 130 mutatott territoriális magatartást. A territóriumok lehatárolásához négy izolációs távolságot állapítottam meg. A korábbi felmérésben alkalmazott szeparációs távolságoknak megfelelő territóriumok alakulása a 4. táblázatban olvasható.

4. táblázat: A Peszéri-erdőben költő harkályfajok territóriumainak száma 2020-ban.

Harkályfajok	Territóriumok száma különböző izolációs távolságok mellett (db)				Territoriális viselkedést mutató egyedek (db)	Összes rögzített adat (db)
	100 m	200 m	300 m	500 m		
Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)	23	20	18	15	29	52
Nagy fakopáncs (<i>Dendrocopos major</i>)	43	28	22	16	52	87
Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)	19	16	13	9	19	52
Kis fakopáncs (<i>Dryobates minor</i>)	7	7	5	4	7	24
Zöld küllő (<i>Picus viridis</i>)	12	12	10	9	12	12
Nyaktekercs (<i>Jynx torquilla</i>)	10	10	8	6	11	11

A korábbi felmérés arra is rávilágított, hogy a Peszéri-erdőben költő harkályfajok költési időszakban történő észlelhetősége változó. Általánosságban elmondható, hogy ahogy haladunk előre a költési időszakban úgy csökken az észlelhetőségük, ezek alól kivételt képez a nyaktekercs, ugyanis ők áprilisban érkeznek vissza költőterületeikre. Mindezek mellett vizsgáltam, hogy a bejárások növelésével hogyan változik a kimutatható territóriumok száma. Összességében elmondható, hogy a Peszéri-erdőben található harkályfajok teljes territóriumszámának megállapításához minimum 7-15 bejárásra van szükség. Azonban a diagramokra fektetett kumulatív görbe azt mutatta, hogy nem minden territórium került detektálásra.

A vizsgálatok eredményei rámutattak, hogy egy átlagos bejárás nap során nagy valószínűséggel a territóriumok nagy részét nem érzékeljük. Ennek alátámasztására végeztünk el egy észlelési valószínűség elemzést, amelyet az általam gyűjtött adatokból generáltuk. Az 5. táblázat a fekete harkály és a közép fakopáncs territórium számainak észlelési valószínűségét ábrázolja. Mind a két fajnál kiszámolásra került, hogy a négy szeparációs

távolság esetében mennyi az általunk elégségesnek vélt bejárások száma ahhoz, hogy a területek minimum 75 %-a észlelésre kerüljön.

5. táblázat: A fekete harkály és a közép fakopáncs területi számainak észlelési valószínűsége.

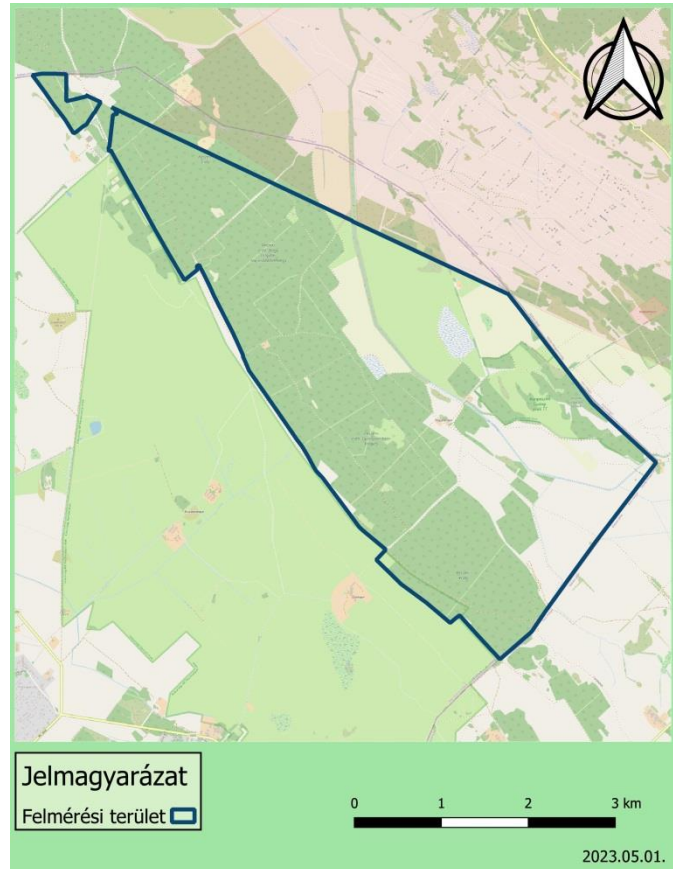
Faj	Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)				Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)			
	100 m	200 m	300 m	500 m	100 m	200 m	300 m	500 m
1	6,67%	7,22%	7,22%	7,38%	8,35%	10,24%	13,12%	17,33%
2	12,89%	13,92%	13,92%	14,22%	16,01%	19,42%	24,52%	31,66%
3	18,70%	20,14%	20,14%	20,55%	23,03%	27,67%	34,43%	43,51%
4	24,12%	25,91%	25,91%	26,41%	29,46%	35,07%	43,03%	53,30%
5	29,18%	31,26%	31,26%	31,84%	35,35%	41,72%	50,51%	61,39%
6	33,90%	36,22%	36,22%	36,87%	40,75%	47,69%	57,00%	68,09%
7	38,30%	40,83%	40,83%	41,53%	45,70%	53,04%	62,64%	73,62%
8	42,42%	45,10%	45,10%	45,85%	50,24%	57,85%	67,54%	78,19%
9	46,26%	49,07%	49,07%	49,85%	54,40%	62,16%	71,80%	81,97%
10	49,84%	52,75%	52,75%	53,55%	58,21%	66,03%	75,50%	85,10%
11	53,18%	56,16%	56,16%	56,98%	61,70%	69,51%	78,72%	87,68%
12	56,30%	59,32%	59,32%	60,15%	64,90%	72,63%	81,51%	89,81%
13	59,22%	62,26%	62,26%	63,09%	67,83%	75,43%	83,94%	91,85%
14	61,94%	64,99%	64,99%	65,82%	70,52%	77,95%	86,04%	93,04%
15	64,47%	67,52%	67,52%	68,34%	72,98%	80,21%	87,88%	94,25%
16	66,84%	69,86%	69,86%	70,68%	75,24%	82,23%	89,47%	95,24%
17	69,05%	72,04%	72,04%	72,84%	77,31%	84,05%	90,85%	96,07%
18	71,12%	74,06%	74,06%	74,85%	79,20%	85,68%	92,05%	96,75%
19	73,04%	75,93%	75,93%	76,70%	80,94%	87,15%	93,09%	97,31%
20	74,84%	77,67%	77,76%	78,42%	82,53%	88,46%	94,00%	97,78%

Összességében ismét elmondható, hogy a területi számának becsléséhez több bejárás szükséges, különben a területeknek csak a töredéke észlelhető.

3. A VIZSGÁLATOK MÓDSZEREI

3.1. A vizsgálati terület jellemzése

Vizsgálatom helyszínét a Pest és Bács-Kiskun vármegye határán elhelyezkedő Peszéri-erdő adta. A Natura 2000-es hálózat részét képező kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület (azonosítója HUKN20002), kiterjedése 1620 ha (1. ábra). A terület vegetációját nagyfokú mozaikosság jellemzi. Területén különböző védettségi kategóriákba eső terülrészek találhatóak meg, így vannak ex lege védett lápok (láprétek, lápcserjések és láperdők), az 1988 óta országos jelentőségű védett természeti területté nyilvánított Szalag-erdő, valamint a hazai szinten nem védett, de Natura 2000 területnek minősülő Tilos-erdő. A vizsgált harkályfajok élőhelyét



1. ábra: A Peszéri-erdő és a vizsgálati terület.

képező megközelítőleg 1080 ha területű erdőtársulásokra nagyfokú változatosság jellemző, mind rendeltetéseikben, mind természeti állapotukban (fafajösszetételükben, holtfaviszonyaikban stb.). A természetvédelmi szempontból nagy értéket képviselő erdőállományok fennmaradásukat annak köszönhetik, hogy az újkorban uradalmi erdő státuszt töltött be, ezáltal nem érvényesültek az alföldi erdőket egykor sújtó erdőkiélések (rövid vágásfordulóval való sarjaztatás). A második világháború után jelentős átalakuláson ment át a Peszéri-erdő. Az őshonos erdőállományok visszaszorultak, és helyükön idegenhonos fafajokból álló, a jelenleg hatályos erdőtörvény alapján ültetvényszerű vagy kultúrerdő természetességi mutatóval jellemezhető (pl. fehér akác, bálványfa, nyugati ostorfa, kései meggy, zöld juhar) erdőállományok kialakítását részesítették előnyben. Az előbb említett idegenhonos állományok felszámolását tűzte ki fő célként a 2017-2022-ig tartó OAKEYLIFE projekt. Az inváziós fajokból álló erdőrészeket őshonos fafajokkal újították

fel, az erdő több pontján tisztásokat alakítottak ki, amellyel új élőhelyeket alakítottak ki az itt megtalálható közösségi jelentőségű fajok, így például a díszes tarkalepke (*Euphydryas maturna*) számára. Az idegenhonos fajokkal kevésbé fertőzött erdőrészekben az értékes gyepszint megtartását szem előtt tartva számos őshonos fafaj csemetéi kerültek talajba. Ezen célok elérésében a szakemberek mellett, az önkéntes munka is kiemelendő, ami akár pozitív példája is lehet más területeken folyó természetvédelmi feladatoknak ([http10](#)).

3.1.1. Az élővilág jellemzése

A Peszéri-erdő viszonylag kis kiterjedésének ellenére változatos társulások találhatók itt meg. Az alacsony természetességű erdőállományok (jellemzően ültetett, többször sarjztatott akácosok, amelyekben a magról jól terjedő inváziós fafajok, pl. a nyugati ostorfa, a bálványfa, a kései meggy, a zöld juhar) mellett a legjellemzőbbek az euro-szibériai erdőssztyepp tölgyesek, melynek fő fafaja a kocsányos tölgy (*Quercus robur*). A gyengébb vízellátottságú termőhelyeken pannon homoki borókás-nyarasok alakultak ki, illetve regenerálódnak, valamint a másutt igencsak megritkult homoki nyíresek, amelyek az agyagos szint felett megtalálható többletvíz hatására tudnak fennmaradni ezeken a homokterületeken. Az erdőtársulások mellett megtalálhatók itt a pannon homoki gyepek, a vízzel átjárt területeken pedig mocsár-, és láprétek alakultak ki, amelyek számos védett természeti értéket rejtnek ([http11](#)). A közösségi jelentőségű fajok közül megtalálható növényfajok a homoki nőszirm (*Iris arenaria*), a kispészkü aszat (*Cirsium brachycephalum*), a mocsári kardvirág (*Gladiolus palustris*), a gerinctelenek közül a szarvas álganéjtúró (*Bolbelasmus unicornis*), a magyar ősziaraszoló (*Chondrosoma fiduciarium*), a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*), a díszes tarkalepke (*Euphydryas maturna*), a magyar tarsza (*Isophya costata*), a nagy tűzlepke (*Lycaena dispar*), a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*), valamint a harántfogú törpecsiga (*Vertigo angustior*). A kételtű és hüllőfajok közül a vöröshasú unka (*Bombina bombina*), a mocsári teknős (*Emys orbicularis*), valamint a dunai götte (*Triturus dobrogicus*) képviseltetik magukat. Négy denevérfaj is megtalálható, nevezetesen a nyugati pisedenevér (*Barbastella barbastellus*), a hegyesorrú denevér (*Myotis blythii*), a tavi denevér (*M. dasycneme*), valamint a közönséges denevér (*M. myotis*). A halak közül pedig egyetlen faj, a réti csík képviselteti magát (*Missgurnus fossilis*) ([http12](#)).

3.2. A terepi adatgyűjtés módszertana

A terepi adatgyűjtés során az OpenBioMaps (továbbiakban OBM) nevű applikációnak a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság által használt űrlapját alkalmaztam az észlelt harkályok

helyzetének és viselkedési formájának rögzítésére. A terepi napok alatt az előző, 2020-ban elvégzett felmérésem során alkalmazott erdőrészlet fedvényt, illetve az adatfeldolgozás során létrehozott transzekt réteget használtam fel. Ezekon felül az utóbbi fedvény mentén egy 150 méterenként elhelyezkedő pontokból álló fedvényt készítettem. Ezen pontok voltak azok a helyek, ahol a hanglejátszások történtek. A fedvényeken kívül, a módszertanból adódóan a külső témavezetőm biztosított számomra egy JBL Flip 5 típusú bluetooth-os készüléket a területiális magatartást kiváltó hangok lejátszásához.

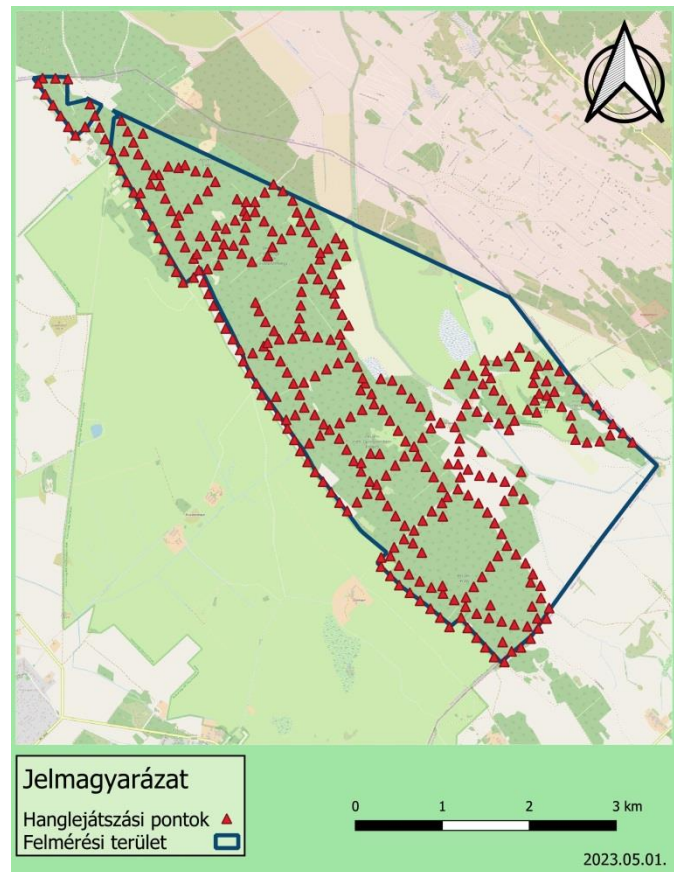
Az aktuális felmérésem a Peszéri-erdőben költő két közösségi jelentőségű harkályfajra terjedt ki, a fekete harkályra és a közép fakopáncsra. A biotikai adatok gyűjtését 2022.02.22-én kezdtem. A két faj esetében területiális magatartásnak számít a dobolás, azonban a felmért fajoknál plusz két hangadás is területiális viselkedési formának számít. A fekete harkálynál a revírféltő hangadás, a közép fakopáncsnál pedig a szajkóhoz hasonló „nyávogó” strófa (6. táblázat).

6. táblázat: A terepbejárások során észlelt egyedek rögzítése az OpenBioMaps applikációban.

Faj	Terepen tanúsított viselkedés	Az adatgyűjtőben rögzített kód
Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)	revírféltő hangadás	revírféltés
	dobolás	
Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)	revírféltő hangadás („nyávogó” hang)	revírféltés
	dobolás	

A mintavétel során az előző, 2020-ban végzett felméréshez képest csak az aktív hangbehívásos módszert alkalmaztam. A nyiladékhálózatra illesztett pontoknál kereszteződéseknel a 150 m-es távolság megtartása nem minden esetben valósult meg, tehát voltak olyan átfedések, ahol 2 szomszédos pont között némileg kisebb távolság volt, mint 150 m. A transzekt fedvény mentén előre elkészített 150 méterenként ismétlődő pontfedvény segítségével haladtam a bejárások során. A mintaterület nagysága miatt több részletben jártam végig a lejátszási pontokat. Törekedtem arra, hogy a bejárásokat az optimális napszakban végezzem (a nem túl hűvös reggeli és délelőtti órákban), de nem minden esetben sikerült. A napszakon felül figyelembe vettem az adott nap időjárási viszonyait. Csapadékos, szeles körülmények esetén az aznapra tervezett bejárást nem végeztem el, hanem később, egy ideálisabb időjárási viszonyokat biztosító napon.

A vizsgálat során bejárt transzektek hosszúsága 54,9 km-nek felel meg, és összesen 444 ponton történt hangbehívás (2. ábra). Minden ponton kétszer történt lejátszás. Két hangtípust játszottam le a fekete harkály revírféltő hangadását, és a közép fakopáncs „nyávogását”. A lejátszás metódusa az előző felméréshez hasonlóan történt. A hangfájlok 30 mp-esek voltak, melyeket 10 mp szünetekkel szakítottam meg, a két faj hangtípusa között pedig 1 percet vártam. A felvételezés során minden egyed helyzetét, valamint viselkedési formáját rögzítettem az OBM applikációban. A helyzeten és a viselkedési formán felül a megjegyzés mezőbe rögzítésre került, hogy adott egyed az általam lejátszott hangra reagált-e, vagy az egyik pontról a másik pontra való áthaladás során észleltem. Tehát az utóbbi észlelések nem a hanglejátszásra reagáltak. Minden viselkedési forma rögzítésre került, de a revírek lehatárolásában csak a territoriális magatartású egyedeket vettem figyelembe.



2. ábra: A territoriális hangadások lejátszási pontjai.

3.3. Az adatok elemzésének módszerei

A különböző térinformatikai elemzésekhez, térképek elkészítéséhez ArcGIS szoftvert, a táblázatok és a diagramok készítésére Excel programot használtam. Első lépésben még a terepi adatgyűjtést megelőzően létrehoztam egy olyan pontfedvényt, amely meghatározza, hogy hol fogom lejátszani a hangfájlokat. Ehhez az ArcGIS szoftvert használtam. A korábbi felmérés során kialakított transzekt hálózat fedvényének behívásával kezdtem. Ezután a programban található távolságmérő használatával alakítottam ki a pontokat 150 méterenként. Az attribútum táblában minden pontnak azonosítót adtam. Miután elkészült a réteg (összesen 444 db), elkezdtem a terepi adatgyűjtést.

Következő lépésként a terepen gyűjtött adatok feldolgozása történt meg. Az ArcGIS-be behívtam az összes általam felvett pontot. Első lépésként a két faj észleléseinek a leválogatása történt meg. Ezután leszűrtem a territoriális magatartást mutató egyedeket, majd leválogattam ezen adatokat a két mintavételi időszakra. Az első bejárás időszaka a 2022.02.22.-04.13. közötti intervallumban, míg a második 2022.04.21.-06.06. között zajlott. A két időszakot különböző szimbólumokkal láttam el, további feladatok megkönnyítésének érdekében. A területek elkülönítéséhez négy izolációs távolságot állapítottam meg. Megnéztem, hogy alakul 100, 200, 300 és 500 méteres izolációs távolság figyelembevétele mellett a területek száma. Fajonként haladtam előre. Első lépésként az attribútum táblázatba beszúrtam egy új oszlopot, amelyet „terület azonosító” neveztem el. A legkisebb izolációs távolsággal kezdtem. Ha nem érte el a 100 métert a korábban észlelt és az újonnan észlelt, territoriális magatartást mutató egyed helyzete közötti távolság, azt egy területnek vettem, míg ha meghaladta a két pont közötti távolság a 100 métert, akkor két különálló területként rögzítettem. Az attribútum táblázatban a „terület azonosító” oszlopba, ha külön területnek minősült az izolációs távolság alapján a két észlelés, akkor a két területhez eltérő azonosító került (folyószámozást alkalmazva). Ha viszont az izolációs távolságon belül volt a két pont, akkor azonos területként került az adatbázisba a két pont (egyazon terület azonosító alatt), és ekkor mind a két észleléshez ugyanaz a szám került. Ugyanígy jártam el 200, 300 és 500 méteres izolációs távolságok esetében is. A kapott területeket Excel táblázatban összesítettem. A táblázatban 3 oszlopot alakítottam ki: az első oszlopban a területek sorszáma, míg a másik kettőbe a bejárás időszakai (1. kör, 2. kör) során az adott területben történt észlelésre vonatkozó adat (ha volt észlelés, akkor 1, ha nem, akkor 0). Ha egy adott területet mind a két bejárás időszakban észleltem, akkor oda értelemszerűen mind a két oszlopba 1-et írtam. Ez az elemzés azért volt fontos, hogy megállapítsuk, hogy adott bejárás időszakban a detektált területszámok hány százalékát észleljük. Hogy ez kijöjjön, összesítettem mindkét faj esetében külön-külön mind a négy izolációs távolságban a detektált területeket (ez összesen 8 db táblázatot eredményezett). Az adott bejárás időszakban észlelt területek számát elosztottam az adott izolációs távolságban detektált területek összesített (a két időszak alatt rögzített területek) számával, majd ezt felszoroztam százal, s így megkaptam az adott faj esetében az adott időszakra vonatkozó észlelési valószínűséget: $P1 = n1 / (n1 + n2)$, ahol P1 az adott időszakban a területek relatív észlelési valószínűsége, n1 az első időszakban észlelt területek száma, n2 pedig a második időszakban észlelt területek száma.

Az alkalmazott módszer jellegéből adódóan elképzelhető, hogy az adott időszakban a jelen levő (foglalt) territóriumok nem kerülnek detektálásra (azaz $P1 \leq 100\%$, illetve $P2 \leq 100\%$), mivel az ott tartózkodó egyedek a bejárás során éppen akkor nem mutattak territoriális magatartást. A két bejárásra tehát külön-külön meg lehetett állapítani a relatív, időszak-specifikus észlelési valószínűséget, és ezek alapján az is becsülhető, hogy a territóriumok hányad része nem került egyáltalán észlelésre (egyik időszakban sem).

Az egyáltalán nem észlelt territóriumok arányát a következő képlet alapján számoltam ki: $(1-P1)*(1-P2)*100$. Például ha a közép fakopáncs (*Dendrocoptes medius*) 100 méteres izolációs távolságban, az első körben a territóriumok 32%-át észleltük a második körben pedig a 72%-át ez a fent említett képletbe behelyettesítve a következőképpen néz ki: $(1-0,32)*(1-0,72)*100$.

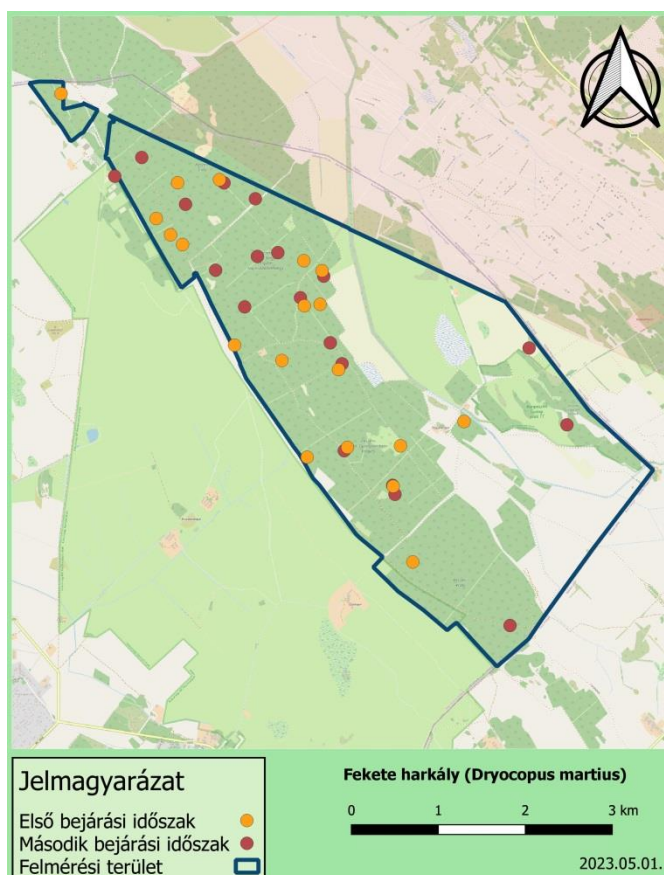
A következő lépés egy olyan fedvény létrehozása volt, amellyel megállapítható, hogy az erdő mely részeit nem tudtam térképezni ezzel a módszerrel, mivel azok a területrészek túl távol estek a bejárési útvonalaktól. Ehhez az ArcGIS szoftverben lefuttattam egy olyan parancsot, amely az adott észleléshez számolja ki, hogy milyen távolságra található a legközelebb eső hanglejátszási pont. Ennek a lefuttatása után leválogattam a behívásra reagált észleléseket, valamint a nem behívásra reagált rekordokat. Ezen vizsgálat miéértjére az eredmények fejezett alatt fogok kitérni. Végezetül az előbbi fedvényből leolvasott legnagyobb észlelés és hanglejátszási pont távolságával (175 méter) kialakítottam egy puffer területet, amely az út- és nyiladékhálózat mindkét oldalán egyaránt 175-175 métert fed le, s így megkaptam, hogy az erdő mely részein lokalizálható territóriumok esetében volt esély az észlelésre, illetve melyek azok a területrészek, ahol biztosan (nagyon nagy valószínűséggel) nulla a jelen levő territóriumok észlelési valószínűsége.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

A 25 napos (össz. 63 óra) adatgyűjtés során a felmért két faj esetében összesen 167 rekordot rögzítettem, amelyből 65 egyed territoriális magatartást mutatott. A 167 db adat közül 58 nem behívásra, 109 pedig behívásra reagált. Összesen 444 db lejátszási pontot érintettem egy időszak alatt. A felmért fajok mellett számos más védett faj került rögzítésre az OBM-ben.

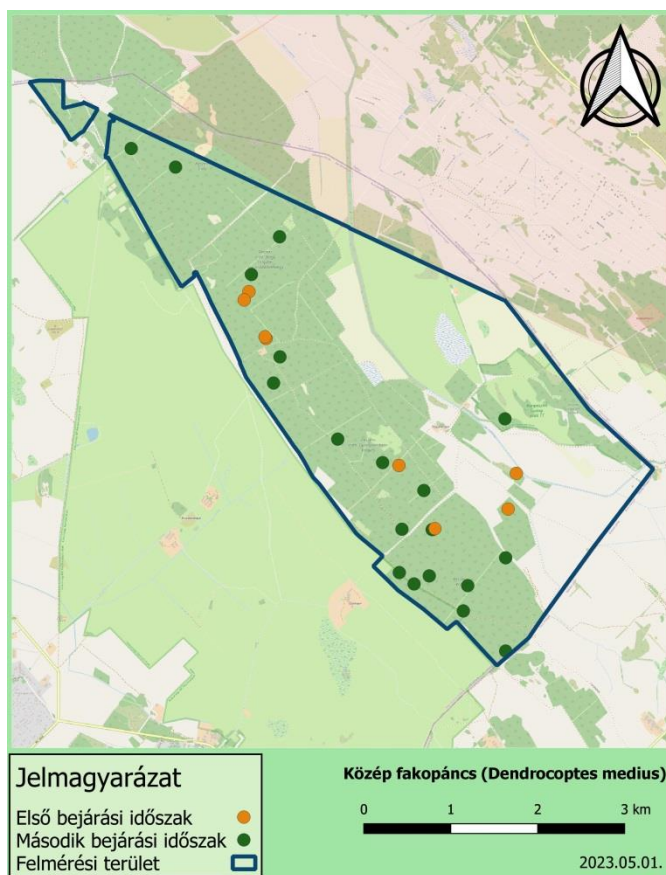
4.1. A Peszérei-erdőben hány territórium volt detektálható a két harkályfaj esetében?

A Peszérei-erdőben a fekete harkály esetében összesen 73 észlelés került rögzítésre, ebből 38 mutatott territoriális magatartást (3. ábra). A 38 revírféltő észlelés közül 19 behívásra, 19 pedig nem behívásra került elő. A kiértékelt adatok szempontjából csak a territoriális viselkedést figyelembe véve 100 méteres izolációs távolság esetén 32 db territórium állapítható meg. A 200 méteres izolációs távolságnál 30 db, 300 méteres izolációs távolságnál 25 db, míg 500 méteres léptékben 17 db revír különíthető el. Észrevehető volt, ahogy az az előző felmérésből is kiderült, hogy a korosabb erdőrészekben fordul elő, ahol megtalálhatóak számára a költéséhez megfelelő faegyedek.



3. ábra: Territoriális magatartást mutató fekete harkály észlelései, a bejárési időszakok szerint ábrázolva.

A közép fakopáncs esetében az összes észlelt rekord 96 db, amelyből csak 27 db mutatott territoriális magatartást (4. ábra). Ezek közül 9 db nem behívásra, míg 18 db behívásra válaszolt. Izolációs távolságok szerint 100 méter esetén 25 db territórium volt elkülöníthető, 200 méternél 22 db, 300 méter esetében 21 db, míg 500 m-nél 13 db revír állapítható meg. Adatai elsősorban idősebb tölgyesekből, nyarasokból (Mellékletek 2. ábra), illetve a nagy mennyiségű holtfát tartalmazó területekről voltak.



4. ábra: *Territoriális magatartást mutató közép fakopáncs észlelései, a bejárési időszakok szerint.*

A 2020-ban rögzített észlelési adatokkal összehasonlítva, a fekete harkály esetében 9 db-bal több territórium került detektálásra 2022-ben 100 méteres izolációs távolság

alkalmazása mellett. A 200, 300, illetve 500 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett 10, 7, illetve 2 db-bal több territórium került detektálásra 2022-ben (7. táblázat).

A 2020-ban rögzített észlelési adatokkal összehasonlítva, a közép fakopáncs esetében 6 db-bal több territórium került detektálásra 2022-ben 100 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett. A 200, 300, illetve 500 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett 6, 8, illetve 4 db-bal több territórium került detektálásra 2022-ben (8. táblázat).

4.2. **Hogy oszlanak el a territóriumszámok a két bejárési időszak között?**

Az adatok feldolgozása után körvonalazódott, hogy a fekete harkály esetében a két bejárési időszak között nem tapasztalható nagy különbség az aktuálisan észlelt territóriumszámában. Ha a 100 méteres izolációs távolságot vesszük figyelembe az első bejárési időszakban 19 db, míg a második időszakban 18 db territórium került észlelésre. A 200 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett mind a két időszakban megegyező volt az észlelt territóriumszám, 18-18 db. A 300 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett szintén egyformák az észlelt

territóriumszámok: 16-16 db. Az 500 méteres távolság alkalmazása mellett azonban a második időszakban több territórium különült el, összesen 13 db, szemben az első időszakkal, amely során 11 db került észlelésre (7. táblázat).

A közép fakopáncs esetében azonban jelentős különbségek tapasztalhatóak a két bejárési időszak között az aktuálisan észlelt territóriumszámában. A 100 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett az első bejárési időszakban 8 db, amíg a második bejárési időszakban 18 territórium került észlelésre. Ha a 200 méteres izolációs távolságot vesszük figyelembe, akkor az első bejárési időszakban 7 db, a második bejárési időszakban pedig 16 db territórium különíthető el. A 300 méteres izolációs távolságban az első bejárési időszakban szintén 7 db territórium került észlelésre, míg a második bejárési időszakban 17 db. A legnagyobb, 500 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett 5 db különíthető el az első bejárési időszakban, a másodikban pedig 12 db (8. táblázat).

Az adatok azt mutatják, hogy a fekete harkály észlelési valószínűsége nagyjából konstansnak mondható a két részidőszakban. Ezzel szemben a közép fakopáncs territóriumok észlelési valószínűsége egyértelműen jelentősen magasabb volt a második részidőszakban.

4.3. Hogyan változik a Peszéri-erdőben felmért fajok észlelése a két terepi időszak alatt?

Még az ilyen jól felismerhető fajok esetében is eltérő lehet a teritoriális magatartást mutató egyedek észlelési valószínűsége egy-egy időszakban a költési időn belül. A harkályok esetében is nagy idő- és energiaráfordítás szükséges ahhoz, hogy reprezentatív képet kapjunk az adott terület populációjáról, ahogy ezt a korábbi vizsgálataim is alátámasztják. A 2022. évi felmérés során is megnéztem, hogy hogyan változik a harkályok észlelési valószínűsége a két bejárési időszak alatt. Az első bejárás (2022.02.22-04.13) és a második bejárás (2022.04.21-06.06.) alatt mind a négy izolációs távolságban elvégeztem a felmérést.

Az előző alfejezetben kifejtett territóriumok felhasználásával kiszámoltam, hogy milyen százalékos aránnyal kerültek elő az adott bejárési időszakban. A fekete harkály esetében az adatok feldolgozása során nem észlelhető nagy eltérés a két bejárési időszak között az észlelt territóriumok számában. A 100 méteres izolációs távolságot figyelembe véve az első körben a territóriumok 59,4%-a került elő, amíg a másodikban 56,3%-uk. Ezen távolságban a territóriumok 17,7%-át nem észleltem. A 200 és 300 méteres izolációs távolságban egyformák a bejárési időszakonkénti adatok. Az előbbinél 60%, míg az utóbbinál 64%. A 200 méteres

izolációs távolságban 16%, míg a 300 méteres távolságban 13% nem került észlelésre a revírek közül. Az 500 méteres izolációs távolságban 64,7 % és 76,5 % volt az eloszlás, és 8,3%-ot nem észleltem (9. táblázat).

A közép fakopáncsnál, ahogy az észlelt territóriumszámok is jelentős különbséget mutattak a két időszak között, ez a territóriumok jelentősen eltérő, időszak-specifikus észlelési valószínűségében is megnyilvánult. Ha a 100 méteres izolációs távolságot vesszük figyelembe, akkor az első körben a territóriumok 32%-a, míg a második körben a 72%-a volt észlelhető. Ezen izolációs távolságot figyelembe véve, az elvégzett becslés alapján a territóriumok 19%-a nem került észlelésre egyik bejárás során sem. A 200 méteres távolság alkalmazása mellett 31,8% és 72,7% volt az időszak-specifikus észlelési valószínűség, és a becslés alapján a territóriumok 18,6%-át nem észleltem egyik alkalommal sem. A 300 méteres izolációs távolság alkalmazása mellett a territóriumok 33,3%-a került meg az első bejárás időszakban, a másodikban pedig 81%. Az elvégzett becslés alapján a territóriumok 12,7%-át nem észleltem egyik alkalommal sem. Az 500 méteres izolációs távolságban volt a legnagyobb a különbség a bejárás intervallumok között: az első körben 38,5%, míg a másodikban a territóriumok 92,3%-át észleltem. Ezen izolációs távolság alkalmazása mellett a revírek 4,7%-át nem észleltem (10. táblázat).

7. táblázat. A fekete harkály észlelt territóriumainak száma a korábbi vizsgálat során (2020-ban) és a most bemutatott, 2022-es felmérés eredményei alapján, különböző izolációs távolságok alkalmazása mellett.

Fekete harkály (Dryocopus martius)				
izolációs távolság	100	200	300	500
a territóriumok 2020-ban észlelt száma	23	20	18	15
a territóriumok 2022-ben észlelt száma	32	30	25	17
2022.02.22.-04.13. között észlelt territóriumok	19	18	16	11
2022.02.22.-04.13. között nem észlelt territóriumok	13	12	9	6
2022.04.21.-06.06. között észlelt territóriumok	18	18	16	13
2022.04.21.-06.06. között nem észlelt territóriumok	14	12	9	4

8. táblázat. A közép fakopáncs észlelt territóriumainak száma a korábbi vizsgálat során (2020-ban) és a most bemutatott, 2022-es felmérés eredményei alapján, különböző izolációs távolságok alkalmazása mellett.

Közép fakopáncs (<i>Dendrocopos medius</i>)				
izolációs távolság	100	200	300	500
a territóriumok 2020-ban észlelt száma	19	16	13	9
a territóriumok 2022-ben észlelt száma	25	22	21	13
2022.02.22.-04.13. között észlelt territóriumok	8	7	7	5
2022.02.22.-04.13. között nem észlelt territóriumok	17	15	14	8
2022.04.21.-06.06. között észlelt territóriumok	18	16	17	12
2022.04.21.-06.06. között nem észlelt territóriumok	7	6	4	1

9. táblázat. A fekete harkály észlelési valószínűsége a két részüdőszak során, különböző izolációs távolságok alkalmazása mellett.

Fekete harkály (<i>Dryocopos martius</i>)			
izolációs távolság (m)	A territóriumok átlagos észlelési valószínűsége a 2022.02.22.-04.13. között időszakban (P1)	A territóriumok átlagos észlelési valószínűsége a 2022.04.21.-06.06. között időszakban. (P2)	A térképezett területen valószínűleg jelen levő, de nem észlelt territóriumok aránya $1-(1-P1)*(1-P2)$
100	59,4%	56,3%	17,7%
200	60,0%	60,0%	16,0%
300	64,0%	64,0%	13,0%
500	64,7%	76,5%	8,30%

10. táblázat. A közép fakopáncs észlelési valószínűsége a két részidőszak során, különböző izolációs távolságok alkalmazása mellett.

Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)			
izolációs távolság (m)	A territóriumok átlagos észlelési valószínűsége a 2022.02.22.-04.13. közötti időszakban (P1)	A territóriumok átlagos észlelési valószínűsége a 2022.04.21.-06.06. közötti időszakban. (P2)	A térképezett területen valószínűleg jelen levő, de nem észlelt territóriumok aránya $1-(1-P1)*(1-P2)$
100	32,0%	72,0%	19,0%
200	31,8%	72,7%	18,6%
300	33,3%	81,0%	12,7%
500	38,5%	92,3%	4,7%

4.4. A vizsgált fajok mekkora távolságról reagálnak a territoriális magatartást kiváltó hanglejátszásra?

A bejárásaim során, az észlelt territoriális viselkedést mutató egyedek észlelési távolságának (azaz a hang lejátszás helyének és az észlelt egyed becsült pozíciója közötti távolságnak) a megállapítása egyáltalán nem volt egyszerű, távolságmérő alkalmazás hiányában csak tág határok között lehetett becsülni a territoriális viselkedést mutató egyed pozícióját. Tehát a kiértékelt adatok esetében elég nagy lehet a különbség a valós észlelési távolság és az általam becsült észlelési távolság között.

A fekete harkály esetében (11. táblázat) a 38 db territoriális viselkedést tanúsító egyed észlelései közül 19 behívásra, 19 pedig nem behívásra került rögzítésre. A becsült észlelési távolságok 12,7 méter és 154,33 méter között alakulnak. A behívásra reagált egyedek legközelebbi hanglejátszó ponthoz viszonyított átlaga 86,17 méternek felel meg. Ez a nem behívás által rögzített egyedek esetében 93,93 méter, ami a becslés pontosságának (pontatlanságának) ismeretében nem jelent semmilyen különbséget.

A közép fakopáncs esetében látható (11. táblázat), hogy 18 db territoriális viselkedést mutató egyed reagált a hangbehívásra, míg 9 db nem behívás során került rögzítésre. Az előbbinél 79,65 méter volt az átlagos hosszúság, míg az utóbbinál 84,15 méter, ami – akárcsak a fekete harkály esetében – a becslés pontosságának (pontatlanságának) ismeretében nem jelent semmilyen különbséget. Az észlelési távolságok 14,07 méter és 172,61 méter között alakulnak.

A becslés pontosságának (pontatlanságának) ismeretében, a térinformatikai eszközökkel kiszámolt pontos értékekre nem célszerű támaszkodni, hanem a nagyságrendi érték lehet érdekes arra vonatkozóan, hogy milyen messziről lehet észlelni egy territoriális viselkedést mutató harkályt. Ugyanis ez meghatározza azt, hogy a bejárési útvonalak mentén mekkora terület az, ahol van esély észlelni a jelenlevő harkály territóriumokat (ld. következő alfejezet).

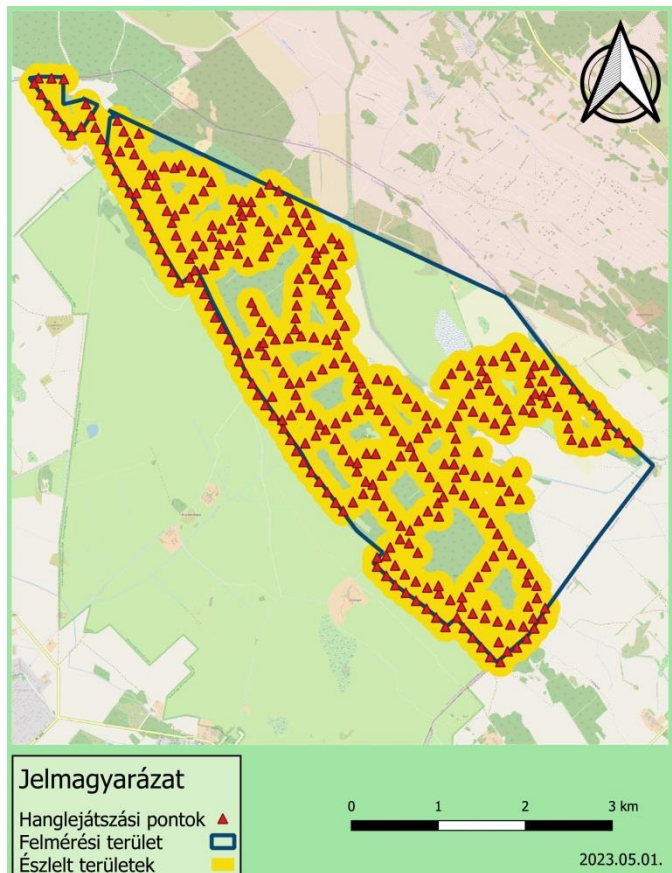
11. táblázat: Az észlelt egyedek legközelebbi távolságai a hanglejátszási pontokhoz viszonyítva.

Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)			Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)		
észlelés sorszáma	becsült észlelési távolság behívásra (m)	becsült észlelési távolság nem behívásra (m)	észlelés sorszáma	becsült észlelési távolság behívásra (m)	becsült észlelési távolság nem behívásra (m)
1	12,7	82,64	1	22,13	111,86
2	56,09	80,33	2	169,84	104,04
3	86,23	94,49	3	110,46	71,71
4	111,29	147,79	4	73,06	65,69
5	142,87	98,22	5	56,14	64,33
6	107,7	118,36	6	24,01	35,22
7	122,09	69,31	7	46,57	138,46
8	123,31	84,58	8	172,61	64,79
9	38,16	86,65	9	19,94	101,26
10	222,3	128,5	10	135,22	
11	48,27	117,7	11	14,07	
12	38,4	137,15	12	44,13	
13	44,59	41,72	13	137,16	
14	57,49	78,27	14	98,91	
15	154,33	105,8	15	76,54	
16	24,94	59,03	16	51,41	
17	94,79	152,54	17	68,71	
18	65,14	15,68	18	112,85	
19	86,45	85,93			
átlag	86,17	93,93	átlag	79,65	84,15
szórás	52,33	35,08	szórás	50,73	31,75
maximum	222,3	152,54	maximum	172,61	138,46

4.5. Az erdő teljes területének hány százaléka észlelhető ezzel a módszerrel?

Az előző fejezetben taglaltak alapján a becsült maximális észlelési távolság felhasználásával meghatároztam, hogy a felmérési terület mely részei esnek olyan távol a bejárési útvonalaktól, ahol – ha territóriumot foglal egy harkálpár – már nincs valós esélye az észlelésnek. Ez az 5. ábrán tekinthető meg. Látható, hogy a Peszéri-erdő jelentős részét lefedte a valóban felmért (az akusztikus detekció szempontjából megfelelő távolságon belül eső) területrész, de szem előtt kell tartani, hogy a becsült maximális észlelési távolság, amellyel dolgoztam, pusztán egy nagyságrendi értéknek tekinthető. Azonban ez alapján is megállapítható, hogy a felmérés az erdőállományok területének döntő részét lefedte: erdőrészetek

valós összterülete 1442 ha, a becsült maximális észlelési távolság alapján valóban felmért (az akusztikus detekció szempontjából megfelelő távolságon belül eső) területrész pedig 1327 ha. Ezek különbségéből adódóan az erdőből 115 ha (azaz nagyjából 8%) volt az, ahol nem volt valós esélye az észlelésnek. A nem érzékelt területek felmérésére plusz pontok kialakítására lenne szükség, illetve egy pontosabb távolságbecslésre, s ez által elkészített észlelési területre.



5. ábra A felmérési terület észlelt, illetve nem észlelt területei.

4.6. A becsült territórium denzitások a két faj esetében az észlelési területen

A két vizsgált faj 100 ha-ra vetített, kalkulált territórium denzitása eltérő (12. táblázat). A különbség nem csak az általam vizsgált fajok között figyelhető meg, hanem a nemzetközi szakirodalmi adatokkal való összevetés során is tapasztalhatóak eltérések. A fekete harkály esetében az általam kalkulált territórium denzitás 1,28 és 2,41 territórium/100 ha érték között változik az izolációs távolságtól függően. Megállapítható, hogy még a legalacsonyabb becsült értéket adó, legnagyobb (500 méteres rádiusszal reprezentált) izolációs távolságot figyelembe véve is a territóriumok denzitása meghaladja azon szakirodalmi források által közölt adatokat, amelyek nem túlevelű állományok által dominált területen kerültek rögzítésre (0,25 territórium/100ha) (Campiano et. Al. 2012, Fernandez & Azkona 1996, Germandia et. al. 2006, Webmaier & Phüringer 2015). Megfigyelhető, hogy a Peszéri-erdőben lokalizált legkisebb kalkulált territórium szám (1,28 revír/100ha) megközelítőleg háromszorosa a vizsgált szakirodalmak által közölt 100 ha-ra vetített territóriumok szám átlagának. Viszont, ha a legmagasabb becsült értéket adó, legkisebb (100 méteres rádiusszal reprezentált) izolációs távolságot vesszük figyelembe, akkor az általam kalkulált érték megközelítőleg akár ötszöröse is lehet a nemzetközi szakirodalomban publikált adatokhoz képest. Ebből arra lehet következtetni, hogy a Peszéri-erdő a fekete harkály számára optimális élőhely. A vizsgált szakirodalmakban található kutatások elsősorban keményfájú -, vagy túlevelű fafajok által dominált területeken zajlottak. A Peszéri-erdőben nagy kiterjedésben találhatóak meg puhafás erdőállományok, amely feltételezhetően kedvez a fekete harkály fészkelésének. A territórium denzitás magas értéke feltételezhetően ennek tudható be.

A közép fakopáncs esetében a vizsgált szakirodalmakban, különböző élőhelyeken igen nagy szórás figyelhető meg a territóriumok denzitásával kapcsolatban. A Peszéri-erdőben a 100/ha-ra megállapított kalkulált territórium denzitás 0,98 és 1,88 revír között változik, a figyelembe vett izolációs távolságtól függően. Ezen adatok más kutatásokkal való összevetése után kirajzolódik, hogy a vizsgált terület közép fakopáncs állománya kiemelkedő. Ugyanis, ha a legnagyobb izolációs távolságnak megfelelő adatot vesszük figyelembe (0,98 revír/100 ha), és hasonlítjuk össze, azon szakirodalmi forrásokkal, amelyek a vizsgált terület paramétereire megközelítőleg hasonló kiterjedéssel bírnak (0,31; 0,65 /100 ha) (Domokos & Cristea 2014, Campiano et. al. 2012) akkor megállapítható, hogy akár 1,5-3 szoros is lehet az eltérés a territóriumok 100/ ha-ra vetített számában (Domokos & Cristea 2014, Campiano et. al. 2012).

A közép fakopáncs esetében viszont megtalálhatóak olyan szakirodalmak is, amelyek az általam felmért terület kiterjedésével számolva, meghaladják az Peszéri-erdőben található 100 ha levetített territórium számokat. Az előző bekezdésben taglalt fekete harkállyal ellentétben a közép fakopáncs esetében nem ennyire egyértelmű a különbség az élőhelyek között. Viszont az elmondható, hogy a szakirodalmi források elsősorban tölgy által dominált területre vagy ártéri erdőkre koncentráltak. A Peszéri-erdőben a tölgy által dominált területek (Melléklet 1. ábra) kiterjedése kisebb, mint a puhafájú fafajoké. Ebből adódóan feltételezhető az, hogy a közép fakopáncs állomány nagyságát a tölgy állományok kiterjedése nagyban befolyásolhatja.

Összességében elmondható, hogy a felmérés során detektált minimum territóriumszám meghaladja a szakirodalmakban található territórium számokat, akár a háromszorosa is lehet bizonyos esetekben. Elmondható még, hogy a fekete harkály számára a Peszéri-erdő optimális élőhely, viszont a közép fakopáncs esetében inkább közepesen jó élőhelynek lehet tekinteni.

12. táblázat: A fekete harkály és a közép fakopáncs territóriumainak kalkulált denzitása 100 ha-ra vetítve.

Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)			
izolációs távolság (m)	a territóriumok 2020-ban észlelt száma	a territóriumok 2022-ben észlelt száma	territóriumok eloszlása (2022) 100 ha-ra vetítve
<i>100</i>	23	32	2,41
<i>200</i>	20	30	2,26
<i>300</i>	18	25	1,88
<i>500</i>	15	17	1,28

Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)			
izolációs távolság (m)	a territóriumok 2020-ban észlelt száma	a territóriumok 2022-ben észlelt száma	territóriumok eloszlása (2022) 100 ha-ra levetítve
<i>100</i>	19	25	1,88
<i>200</i>	16	22	1,66
<i>300</i>	13	21	1,58
<i>500</i>	9	13	0,98

4.7. A territóriumok becsült száma a teljes területen

A bejárású út vonalak és az azokhoz a detekciót biztosító távolságon belül eső részterület a Peszéri-erdőben található erdőrészek 1327 ha-os területét fedi le, ami a teljes kiterjedéséhez képest megközelítőleg 8 %-kal kisebb, tehát becsülhetően a territóriumok közel 8%-ának észlelésére nem biztosított lehetőséget az általam alkalmazott bejárású módszer. A nem érzékelt 115 ha-os területen feltételezhetően megtalálható territóriumok számát is figyelembe vevő becsléshez a detektált territóriumokat 1,08-cal beszoroztuk. Az így kapott eredmények (13. táblázat) nagyságrendileg 2-3 territóriummal növelték a revírek számát. A fekete harkály esetében az előbb leírtakat figyelembe véve 18 és 35 közötti territórium számra becsülhető, míg a közép fakopáncs esetében 14 és 27 közöttire tehető a becsült territóriumok száma az erdőrészek teljes kiterjedési területére.

13. táblázat A vizsgált harkályfajoknak a Peszéri-erdőben található erdőrészek teljes területére kiterjedő kalkulált territóriumszámai.

Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)			
izolációs távolság	a territóriumok 2020-ban észlelt száma	a territóriumok 2022-ben észlelt száma, az érzékelt területen	territóriumok kalkulált száma (2022) a teljes területre levetítve
100	23	32	34,56
200	20	30	32,4
300	18	25	27
500	15	17	18,36

Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)			
izolációs távolság	a territóriumok 2020-ban észlelt száma	a territóriumok 2022-ben észlelt száma	territóriumok kalkulált száma (2022) a teljes területre levetítve
100	19	25	27,0
200	16	22	23,8
300	13	21	22,7
500	9	13	14,0

4.8. A vizsgált fajok korszerkezet szerinti eloszlása a Peszéri-erdőben

A Peszéri-erdő állományai korszerkezetileg diverznek tekinthetőek. Megtalálhatóak 30-, 40-, és akár 60 éves állományrészek is. A vizsgált fajok territoriális magatartást mutató egyedeinek rekordjai jól mutatják, hogy a milyen korú erdőrészeket preferálják.

A fekete harkály esetében összesen 38 territoriális magatartást mutató egyed került lokalizálásra (14. táblázat). A rögzített rekordok 86,84% (15. táblázat) található meg azon erdőrészekben, amelyek tartalmazzák minimum 30 éves részállományokat (olyan facsoportokat, amelyeket minimum 30 évesek). Ezen területek 100 m-es pufferében viszont már a detektált territoriális magatartást mutató egyedek 100% megtalálható. Az erdő azon részein, ahol megtalálhatóak minimum 40 éves állományrészek, a detektált revírféltő madarak 81,58% található meg, ugyan ez a 100 m-es pufferre kivetítve, már 97,37%, 200 m-es pufferen belül pedig a territoriális magatartást mutató egyedek 100% kimutatható. A legidősebb állományrészekben viszont érzékelhető, hogy a territoriális magatartást mutató madarak kisebb számban vannak jelen (42,11%). A 100-m-es pufferrel kiegészített állományrészekben a territoriális magatartást mutató egyedek kicsivel több, mint a fele (57,89%) került lokalizálásra. A 200 m-es puffert figyelembe véve, pedig nem éri el a 100% a territoriális magatartást mutató egyedek száma. Tehát, ha csak ezen állományrészeket vizsgáljuk a fekete harkály esetében, akkor a revírféltő egyedek felét nem érzékeljük, ezáltal fenn áll a territóriumok alulbecslésének a veszélye. Az, hogy a minimum 30 éves állományokban több territoriális magatartást tanúsító egyed van jelen, mint a minimum 40 éves állományokban, azt mutatja, hogy a fekete harkály számára a minimum 30 éves korú helyi (főleg puhafás) erdőállományok alapvetően megfelelőnek tekinthetők.

A közép fakopáncs esetében összesen 27 territoriális magatartást mutató egyedet lokalizáltam. Megfigyelhető, hogy az észlelt egyedek mind a 30-, mind pedig a 40 éves állományrészeket tartalmazó erdőrészekben, valamint az azok 100-, és 200 m-es puffer területein megegyező eloszlást mutatnak. Ha a 30 éves állományrészeket vesszük figyelembe, akkor a territoriális magatartást mutató egyedek 85,19% mutatható ki, a 100 m-es pufferrel kiegészítve 96,30% míg a 200 m-es pufferen belül a revírféltő egyedek 100% kimutatható. Azon erdőterületeken, ahol megtalálhatóak 60 éves állományrészek, a territoriális magatartást mutató egyedek 70,37% detektálható, míg a 100 m-es pufferen belül 88,89%, a 200 m puffert figyelembe véve pedig 92,59%. Ha csak ezen állományrészekre redukáljuk a felmérést, akkor a fekete harkályhoz hasonlóan fenn áll a territóriumok alulbecslésének veszélye. Az, hogy a

minimum 30 éves állományokban nincs több territoriális magatartást tanúsító egyed, mint a minimum 40 éves állományokban, azt mutatja, hogy a közép fakopáncs számára a minimum 40 éves korú helyi (főleg puhafás) erdőállományok alapvetően megfelelőnek tekinthetők.

Összességében elmondható, hogy a fekete harkály elfoglalja az idősebb, akár 60 év körüli erdő állományokat, ugyanakkor a fiatalabb, vagy fiatalabb, de 30 évesnél idősebb részállományokban is szívesen megtelepedik. A közép fakopáncs esetében viszont, a territoriális magatartást mutató egyedek eloszlása jól mutatja, hogy ez a faj elsősorban a 40 évtől idősebb erdőállományokat preferálja. A közép fakopáncs hajlandó fiatalabb erdőállományokban is megtelepedni, feltéve, ha a 60 évnél idősebb állományok már telítettek számukra.

14. táblázat: A vizsgált fajok territoriális magatartást mutató egyedeinek elhelyezkedése a vizsgálati terület különböző korszerkezeti részállományaiban.

faj	terület (ha)	Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)			Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)		
		benne (pld.)	100 m-en belül (pld.)	200 m-en belül (pld.)	benne (pld.)	100 m-en belül (pld.)	200 m-en belül (pld.)
van benne min. 30 éves állományrész	649,83	33	38	38	23	26	27
van benne min. 40 éves állományrész	510,57	31	37	38	23	26	27
van benne min. 60 éves állományrész	324,02	16	22	30	19	24	25

15. táblázat: A vizsgált fajok territoriális magatartást mutató egyedeinek százalékos eloszlása a vizsgálati terület különböző korszerkezeti részállományaiban.

faj	terület (ha)	Fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>)			Közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>)		
		benne (%)	100 m-en belül (%)	200 m-en belül (%)	benne (%)	100 m-en belül (%)	200 m-en belül (%)
van benne min. 30 éves állományrész	649,83	86,84	100,00	100,00	85,19	96,30	100,00
van benne min. 40 éves állományrész	510,57	81,58	97,37	100,00	85,19	96,30	100,00
van benne min. 60 éves állományrész	324,02	42,11	57,89	78,95	70,37	88,89	92,59

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgálati időszak alatt számos kérdésre választ kaptunk. Elsősorban megtudtuk, hogy a hangbehívásos módszer, kevesebb bejárással pontosabb eredményeket biztosít, az ott megtalálható harkályfajok állományairól, mint a passzív detekción alapuló metódusok. Ebből adódóan ezt a módszert célszerű használni a harkályok finomléptékű territórium-térképezéséhez. A hangbehívásos metódus mellett az egyedi jelölés módszerével is pontosabb becslések állapíthatók meg az izolációs távolságok figyelembevételével történő számításokhoz képest, viszont az egyedi jelölés (és elsősorban a költési időben való jelölés) nagyobb zavarással jár és nagyobb időbeli ráfordítást igényel, mivel a leolvasáshoz közelebb kell kerülni a madáregyedhez, mint az általam alkalmazott módszernél.

Bizonyos irodalmak, odvak felkutatásával egészítik ki a hangbehívásos metódust, azonban ennek alkalmazása kockázattal jár más madárfajok, illetve állat csoportok zavarása szempontjából. Alkalmazása nagy körültekintést és átgondolást igényel. Módszertanilag számos észrevétel fogalmazódott meg bennünk. A hangbehívásos metódus során egy pontról különböző típusú hangfájl kerül lejátszásra. A vizsgált fajok ezekre való reagálást számos tényező befolyásolhatja, mint például a lejátszás időszaka, az időjárási körülmények, valamint a lejátszás és a madár közötti távolságok. A szakirodalmi források a pontosabb távolság becslésére, valamint annak elkerülésére, hogy adott egyedet a territóriumából elcsalják, s ezáltal a zavarás mértékét csökkentsék, a hangfájlok leállítását javasolják rögtön a kiváltott válaszreakció (territóriumfélézés, támadás, stb.) után. Tehát az általam használt metódust célszerű a szakirodalmi források által megfogalmazott „leállítós módszerrel” kivitelezni, elsősorban annak érdekében, hogy a zavarási kockázatot leredukáljuk. A hanglejátszásra adott válaszokat produkáló egyedek távolságának alapján lehatárolható, hogy adott faj maximálisan megközelítőleg mekkora területet monopolizál, azaz mekkora a territóriumok maximális becsült kiterjedése. Így pl. amennyiben maximum 200 m-ről ad válaszreakciót, akkor a territórium maximális becsült mérete $200\text{m} \times 200\text{m} \times 3,14 = 125600 \text{ m}^2$ -nek, azaz 12,56 ha-nak, tehát nagyságrendileg 10-15 ha-nak feleltethető meg. Ezáltal, ha a vizsgált fajok számára alkalmas fajösszetételű és korszerkezetű erdőállományok alkotnák a teljes 1442 ha, nem lennének például nagyobb (több hektáros, vagy akár 10 hektárt is elérő) tisztások, fiatalosok stb., akkor feltételezhetően nagyobb sűrűségben is lehetnének territóriumok. Ez a megállapítás, számos, a harkályok számára kedvező élőhelyfejlesztési beavatkozást fogalmazhat meg. Mint például az állományok korosbítása, ezáltal a holtfa és annak különböző megjelenési formáinak mennyisége növelhető, illetve a fafajcserés

szerkezetátalakítással (pl: a tölgy elegyarányának a növelésével, a hazai nyár idős állományainak növelésével), hagyásfa csoportok kialakításával (Mellékletek 6. ábra) hosszútávon fejleszthetők a harkályélőhelyek.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgált fajok az erdei életközösségek fontos résztvevői, azok kulcsfajainak is tekinthetők. Odvaik számos faj számára élőhelyet és közvetetten, a holtfák feltárásával, táplálkozó helyet biztosítanak. Állománynagyságukat elsősorban, a korosabb erdőállományok hiánya, valamint a holtfák mennyisége befolyásolja.

Vizsgálataimat a Bács-Kiskun és Pest vármegye határán található Peszéri-erdő Natura 2000 területének erdő művelési ágú részein végeztem. A felmérésem a két közösségi jelentőségű harkály fajra, a fekete harkályra, valamint a közép fakopáncsra terjedtek ki. Célkitűzéseim között szerepelt költőállományaik felmérése, territóriumaik finomléptékű térképezése, a territórium-választást befolyásoló tényezők feltárása, valamint a revírek észlelhetőségének időbeli variabilitásának a megállapítása.

A kutatás során az aktív hangbehívásos metódust alkalmaztam. Az erdőben található út-, és nyiladék hálózatra 150 méterenként ismétlődő lejátszási pontokat helyeztünk. Minden ponton a vizsgált fajok revírféltő hangadásait (dobolás, jellegzetes „nyávogó” hangadás) játszottam le. A harkályok territóriumméretei eltérőek lehetnek, különböző élőhelyeken. Ezért három izolációs távolságot (100-, 200-, 300-, 500 m) figyelembe véve állapítottam meg a territóriumok becsült számát (azokat tekintettem különböző territóriumnak, amelyek kívül estek az adott izolációs távolságon).

A 25 napos adatgyűjtés két bejárású időszakra bontható. Ez idő alatt a vizsgált fajok esetében összesen 167 rekordot rögzítettem, amelyből 65 egyed mutatott territoriális magatartást. Összesen 444 db lejátszási pontot érintettem egy időszak alatt. Általánosan elmondható, hogy a fekete harkály esetében az észlelési valószínűség konstansnak mondható a két időszakra vetítve, ezzel ellentétben a közép fakopáncs észlelési valószínűsége magasabb volt a második bejárású időszakban. A hanglejátszásra reagált egyedek lejátszási ponthoz való távolsága nagyságrendi értéket adott arról, hogy az erdő mely részeit érzékelték.

Általánosan elmondható, hogy a Peszéri-erdőben a vizsgált fajok territórium denzitása kiemelkedő. A territoriális magatartást mutató egyedek rekordjai jól mutatják, hogy a fekete harkály számára a minimum 30 éves korú (főleg puhafás) helyi erdőállományok alapvetően megfelelőek tekinthetők. A közép fakopáncs esetében pedig a minimum 40 éves korú helyi (főleg puhafás) erdőállományok tekinthetők optimálisnak.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a családomnak, és barátaimnak a rengeteg támogatásért és türelmükért, amellyel a dolgozatom elkészítésében végig kísérték.

Köszönettel tartozom külső témavezetőmnek Dr. Vadász Csabának, aki minden segítséget megadott, a diplomadolgozatom eredményes elkészítéséhez. Köszönöm a vizsgálati módszer megállapításában, az elemzési munkában, valamint a helyes következtetések megfogalmazásában nyújtott segítséget.

Ezúton is köszönöm belső témavezetőmnek, Dr. Malatinszky Ákosnak, aki nagy segítséget nyújtott dolgozatom formai felépítésében, valamint annak helyes megfogalmazásában. A szakirodalmak felkutatásában, azok értelmezésében való segítségért pedig Ónodi Gábornak tartozom köszönettel

Végezetül köszönettel tartozom kollégáimnak, a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságnak, hogy segítették tanulmányaim eredményes befejezését, valamint a terepi adatgyűjtéshez szükséges eszközök biztosítását.

A diplomamunka alapjául szolgáló felmérés az Európai Unió és Magyarország Agrárminisztériuma társfinanszírozásában megvalósult OAKEYLIFE (LIFE16 NAT/HU/000599) projekt keretében került elvégzésre.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Bai, M. L., Wichmann, F., Mühlenberg, M. (2005): Nest-site characteristics of hole-nesting birds in a primeval boreal forest of Mongolia. *Acta Ornithologica* 40: 1-14.
- Bocca, M., Carisio, L., Antonio, R. (2007): Habitat use, home ranges and census techniques in the Black Woodpecker *Dryocopus martius* in the Alps. *Ardea* 95: 17-29.
- Bock, W. J. (1999): Functional and evolutionary morphology of woodpeckers. *Ostrich* 70(1):23-31.
- Brazaitis, G., Pételis, K. (2010): The woodpecker guild composition in the forests of central Lithuania. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 10(2): 1407 - 8953
- Ceccarelli, P. P., Agostini, N., Milandri M, Bonora M. (2008): Il picchio nero *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758) nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna* 27: 143-154.
- Cockle K. L., Martin K. & Wesolowski T. 2011. Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(7): 377-382.
- Cooke, H. A., Hannon, S. J. (2012): Nest-site selection by old boreal forest cavity excavators as a basis for structural retention guidelines in spatially-aggregated harvests. *Forest Ecology and Management* 269: 37-51.
- Csóka, Gy., Lakatos, F. (szerk.), 2014: A holtfa. *Silva Naturalis* 5, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. (szerk.) (2002) *Handbook of the birds of the world. Vol. 7. Jacamars to Woodpeckers*. Lynx Edicions, Barcelona. 613 pp.
- De Rosa, D., Andriuzzi, W., Di Febbraro, M. (2016): Breeding habitat selection of the Black Woodpecker *Dryocopus martius* L. in Mediterranean forests. *Avocetta* 40: 63-69
- Domonkos, E., Cristea, V. (2014): Effects of managed forests structure on woodpeckers (Picidae) in the Niraj valley (Romania): Woodpecker populations in managed forests. *North-Western Journal of Zoology* 10(1): 110-117.
- Dorresteijn, I., Hartel, T., Hanspach, J., von Wehrden, H., Fischer, J. (2013): The conservation value of traditional rural landscapes: the case of woodpeckers in Transylvania, Romania. *PloS one*, 8(6): e65236.
- Fernandez, C., Azkona, P. (2010): Influence of forest structure on the density and distribution of the White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* and Black Woodpecker *Dryocopus martius* in Quinto Real (Spanish western Pyrenees). *Bird Study*. November 1(3):305-313.
- Garmendia, A., Cárcamo, S., Schwendtner, O. (2006): Forest Management Considerations for Conservation of Black Woodpecker *Dryocopus martius* and White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* Populations in Quinto Real (Spanish Western Pyrenees). *Biodiversity and Conservation*(15): 1399-1415.

- Gorman G. 2004. Woodpeckers of Europe. A study of the European Picidae. Bruce Coleman. Chalfot St. Peter. 192 pp.
- Gorman G. 2011. The Black woodpecker. A monograph on *Dryocopus martius*. Lynx Edicions, Barcelona. 184 pp.
- Gorman, G. (2014): Woodpeckers of the World: The Complete Guide (Helm Photographic Guides). Christopher Helm, UK, 528 p.
- Gorman, G., Komlós, M., Ónodi, G., Schmidt, A. (2021a) Középfakopáncs. In: Szép, T., Csörgő, T., Halmos, G., Lovászi, P., Nagy, K., & Schmidt, A. (2021). Magyarország madáratlasza–Bird Atlas of Hungary. Agrárminisztérium, Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest 418-420.
- Gorman, G., Komlós, M., Ónodi, G., Schmidt, A. (2021b) Fekete harkály. In: Szép, T., Csörgő, T., Halmos, G., Lovászi, P., Nagy, K., & Schmidt, A. (2021). Magyarország madáratlasza–Bird Atlas of Hungary. Agrárminisztérium, Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest 430-432.
- Horváth R. (2003): Madárfajok és közösségek állományváltozása az Aggteleki Nemzeti Park területén. Debreceni Egyetem, Debrecen, p. 11.
- Kajtoch, Ł., Figarski, T. (2017): Comparative distribution of Syrian and great spotted woodpeckers in different landscapes of Poland. *Folia Zoologica (Praha)* 66: 29-36.
- Kiss O. (2017): Fenntartható kezelési terv kidolgozása a természetes szalakótáfaszkelőhelyek számára (LIFE13/NAT/HU/000081).
- Koivula, M., Schmiegelow, F. (2007): Boreal woodpecker assemblages in recently burned forested landscapes in Alberta, Canada: Effects of post-fire harvesting and burn severity. *Forest Ecology and Management*. 242: 606-618.
- Kosiński, Z., Winiecki, A. (2005): Factors affecting the density of the middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius*: A macrohabitat approach. *Journal of Ornithology* 146: 263-270.
- Kosiński Z., Kempa M. (2007): Density, distribution and nest-sites of woodpeckers Picidae, in a managed forest of Western Poland. *Polish Journal of Ecology* 55(3): 519-533
- Kosiński, Z., Pluta, M., Ulanowska, A., Walczak L., Winiecki, A., Zarebski, M. (2018): Do increases in the availability of standing dead trees affect the abundance, nest-site use, and niche partitioning of great spotted and middle spotted woodpeckers in riverine forests? *Biodiversity and Conservation* 27: 123–145.
- Lammertink, M. (2014): Trends in Threat Status and Priorities in Conservation of the Woodpeckers of the World. *Acta Ornithologica*. 49: 207-219.
- Leonard, D. L. Jr., Heath, J. A. (2010): Foraging strategies are related to skull morphology and life history traits of *Melanerpes* woodpeckers. *Journal of Ornithology* 151: 771-777.

- Löhmus, A., Nellis, R., Pullerits, M., Leivits, M. (2016): The Potential for Long-Term Sustainability in Seminatural Forestry: A Broad Perspective Based on Woodpecker Populations. *Environmental Management* 57: 558–571
- Macleod, R., Herzog, S., Maccormick, A., Ewing, S., Bryce, R., Evans, K. (2011): Rapid monitoring of species abundance for biodiversity conservation: Consistency and reliability of the MacKinnon lists technique. *Biological Conservation* 144: 1374-1381.
- Madarász Gy. (1899-1903): Magyarország madarai. A hazai madárvilág megismerésének vezérfonala. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp. 186-198.
- Manegold, A., Töpfer, T. (2012): The systematic position of *Hemicircus* and the stepwise evolution of adaptations for drilling, tapping and climbing up in true woodpeckers (Picinae, Picidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 51(1): 72-82.
- Michalczuk, J., Michalczuk, M. (2006): Reaction to Playback and Density Estimations of Syrian Woodpeckers *Dendrocopos syriacus* in Agricultural Areas of South-Eastern Poland. *Acta Ornithologica* 41: 33-39.
- Olano, M., Aierbe, T., Benaran, H., Hurtado, R., Ugarte, J., Urruzula, A., Vázquez J., Ansorregi F., Galdos, A., Gracianteparaluceta, A., Fernández-García, M. J. (2015): Black woodpecker *Dryocopus martius* (L., 1758) distribution, abundance, habitat use and breeding performance in a recently colonized region in SW Europe. *Cienc. nat.* 63: pp. 49-71.
- Ódor P. (2018): Az álló és fekvő holtfa. In: Erdőgazdálkodás és erdőkezelés Natura 2000 területeken. *Rosalia kézikönyvek* (4). Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, pp. 137-155. ISBN 9786155241284
- Ónodi G., Winkler D. (2014): A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. In: Lakatos F. & Csóka Gy. (szerk.): *A holtfa*. 14. A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, *Silva Naturalis* 5: 125-144.
- Pasinelli, G. (2007): Nest site selection in middle and great spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* & *D. major*: implications for forest management and conservation. *Biodiversity and Conservation* 16: 1283-1298.
- Pirovano, A., Zecca, G. (2014): Black Woodpecker *Dryocopus martius* habitat selection in the Italian Alps: implications for conservation in Natura 2000 network. *Bird Conservation International*. 24: 299-315.
- Poprach, K., Harmacek, J., Schlossarek, M. (2019): Are results of environmental monitoring of the middle spotted woodpecker (*Leucopicus medius*) influenced by the method used?. *Fresenius Environmental Bulletin*. 28: 9044-9048.

- Porro, Z., Odicino, M., Bogliani, G., Chiatante, G. (2021): Intensive forestry and biodiversity: Use of poplar plantations by woodpeckers in a lowland area of Northern Italy. *Forest Ecology and Management*, 497: 119490.
- Purschke, C. (2009): Owls and woodpeckers in montane forests: mapping nocturnal hooting and diurnal drumming in German SPAs, *Centro Italiano Studi Ornitologici, Avocetta Journal of Ornithology* 33: 123-130
- Robles, H., Ciudad, C., Fernández-García, J. M. (2021): Ecological considerations to conciliate forest activities and conservation of the Middle Spotted Woodpecker. POCTEFA Habios project
- Shakya, S. B., Fuchs, J., Pons, J. M., Sheldon, F. H. (2017): Tapping the woodpecker tree for evolutionary insight. *Molecular phylogenetics and evolution*, 116: 182-191.
- Smith, K. W. (2007): The utilization of dead wood resources by woodpeckers in Britain. *Ibis* 149(Supplement 2): 183-192.
- Stachura, K., Kosiński, Z. (2014): Evaluating Habitat Suitability for the Middle Spotted Woodpecker Using a Predictive Modelling Approach. *Annales Zoologici Fennici*. 51: 349-370
- Stachura, K., Kosiński, Z. (2015): Do factors describing forest naturalness predict the occurrence and abundance of middle spotted woodpecker in different forest landscapes?. *Ecological Indicators*. 60: 832-844.
- Svensson L., Zetterström D., Mullarney K. (2018): Madárhatározó - Európa és Magyarország legátfogóbb terepi határozója. Park Kiadó, Budapest. pp. 242-247.
- Tjernberg, M., Johnsson, K., Nilsson, G. S. (1993): Density variation and breeding success of the Black Woodpecker *Dryocopus martius* in relation to forest fragmentation. *Ornis Fennica* 70:155-162
- Vergara, P., Schlatter, R. (2004): Magellanic Woodpecker (*Campephilus magellanicus*) abundance and foraging in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ornithology*. 145: 343-351.
- Walankiewicz, W., Czeszczewik, D., Tumił, T., Stański, T. (2011): Woodpeckers abundance in the Białowieża Forest – a comparison between deciduous, strictly protected and managed stands. 52: 161-168.
- Walczak, Ł., Kosiński, Z., Stachura, K. (2013): Factors Affecting the Occurrence of Middle Spotted Woodpeckers Revealed by Forest Inventory Data. *Baltic Forestry*. 19: 81-88.

Wang, L., Cheung, J. T.-m., Pu F., Li D., Zhang M., Fan Y. (2011): Why do woodpeckers resist head impact injury: A biomechanical investigation. PLoS ONE 6(10): e26490 1-8.

Wesołowski, T. (2011): “Lifespan” of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: A thirty year study. Forest Ecology and Management 262: 1846-1852.

Wilkins, D. H., Husak, S M. (2006): Effect of Time and Barred Owl Playback on Winter Detection of Woodpeckers in East-Central Mississippi. Southeastern Naturalist - SOUTHEAST NAT. 5(3): 555-560

Winkler, H., Gamauf, A., Nittinger, F., Haring, E. (2014): Relationships of Old World woodpeckers (Aves: Picidae)—new insights and taxonomic implications. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B für Botanik und Zoologie, 69-86.

Zahner, V., Sikora, L., Pasinelli, G. (2012): Heart rot as a key factor for cavity tree selection in the black woodpecker. Forest Ecology and Management, 271: 98-103.

Zhou, P., Kong, X. Q., Wu, C. W., Chen, Z. (2009): The Novel Mechanical Property of Tongue of a Woodpecker. Journal of Bionic Engineering 6(3): 214-218.

Internetes források:

http1: Natural tree hollows factsheet (PDF - 331KB) (nsw.gov.au) (utolsó megtekintés: 2023.04.09.)

http2: Cavity-Nesting Birds and Small Woodlands.pdf (knowyourforest.org) (2023.04.09.)

http3: <https://www.scienceofbirds.com/blog/woodpeckers-picidae> (2023.04.01.)

http4: <https://www.encyclopedia.com/environment/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/woodpeckers-wrynecks-and-piculets-picidae> (2023.04.01)

http5: <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/> (2023. 04.01.)

http6: <https://www.europamadarai.hu/kozep-fakopancs/> (2023. 04. 02.)

http7: <https://termeszetvedelem.hu/kereso/vedettfajok/?magyarnev=&latinnev=&nagykateg=&nagykateglatin=&kiskateg=&kiskateglatin=Piciformes%2B%2528ordo%2529&erteke=&ev=&fokvedev=&melleklet=&directve=210006&agreement=&orderby=magyarnev&order=asc&type=vedett-fajok&clicked=1> (2023. 04. 02.)

http8: <https://www.hnp.hu/hu/szervezeti-egysegetermeszetvedelem/natura2000/fajtar/fekete-harkaly> (2023.04.11.)

http9: <https://www.europamadarai.hu/fekete-harkaly/> (2023.04.11.)

http10: <http://oakeylife.hu/> (2023.03.01.)

http11: <http://oakeylife.hu/peszeri-erdo/> (2023. 03. 01.)

9. MELLÉKLETEK



1. ábra: A képen a Peszéri-erdő egyik tölgy főfafajú erdőrésze látható (saját fotó, Kunpeszér, 2023).



2. ábra: A Peszéri-erdő egyik hazai nyár főfafajú erdőrésze (saját fotó, Kunpeszér, 2023).



3. ábra: A harkályok táplálékkeresésük során számos táplálékforrást feltárnak, amelyet ezáltal más állat csoportok is képesek hasznosítani. A képen is egy ilyen fekvő holtfa látható látható (saját fotó, Kunpeszér, 2019).



4., 5. ábra: A harkályok számára nagy jelentőséggel bírnak a különböző holtfaformációk, amelyeket különböző módon képesek hasznosítani. A képeken állóholtfák láthatóak (saját fotó, Kunpeszér, 2023).



6. ábra: A harkályok számára, szaporodásuk szempontjából nélkülözhetetlenek a korosabb faegyede. Ezt a célt is szolgálják a hagyásfák, hagyásfa csoportok kialakítása. A képen egy ilyen hagyásfa csoport látható (saját fotó, Kunpeszér, 2023).



7. ábra: A közép fakopáncs detektált területi magatartást mutató egyedei, nagy arányban, a minimum 40 éves erdőállományokban voltak jelen (saját, Kunpeszér, 2020).



8. ábra: A fekete harkály detektált területi magatartást mutató egyedei nagy arányban a minimum 30 éves erdőállományokban voltak jelen (saját fotó, Monostorapáti, 2020).

10. NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

Alulírott Kocsán Gábor, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, természetvédelmi mérnöki MSc szak levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év május hó 4. nap



Hallgató

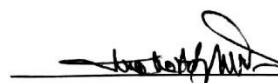
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év május hó 4. nap



Belső konzulens