

Szakdolgozat



ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM
BIOLÓGIA SZAK
NAPPALI

**Városi környezetben élő madarak menekülő viselkedésének
terepi vizsgálata**

Készítette:
Szakony Sára

Témavezető:
Dr. Markó Gábor
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Növényvédelmi Intézet
egyetemi docens

Belső konzulens:
Dr. Kis János
Állatorvostudományi Egyetem
Ökológiai Tanszék
tudományos főmunkatárs

Budapest

2022

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	4
1.1. Bevezetés	4
1.2. Célkitűzések.....	8
2. Anyag és módszer	10
2.1. Mintavételi terület.....	10
2.2. Vizsgált fajok.....	11
2.3. Mérés menete.....	11
2.4. Statisztikai elemzések.....	13
3. Eredmények	14
3.1. Leíró statisztika.....	14
3.2. Menekülő viselkedést befolyásoló tényezők	16
4. Következtetések	24
5. Összefoglaló.....	28
6. Angol nyelvű cím és összefoglaló.....	29
7. Irodalomjegyzék.....	31
8. Köszönetnyilvánítás	41

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1. Bevezetés

Az állatok a természetes élőhelyükön számtalan olyan veszélyes vagy kockázatos ökológiai helyzettel találkozhatnak, amelyek kritikusak lehetnek a saját túlélésükre vagy egészségi állapotukra nézve [1]. A ragadozók prédakereső és zsákmányoló viselkedése ezen veszélyek közül kiemelt szerepet tölt be, ugyanis a ragadozók támadásai sokszor járhatnak a zsákmányállatok vagy a nevelt utódaik súlyos sérülésével vagy még gyakrabban a pusztulásukkal. Így a ragadozók a potenciális prédáik számára a túlélésükön keresztül fontos szelekciós tényezőként jelenhetnek meg, ami az egyedek fenotípusos megjelenésére (pl. morfológiai, viselkedésbeli) hat [2, 3, 4]. A ragadozó-préda kölcsönhatás mindkét fél számára hatással van a túlélésre és a szaporodási sikerre, amik egy élőlény rátermettségének az összetevői. Ugyanakkor a ragadozó és a préda jelentősen eltérő költség-haszon aránnyal vesz részt ebben a kapcsolatban, mivel a ragadozók esetében a zsákmány elszalasztása csak táplálkozás elmulasztását jelenti, míg a prédaállatok az életükkel vagy súlyos testi sérülésekkel fizethetnek az óvatlanságukért. Ennek az lesz a következménye, hogy a zsákmányállatoknak folyamatosan mérlegelniük kell a predáció kockázata és más (fitneszüikkel kapcsolatos) tevékenységük között (pl. táplálkozás, párválasztás, szaporodás). Azok a fenotípusos tulajdonságok, amelyek a ragadozók sikeres elkerülésében vagy támadásaik kivédésében előnyhöz juttatják az egyedet a fajtársakhoz képest, igen erős szelekciós erőt képviselnek. Így a sikeresebb egyedek hosszabb ideig élhetnek és/vagy több utódot nevelhetnek, ezért ezek a bélyegek nagyobb arányban fognak jelen lenni a következő generációkban [5].

A prédaállatok esetében számos formája alakult ki a ragadozók elleni védelmi mechanizmusoknak, a legtöbb állatfaj számára ez az egyik legalapvetőbb szelekciós szempont, ami kialakíthat faj-specifikus a morfológiai és viselkedésbeli jellemzőket [6, 7, 8]. Ökológiai kontextustól függően eltérő viselkedési válaszok adhatók, ezért a predációnak gyakran kitett fajok különféle a védekezési stratégiák széles skáláját fejlesztették ki. Ezekből a típusokból a legérdekesebbeket be is mutatom a továbbiakban. A megküzdés olyan morfológiai adaptációkat foglal magában (pl. kémiai anyagok termelését [9] vagy védelmi struktúrákat [10]), amik ragadozó támadása esetén közvetlen védelmül szolgálnak. Az elkerülés stratégiáját olyan zsákmányállat alkalmazza, ami csökkenti az aktivitását a ragadozó jelenlétében és kockázatot

jelentő helyeken és időszakokban, pl rejtőzködéssel [11]. Legnagyobb költsége ennek a stratégiának az, hogy az állat a biztonsága érdekében olyan időt veszít el, amit amúgy táplálkozásra vagy szaporodással kapcsolatos tevékenységekre fordíthatna. Ez a költség az utódgondozásra fordított időben különösen látványosan megjelenik, mivel az utódok lassabban növekedhetnek és/vagy alacsonyabb túlélési sikert mutathatnak [4]. A rátermettség növelésének érdekében másik fontos szempontként jelenik meg, hogy az udvarlás, a párválasztás és az utódgondozás minél kisebb kockázatot jelentő körülmények között történjen. [11] A menekülés általában gyors, mozgással vagy meghatározott mozdulatsorral összekötött mechanizmusokat magában foglaló viselkedésminta, amit az egyed ragadozó jelenlétében vagy testi sérüléssel járó ökológiai helyzetben produkál [12, 13].

A menekülő állatok kockázatvállaló viselkedése egy egyedi bélyeg, amelynek a környezeti körülményekhez történő rugalmas megváltoztatása előnyökkel jár [14, 15]. Egy nem megfelelően felmért kockázatos ökológiai helyzetben a prédák az életükkel fizethetnek a döntéseikért, azonban az indokolatlan menekülés rendkívül energiapazarló tevékenység. Következésképpen egy egyed kockázatvállalásának mértékét nagyban befolyásolja az, hogy milyen környezeti hatások között kell döntéseket hoznia és mérlegelnie az adott ökológiai helyzetet. Az egyik ilyen meghatározó tényező az élőhely tápanyagellátottsága, amely mennyisége évenként változhat a fluktuáló időjárás következtében [16]. Korlátozott vagy ínséges táplálékellátottság mellett az egyedek kénytelenek több kockázatot vállalni szükségleteik kielégítése érdekében. Továbbá különösen lényeges szempontnak számít a területen élő ragadozók abundanciája. Egy magasabb ragadozó abundanciával rendelkező terület (vagy időszak), magasabb kockázati szintet jelent, egy olyan területhez (vagy időszakhoz) képest, aminek a ragadozó-ellátottsága alacsonyabb. Tehát egy ragadozóknak ritka vagy teljesen mentes élőhely hatalmas előnynek számít a zsákmányállatok számára, még akkor is, ha az a környezet más környezeti tényezőkkel kapcsolatban kevésbé kedvező. Így előtérbe kerülhetnek olyan élőhelyek, ahol ez a feltétel adott, például a városokban, tanulmányok igazolják hogy ragadozók és a zsákmányállatok emberek jelenlétében mutatott menekülési távolságai közötti eltérések lehetőséget teremtenek arra, hogy a városi területek ragadozómentes menedékhelyé váljanak bizonyos fajok számára [17].

A kockázatvállalás mértéke egy olyan változatos tulajdonság, ami egyaránt függ az adott fajtól [18, 19], illetve az egyedektől, valamint azok belső állapotától és más külső körülményektől. Fontos szerepet játszanak a veszélyre adott válaszokban az állatokat egyedszinten érintő hatások, amik lehetnek szociális hatások, például a csapatban való mozgás vagy a szaporodási

időszak [20], de lehetnek egyeden belül lezajló folyamatok is. Ha egy egyed megsérül, beteg lesz vagy élősködőkkel fertőződik meg és ennek következtében legyengül, valószínűleg romlanak a meneküléssel kapcsolatos reakciói és képességei. Emiatt várhatóan kevesebb kockázatot fog vállalni, mintha egészséges lenne, ami tovább fokozza a kondíció romlását [21]. Az optimális menekülési elmélet („*optimal escape theory*”) szerint a zsákmánynak akkor kell elkezdenie menekülni a közeledő ragadozó elől, amikor a ragadozó eléri azt a pontot, ahol a ragadozás kockázata megegyezik a menekülés költségével [22].

A városi élőhelyeken az állatok nagy mértékben ki vannak téve az emberi jelenlétnek és tevékenységeik zavaró hatásainak [23]. Az urbánus területek növekedésével elvesznek vagy módosulnak a természetes élőhelyek, tápanyagforrások, az őshonos és endemikus fajokat behurcolt vagy invazív fajok váltják fel, ami a biodiverzitás csökkenését eredményezi (ún. biotikus homogenizáció jelensége) [24, 25, 26]. Mindezek mellett negatív hatást gyakorolnak az élelemhez párosuló jelentős mennyiségű toxikus anyagok (táplálékláncban is), a betegségek és járványok gyorsabb terjedése, valamint a házi kedvencek növekvő denzitása, ami a városban élő emberek számával párhuzamosan emelkedik [27]. Azonban ezen hátrányok ellenére kifejezetten kedvező lehet a városokban történő megtelepedés a könnyebben alkalmazkodó fajok vagy populációk számára. Egyes fajok számára a humán jelenlét egyik legnagyobb hozadékának számít a táplálék- és a búvóhelybőség [28]. Az előnyös tényezők közé tartozik ezenfelül az utcákon alkalmazott mesterséges megvilágítás, amely megváltoztatja az állatok fotoperiódusát, több időt nyújtva a táplálékszerzésre, illetve a fiókanevelésre [29, 30]; emellett a belvárosi területekre általánosan jellemző a vidéki területeknél magasabb hőmérséklet [28, 31], ami városi hősziget hatásként ismert. A jelenség magyarázata, hogy a levegő hőmérsékletét nagymértékben meghatározzák a felszín jellemzői (beton, járművek, zöldfelület stb. aránya), továbbá az emberi tevékenységekből származó hőkibocsátás. Nagyobb városokban jellemző, hogy kitolódik a vegetációs időszak, nyáron több a forró napok száma és télen kevesebbszer esik fagypontra alá a hőmérséklet [32]. Ezek a tényezők előnyösek a vadon élő fajok számára, mert az optimális testhőmérséklet fenntartásához kevesebb táplálékra van szükségük.

Több urbanizációs kutatás is igazolja, hogy a menekülő viselkedés vizsgálatával következtethetünk az emberi jelenlétből származó hatásokra és az azokra való kitettségre [23]. Városi környezetben az emberek ritkán jelentenek predációs veszélyt az állatokra nézve [33], ezért az urbánus élőhelyeken élő fajok számára előnnyel járhat az emberekkel szembeni félelmi reakciók csökkentése. Ezt szemléltetik azok a tanulmányok, amelyek azt mutatják be, hogy a gyakori humán zavarásnak kitett élőhelyeken az állatok kisebb menekülési távolságot tartanak

emberi megközelítés hatására [19, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43], például a városi parkokban a madarak feltűnően jól habituálódtak a zavaráshoz [44].

Az emberekkel szemben mutatott állati kockázatvállalással foglalkozó kutatások egyik alapvető feltételezése, hogy a menekülési távolságok fajspecifikus jellemzők [18], amik függenek többek közt az adott populáció múltjától (azaz, milyen régóta van kiteve az urbanizációs hatásoknak). A nagyobb menekülési távolságokkal rendelkező fajok kevesebb időt töltenek táplálékszerzéssel és több időt fordítanak a menekülésre abban az esetben, ha potenciális ragadozó vagy ember közeledik feléjük [45], így ezek a kockázatvállalás-beli eltérések befolyásolhatják a különböző fajok elterjedését [22, 46].

A városi élővilággal kapcsolatos kutatásokban számos esetben használják az ott élő madárfajokat vizsgálati modellszervezetként. A madarakat gyakran használják biodiverzitás-indikátorként [47, 48] vagy más állatcsoportok indikátoraiként [24, 49]. Ennek oka, hogy gyakori interakcióba lépnek az emberekkel is, akár élelemszerzés vagy búvóhely keresés közben [47], emellett jelezhetik a városi ökoszisztémák változását, mivel általában jól észlelhetőek és érzékenyek a változásokra [50, 51, 52].

Az aktív urbanizáció következményeképp a városok területe rohamosan növekszik, ami a természetes élőhelyek drasztikus csökkenését vonja maga után, ennél fogva a lokális adaptációs folyamatoknak a tanulmányozása kiemelt figyelmet érdemel. Ezen folyamatok vizsgálataival olyan modelleket tudunk alkotni, amelyek eredményei segíthetik a fajok megőrzését vagy az invazív fajok elleni küzdelmet.

1. 2. Célkitűzések

Kutatásunk során tesztelni kívántuk azokat a tényezőket, amelyek befolyásolhatják a városi környezetben élő madárfajok kockázatvállaló viselkedését. Olyan fajokat vizsgáltunk, amelyek a városi és a városszéli élőhelyeken egyaránt gyakran előfordulnak. Kérdéseink a következők voltak:

1. Eltér-e a városban élő madárfajok menekülő viselkedése a városszéli környezetben élő fajtársakhoz képest?

A városi környezethez történő adaptáció következményeként eredményül azt vártuk, hogy a városban élő madarak közelebb engedik magukhoz az őket megközelítő személyt, mint a városszéli területeken élők.

2. Hatással van-e a madár környezetében tartózkodó emberek aktuális mennyisége a madarak pillanatnyi kockázatvállaló viselkedésére?

A közelben lévő emberek számának növekedésével a menekülési távolságok növekedésére számítottunk.

3. Befolyásolja-e a madarak ivara a menekülési távolságaikat?

Az egyes ivarok szaporodásba történő energiabefektetése jelentős különbségeket mutat általánosan, ami befolyásolhatja a kockázatvállalásuk mértékét, ezért különbséget vártunk az ivarok között

4. Hatással van-e a csapatméret a madarak kockázatvállalására?

Csoportban tartózkodó madarakra jellemző, hogy a legérzékenyebb tag menekülési reakciójára reagál a csapat többi tagja [53], így várhatóan nagyobb menekülési távolságokat mérhetünk egy csapat vizsgálatakor, mint ahogy azt átlagosan a különálló madarak esetében várnánk.

5. Függ-e a madarak kockázatvállaló viselkedése a környezetük külső léghőmérsékletétől?

Alacsonyabb hőmérsékleten az élőlényeknek több tápanyagra van szükségük az optimális testhőmérséklet fenntartásához [54, 55, 56], így arra számítottunk, hogy a hőmérséklet növekedése a menekülési távolságok növekedését eredményezi.

6. Befolyásolja-e a madarak napi ritmusa a menekülési reakcióikat?

A legtöbb állatfaj viselkedése napi ritmushoz kötött [93], ezáltal eltérő aktivitást mutatnak a napszakok változásával, így azt vártuk, hogy ez az eltérő aktivitási szint a menekülési távolságokban is megmutatkozik.

7. Hatással van-e a madarak kockázatvállaló viselkedésére a költési időszakon belül eltelt idő?

A költési időszakon belül eltérő energiabefektetést igényel mind az udvarlás, a költés és a fiókanevelés, ami a madarak számára olyan kényszert jelenthet, amitől kockázatvállalóbbá válhatnak [57].

8. Eltérnek-e a menekülési távolságok az egyes évek között?

Évenként más és más biotikus és abiotikus hatások befolyásolhatják a madarak viselkedését, pl. a fluktuáló időjárás következtében lehet hűvösebb vagy melegebb a költési időszak során, esetleg változhat a táplálékkínálat, így feltételeztük, hogy ezek általános következményeként a menekülési távolságok is változhatnak az évek során.

2. Anyag és módszer

2. 1. Mintavételi terület

Az adatgyűjtések Budapesten és környékén zajlottak. Minden mintavételi helyszínt besoroltunk városi vagy városszéli kategóriák valamelyikébe. A városi helyszíneket olyan területekként határoztuk meg, amelyekben fellelhetők ismétlődő városi elemek, például többszintes épületek, társasházak vagy utak, míg a városszélinek tekintettük azokat a területeket, ahol jellemzően természetesebb tájak voltak megfigyelhetőek, gyéribben elhelyezkedő házakkal [58, 59]. Követtük Marzluff és munkatársai meghatározásait [60, 61], miszerint városi környezetnek minősül egy helyszín, amennyiben a beépített területek aránya meghaladja az 50%-ot, a az épületek sűrűsége a 10/ha-t, az ott lakó emberek sűrűsége a 10/ha-t; és városszélinek, ha a beépített területek aránya kisebb, mint 20%, az épületek sűrűsége nem haladja meg a 2,5/ha-t, az ott lakók sűrűsége pedig a 10/ha-t. A városi és városszéli különbségek egyértelművé tétele érdekében városi adatainkat elsősorban erősen urbanizált környezetben található parkokban gyűjtöttük (főleg a városközpont környékén, ahol a lakósűrűség >10/ha), míg a városszéli adatokat általában a külvárosi, ritkábban lakott területeken (lakósűrűség <1/ha) [60, 61]. Adataink összesen 7 városi és 6 városszéli élőhelyről származtak (1. ábra).



1. ábra: Mintavételi helyszínek.
A piros színnel jelzett pontok a városi, a zöld pontok a városszéli élőhelyeket jelölik.

2018 és 2021 közötti, tavaszi költési időszakból (március–július) származó adatokkal dolgoztunk. Ebben az időszakban a madarak jóval territoriálisabban viselkednek, mint az év többi részében [62], így könnyebb őket megfigyelni és a méréseket elvégezni. A mérés kezdetekor feljegyeztük a mintavételek napját és pontos idejét (óra:perc), hogy tesztelhesük a szezonon belül eltelt idő és a napi ritmus befolyásolja-e a madarak menekülő viselkedését. Az adatok felvételezése nappal történt, főként a reggeltől kora délutánig tartó órákban (6:00–17:00), amikor a legtöbb nappali aktivitású madár aktivitása a legnagyobb volt.

A mintavételi módszert úgy alakítottuk ki, hogy minimalizáljuk az ismételt adatfelvételt ugyanazon egyedekről, így az összes helyszínt csak egyszer látogattunk meg az adott költési időszakon belül. Ezzel a mintavételi eljárással minimalizálhattuk annak az esélyét, hogy ugyanazon egyedet többször is lemérjük [63, 64, 65]. Korábbi tanulmányok igazolták, hogy a meneküléssel kapcsolatos távolságok adataiban még a kis mértékű pszeudoreplikáció sem befolyásolta az eredményeket [60, 66].

2. 2. Vizsgált fajok

A terepi munkák során összesen 53 madárfajról 2277 egyed megfigyelése állt a rendelkezésünkre. Ebben a vizsgálatban csak az öt legnagyobb mintaelemszámmal rendelkező faj adatait elemeztük, amelyek az összes meglévő adat több, mint felét tették ki (1. táblázat). Ezek a fajok a fekete rigó (*Turdus merula*), a parlagi galamb (*Columba livia domestica*), a széncinege (*Parus major*), az örvös galamb (*Columba palumbus*) és a szarka (*Pica pica*) voltak.

2. 3. Mérés menete

Adatgyűjtés

A menekülési távolságok méréséhez a Blumstein [67] által kifejlesztett módszertani útmutatást követtük. Először távcsővel távolról azonosítottuk a megfigyelendő egyedet, majd átlagos sebességgel (~1 m/s) haladva, egyenes vonalban elkezdünk felé közelíteni. A madár és a megfigyelő közötti távolságot a lépések megszámlálásával becsültük meg (egy lépés hosszát később méterbe átszámítottuk). Feljegyeztük, hogy a madár a talajszinttől számítva milyen magasan tartózkodott a megközelítés pillanatában, hogy később, a statisztikai elemzések során elkerüljük a magasságokból adódó távolságbeli torzítást. A terepi munka során egységes, egyszerű utcai ruhát viseltünk, mellőzve az élénk színű darabokat. Amikor nem különálló,

hanem csapatban tartózkodó madarakat figyeltünk meg, véletlenszerűen választottunk ki egy egyedet, és annak a reakcióit vizsgáltuk.

A vizsgálatban felhasznált adatok mintavételét témavezetőm végezte. Egy korábbi kutatásban való részvétel során az egyéb helyszíneken végzett mérésekhez én is elsajátítottam és alkalmaztam a módszertant, amelynek eredményeit egy másik vizsgálatban használtuk fel [60].

Viselkedési változók mérése

Az állatok ragadozókkal szembeni kockázatvállalása többféle távolsággal jellemezhető és becsülhető, ilyenek többek között a kezdési távolság (*starting distance*, a megfigyelő kezdeti helyzete és a megfigyelt madár közötti távolság) a készültségi távolság (*alerted distance*, az a távolság, amit a megfigyelő és a madár között mérhetünk abban a pillanatban, amikor a madár észreveszi és intenzíven figyelni kezdi a felé tartó megfigyelőt) és a felrebbenési távolság. A felrebbenési távolság (*flight initiation distance*, továbbiakban FID [m]) azt a távolságot jelöli, amelynél a zsákmány menekülni kezd a felé tartó ragadozó elől (2. ábra). Ennek értéke számos környezeti feltételtől függően változhat. A FID a leggyakrabban alkalmazott mérőszáma a ragadozási kockázatra adott válaszreakcióknak, a kockázatvállalás megbízható mércéje, mivel korrelál a predációra való érzékenységgel, még akkor is, ha a közeledő potenciális ragadozó az az adott kutató (tehát ember) volt, aki ezeket a távolságokat becsülte [68].



2. ábra: Az adatgyűjtés során mért felrebbenési távolság [58]

Egyéb háttérváltozók mérése

Minden mintavétel során feljegyeztük a pillanatnyi emberi jelenlétet, amit a megfigyelt madár 50 méteres körzetén belül tartózkodó emberek számával jellemeztünk.

Azoknál a fajoknál és egyedeknél, ahol a körülmények és a külső jegyek ezt lehetővé tették, megállapítottuk és jelöltük a madár ivarát is. A vizsgálatba vont fajok közül ezt csak a fekete rigó (*Turdus merula*) és a széncinege (*Parus major*) mintavételezése során tudtuk megtenni, amely fajok esetében szaporodási időszakban a tollazat alapján a két ivar jól elkülöníthető [69].

A csapatméretet az egy csoportban tartózkodó, egy fajba tartozó madarak számaként jegyeztük fel, amelyet jól láthatóan el lehetett választani az egyedül álló madaraktól, mivel a vegyes fajú csoportok problémát jelenthetnek abban az esetben, ha a jelenlévő fajoknak eltérő a toleranciája az emberrel szemben. Nagyobb távolság esetén az állomány méretét távcsővel becsültük meg, arról a pontról, ahonnan a megfigyelő először észlelte és elkezdte megközelíteni a kiszemelt csapatot [60].

A mintavétel során feljegyeztük az aktuális léghőmérsékletet, a szélesebességet, jellemeztük az átlagos faboritást, de a statisztikai elemzések során a környezeti tényezők közül csak a hőmérséklet FID-re gyakorolt hatását vizsgáltuk [60]. Az erősebb szél vagy csapadék esetén gyűjtött adatokat kizártuk az elemzésekből.

2. 4. Statisztikai elemzések

A magasságokból adódó távolságbeli torzítás elkerülése érdekében, a FID-et euklideszi távolsággal számítottuk ki, ami megegyezik a vízszintes távolság négyzetének és a madár helyzetének talajszint feletti magasság négyzetének összegének a négyzetgyökével [60]. A FID változóhoz tartozó adatok normális eloszlásának elérése érdekében az értékek természetes alapú logaritmusát használtuk, akárcsak az emberek számánál. Az elemzések során a megfigyelés napját évnapként tüntettünk fel (január 1 = 1), ezzel jelölve az adott szezonon belül eltelt időt. A színcinegék mintavételezésekor gyűjtött ivar adatok végül nem bizonyultak elegendőnek ahhoz, hogy megbízható és használható eredményekkel szolgáljanak, így ez a változó csak a fekete rigók modelljébe került bele.

Az itt bemutatott statisztikai elemzéseket fajonként külön végeztük el, hogy elkerüljük a taxonómiai és morfológiai különbségekből fakadó problémákat. A FID és a különböző tényezők közötti kapcsolatok teszteléséhez lineáris kevert modelleket (*linear mixed effect model* = LMM) alkalmaztunk. A modellben függő változóként a FID, magyarázó változóként pedig az élőhely, az emberek számának természetes alapú logaritmusa, az ivar (faktor; csak a fekete rigók esetében alkalmaztuk), a csapatméret, a léghőmérséklet, a napszak, az évnap és az év (faktor) és egyes fajoknál ezek interakciói szerepeltek. Random faktorként építettük a modellekbe a városrész egyedi azonosítóját, hogy korrigáljunk az adatpontok terepi és populációs térbeli függőségére. A végső modelleket backward stepwise modellszelekció elvégzésével kaptuk. A kiindulási modelleken teszteltük a változók multikollinearitását a varianciainflációs tényező (*Variance Inflation Factor* = VIF) segítségével (VIF < 2,0). Az elemzések elkészítéséhez az R 4.1.3 (R Core Team 2021) statisztikai környezetet használtuk.

3. Eredmények

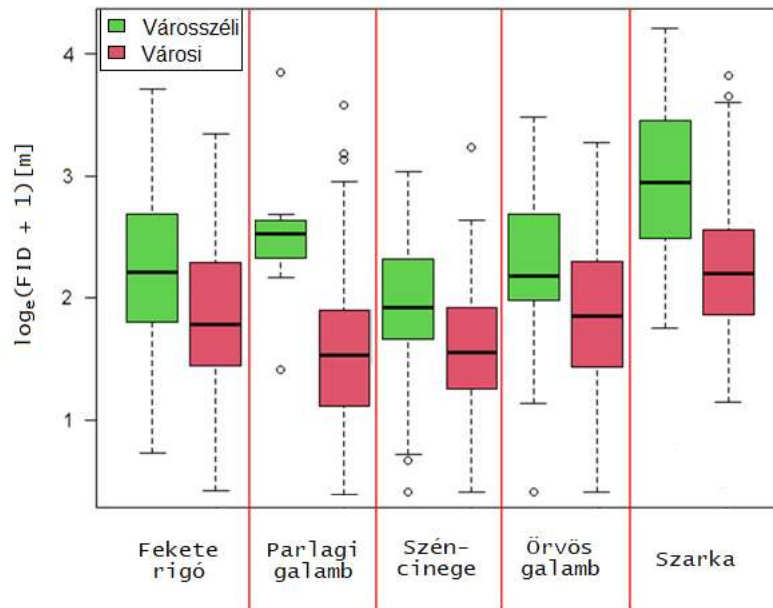
3. 1. Leíró statisztika

A felrebbenési távolságok átlagosan a parlagi galambok esetében voltak a legkisebbek, a szarkákánál a legnagyobbak és a legnagyobb maximum értéket is ennél a fajnál mértük (1. táblázat).

1. táblázat: Az öt leggyakoribb faj felrebbenési távolságainak [m] leíró statisztikái és a mintaelemszámok százalékos megoszlásai az összes megfigyelt madárfaj megfigyeléseihez viszonyítva.
Az adatok összesen 53 madárfaj 2277 megfigyeléséből lettek kiválogatva.

Faj	Átlag	Szórás	Minimum	Medián	Maximum	Elemszám	Teljes adatbázishoz viszonyítva (%)
Fekete rigó (<i>Turdus merula</i>)	8,53	6,09	0,55	6,80	41,09	296	13,0
Parlagi galamb (<i>Columba livia domestica</i>)	5,26	5,09	0,55	3,85	47,85	276	12,1
Szécinege (<i>Parus major</i>)	6,21	3,43	1,10	5,50	25,00	239	10,5
Örvös galamb (<i>Columba palumbus</i>)	8,30	5,33	1,10	7,05	34,63	190	8,3
Szarka (<i>Pica pica</i>)	13,98	11,29	2,62	9,90	66,50	167	7,3
Összesen:						1168	51,0

A városszéli élőhelyeken minden faj felrebbenési távolsága nagyobb volt, mint a városban élő fajtársaiké. A legszembetűnőbb különbség a parlagi galamb és a fekete rigó esetében figyelhető meg (3. ábra, 2. táblázat).



3. ábra: Az öt faj felrebbenési távolságai a két különböző élőhelytípus szerint.

A vastag vonalak az egyes területeken mért FID-ek mediánját mutatják, a dobozok élei az alsó és felső kvartiliseket, az ezek között levő terület az interkvartilis terjedelem. A legalsó és legfelső vonalak a minimum és maximum értékeket ábrázolják, a nem kiugró tartományon belül, a kiugró értékeket a különálló körök jelzik.

3. 2. Menekülő viselkedést befolyásoló tényezők

2. táblázat: A táblázat a FID-ek természetes alapú logaritmusának végső modellekben szereplő magyarázó változóit tartalmazza a vizsgált fajok esetében.

Változók	Paraméterbecslés	Standard hiba	t-érték	p-érték
----------	------------------	---------------	---------	---------

Fekete rigó (*Turdus merula*)

(Intercept)	2,0385	0,1851	11,015	<0,0001
Év(faktor)2019	0,0709	0,0909	0,780	0,4363
Év(faktor)2020	-0,1921	0,0814	-2,360	0,0189
Év(faktor)2021	0,2926	0,0922	3,176	0,0017
log _e (Emberek + 1))	0,2181	0,1685	1,294	0,1967
Élőhely	-0,5928	0,1650	-3,592	0,0049
Napszak	0,0307	0,0151	2,040	0,0423
log _e (Emberek):Élőhely	-0,0536	0,1829	-0,293	0,7696

Parlagi galamb (*Columba livia domestica*)

(Intercept)	1,7959	0,3991	4,500	0,0001
Év(faktor)2019	0,1838	0,4551	0,404	0,6872
Év(faktor)2020	1,4671	0,5583	2,628	0,0091
Év(faktor)2021	0,1877	0,1210	1,551	0,1220
Élőhely	-0,7002	0,4146	-1,689	0,1105
Napszak	0,0389	0,0158	2,467	0,0142
Év(faktor)2019:Élőhely	-0,2251	0,4678	-0,481	0,6313
Év(faktor)2020:Élőhely	-1,6279	0,5712	-2,850	0,0047

Széncinege (*Parus major*)

(Intercept)	2,1816	0,1068	20,420	<0,0001
Év(faktor)2019	-0,0409	0,0764	-0,536	0,5924
Év(faktor)2020	-0,2962	0,0712	-4,159	<0,0001
Év(faktor)2021	-0,1265	0,0953	-1,328	0,1853
Élőhely	-0,2448	0,1230	-1,990	0,0797

Örvös galamb (*Columba palumbus*)

(Intercept)	1,9220	0,2527	7,606	<0,0001
Napszak	0,0502	0,0212	2,362	0,0194
Élőhely	-0,4176	0,1855	-2,250	0,0563

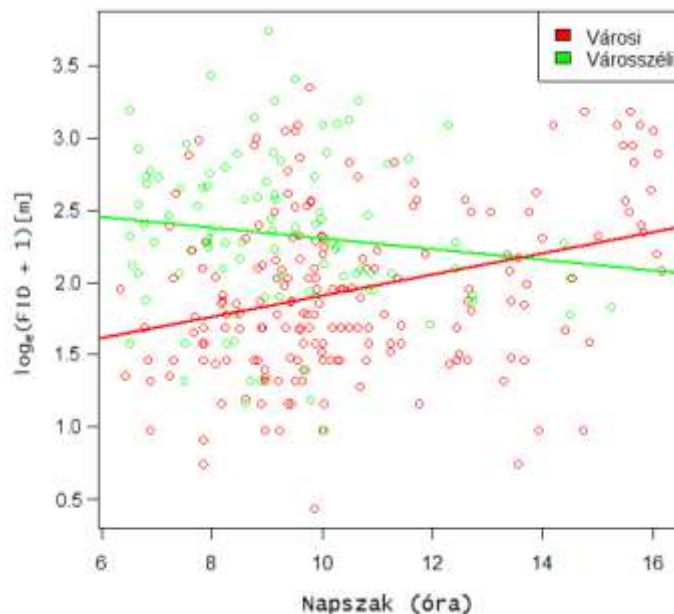
Szarka (*Pica pica*)

(Intercept)	2,8676	0,2859	10,027	<0,0001
Napszak	-0,0423	0,0221	-1,914	0,0574
Élőhely	-0,6530	0,2279	-2,866	0,0249
Hőmérséklet	0,0291	0,0079	3,653	0,0004



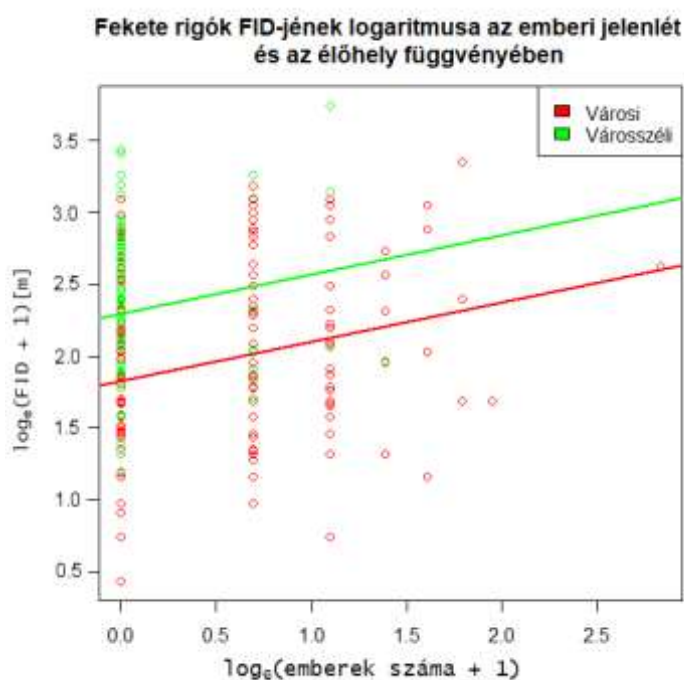
Fekete rigó

A modellszelekció elvégzése után a végső modellben az Év, az Élőhely, a Napszak és az Emberek számának természetes alapú logaritmusai szerepeltek (2. táblázat). A modell fix hatásai a FID adatokban tapasztalt teljes variancia körülbelül 30%-át ($R^2 = 0.2957$), míg a teljes modell a variancia 40%-át ($R^2 = 0.4024$) magyarázta. A $\log_e(\text{FID})$ értéke szignifikánsan függött az élőhelytől, a modell predikciója alapján városi élőhelyeken a fekete rigók felrebbenési távolságának várható értéke kisebb lesz, mint a városszéli élőhelyeken ($\exp(2,712) - \exp(2,712 - 1,52) = 11,8$ méterrel). A felrebbenési távolság szignifikánsan függött továbbá a napszak és az élőhely interakciójától is, a modell predikciója szerint a városszéli élőhelyeken egy napon belül óránként átlagosan $\exp(-0,03) = 0,96$ -szorosára csökken a FID várható értéke, míg városi élőhelyeken óránként körülbelül $\exp(-0,03 + 0,09) = 1,06$ -szorosára nő (4. ábra). Az adatfelvételezés helyszínén jelenlévő emberek számának logaritmusával ugyancsak szignifikáns összefüggést tapasztaltunk, mely szerint az emberek számának 2,72-szeres (mivel a természetes alapú logaritmus szerepelt a modellben magyarázó változóként) növekedése a FID átlagos értékében bekövetkező $\exp(0,185) = 1,2$ -szeres növekedéssel fog jární a fekete rigók esetében (5. ábra).



4. ábra: Fekete rigók FID-jének logaritmusai a napszak függvényében.
A városban élő fekete rigók FID-je növekszik a nap előrehaladtával, míg a városszélen élőké csökken.

A fekete rigók felrebbenési távolsága és a napszak között pozitív kapcsolat figyelhető meg a városi élőhelyeken, valamint negatív kapcsolat a városszéli területeken. Ez azt jelenti, hogy a városi területeken a nap előrehaladtával a felrebbenési távolság egyre nő, tehát a madarak csökkentik a kockázatvállalásukat, míg városszéli élőhelyeken pedig fordítva van, a madarak egyre kockázatvállalóbbakká válnak a napi aktivitásuk során reggeltől a délutáni órákra (4.ábra).



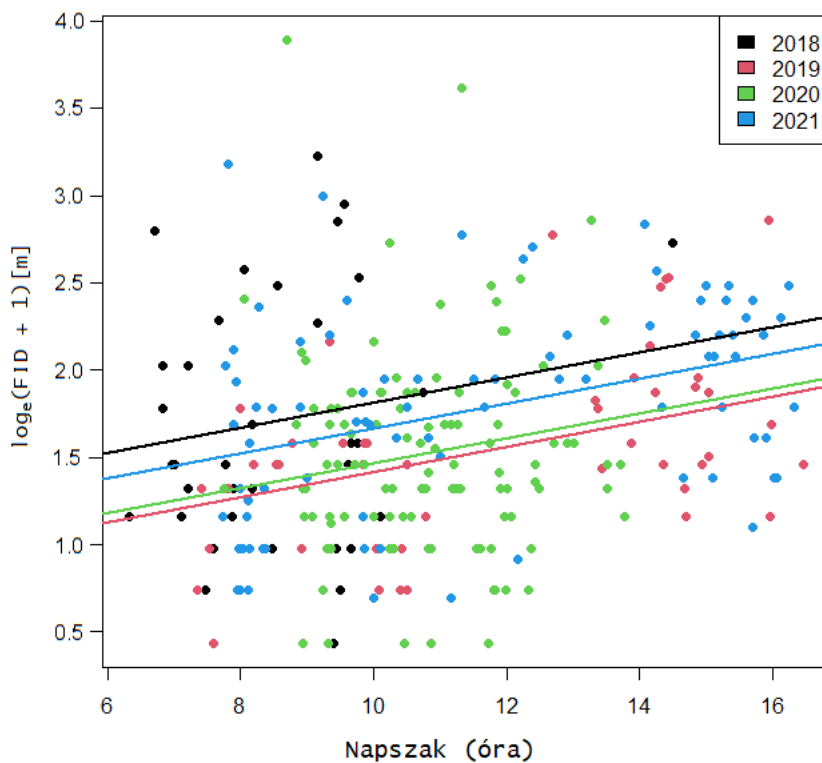
5. ábra: A fekete rigók esetében mindkét élőhelyen megfigyelhető volt, hogy a közelben tartózkodó emberek számának növekedésével nőttek a FID-értékek.

A fekete rigók felrebbenési távolsága és az élőhelyen lévő emberek száma között pozitív kapcsolat figyelhető meg mind a városi, mind a városszéli területeken. Ez azt jelenti, hogy minél több ember tartózkodik a madár közelében, annál kevésbé voltak kockázatvállalók (tehát annál jobban féltek) a madarak (5. ábra).



Parlagi galamb

A modellszelekció elvégzése után a végső modellben az Év és a Napszak változók szerepeltek. A FID értékek természetes alapú logaritmusai szignifikánsan függtek a napszaktól (2. táblázat, 6. ábra). A modell fix hatásai a FID adatokban tapasztalt teljes variancia körülbelül 14%-át ($R^2 = 0,1426$), míg a teljes modell a variancia 48%-át ($R^2 = 0,4782$) magyarázta.



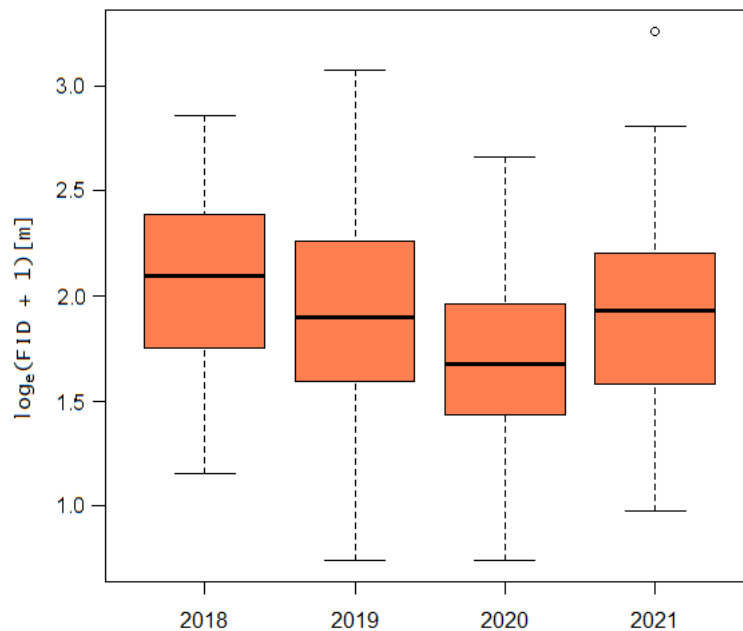
6. ábra: Parlagi galambok FID logaritmusának változása a napszak függvényében, évenkénti bontásban.

A parlagi galambok felrebbenési távolsága és a napszak között pozitív kapcsolat figyelhető meg, tehát megfigyeléseink alapján a nap előrehaladtával a madarak egyre távolságtartóbbá váltak mind a négy évben (6. ábra).



Szécinege

A modellszelekció elvégzése után a végső modellben végül csak az Év változó szerepelt szignifikáns hatásként (2. táblázat, 7. ábra). A modell fix hatásai a FID adatokban tapasztalt teljes variancia 17%-át ($R^2 = 0,1667$), míg a teljes modell a variancia 28%-át ($R^2 = 0,2798$) magyarázta.



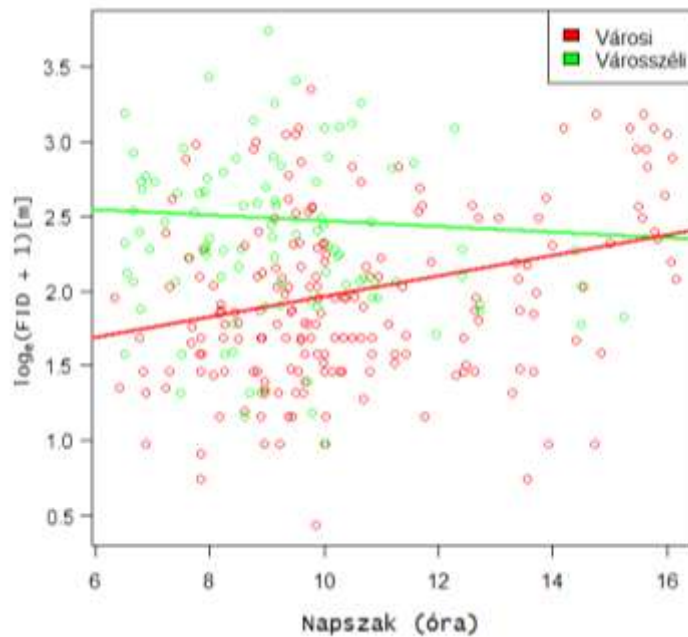
7. ábra: A FID logaritmusának változása szécinegék esetében az évek során.

A szécinegék átlagos felrebbenési távolsága a négy megfigyelési év közül 2020-ban volt a legkisebb és 2018-ban pedig a legnagyobb, tehát ebben az évben voltak a legkevésbé kockázatvállalók (7. ábra).



Örvös galamb

A modellszelekció elvégzése után a végső modellben az Élőhely és a Napszak változók szerepeltek (2. táblázat). A modell fix hatásai a FID adatokban tapasztalt teljes variancia 11%-át ($R^2 = 0,1082$), míg a teljes modell a variancia 28%-át ($R^2 = 0,2827$) magyarázta. A $\log_e(\text{FID})$ közel szignifikánsan függött az élőhelytől, a modell predikciója alapján városi élőhelyeken az örvös galambok felrebbenési távolságának várható értéke $\exp(1,922) - \exp(1,922 - 0,418) = 2,33$ méterrel kisebb lesz, mint a városszéli élőhelyeken. A felrebbenési távolság szignifikánsan függött továbbá a napszaktól (8. ábra).



8. ábra: Örvös galambok FID-jének logaritmus a napszak függvényében, élőhely szerinti bontásban. A városban élő örvös galambok FID-je növekszik a nap előrehaladtával, míg a városszélen élőké csökken.

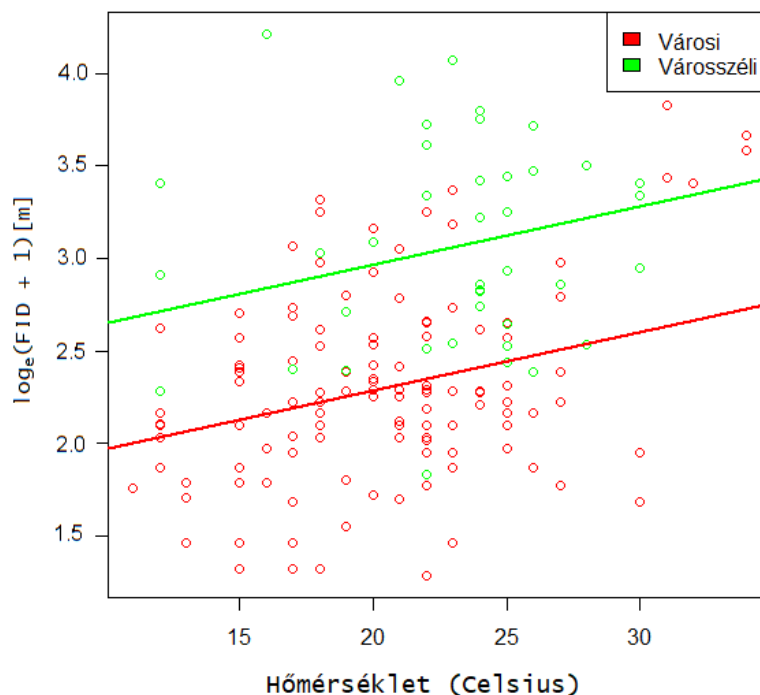
A fekete rigókhöz hasonlóan (4. ábra) az örvös galambok felrebbenési távolsága és a napszak között pozitív kapcsolat figyelhető meg a városi élőhelyeken és negatív kapcsolat a városszéli területeken, tehát a városban élő madarak felrebbenési távolságai nőnek a nap előrehaladtával, míg városszéli élőhelyeken éppen fordítva történik, a madarak egyre kockázatvállalóbbakká válnak a délutáni órákra (8. ábra).



Szarka

A modellszelekció elvégzése után a végső modellben az Élőhely, a Napszak és a Hőmérséklet változók szerepeltek (2. táblázat). A modell fix hatásai a FID adatokban tapasztalt teljes variancia 29%-át ($R^2 = 0,2912$), míg a teljes modell a variancia 50%-át ($R^2 = 0,4984$) magyarázta. A $\log_e(\text{FID})$ szignifikánsan függött az élőhelytől, a modell predikciója alapján a városi élőhelyeken a szarkák felrebbenési távolságának várható értéke kisebb lesz, mint a városszéli élőhelyeken ($\exp(2,868) - \exp(2,868 - 0,653) = 8,44$ méterrel). A felrebbenési távolság szignifikánsan függött továbbá a hőmérséklettől (9. ábra) és a napszaktól (10. ábra).

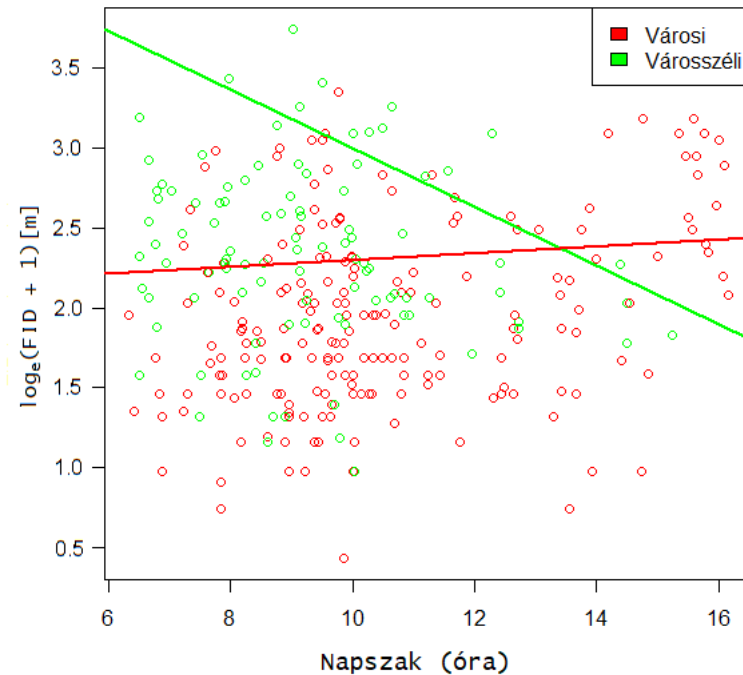
Szarkák FID-jének logaritmusa a hőmérséklet függvényében, élőhely szerinti bontásban



9. ábra: A szarkák esetében mindkét élőhelyen megfigyelhető volt, hogy a hőmérséklet növekedésével nőttek a FID-értékek, és a városszéli területeken nagyobbak bizonyultak a távolságok, mint a városban.

A szarkák felrebbenési távolsága és hőmérséklet között pozitív kapcsolat figyelhető meg mind a belvárosi, mind a városszéli területeken. Ez azt jelenti, hogy minél magasabb volt a hőmérséklet, annál kevesebb kockázatot vállaltak a madarak (9. ábra).

Szarkák FID-jének logaritmusa a napszak függvényében



10. ábra: A városban szarkák FID-je enyhén növekszik a nap előrehaladtával, míg a városszélen élőké jelentősen csökken.

A fekete rigókhöz (4. ábra) és az örvös galambokhoz hasonlóan (8. ábra) a szarkák felrebbenési távolsága és a napszak között, habár nem annyira látványosan, mint a korábban említett fajoknál, de pozitív kapcsolatot fedezhetünk fel a városi élőhelyeken, míg a városszéli területeken jelentősen csökkentik távolságaikat. A városban élő madarak kockázatvállalása nem sokat változik a nap folyamán, míg a városszélen élők sokkal merészebbé válnak (10. ábra).

4. Következtetések

Kutatásunk célja a városi környezetben élő madarak menekülő viselkedésének tanulmányozása volt. Ezen témakörön belül azt vizsgáltuk részletesen, hogy mik voltak azok a tényezők, amelyek a felrebbenési távolságokat leginkább befolyásolták a Budapesten leggyakrabban előforduló fajok, a fekete rigó, a parlagi galamb, a széncinege, az örvös galamb és a szarka esetében. Korábbi tanulmányok [19] már kimutatták, hogy a kockázatvállalás fajspecifikus tulajdonság. Így fajfüggő hatás mellett azt is vártuk, hogy az általunk vizsgált fajokon a vizsgált tényezők más-más mintázatot fog eredményezni.

Az eredményeink azt mutatják, hogy a várakozásainknak megfelelően, az élőhely egyértelmű hatással volt a madarak FID-jére. A városi helyszíneken mért távolságok minden faj esetében rövidebbek voltak, tehát a madarak közelebb engedték magukhoz a megfigyelőt, míg a városszéli egyedek távolságtartóbbnak bizonyultak. Egyes elméletek szerint a madarak városokban való elterjedése a táplálékforrások és a fészkelési lehetőségek mellett összefügg az emberi zavarással szembeni tűrőképességgel, ezért a parkok populációi olyan bevándorló egyedekből (és azok utódaiból) állnak, amelyek kezdetben jobban eltűrték urbanizálódás folyamatát [44]. Ennek kapcsán felmerül, hogy a városban való elterjedésnek és a városi és városszéli populációk FID-beli különbségeinek genetikai háttere is lehet, és ennek köszönhetően öröklődnek az emberekkel szembeni kockázatvállaló tulajdonságok. [37]. Más kutatások azonban azon az állásponton tartják valószínűbbnek, hogy a városi állatok csökkent menekülési reakciója az emberekhez történő habituáció (vagy megszokás) következménye [23, 35, 36, 41]. A városi környezettel és az antropogén hatásokkal szemben mutatott zavarás mértéke is jelentős fajfüggő mintázatot mutat. Egy európai vizsgálatban megfigyelték, hogy a nagyobb FID értékekkel rendelkező, tehát zavarásra érzékenyebb európai madárfajok populációja csökkent [45], ami a madárfajok diverzitásának általános csökkenését vonta maga után [70].

Három faj, a fekete rigó, a parlagi galamb és a széncinege (*Parus major*) vizsgálata során a menekülési távolságok eltérését tapasztaltuk az egyes évek között. Különböző években nagy mértékben eltérhetnek többek közt az időjárási körülmények, ami kihat a rendelkezésre álló táplálék mennyiségére, ez pedig maga után vonhat bizonyos változásokat a madarak kockázatvállaló viselkedésében.

Kutatásunk egyik vizsgálati fajnál sem mutatott ki összefüggést a kockázatvállaló viselkedés és a költési időszakon belül eltelt idő között. Fontos azonban megjegyezni azt, hogy a jelenlegi vizsgálaton belül nem volt lehetőségünk pontos reprodukciós adatokkal kiegészíteni a felméréseket. A különböző évszakok, a költési és a költési időszakon kívüli periódusok befolyásolják a madarak menekülési távolságait [71]. Költési időszakban magas energiaköltség társul a fiókaneveléshez, így magasabb tolerancia várható a ragadozókkal szemben, mivel a menekülés idő- és energiaigényes cselekvés, amit a szülők szívesebben fordítanak egyéb tevékenységekre, például az utódok gondozásra, ezért a megnövekedett tűrőképesség rövidebb felrebbenési távolságokban nyilvánul meg [71]. A jövőben érdemes lehet összehasonlítani az egy városrészben élő a madarak viselkedését költési szezonon belüli és kívüli adatok alapján is.

A kockázatvállaló viselkedésben lényeges különbségeket jelenhetnek meg több időbeli skálán is. A fekete rigók, az örvös galambok és a szarkák esetében kimutattuk azt, hogy a felrebbenési távolságok megnöttek a nap folyamán a városi populációkban (napszaki változás). Ez azt jelenti, hogy a madarak a délutáni órákra egyre nagyobb távolságot tartottak az embertől. Ezzel szemben a városszéli egyedeknél a FID csökkenését tapasztaltuk a napszak emelkedésével, tehát a madarak egyre kockázatvállalóbbá váltak. A parlagi galambok mindkét élőhelyen növelték a felrebbenési távolságokat a nap előrehaladtával. Ez a hatás az egyed éhség-jóllakottsági szintjével függhet össze, azaz minél kisebb az éhezés mértéke, annál éberebbek és távolságtartóbbak a fenyegető tényezőkkel szemben [72, 73]. Az állatok viselkedését és fiziológiáját nagyban befolyásolja a napi ritmus [74], amelyek általában nappali és éjszakai ritmushoz szinkronizálódnak, de közrejátszhatnak más környezeti tényezők is [75, 76]. A napi ritmusok kialakítása ökológiai előnyöket biztosít a táplálékforrások optimális kihasználása és a ragadozás elkerülése szempontjából [77, 78, 79]. A nap vége felé megfigyelt FID-ek eltéréseit a napi aktivitási szint ingadozása és a táplálkozás sikeressége magyarázhatja. Egyes egyedek képesek a nap folyamán többet táplálkozni vagy összességében kevesebb energiát felhasználni, így nem kényszerülnek arra, hogy csökkentsék a menekülési távolságaikat, míg mások kockázatvállalóbbá válhatnak a nap előrehaladtával [80, 81, 82, 83].

Az általunk vizsgált öt madárfajból csupán a fekete rigók esetében találtunk összefüggést a FID és a madár környezetében tartózkodó emberek száma között, ahol a közelben lévő emberek számának növekedésével a menekülési távolságok is nőttek, tehát a madarak egyre kevésbé hagyták magukat megközelíteni. Egyes tanulmányok szerint nincs összefüggés a pillanatnyi emberi jelenlét és a felrebbenési távolságok között [12, 84, 85, 86], míg más kutatásokban [87, 58, 12, 88, 89, 84] azt mutatták ki, hogy ezek a változók korrelálnak egymással. Mind a

szakirodalmi eredmények, mind a saját kutatásuk eredményei heterogén mintázatot mutatnak ebben a kérdésben. Az összefüggések háttérben vélhetően erős faj- és populációfüggő hatás állhat. Egy gondosan megtervezett vizsgálat vélhetően feltárhatja a háttérben húzódó mechanizmusokat.

Vizsgáltuk az abiotikus klimatikus környezeti tényezők közül a léghőmérséklet hatását a menekülő viselkedésre. Eredményül azt kaptuk, hogy a szarkák felrebbenési távolságai álltak összefüggésben a hőmérséklettel úgy, hogy a madarak magasabb hőmérséklet esetén nagyobb távolságokat tartottak. A külső hőmérséklet növekedése egy bizonyos tartományig csökkenti a kalóriaszükségletet, mert kevesebb energiára van szükség az optimális testhőmérséklet eléréséhez. Ennek következményeként csökken a táplálékszerzési kényszer, ami egy alapvető meghatározó komponense lehet az állatok kockázatvállalásának. Az időjárás változása olyan környezeti, klimatikus hatás, amely több módon is befolyásolhatja az állatok viselkedését azáltal, hogy különféle életfeltételeket teremt, amelyek közvetlen hatást gyakorolnak az egyedi viselkedési formákra. Kiegészítésként feltétlenül meg kell jegyezni, hogy a madarak menekülési reakciói és az ebben mérhető változások függnak még a csapadék mennyiségétől, az élőhelyi körülményektől, testméretüktől és a táplálékláncban elfoglalt helyüktől is [54, 55, 56]. Így ezen tényezők további vizsgálataival átfogóbb képet kaphatunk a jelenségről.

A jelenlegi kutatásban szereplő fajok és az alkalmazott mintavételi eljárás esetében az ivar a legtöbb adatfelvétel során nem vagy csak ritkán volt megállapítható. Emiatt az elemzésekhez a legtöbb faj esetén nem állt elég adat a rendelkezésünkre. Csak a fekete rigónál rendelkezünk elegendő adattal az ivar hatásának teszteléséhez. Ebben az esetben az elemzések során nem találtunk ivarfüggő kapcsolatot a madarak menekülő viselkedésében. A városi környezet és a megnövekedett emberi jelenlét fontos stresszorként hathat egyes vadon élő fajok vagy egyedek számára. Több tanulmány is foglalkozott már azzal, hogy a madarak hogyan reagálnak bizonyos stresszválaszt előidéző helyzetekre és mennyire befolyásolják ezeket a reakciókat az ivari különbségek és a mögöttük húzódó fiziológiai folyamatok. A kortikoszteron termelésének fokozódása az egyik leggyakoribb ilyen folyamat, amit a szabadon élő madarak környezeti stresszre adott válaszáként ismerünk [90]. Így elképzelhető, hogy a különböző ivaronként másként reagálnak egy ilyen élethelyzetre. Másik ismert tény, hogy költési időszak alatt a hím madarakban megemelkedik a tesztoszteron szint [91], ami bizonyítottan növeli a kockázatvállalást [92], ezáltal szintén eredményezhet rövidebb felrebbenési távolságokat.

Teszteltük a menekülő viselkedés és a szociális csoport mérete közötti összefüggést is. Az elemzéseink nem mutattak ki korrelációt a madárcsapat mérete és a FID között. Ennek ellenére,

bizonyos hipotézisek szerint [53] az egy csoportban tartózkodó állatok korábban kezdenek el menekülni, azaz nagyobb felrebbenési távolságokkal rendelkeznek, mint egy egyedülálló egyed. Ezt a mintázatot azzal magyarázzák, hogy az egy főre eső éberség aránya csökken, mert a csapat egyéb tagjainak köszönhetően hamarabb képesek észlelni a ragadozót. A több egyedből álló csoportokban végzett FID mérésének egy alternatív értelmezése, hogy az első reagáló egyed csoportos menekülési reakciót indíthat el. Ebben az esetben a FID nem a csoport ragadozókkal szembeni átlagos tűrőképességét tükrözi, hanem az csoport legkevésbé toleráns tagját. Egyfajta ragadozó-elkerülő viselkedésnek számít a csoportban történő táplálkozás és tartózkodás is. Nagy előnye, hogy a csapat méretének növekedésével egyre kisebb az egy egyedre jutó predáció valószínűsége [93, 22, 94]. Továbbá a csoportban tartózkodó egyedek kevesebb időt töltenek éberséggel és többet táplálkozással [93].

A kutatás során a modellekben nem tértünk ki a madarak eltérő testméretéből adódó különbségekre, így ezeket a mintázatokot csak verbálisan tudjuk értékelni. Éppen ezért célszerű lehet a későbbiekben figyelembe venni a vizsgált madarak testméretét a kockázatvállalásról szóló vizsgálatok során. Ezzel kapcsolatosan általánosan elmondható, hogy a nagyobb madarak nagyobb menekülési távolságokkal rendelkeznek, mint a kisebbek, hiszen a testméret és a testtömeg szorosan összefügg a ragadozás elkerülésének képességével; a nagyobb fajok könnyebben észrevehetőek a ragadozók számára [95], több energiát igényelnek a talajról való felszálláshoz [67], továbbá repülési távolságuk és felszállás utáni sebességük is nagyobb [106], így nagyobb területre van szükség a túléléshez [106, 107]. Ezen okokból kifolyólag általában kiszolgáltatottabbak az emberi jelenléttel szemben, mint a kisebb méretű fajok, mivel intenzív zavarás esetén túlélésük erőteljesen redukálódik a táplálékkeresési hatékonyság és szaporodási siker csökkenésével, ami gyorsabb populációcsökkenést idéz elő [46, 98]. Ezeket a szempontokat figyelembe véve lehetséges, hogy kutatásunk során a színcinegéknél mért rövidebb távolságok más jelentőséggel bírnak, mint a vizsgált nagyobb fajok esetében.

Az egyes fajok eredményeiben tapasztalt különbségek is alátámasztják azt a feltevést, miszerint a kockázatvállalás fajra jellemző tulajdonság és a különböző fajok eltérően reagálnak a környezetük változásaira [18,19].

5. Összefoglaló

A ragadozók jelenléte nagy ökológiai nyomást gyakorol prédáik életére, ami különféle morfológiai és viselkedésbeli bélyegeket alakít ki. Azok a fenotípusos tulajdonságok, amelyek a ragadozók elkerülésében vagy támadásaik kivédésében előnyhöz juttatják az egyedet a fajtársakhoz képest, erős szelekciós erőt képviselnek. A zsákmányállatok számos védelmi mechanizmus alakítottak ki a ragadozók ellen, ennek egyik legalapvetőbb példája a menekülő viselkedés. A menekülő állatok kockázatvállaló tulajdonsága egy egyedi bélyeg, amelynek adaptív előnyökkel jár rugalmas megváltoztatása, hiszen rossz döntéseikért a prédák az életükkel fizethetnek, azonban az indokolatlan menekülés rendkívül energiapazarló tevékenység. Az ember által előidézett gyors környezeti változások kihívást jelentenek az állatok számára új életkörülmények és élethelyzetek létrehozásával. A városi élőhelyeken az állatok elkerülhetetlenül ki vannak téve emberi jelenlétnek és tevékenységeknek, ami fontos stresszorként hathat a vadon élő állatokra, így egyre több tanulmány foglalkozik azzal, hogy az emberi jelenlét miként befolyásol egyes állati viselkedéseket. Kutatásunk célja a városi környezetben élő madarak menekülési reakcióinak tanulmányozása volt Budapesten, ahol 7 belvárosi és 6 városszéli területen gyűjtöttünk adatokat a leggyakrabban előforduló fajokról, amik a fekete rigó (*Turdus merula*), parlagi galamb (*Columba livia domestica*), széncinege (*Parus major*), örvös galamb (*Columba palumbus*) és a szarka (*Pica pica*) voltak. A felrebbenési távolság (flight initiation distance, FID [m]) azt a távolságot jelöli, amelynél a zsákmány menekülni kezd a felé tartó ragadozó elől, és értéke számos környezeti feltételtől függően változhat. A statisztikai elemzések során 2018 és 2021 közötti, tavaszi mintavételezésekéből származó adatsorral dolgoztunk, amiből 1168 FID érték állt a rendelkezésünkre az adott fajokból. A FID különböző körülményektől való függését olyan magyarázó változókon keresztül vizsgáltuk, mint az emberi jelenlét, az élőhely típusa, az ivar (csak a fekete rigóknál), a csapatméret, a hőmérséklet, az évek közötti eltérések, a szezonon belül eltelt idő és a napszak voltak, valamint ezen változók interakciója. Az elemzéshez lineáris kevert modellt (linear mixed model = LMM) alkalmaztunk. A fajokat külön elemeztük, mindegyiknél ugyanazt a kezdeti modellt használva, viszont a modellszelekció elvégzése után a végső modellek fajonként eltérőek voltak. Eredményeink alapján az élőhely és a napszak voltak a legnagyobb hatást kifejtő tényezők, továbbá az évek közötti különbségek is befolyásolták több faj felrebbenési távolságát. Egy fajnál, a fekete rigónál függött FID a pillanatnyi emberi jelenléttől, a szarkák esetében pedig a napszak volt hatással a madarak

kockázatvállalására. Elemzéseinkben nem tértünk ki rá, de jövőbeni kutatások során célszerű lehet figyelembe venni a vizsgált madarak testméretéből adódó távolságbeli különbségeket.

6. Angol nyelvű cím és összefoglaló

Escape behavior of urbanized birds - field investigation

Presence of predators puts a significant pressure on their prey and creates various different morphological and behavioral characteristics. Phenotypic traits that benefit the individual over others in avoiding predators or preventing their attacks represent a strong selection force. Prey animals have developed a number of defense mechanisms against predators, one of the best-known examples is escape behavior. Risk-taking is a unique trait that has adaptive benefits from its flexible modification that is extremely significant for prey animals considering that their bad decisions cost their lives, but unnecessary escape is an extremely energy-wasting activity. Rapid human-induced environmental change challenges animals by creating new living conditions. In urban habitats, animals are inevitably exposed to human presence and activities, which can act as an important stressor on wildlife, so numerous researches study how human presence changes the behavior of animals. In our research we studied the escape reactions of birds living in urban areas in Budapest in 7 downtown and 6 suburban areas, where we collected data on the most common species, such as blackbirds (*Turdus merula*), domestic pigeons (*Columba livia domestica*), great tits (*Parus major*), common wood pigeons (*Columba palumbus*) and magpies (*Pica pica*). The flight initiation distance (FID [m]) refers to the distance at which a bird flees from a perceived danger and is a reliable measure of response to the risk of predation. Its value can vary depending on a numerous environmental conditions. In our research, we worked with a data set from spring sampling between 2018 and 2021, of which 1168 FID values were available of the given species. The dependence of FID on different conditions was tested through a selection of factors considered to be relevant, including human presence, habitat type, sex, flock size, temperature, years, time during the season, and time of day. We used linear mixed model (LMM) for the analysis. Species were analyzed separately, each using the same initial model, but after model selection, the final models were different for each species. Based on our results, we can say that habitat and time of day were the most

influential factors, and the differences between the years also influenced the fleeing distances of several species. The FID of blackbirds (*Turdus merula*), was affected by human presence, and in the case of magpies (*Pica pica*), time of day affected the risk-taking of birds. We did not test the body size of the birds in our research, but it may worth to consider in the future.

7. Irodalomjegyzék

1. Broeckhoven C, Choe JC (2019) Defensive Morphology, *Encyclopedia of Animal Behavior* (Second Edition), Academic Press, 318-326; <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.90106-7>
2. Endler JA (1991) Variation in the appearance of guppy color patterns to guppies and their predators under different visual conditions. *Vision research* 31(3) 587-608; [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(91\)90109-I](https://doi.org/10.1016/0042-6989(91)90109-I)
3. Lima SL (1998) Nonlethal effects in the ecology of predator-prey interactions. *Bioscience* 48(1) 25-34
4. Lind J, Cresswell W (2005) Determining the fitness consequences of antipredation behavior. *Behavioral Ecology* 16 (5) 945–956; <https://doi.org/10.1093/beheco/ari075>
5. Abrams PA (2000) The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31(1) 79-105; <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.79>
6. Wrangham RW, Struhsaker TT (1987) *Primate societies*. Chicago: University of Chicago Press 227-239
7. Ward JV, Stanford JA (1982) Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Annual review of entomology* 27(1) 97-117; [10.1146/annurev.en.27.010182.000525](https://doi.org/10.1146/annurev.en.27.010182.000525)
8. Montes Gonzalez F, Marín-Hernández A (2004) The Use of Frontal and Peripheral Perception in a Prey-Catching System. In the 4th International Symposium on Robotics and Automation (ISRA 2004); doi=10.1.1.919.98&rep=rep1&type=pdf
9. Ruxton G (1998) Sheep in wolves' clothing. *Nature* 394 833–834; <https://doi.org/10.1038/29652>
10. Vincent JFV, Owers P (1986) Mechanical design of hedgehog spines and porcupine quills. *Journal of Zoology* 210: 55–75; doi:10.1111/j.1469-7998.1986.tb03620.x
11. Boeing WJ, Defensive Avoidance (2010) Editor(s): Michael D. Breed, Janice Moore, *Encyclopedia of Animal Behavior* 476-480; <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045337-8.00331-4>
12. Møller AP, Liang W (2013) Tropical birds take small risks. *Behavioral Ecology* 24 267–272; <https://doi.org/10.1093/beheco/ars163>

13. York CA, Bartol IK (2016). "Anti-predator behavior of squid throughout ontogeny". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 480: 26–35; doi:10.1016/j.jembe.2016.03.011
14. Kleindorfer S, Hoi H, Fessl B (1996) Alarm calls and chick reactions in the moustached warbler, *Acrocephalus melanopogon*. *Animal Behaviour* 51(6) 1199-1206; <https://doi.org/10.1006/anbe.1996.0125>
15. Swaisgood RR, Lindburg DG, Zhou X (1999) Giant pandas discriminate individual differences in conspecific scent. *Animal Behaviour* 57(5) 1045-1053; <https://doi.org/10.1006/anbe.1998.1070>
16. Nadolski J, Marciniak B, Loga B, Michalski M, & Bańbura J (2021) Long-term variation in the timing and height of annual peak abundance of caterpillars in tree canopies: Some effects on a breeding songbird. *Ecological Indicators* 121 107120; <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107120>
17. Møller AP (2012) Urban areas as refuges from predators and flight distance of prey, *Behavioral Ecology* 23 (5) 10301035; <https://doi.org/10.1093/beheco/ars067>
18. Blumstein DT (2014) Attention, habituation, and antipredator behaviour: implications for urban birds. *Avian urban ecology* 41 53
19. Møller AP (2008) Flight distance of urban birds, predation, and selection for urban life. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63(1) 63-75; <https://doi.org/10.1007/s00265-008-0636-y>
20. Mikula P, Díaz M, Albrecht T, Jokimäki J, Kaisanlahti-Jokimäki M-L, Kroitero G, Møller AP, Tryjanowski P, Yosef R, Hromada M (2018) Adjusting risk-taking to the annual cycle of long-distance migratory birds. *Scientific Reports* 8 13989; <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32252-1>.
21. Jablonszky M, Szász E, Markó G (2017) Escape ability and risk-taking behaviour in a Hungarian population of the collared flycatcher (*Ficedula albicollis*). *Behav Ecol Sociobiol* 71 54 ; <https://doi.org/10.1007/s00265-017-2276-6>
22. Ydenberg RC, Dill LM (1986) The economics of fleeing from predators. *Advances in the Study of Behaviour* 16 229–249; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065345408601928>
23. Metcalf BM, Davies SJJF, Ladd PG (2000) Adaptation of behaviour by two bird species as a result of habituation to humans. *Australian Field Ornithology* 18(8) 306-312; <https://doi.org/10.3316/informit.421906386825875>

24. Evans KL, Newson SE, Gaston KJ (2009) Habitat influences on urban avian assemblages. *Ibis* 151(1) 19-39; <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2008.00898.x>
25. McKinney ML, Lockwood JL (1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in ecology & evolution* 14(11) 450-453; [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01679-1](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01679-1)
26. van Heezik Y, Smyth A, Mathieu R (2008) Diversity of native and exotic birds across an urban gradient in a New Zealand city. *Landscape and urban planning* 2008(87):223–232; <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.06.004>
27. van Heezik Y, Smyth A, Adams A, Gordon J (2010) Do domestic cats impose an unsustainable harvest on urban bird populations?. *Biological Conservation* 143(1) 121-130; <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.013>
28. Klausnitzer B (1989) *Verstadterung von Tieren*. A. Ziemsen
29. Møller AP, Diaz M, Flensted-Jensen E, Grim T, Ibáñez-Álamo JD, Jokimäki J, Tryjanowski P, Mänd R, Markó G (2012) High urban population density of birds reflects their timing of urbanization. *Oecologia* 170(3) 867-875; <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2355-3>
30. Møller AP, Díaz M, Grim T, Dvorská A, Flensted-Jensen E, Ibáñez-Álamo JD, Tryjanowski P, Mänd R, Markó G, Szymański P (2015) Effects of urbanization on bird phenology: a continental study of paired urban and rural populations. *Climate Research* 66(3) 185-199; <https://doi.org/10.3354/cr01344>
31. Root TL, MacMynowski DP, Mastrandrea MD, Schneider SH (2005) Human-modified temperatures induce species changes: joint attribution. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(21) 7465-7469; <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0502286102>
32. Yang L, Qian F, Song DX, Zheng KJ (2016) Research on urban heat-island effect. *Procedia engineering* 169 11-18; <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.002>
33. Clucas B, Marzluff JM (2012) Attitudes and actions toward birds in urban areas: human cultural differences influence bird behavior. *The Auk* 129(1) 8-16; <https://doi.org/10.1525/auk.2011.11121>
34. Metcalf BM, Davies SJF, Ladd PG (2000) Adaptation of behaviour by two bird species as a result of habituation to humans. *Australian Field Ornithology* 18(8) 306-312; <https://doi.org/10.3316/informit.421906386825875>

35. Mccleery RA (2009) Changes in fox squirrel anti-predator behaviors across the urban–rural gradient. *Landscape Ecology* 24(4) 483-493; <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9323-2>
36. Rodriguez-Prieto I, Fernández-Juricic E, Martín J, Regis Y (2009) Antipredator behavior in blackbirds: habituation complements risk allocation. *Behavioral Ecology* 20(2) 371-377; <https://doi.org/10.1093/beheco/arn151>
37. Carrete M, Tella JL (2011) Inter-individual variability in fear of humans and relative brain size of the species are related to contemporary urban invasion in birds. *PloS one* 6(4) e18859; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018859>
38. Engelhardt SC, Weladji RB (2011) Effects of levels of human exposure on flight initiation distance and distance to refuge in foraging eastern gray squirrels (*Sciurus carolinensis*). *Canadian Journal of Zoology* 89(9) 823-830; <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/z11-054>
39. Keeley WH, Bechard MJ (2011) Flushing distances of ferruginous hawks nesting in rural and exurban New Mexico. *The Journal of Wildlife Management* 75(5) 1034-1039; <https://doi.org/10.1002/jwmg.140>
40. Scales J, Hyman J, Hughes M (2011) Behavioral syndromes break down in urban song sparrow populations. *Ethology* 117(10) 887-895; <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2011.01943.x>
41. Chapman T, Rymer T, Pillay N (2012) Behavioural correlates of urbanisation in the Cape ground squirrel *Xerus inauris*. *Naturwissenschaften* 99(11) 893-902; <https://doi.org/10.1007/s00114-012-0971-8>
42. van Dongen WF, Robinson RW, Weston MA, Mulder RA, Guay PJ (2015) Variation at the DRD4 locus is associated with wariness and local site selection in urban black swans. *BMC Evolutionary Biology* 15(1) 1-11; <https://bmcecol-evol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-015-0533-8>
43. Cavalli M, Baladrón AV, Isacch JP, Biondi LM, Bó MS (2016) Differential risk perception of rural and urban Burrowing Owls exposed to humans and dogs. *Behavioural Processes* 124 60-65; <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2015.12.006>
44. Fernández-Juricic E, Jimenez MD, Lucas E (2001) Alert distance as an alternative measure of bird tolerance to human disturbance. Implications for park design. *Environmental Conservation* 28 263–269; <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/abs/alert->

- distance-as-an-alternative-measure-of-bird-tolerance-to-human-disturbance-implications-for-park-design/049D8417053091C1A9A502FC00AC186F
45. Møller AP (2008) Flight distance and population trends in European breeding birds. *Behavioral Ecology* 19(6) 1095-1102; <https://doi.org/10.1093/beheco/arn103>
 46. Blumstein DT, Fernández-Juricic E (2004) The emergence of conservation behavior. *Conservation Biology* 18(5) 1175-1177; <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00587.x>
 47. Buckland ST, Marsden SJ, Green RE (2008) Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation International* 2008(18) S91–S108; <https://www.cambridge.org/core/journals/bird-conservation-international/article/estimating-bird-abundance-making-methods-work/774BD2166D5E06312EAF0C87966FFEA5>
 48. Catterall CP (2004) Birds, garden plants and suburban bushlots: where good intentions meet unexpected outcomes. In: Burgin S, Lunney D (eds) *Urban wildlife: more than meets the eye*. Royal Zoological Society of NSW, Sydney; https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/415/28838_1.pdf?sequence=2
 49. Melles SJ (2005) Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. *Urban habitats* 3(1):25–47; https://www.eaglehill.us/urban-habitats/Vol%203/vancouver_pdf.pdf
 50. Fernández-Juricic E, Jimenez MD, Lucas E (2001) Alert distance as an alternative measure of bird tolerance to human disturbance. Implications for park design. *Environmental Conservation* 28 263–269; <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/abs/alert-distance-as-an-alternative-measure-of-bird-tolerance-to-human-disturbance-implications-for-park-design/049D8417053091C1A9A502FC00AC186F>
 51. Taylor L, Taylor C, Davis A (2013) The impact of urbanisation on avian species: The inextricable link between people and birds. *Urban Ecosystems* 16(3) 481-498; <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0283-y>
 52. Savard J-PL, Clergeau P, Mennechez G (2000) Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and urban planning* 28:131–142; [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
 53. Lazarus J (1979) The early warning function of flocking in birds: an experimental study with captive quelea. *Animal Behaviour* 27 855-865; [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(79\)90023-X](https://doi.org/10.1016/0003-3472(79)90023-X)

54. Díaz M, Grim T, Markó G, Morelli F, Ibáñez-Alamo JD, Jokimäki J, Møller AP (2021) Effects of climate variation on bird escape distances modulate community responses to global change. *Scientific reports* 11(1) 1-9; <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92273-1>
55. Sergio F (2003) From individual behaviour to population pattern: weather-dependent foraging and breeding performance in black kites. *Animal behaviour* 66(6) 1109-1117; <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2303>
56. Cox AR, Robertson RJ, Lendvai ÁZ, Everitt K, Bonier F (2019) Rainy springs linked to poor nestling growth in a declining avian aerial insectivore (*Tachycineta bicolor*). *Proceedings of the Royal Society B* 286(1898) 20190018; <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0018>
57. Krenhardt K, Markó G, Jablonszky M, Török J, Garamszegi LZ (2021) Sex-dependent risk-taking behaviour towards different predatory stimuli in the collared flycatcher. *Behavioural Processes* 186 104360; https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376635721000474?casa_token=JqymB4rc7UUAAAAA:KeXuD-60gFLQV0BaBQs_LGZ-8KKGxm5HNZZCXt24Q8X_UE0_VKxFQmlSae3CYuVjuLq5bBuVxF-S
58. Díaz M, Møller AP, Flensted-Jensen E, Grim T, Ibáñez-Álamo JD, Jokimäki J, Tryjanowski P, Markó G (2013) The geography of fear: a latitudinal gradient in anti-predator escape distances of birds across Europe. *PloS one* 8(5) e64634; <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064634>
59. Mikula P (2014) Pedestrian density influences flight distances of urban birds. *Ardea* 102 53–60 ; <https://doi.org/10.5253/078.102.0105>.
60. Mikula P, Jokimäki J, Kaisanlahti-Jokimäki M-L, Markó G, Morelli F, Møller AP, Yosef R, Albrecht T, Tryjanowski P, Szakony S (2021) Face mask-wear did not affect large-scale patterns in escape and alertness of urban and rural birds during the COVID-19 pandemic. *Science of The Total Environment* 793 148672; <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148672>
61. Marzluff JM, Bowman R, Donnelly R (2001) A historical perspective on urban bird research: trends, terms, and approaches. In *Avian ecology and conservation in an urbanizing world* (pp. 1-17). Springer, Boston, MA; https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_1

62. Brown JL (1969) Territorial behavior and population regulation in birds: a review and re-evaluation. *The Wilson Bulletin* 293-329; <https://www.jstor.org/stable/4159863>
63. Lavee D, Safriel UN, Meilijson I (1991) For how long do trans-Saharan migrants stop over at an oasis?. *Ornis Scandinavica* 33-44; <https://doi.org/10.2307/3676619>
64. Pradel R, Rioux N, Tamisier A, Lebreto JD (1997) Individual turnover among wintering teal in Camargue: a mark-recapture study. *The Journal of wildlife management* 816-821; <https://www.jstor.org/stable/3802189>
65. Warnock N, Bishop MA (1998) Spring stopover ecology of migrant Western Sandpipers. *The Condor* 100(3) 456-467; <https://doi.org/10.2307/1369711>
66. Runyan AM, Blumstein DT (2004) Do individual differences influence flight initiation distance?. *The Journal of wildlife management* 68(4) 1124-1129; [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2004\)068\[1124:DIDIFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2004)068[1124:DIDIFI]2.0.CO;2)
67. Blumstein DT (2006) Developing an evolutionary ecology of fear: how life history and natural history traits affect disturbance tolerance in birds. *Animal behaviour* 71(2) 389-399; <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2005.05.010>
68. Zanette LY, White AF, Allen MC, Clinchy M (2011) Perceived predation risk reduces the number of offspring songbirds produced per year. *Science* 334 1398–1401 <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1025.6034&rep=rep1&type=pdf>
69. Svensson L, Grant PJ, Mullarney K, Zetterström D, Gábor M, András S, Endre S (2013). *Madárhatározó: Európa és Magyarország legátfogóbb terepi határozója*. Park
70. Morelli F, Benedetti Y, Ibáñez-Álamo JD, Jokimäki J, Mänd R, Tryjanowski P, Møller AP (2016) Evidence of evolutionary homogenization of bird communities in urban environments across Europe. *Global Ecology and Biogeography* 25(11) 1284-1293; <https://doi.org/10.1111/geb.12486>
71. Frid A, Dill LM (2002) Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* 6 11; <https://www.jstor.org/stable/26271862>
72. Sbragaglia V, Breithaupt T (2022) Daily activity rhythms, chronotypes, and risk-taking behavior in the signal crayfish. *Current Zoology* 68(2) 177-183; <https://doi.org/10.1093/cz/zoab023>
73. Piratelli AJ, Favoretto GR, Maximiano MF (2015). Factors affecting escape distance in birds. *Zoologia (Curitiba)* 32 438-444; <https://doi.org/10.1590/S1984-46702015000600002>

74. Dunlap JC, Loros JJ, DeCoursey PJ (2004) Chronobiology: biological timekeeping. Sinauer Associates; <https://psycnet.apa.org/record/2003-06316-000>
75. Castillo-Ruiz A, Paul MJ, Schwartz WJ (2012) In search of a temporal niche: social interactions. *Progress in brain research* 199 267-280; <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59427-3.00016-2>
76. Hut RA, Kronfeld-Schor N, van der Vinne V, De la Iglesia H (2012) In search of a temporal niche: environmental factors. *Progress in brain research* 199 281-304; <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59427-3.00017-4>
77. Helm B, Visser ME, Schwartz W, Kronfeld-Schor N, Gerkema M, Piersma T, Bloch G (2017) Two sides of a coin: ecological and chronobiological perspectives of timing in the wild. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 372(1734) 20160246; <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0246>
78. Kronfeld-Schor N, Dayan T (2003) Partitioning of time as an ecological resource. *Annual review of ecology, evolution, and systematics* 34(1) 153-181; <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435>
79. Kronfeld-Schor N, Bloch G, Schwartz WJ (2013) Animal clocks: when science meets nature. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280(1765) 20131354; <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1354>
80. Collins B G, Clow H (1978) Feeding behaviour and energetics of the Western Spinebill, *Acanthorhynchus superciliosus* (Aves: Meliphagidae). *Australian Journal of Zoology* 26(2) 269-277; [10.1071/zo9780269](https://doi.org/10.1071/zo9780269)
81. Collins BG, Morellini PC (1979) The influence of nectar concentration and time of day upon energy intake and expenditure by the singing honeyeater, *Meliphaga virescens*. *Physiological Zoology* 52(2) 165-175; [10.1086/physzool.52.2.30152561](https://doi.org/10.1086/physzool.52.2.30152561)
82. Paton DC (1982) The diet of the New Holland honey eater, *Phylidonyris novaehollandiae*. *Aust J Ecol* 7:279-298; <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1982.tb01506.x>
83. Ferguson S M, Gilson LN, Bateman PW (2019) Look at the time: diel variation in the flight initiation distance of a nectarivorous bird. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 73(11) 1-7; <https://doi.org/10.1007/s00265-019-2757-x>
84. Webb NV, Blumstein DT (2005) Variation in human disturbance differentially affects predation risk assessment in western gulls. *The Condor* 107(1) 178-181; <https://doi.org/10.1093/condor/107.1.178>

85. Lord RG, Brown DJ, Harvey JL, Hall RJ (2001) Contextual constraints on prototype generation and their multilevel consequences for leadership perceptions. *The Leadership Quarterly* 12(3) 311-338; [https://doi.org/10.1016/S1048-9843\(01\)00081-9](https://doi.org/10.1016/S1048-9843(01)00081-9)
86. Miller SG, Knight RL, Miller CK (2001) Wildlife responses to pedestrians and dogs. *Wildlife Society Bulletin* 124-132; <https://www.jstor.org/stable/3783988>
87. Møller AP (2010) Interspecific variation in fear responses predicts urbanization in birds. *Behavioral Ecology* 21 365 – 371 ; <https://academic.oup.com/beheco/article/21/2/365/321406?login=false>
88. Rodgers Jr JA, Smith HT (1997) Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from human. *Wildlife Society Bulletin* 25(1) 1-39; <http://obpa-nc.org/DOI-AdminRecord/0048818-0048824.pdf>
89. Rodgers Jr JA, Schwikert ST (2002) Buffer-zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. *Conservation Biology* 16(1) 216-224; <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00316.x>
90. Martins TL, Roberts ML, Giblin I, Huxham R, Evans MR (2007) Speed of exploration and risk-taking behavior are linked to corticosterone titres in zebra finches. *Hormones and Behavior* 52(4) 445-453; <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.06.007>
91. Landys MM, Goymann W, Schwabl I, Trapschuh M, Slagsvold T (2010) Impact of season and social challenge on testosterone and corticosterone levels in a year-round territorial bird. *Hormones and behavior* 58(2) 317-325; <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2010.02.013>
92. Mehta PH, Welker KM, Zilioli S, Carré JM (2015) Testosterone and cortisol jointly modulate risk-taking. *Psychoneuroendocrinology* 56 88-99; <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2015.02.023>
93. Lima SL, Dill LM (1990) Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian journal of zoology* 68(4) 619-640; <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/z90-092>
94. Lima SL (1995) Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. *Animal Behaviour* 49(1) 11-20; [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(95\)80149-9](https://doi.org/10.1016/0003-3472(95)80149-9)
95. Lima SL (1993) Ecological and evolutionary perspectives on escape from predatory attack: a survey of North American birds. *The Wilson Bulletin* 1-47; <https://www.jstor.org/stable/4163245>

96. Tobalske BW, Dial KP (2000) Effects of body size on take-off flight performance in the Phasianidae (Aves). *Journal of Experimental Biology* 203(21) 3319-3332; <https://doi.org/10.1242/jeb.203.21.3319>
97. Schoener TW (1968) Sizes of feeding territories among birds. *Ecology* 49(1) 123-141; <https://doi.org/10.2307/1933567>
98. Fernández-Juricic E, Blumstein DT, Abrica G, Manriquez L, Adams LB, Adams R, Rodriguez-Prieto I (2006) Relationships of anti-predator escape and post-escape responses with body mass and morphology: a comparative avian study. *Evolutionary ecology research* 8(4) 731-752; <https://www.evolutionary-ecology.com/abstracts/v08/1957.html>

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik segítettek abban, hogy elkészüljek a szakdolgozatommal. Hálával tartozom témavezetőmnek, Dr. Markó Gábornak a türelméért és a szakmai lehetőségekért, amit a közös munka során kaptam tőle, Dr. Kis Jánosnak a sok konzulációért és biztatásért, ezenfelül Dr. Kosztolányi Andrásnak, hogy lehetőséget adott a dolgozatom leadására. Köszönöm Peter Mikula-nak, és ismét a témavezetőmnek, hogy részt vehettem a kutatócsoport munkájában. Továbbá köszönettel tartozom mindenkinek, aki támogatott a tanulmányaim során, a szüleimnek és a barátaimnak, ezen belül is különösképpen Ruprecht Ádámnak és Máté Jakab Alajosnak.

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: Szakony Sára

Elérhetőség (e-mail cím): sara.szakony@gmail.com

A feltöltendő mű címe: Városi környezetben élő madarak menekülő viselkedésének terepi vizsgálata

A mű megjelenési adatai: 2022. Budapest

Az átadott fájlok száma: 1

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédt PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyeznek, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrészt mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg **(egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel)**:

engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,

az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,

a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,

csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**

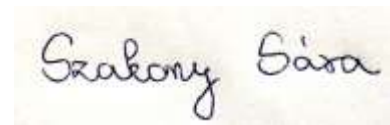


Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörtő módon visszaélne.

Budapest, 2022 év április hó 28 nap



aláírás
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archivum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutjra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*

Alulírott **Kis János** igazolom, hogy **Szakony Sára** (a hallgató neve)

**Városi környezetben élő madarak menekülő viselkedésének
terepi vizsgálata**

című diplomamunkát ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2022-05-09



Kis János

a témavezető neve és aláírása

.....

ÁTE Ökológiai Tanszék