



**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**AZ ERDEI SZALONKA  
(*Scolopax rusticola* LINNAEUS, 1758)  
MEGFIGYELÉSI ÉS ELEJTÉSI ADATAINAK  
VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGON  
2009-2018 KÖZÖTT**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Schally Gergely Tibor**

**Gödöllő  
2020**

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Állattenyésztési tudományok

**vezetője:** Dr. Mézes Miklós  
egyetemi tanár  
a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja  
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Állattudományi Alapok Intézet  
Takarmányozástani Tanszék

**Témavezető:** Dr. Szemethy László  
egyetemi tanár  
PTE, Kultúratudományi, Pedagógusképző  
és Vidékfejlesztési Kar  
Vidékfejlesztési Intézet

---

Az iskolavezető  
jóváhagyása

---

A témavezető  
jóváhagyása

# 1. A munka előzményei, a kitűzött célok

## 1.1. A kutatás előzményei

Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) rejtőzködő életmódra specializálódott faj. Rejtőszínük és speciális életmódjuk miatt az egyedek megfigyelhetősége is erősen korlátozott, ezért nem is meglepő, hogy az állomány nagyságáról és elterjedési területéről, illetve az azokban bekövetkező változásokról viszonylag kevés és alacsony megbízhatóságú ismeret áll rendelkezésre. Az adatgyűjtést a korlátozott megfigyelhetőség mellett a tavaszi és őszi vonulás is megnehezíti. Az erdei szalonka az európai országok többségében vadászható, az információk jelentős része is vadászatból származik, vagy valamilyen formában ahhoz köthető. Ahhoz viszont, hogy a faj állományait fenntarthatóan, hosszú távú fennmaradásukat nem veszélyeztetve lehessen hasznosítani, nyomon követésükhöz („monitorozásukhoz”) megbízható módszerekkel, rendszeresen, hosszú időn keresztül adatokat kell gyűjteni.

Az erdei szalonka vadászat fenntarthatóságának érdekében annak szabályozása Magyarországon napjainkra több alkalommal is változott. A hajtásban és bokrárszó vadászaton történő elejtésének 1970-ben történt megtiltását követően a vadászat módja a lesvadászatra, az idénye pedig a tavaszi időszakra korlátozódott. A hazai szabályozás két alapgondolata az, hogy e vadászati mód okozhatja a legkisebb veszteséget az állományban, illetve ezen időszak az, mely nem ütközik a nagyvadfajok vadászatának időszakával. Az Európai Unió Madárvédelmi irányelvének (79/409/EGK) 7. cikk (4) bekezdésében foglaltaknak megfelelően azonban a tavasz a vándorló madarak esetében a költés vagy költőhelyre való vonulás időszaka, és ezért tiltott vadászati időszaknak minősül. Bár mindkét szabályozás az állomány védelmét célozza, formálisan mégis ellentmond egymásnak. Az EU általános szabályozásától való eltérés hatásának illetve veszélyeinek felmérése csak megbízható, tudományos kutatási adatok alapján lehetséges. A hazai vadászati hagyomány fenntarthatóságának biztosítása céljából az Országos Magyar Vadászati Védegylet vezetésével Országos Erdei Szalonka Monitoring Program indult 2009 tavaszán. A monitoring program elsődleges célja, hogy szinkronszámlálási adatok alapján becslje az ország területén átvonuló szalonkák állományának nagyságát és nyomon kövesse az abban bekövetkező változásokat. Az adatok folyamatos gyűjtésével ellenőrizhető, hogy a hagyományos tavaszi lesvadászat fenntartható-e, és nem veszélyezteti-e a populáció hosszútávú fennmaradását. A monitoring program a hiánypótló alapinformációk mellett az elejtett madaraktól gyűjtött minták révén további kutatások kivitelezésére teremtett lehetőséget, melyek segítségével az állomány struktúrája és a szalonkák viselkedésének biológiai háttere is jobban megérthető.

## 1.2. Kitzűzött célok

A monitoring program 2009. évi indulása óta folyamatosan részt vettem az adatok gyűjtésében és feldolgozásában. Az adatok alapján jellemeztem az erdei szalonka hazai előfordulását és állományának struktúráját a 2009–2018 közötti időszakban, és értékelttem az azokban bekövetkezett változásokat. Az Országos Erdei Szalonka Monitoring Program tavaszi és őszi megfigyelésekből, valamint tavaszi elejtésekből származó adatait dolgoztam fel, és egységes szempontok alapján, idő- és térbeli alakulásukat figyelembe véve értékelttem. Az adatok elemzése során a következő kérdésekre kerestem választ:

1. Hogyan jellemezhető az erdei szalonkák idő- és térbeli előfordulásának alakulása a tavaszi és őszi időszakok során Magyarországon?
2. Kimutatható-e különbség a tavaszi és őszi észlelések között azok gyakoriságát, a látott szalonkák számát, valamint a hallott madarak összes észleléshez viszonyított arányait illetően?
3. Mekkora volt Magyarországon a tavaszi időszakban előforduló állomány nagysága 2009–2018 között, és hogyan alakult az a vizsgált tíz év során?
4. Kimutatható-e kapcsolat a tavaszi állomány nagysága és a vadászati teríték nagysága, valamint annak ivari- és korosztályi összetétele között?
5. Hogyan alakult az elejtett szalonkák ivari- és korösszetétele 2015–2018 között gyűjtött nagy elemszámú és térbeli lefedettségű mintában, és tapasztalható volt-e azokban trendszerű változás az elejtések időpontjától (hónap-nap) függően?
6. Elkülöníthetők-e a Magyarországon mintázott populációban különböző költőhelyekhez köthető alpopulációk, és igazolható-e tér- és időbeli mintázat az egyedek közötti genetikai távolságok alakulásában?

## 2. Anyag és módszer

### 2.1. Adatgyűjtés

Munkám során az Országos Erdei Szalonka Monitoring Program megfigyelési és elejtési adatait használtam fel. Mivel a monitoring program működését számos résztvevő együttműködése és nagy mennyiségű befektetett munkája tette lehetővé, ezért nagyon fontosnak tartom azoknak a munkafolyamatoknak az egyértelmű megjelölését, melyekben ténylegesen aktívan részt vettem. A munkafolyamatok a következők voltak: a megfigyelési és elejtési adatlapok tervezése, elektronikus adatfeltöltő rendszer elkészítése és működtetése, az elektronikus és papír alapú adatok gyűjtése, ellenőrzése, tárolása és feldolgozása, az országos mintagyűjtéshez szükséges eszközök beszerzése és elejtőkhöz történő eljuttatása, minták begyűjtése, feldolgozása, az adatok feldolgozása és értékelése, éves megyei tájékoztatók tartása valamint az eredmények szakcikkekben, konferenciákon, és megyei vadászati hírlevelekben történő közzététele.

#### 2.1.1. A megfigyelési adatok gyűjtése

A monitoring program az egész országra kiterjedt, alapja az önkéntesen résztvevő megfigyelők által a szezononként (tavasz és őszi) 12 héten keresztül hetente egy alkalommal elvégzett szinkronszámlálás. A számlálási adatok időpontonkénti összevetésével következtetni lehet az abban bekövetkező tér- és időbeli változásokra. A megfigyelők a vadgazdálkodási egységek területén az általuk kijelölt megfigyelési pontokon tavasszal minden szombat este (1. táblázat), ősszel minden kedden este (2. táblázat) rögzítették az egyes megfigyelésekre vonatkozó adatokat. Mivel a megfigyelések időpontjai az egyes években különböző naptári napokra estek, azok sorszámait a naptári hetek sorszámait alapján (tavasszal a 6–18. hét, ősszel a 37–50. hét) határoztam meg. Az egyes évek között a kezdő hét sorszámait között eltolódás volt tapasztalható, ezért a feldolgozásokat végül tavasszal 13, ősszel pedig 14 megfigyelési időpontra tagolva tudtam elvégezni. Az egységes, papír adatlapokon rögzített adatok a megfigyelési pont azonosító száma, földrajzi koordinátái, az észlelt (látott és hallott) madarak száma, a belátható terület becsült mérete (szélessége és hosszúsága), a megfigyelés pontos időtartama, az időjárási jellemzők, és a terület növényzete voltak. A megfigyelési pontok koordinátái is rendelkezésre álltak, lehetővé téve az adatok térbeli megjelenítését és elemzését is. A monitoring program 2009–2018 közötti időszakában 101 710 db tavaszi (évente 7 140–12 563 db), és 47 467 db őszi (évente 7 755–10 364 db) megfigyelési jegyzőkönyv adatát gyűjtöttem össze és dolgoztam fel. Őszi megfigyelések csak a 2009–2013 közötti időszakban történtek.

**1. táblázat: A tavaszi megfigyelések dátumai (hh-nn) 2009–2018 között**

Sorszám	Naptári hét száma	Év									
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	6		02-13	02-12	02-11				02-13		
2	7		02-20	02-19	02-18	02-16	02-15	02-14	02-20	02-18	02-17
3	8		02-27	02-26	02-25	02-23	02-22	02-21	02-27	02-25	02-24
4	9	02-28	03-06	03-05	03-03	03-02	03-01	02-28	03-05	03-04	03-03
5	10	03-07	03-13	03-12	03-10	03-09	03-08	03-07	03-12	03-11	03-10
6	11	03-14	03-20	03-19	03-17	03-16	03-15	03-14	03-19	03-18	03-17
7	12	03-21	03-27	03-26	03-24	03-23	03-22	03-21	03-26	03-25	03-24
8	13	03-28	04-03	04-02	03-31	03-30	03-29	03-28	04-02	04-01	03-31
9	14	04-04	04-10	04-09	04-07	04-06	04-05	04-04	04-09	04-08	04-07
10	15	04-11	04-17	04-16	04-14	04-13	04-12	04-11	04-16	04-15	04-14
11	16	04-18	04-24	04-23	04-21	04-20	04-19	04-18	04-23	04-22	04-21
12	17	04-25	05-01	04-30	04-28	04-27	04-26	04-25	04-30	04-29	04-28
13	18	05-02				05-04	05-03	05-02		05-06	05-05

**2. táblázat: Az őszi megfigyelések dátumai (hh-nn) 2009–2013 között**

Sorszám	Naptári hét száma	Év				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	37	-	09-14	-	-	-
2	38	09-15	09-21	09-20	09-18	09-17
3	39	09-22	09-28	09-27	09-25	09-24
4	40	09-29	10-05	10-04	10-02	10-01
5	41	10-06	10-12	10-11	10-09	10-08
6	42	10-13	10-19	10-18	10-16	10-15
7	43	10-20	10-26	10-25	10-23	10-22
8	44	10-27	11-02	11-01	10-30	10-29
9	45	11-03	11-09	11-08	11-06	11-05
10	46	11-10	11-16	11-15	11-13	11-12
11	47	11-17	11-23	11-22	11-20	11-19
12	48	11-24	11-30	11-29	11-27	11-26
13	49	12-01	12-07	12-06	12-04	12-03
14	50	-	12-14	-	-	-

### ***2.1.2. Az elejtésekből származó minták gyűjtése***

Erdei szalonka elejtések 2010–2018 között kizárólag mintagyűjtési céllal történhettek. A mintavétel célja az állomány ivari és korösszetételének feltérképezése és nyomon követése volt nagy elemszámú, reprezentatív minta alapján. Az elejtők kizárólag a monitoring program hivatalos résztvevői, a vadászati hatóságtól is csak mintagyűjtés céljából kapták meg az ahhoz szükséges elejtési engedélyeket. A 2010–2014 közötti időszakban elejtett madarakból származó mintákat a Soproni Egyetem munkatársai dolgozták fel, 2015-től pedig a Vadvilág Megőrzési Intézetbe kellett azokat eljuttatni. A mintagyűjtés 2015–2018 között országos szinten történt, dolgozatomban az ebből származó minták adatait vizsgáltam. Az elejtett madarak adatait (elejtés helye, ideje év-hónap-nap-óra-perc pontossággal, az elejtett egyed testhossza, testtömege, ivara) az elejtők egységes, papír adatlapokon rögzítették. Az adatlap mellett minden egyedről szárny-mintát is kellett küldeni, ami a populáció koreloszlásának becsléséhez szükséges. A szárnytollak alapján meghatározható, hogy az adott szalonka első éves, vagy legalább a második életévében volt-e. A 2015–2017 közötti időszakban izomminták gyűjtése is történt minden elejtett egyedből, melyeket populációgenetikai vizsgálatokhoz gyűjtöttük. A vizsgálatokkal értékelhető, hogy a hazánkon különböző időben, illetve területen átvonuló szalonkák azonos vagy különböző a költőterületről származnak-e. A minták gyűjtéséhez szükséges edényeket (a DNS-mintákhoz 2 ml-es „Micro test tube” zárható fedelű cső félig megtöltve 70% töménységű etil-alkohollal), adatlapokat és borítékokat egybe csomagolva a megyei koordinátorok segítségével eljuttattuk a monitoring program résztvevőinek, évente meghatározott kvóták alapján. Az elejtéseket követően a monitorozók által gyűjtött mintákat a megyei koordinátorok juttatták el a VMI részére. A beérkezett minták adatait is adatbázisban rögzítettük, és a szárnyakról fényképparchívumot készítettünk. A monitoring program 2015–2018 közötti időszakában összesen 11 073 db egyéni tavaszi elejtési jegyzőkönyv (évente 2 021–3 609 db) adatát dolgoztam fel.

### ***2.1.3. A megfigyelési pontok által jellemzett területek méretének meghatározása***

Feltételezhető, hogy a megfigyelés során belátott terület mérete befolyásolja az észlelés valószínűségét. A belátott terület mérete azonban nem feltétlenül alkalmas egy adott területen az erdei szalonkák egyedsűrűségének jellemzésére, legfeljebb abban az esetben, ha a madarak térbeli eloszlása egyenletes. Mivel azonban sokkal nagyobb az esély arra, hogy az egyedek térbeli elhelyezkedése nem egyenletes, a belátható terület alapján számolt sűrűség jelentős túlbecslést okozhat. Azt nagyon nehéz lenne meghatározni minden egyes pontra, hogy egészen pontosan mekkora területet jellemez, viszont egy átlagos, közelítő értéket mindenképpen

érdemes meghatározni. Tekintettel a madarak területváltásai során regisztrált távolságokra (DURIEZ *et al.* 2005; HOODLESS & HIRONS 2007; GUZMÁN *et al.* 2017), valamint a húzás során becsült területméretek rádiuszára (HIRONS 1980), az egyes megfigyelési pontok által jellemzett terület méretét 1 km<sup>2</sup>-ben határoztam meg. Térinformatikai szoftverrel az ország teljes területét lefedtem egy 1 km oldalszélességű négyzetrács-hálóval (összesen 93 832 db). A megfelelően azonosítható koordinátákkal rendelkező megfigyelési pontokat (2 160 db, a teljes adatállomány 79,7%-a) elhelyezkedésük alapján hozzárendeltem az azokat befoglaló négyzetekhez. A további, észlelési számokon alapuló adatfeldolgozásokat (súlyozott térbeli átlagok számítása és állománybecslés) pedig az 1 km<sup>2</sup>-es rácshálóra vonatkoztatva végeztem el. A megfigyelési pontok által fedett cellák száma az egyes években a tavaszi adatok esetében 809–966 db között, az őszi adatok esetében 713–848 db között alakult. Míg a lefedett területek számában jelentős változás nem volt tapasztalható, az elhelyezkedésükben nagy évek közötti variabilitás volt megfigyelhető. Az elejtési adatokat éves szinten 539–750 db cellához tudtam kapcsolni.

## **2.2. Adatfeldolgozás**

Az adatok kezelését és grafikus ábrázolását a Microsoft Excel 2016 szoftverrel végeztem. A matematikai statisztikai értékeléseket a PAST (v3.24) és R (v3.6.0) szoftverekkel hajtottam végre. A térinformatikai elemzéseket, adatbázis összekapcsolásokat és az adatok térképi megjelenítését a QGIS szoftverrel (v2.18.24) végeztem.

### **2.2.1. A megfigyelési adatok jellemzése**

A megfigyelési adatok elemzéseit a tavaszi és az őszi időszakok esetében egységes szempontok szerint külön elvégeztem, eredményeiket pedig egymással összevettem.

- Elkészítettem a megfigyelésekkel töltött idő és a megfigyelők által jelentett belátható területek méretének leíró jellemzését (minimum, maximum, medián, átlag, szórás) a tavaszi és őszi megfigyelési adatok esetében évek szerint csoportosítva. Egytényezős ANOVA módszerrel vizsgáltam mindkét változó éven belüli és évek közötti lehetséges eltéréseit is. A területek méretének illetve a megfigyelésekre szánt idő hosszának az észlelések számát befolyásoló hatását Spearman rangkorrelációs vizsgálattal teszteltem.
- Elkészítettem a látott erdei szalonkák számának (látott / megfigyelési pont / megfigyelési időpont) leíró jellemzését (minimum, maximum, medián, átlag, szórás) a tavaszi és őszi megfigyelési adatok esetében évek szerint csoportosítva, és gyakoriság-eloszlásaikat boxplot ábrákkal ábrázoltam éves és időpont szerinti bontásban is.



- Kiszámoltam a hallott szalonkák arányát az összes észleléshez (látott + hallott) viszonyítva az egyes megfigyelések esetében (egy megfigyelési ponton egy alkalommal), és ábrázoltam azok átlagainak és szórásainak megfigyelési időpontenkénti alakulását. Az arányokat éves szinten összesítettem (összes hallott / összes észlelt adott évben), és Welch t-próbával összevettem a tavaszi és őszi időszakok között.
- Észlelési arányokat (sikeres megfigyelések aránya az összes megfigyeléshez képest) számítottam ki a többszöri észlelésekből származó eltérések kiküszöbölése érdekében az egyes megfigyelési időpontokra. Az arányok meghatározásához csak a látott szalonkák számát vettem alapul, a hallott madarak számát feltételezhetően nagy időszakos variabilitásuk miatt viszont e feldolgozás során nem vettem figyelembe. Az észlelési arányok éven belüli alakulásait ábrázoltam, és az egyes évek adatsorai között korrelációt számoltam az azonos megfigyelési időpont sorszámok észlelési arányainak párba állításával. Kiszámoltam az egyes megfigyelési időpontok eredményeinek éves variabilitását is (variációs koefficiens – CV – szórás/átlag), melyeket az évszakok között kétmintás t-próbával összevettem. Az észlelési arányokat éves szinten is kiszámoltam (sikeres megfigyelések száma összesen / megfigyelések száma összesen), és az évszakok között kétmintás t-próbával összevettem a 2009–2013 közötti időszak adatai esetében. Az évszakok között az észlelt madarak éves átlagait (látott / megfigyelések száma összesen adott évben) és Welch t-próbával hasonlítottam össze.
- Az észlelések (látott szalonkák száma) tér- és időbeli alakulásának jellemzéséhez az adatokat az  $1 \times 1$  km-es rácsháló celláihoz kapcsoltam térinformatikai szoftver segítségével. Az egyes cellákba eső pontok száma – az azok között tartandó 1,5 km távolság ajánlása ellenére – nem volt egységes, ezért adott cellába mindig csak egy, a maximális észlelési értéket adó pont adata került. A látott szalonkák számával súlyozott térbeli átlag pontokat számítottam ki az egyes megfigyelési időpontokra (évenként külön). Az átlagpontok X és Y koordinátáinak (Egységes Országos vetületi rendszerben – méter mértékegységgel) megfigyelési időpontenkénti alakulását térképen és diagramon ábrázoltam. Az egyes évek térbeli átlagainak időpontenkénti trendjét lineáris regressziós modellel vizsgáltam.

### 2.2.2. Az elejtési adatok jellemzése

- Elkészítettem az egy ponton egy alkalommal elejtett erdei szalonkák számának leíró értékelését (átlag, szórás, minimum, maximum). Kiszámoltam az egy ponton egy évben összesen elejtett szalonkák számát, és az összegzést az  $1 \times 1$  km-es rácsháló celláira vetítve is elvégeztem.
- Az elejtések éven belüli alakulásait (az elejtett madarak száma napi bontásban, valamint hetenként összesítve) pont-diagramon ábrázoltam, és a megfigyelési adatokhoz hasonlóan, az egyes évek adatsorainak alakulásai közötti kapcsolatot Spearman rangkorrelációs vizsgálattal értékeltem.
- Az elejtések tér- és időbeli alakulásának jellemzéséhez az elejtési adatokat az  $1 \times 1$  km-es rácsháló celláihoz kapcsoltam térinformatikai rendszerben. Az egyes cellákba a bennük található pontok elejtési számainak adott heti összege került. A megfigyelési adatokkal való összevethetőség, valamint a térbeli feldolgozásokhoz szükséges mennyiségű elemszám biztosítása érdekében az elejtett madarak számait heti szinten összegeztem a megfigyelési időpontok beosztásainak megfelelően. Az elejtések számával súlyozott térbeli átlag pontokat számítottam ki az egyes heti időpontokra. Az átlagpontok időpontenkénti alakulását térképen és diagramon ábrázoltam, és az egyes évek térbeli átlagainak időpontenkénti alakulásának trendjét lineáris regressziós modellel vizsgáltam.
- Vizsgáltam a tavaszi észlelési arányok és az elejtések számainak időpontenkénti alakulásai közötti összefüggést (Spearman rangkorrelációs vizsgálattal) az egyes éveken belül a 2015–2018 közötti időszakban. Az összevethetőséghez ebben az esetben is a rácsháléhoz való kapcsolást, illetve az elejtési adatok heti szintű összesítését alkalmaztam.
- Jellemeztem az ivari- és korösszetétel éven belüli alakulását. A feldolgozásokhoz csak azokat az elejtési adatokat vettem figyelembe, amik esetében hiánytalanul szerepelt az elejtés ideje, valamint az adott madarak korosztálya és/vagy ivara. Az ivari- és korösszetétel évek közötti eltéréseit  $\chi^2$ -teszttel illetve Cramér's V-teszttel, az évek közötti alakulásuk trendjét lineáris regressziós modellel, esetleges összefüggésüket a teríték nagyságával pedig Pearson korrelációs teszttel vizsgáltam.
- A hímek és tojók heti szinten összesített elejtett számainak éven belüli alakulásait Pearson korrelációs teszttel hasonlítottam össze, az összehasonlítást a korosztályok éven belüli alakulásai között is elvégeztem.

### 2.2.3. Az állomány nagyságának meghatározása

- Az általam létrehozott  $1 \times 1$  km rácshálót a CLC (© Copernicus Program; az adatbázis az Európai Unió támogatásával készült) jelenlegi legfrissebb, 2018. évi állapotot tükröző országos felszínborítási térképpel metszelve kiszámítottam a megfigyelési pontok által érintett négyzetek („cellák”) felszínborításának alapvető összetételét „erdő”, „mezőgazdaság”, illetve „egyéb” összevont kategóriák arányaiban. Az eredmény alapján meghatároztam az erdei szalonka számára potenciálisan alkalmas cellák kiválasztásának kritériumait. A kritériumok meghatározása során a fő szempont az erdős területek jelenléte volt, melyek aránya a vizsgált cellák 95%-a esetében meghaladta a 10%-ot, a mezőgazdasági területek aránya ennek megfelelően legfeljebb 90% lehetett. A kritériumok alapján a teljes ország területén kategorizáltam az egyes cellákat „alkalmas” (az erdős területek aránya legalább 10%, a mezőgazdaság aránya pedig legfeljebb 90%) illetve „alkalmatlan” csoportokba. Az ország területét nem, vagy csak részben fedő cellákat nem soroltam egyik kategóriába sem.
- Meghatároztam az egyes cellákba eső pontok észlelési számainak maximum értékeit megfigyelési időpontonként az egyes években. A többszöri számlásból adódó hibák elkerülése céljából egy cellában így csak egy pont észlelési adata számított.
- A cellák észlelési adatainak időpontonkénti eloszlásait extrapoláltam a 36 600 db alkalmasként besorolt cellára az egyes időpontokban. Például, ha egy adott időpontban a pontok 50%-án nem történt észlelés, további 40%-án 1 észlelés, illetve 10%-án pedig 2 észlelés történt, akkor az adott időpontra vonatkoztatva a teljes országos egyedszám  $N = (0,5 \times 0 \times 36\ 600) + (0,4 \times 1 \times 36\ 600) + (0,1 \times 2 \times 36\ 600)$  lett.
- Tekintettel a korábbi tapasztalatokra, melyek szerint a tojók arányát befolyásolja a mintagyűjtés és a megfigyelés módszere (FARAGÓ & LÁSZLÓ 2013), az adott időpontokra kiszámolt állomány nagyságokat korrigáltam az ivararányval. A feltételezett ivararány eltér a terítékben korábban regisztrált arányoktól. A hímek aránya a tojókénál nagyobb a tavaszi terítékben (~80% hím), ezért feltételezhetően a megfigyelés során is hasonló lehet az arányuk – sőt, valójában még nagyobb is lehet, ha a hímek esetében nagyobb a többszöri észlelés valószínűsége. Teelőterületeken, bokrászó vadászat során ez az arány azonban ettől eltérőnek bizonyult (~40% hím) (FARAGÓ & LÁSZLÓ 2013). A teelőterületeken folytatott bokrászó vadászat során a teríték ivararánya valószínűleg sokkal közelebb áll a valódi ivararányhoz. A tavaszi észleléseket emiatt érdemes korrigálni az ivararányval, és ezért a

következő korrekciót végeztem el: kiszámoltam az észlelt madarak számának 80%-át (hímek száma), majd azt a bokrárszó vadászatok terítékében tapasztalt arányukkal (0,4) osztottam el ( $N \times 0,8 = N_{\text{korrr}} \times 0,4$ ; egyszerűbben  $N_{\text{korrr}} = N \times 2$ ).

- A megfigyelési időpontként meghatározott egyedszámokat összegeztem, illetve kiszámoltam azok maximum értékét minden év esetében a teljes tavaszi időszakra. A maximális érték azt mutatja meg, hogy adott időszakon belül mekkora lehetett az egy időpontban Magyarországon előforduló szalonkák maximális száma (észlelési tetőpont/”vonulási csúcspont”), kiküszöbölve ezzel annak a lehetőségét, hogy az adott esetben több héten keresztül egy helyen tartózkodó egyedeket többször is számításba vegyünk. Az egyes megfigyelési időpontok egyedszámainak összege minden látott egyedre figyelembe vesz, így az eredményeket valószínűleg befolyásolja a többszöri számlálás. A bizonytalanság csökkentése érdekében az adott évi állomány jellemzésére mind az egyes időpontok maximum értékét, mind a teljes időszakra összesített egyedszámot használtam, a kétféle módszerrel kapott értékek közötti kapcsolat erősségét pedig Pearson korreláció elemzéssel vizsgáltam.
- Az általam meghatározott tavaszi állomány nagyság időbeli alakulásának trendjét a 2009–2018 közötti időszakban lineáris regressziós modellel vizsgáltam.
- Az egyes évek becsült állomány nagyságai és terítékadatai közötti kapcsolat erősségét Pearson korreláció elemzéssel vizsgáltam, illetve ellenőriztem, hogy az adott évi becsült állomány nagyság, valamint az azt megelőző év terítéke között lehet-e kapcsolat. E feldolgozás során nem csak a 2015–2018 közötti időszakból származó országos elejtési számokat vettem figyelembe, mert az országos szinten egységesen gyűjtött vadgazdálkodási statisztikai adatok (CSÁNYI *et al.* 2018) lehetővé tették, hogy a 2010–2014 között elejtett egyedek számát is felhasználjam az összehasonlítás során.

#### **2.2.4. A populációgenetikai vizsgálatok módszertana**

A populációgenetikai vizsgálatok egy jól szervezett csapat összehangolt munkájának köszönhetően valósulhattak meg, melynek jelentős részét – a laborvizsgálatokat és az azokból származó adatok elemzését – a Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézetének munkatársai végezték el. A csapat tagjaként én a vizsgálatok tervezésben, a mintagyűjtés lebonyolításában, a ténylegesen vizsgált alminták kiválasztásában, valamint az eredmények értékelésében és közzétételében vettem részt. A vizsgálatok módszereit és

eredményeit ezért – az egymásra épülő munkafolyamatokra való tekintettel – többes szám első személyben ismertetem.

Vizsgálatunkban nyolc mikroszatellita marker variabilitást elemeztük, és feltérképeztük a Magyarországon tavaszi időszakban előforduló erdei szalonkák genetikai diverzitását valamint a populáció lehetséges strukturáltságát. Vizsgáltuk, hogy a mintánkban elkülöníthetők-e alpopulációk, és vizsgáltuk, hogy az egymáshoz térben és időben közelebb esett egyedek genetikai értelemben is közelebb álltak-e egymáshoz, mint a többi egyedhez. Az Országos Erdei Szalonka Monitoring Program 2015. tavaszi időszakában gyűjtött 3 609 db, 70%-os töménységű alkoholban tartósított erdei szalonka mellizom szövetmintákból 240 db analízisét végeztük el. Az alminta összeállításánál törekedtünk a tér- és időbeli valamint az ivar- és korosztály szerinti reprezentativitás biztosítására. A térbeli paraméterek megállapításakor az országot mértanilag 4 db, megközelítőleg egyenlő részre osztottuk. Az időbeli paraméterek megállapításakor a 2015. évi Országos Erdei Szalonka Monitoring Program időtartamát 3 db, közel egyenlő részre osztottuk fel; az így kialakított három időszak: február 15. – március 7., március 8. – április 5., április 6. – május 2. Az általunk kialakított csoportokból egyenlő számú egyedi mintát véletlenszerűen választottunk ki. Az ivarokat és korosztályokat is, amennyiben az elemszámok lehetővé tették, azonos arányban választottuk ki. A madarak ivarát boncolással, korukat a tollaik vedlési fázisai alapján határoztuk meg. Öt szalonka esetében nem volt lehetőség a kor meghatározására. A csoportok a minta reprezentativitásának biztosítását szolgálták, az alacsony elemszámaik miatt azokat azonban a további elemzések során változókként nem alkalmaztuk.

Az izomszövet mintákat etil-alkoholban tároltuk  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten. A mintákból Genomic DNA Mini Kit (Geneaid Biotech Ltd, Tajvan) és High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche Diagnostics AG, Svájc) segítségével teljes genomi DNS-t izoláltunk a gyártók utasításai szerint. Az izolált DNS minőségét és mennyiségét ND-1000 spektrofotométerrel (NanoDrop Technologies, Inc., USA) ellenőriztük, a DNS épségét pedig 1%-os agaróz gélelektroforézis segítségével határoztuk meg. A DNS mintákat a PCR vizsgálatokhoz  $15\text{ ng}/\mu\text{l}$  koncentrációra hígítottuk; a  $15\text{ ng}/\mu\text{l}$  koncentrációt el nem érő DNS termékeket hígítás nélkül használtuk a további vizsgálatokhoz. Izolálás után a genomi DNS-t további feldolgozásig  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten tároltuk. A minták genotipizálásához a CARDIA *et al.* (2007) adatai alapján előzetesen összeválogatott jelölt STR primereket (Sru1-24b, Sru1-24c, Sru54b, Sru74a, Sru79d, Sru87b, Sru113a, Sru128b) teszteltük, majd a kapott jelek erősségét multiplex körülmények között (egy reakcióterben több markert összemerve) optimalizáltuk. A PCR multiplexeket  $25\text{ }\mu\text{l}$  végtérfogatban mértük össze QIAGEN Multiplex PCR Kit (QIAGEN GmbH, Németország) használatával

LifeECO készülékben (Hangzhou Bioer Technology Co., Ltd, Kína). A fluoreszcensen jelölt primerekkel kapott PCR termékeket kapilláris elektroforézissel választották szét a BIOMI Kft-nél, ABI 3100 Genetic Analyzer (Applied Biosystems Group, USA) készülék segítségével. Az allélméretek Peak Scanner (v1.0) program (Applied Biosystems Group, USA) segítségével határoztuk meg, a kapott allélméretek MS Excel táblázatban rögzítettük. A null allélok és a pontozási hibák szűrését a Microchecker szoftverrel végeztük (v2.2.3). Az egyedek újramintázásának elkerülése érdekében a CERVUS szoftver (v3.0.6) „Identity Analysis” vizsgálatát hajtottuk végre. Az allélok lókuszonkénti számát (Na), a heterozigócia várt (HE) és tapasztalt értékeit (HO), a Hardy-Weinberg egyensúlytól való eltérést (HWE), és a genetikai diverzitás mértékét az egyes lókuszosokra, és az összes lókuszosra átlagolva a CERVUS és a GenAIEx (v6.501) szoftverekkel számítottuk ki.

Az alpopulációk elkülönítésének lehetőségét több módszerrel is vizsgáltuk. Elsőként, az alpopulációk lehetséges számának becsléséhez, a STRUCTURE szoftver (v2.3.4) Bayes-féle klaszterező algoritmusát használtuk. Az elemzéseket az alapbeállításokkal (admixture model és korrelált allélfrekvenciák) futtattuk egy 250 000 ismétléses burn-in periódussal és 750 000 ismétléssel, a klaszterek számát (K) 1-től 10-ig nézve, minden K-nál 10 független futással. A genetikai klaszterek számának meghatározásához EVANNO *et al.* (2005) módszerét alkalmaztuk a Structure Harvester (v0.6.94) szoftver segítségével. Második megközelítésként „discriminant analysis of principal components” (DAPC) módszert alkalmaztunk az R szoftver (v3.3.1) „adegenet” elnevezésű kiegészítő csomagjával, mely az egyedeket populációgenetikai modell alkalmazása nélkül rendeli klaszterekhez. A klaszterek optimális számának (K) meghatározásához a „find.clusters” funkciót használtuk a „choose.n.clust” opció és a Bayesian Information Criterion (BIC) segítségével. Végül az egyedeket DAPC alapján, az összes főkomponens („principal component”) megtartásával, alpopulációkhoz rendeltük. Továbbá, a populáció lehetséges tér- és időbeli strukturáltságát általános lineáris modellel vizsgáltuk. A függő változó az egyedek között mért genetikai távolság, míg a független változók az időbeli (napok száma), és a földrajzi (m) távolság, valamint a két független tényező interakciója. Az egyedek közötti genetikai távolságokat a GenAIEx szoftverrel határoztuk meg, a modellt az R szoftverrel (v3.3.1) teszteltük.

### 3. Eredmények

#### 3.1. A megfigyelési adatok jellemzése

A megfigyelők a tavaszi megfigyelések során alkalmanként átlagosan 1,1 órát ( $s = 0,3$  óra) töltöttek a megfigyeléssel. A megfigyelések időtartama az évek ( $F_9 = 26,64$ ;  $p < 0,001$ ) és az időpontok ( $F_{12} = 9,153$ ;  $p < 0,001$ ) között is eltért, az eltérések azonban feltehetően csak a viszonylag nagy elemszámok miatt adódtak, módszertani szempontból elenyészőnek tekinthetők. A megfigyelők a tavaszi megfigyelések során alkalmanként átlagosan 0,9 ha ( $s = 2,3$  ha) méretű belátott területet regisztráltak. A belátott területek méretei az évek ( $F_9 = 1524,2$ ;  $p < 0,001$ ) és az időpontok ( $F_{12} = 16,16$ ;  $p < 0,001$ ) között is eltértek, az eltérések azonban feltehetően a viszonylag nagy elemszámok miatt adódtak, módszertani szempontból elenyészőnek tekinthetők. Fontos kiemelni a kezdő, 2009-es év átlagát és szórását, melyek az utána következőktől jelentősen eltértek. Ennek legfőbb oka, hogy a megfigyelők kezdetben nem akkora területméretet adtak meg, amin belül biztosan észlelhetnek szalonkát, hanem akkorát, amin belül tényleges látótávolságuk elér. E probléma kiküszöbölése érdekében a későbbiekben a megfigyelési adatlapon külön fel lett tüntetve a távolság megadásának helyes módja. A megfigyelők által a tavaszi megfigyelések során alkalmanként regisztrált észlelések (látott szalonkák) száma 0–28 között ( $\bar{x} = 0,8$ ;  $s = 1,5$ ) alakult. Fontos kiemelni a kezdő, 2009-es év átlagát illetve szórását, melyek az utána következőktől jelentősen eltértek. A látott szalonkák számának alsó kvartilise és középértéke is a 7. megfigyelési időpontban voltak a legmagasabbak. Az összes megfigyelés 65,9%-ában (67 073 db / 101 710 db) nem láttak szalonkát. A belátható terület mérete és a látott szalonkák száma között szignifikáns, viszont nagyon gyenge összefüggést találtam (Spearman  $r = -0,069$ ;  $p < 0,001$ ). A megfigyelések időtartama és a látott szalonkák száma között szintén szignifikáns, de nagyon gyenge összefüggést találtam (Spearman  $r = -0,008$ ;  $p = 0,008$ ).

A megfigyelők az őszi megfigyelések során alkalmanként átlagosan 1,2 órát ( $s = 0,4$  óra) töltöttek a megfigyeléssel. A megfigyelések időtartama az évek között eltért ( $F_4 = 117,31$ ;  $p < 0,001$ ), az egyes időpontok között viszont nem ( $F_{13} = 0,972$ ; NS). Az eltérések feltehetően a viszonylag nagy elemszámok miatt adódtak, módszertani szempontból elenyészőnek tekinthetők. A megfigyelők az őszi megfigyelések során alkalmanként átlagosan 0,8 ha ( $s = 1,2$  ha) méretű belátott területet regisztráltak. A belátott területek mérete az évek között eltért ( $F_4 = 89,657$ ;  $p < 0,001$ ), az időpontok között viszont nem ( $F_{13} = 0,859$ ; NS). A megfigyelők által az őszi megfigyelések során alkalmanként regisztrált észlelések (látott szalonkák) száma 0–12 között ( $\bar{x} = 0,4$ ;  $s = 0,9$ ) alakult. A látott szalonkák számának középértéke minden megfigyelési időpontban 0 volt. Az összes megfigyelés

72,4%-ában (34 355 db / 47 465 db) nem láttak szalonkát. Az éves szinten összesített észlelési arányok a tavaszi ( $\bar{x} = 0,4$ ;  $s = 0,1$ ) és őszi ( $\bar{x} = 0,3$ ;  $s = 0,01$ ) időszakok között nem tértek el jelentős mértékben (Welch  $t_4 = 2,408$ ; NS), a látott szalonkák számának éves átlagai (tavasz:  $\bar{x} = 0,9$ ;  $s = 0,3$ ; őszi:  $\bar{x} = 0,4$ ;  $s = 0,03$ ) viszont a két időszak között eltértek (Welch  $t_4 = 3,395$ ;  $p < 0,05$ ). A megfigyelések időtartama és a látott szalonkák száma között összefüggést nem találtam (Spearman  $r = 0,006$ ; NS). A belátható terület mérete és a látott szalonkák száma között szignifikáns, de nagyon gyenge összefüggést találtam (Spearman  $r = 0,016$ ;  $p < 0,001$ ). A hallott madarak összes észleléshez viszonyított éves arányaiban eltérést találtam a tavaszi és őszi időszakok között ( $t_8 = 18,288$ ;  $p < 0,001$ ). Az őszi értékek töredékei voltak a tavasszal tapasztaltaknak.

A tavaszi észlelési arányok görbéinek évenkénti alakulásai között többségében (34 / 45 adatsor-pár – 75,6%) nagymértékű ( $r > 0,58$ ), statisztikailag igazolható ( $p < 0,05$ ) összefüggést találtam. A 2017. év görbéje több másik év görbétől is eltért, azonban a kisebb különbségek ellenére az alapvető jellemzői tekintetében e kiugró év is megegyezett a többi évvel. Az észlelési arányok időbeli dinamikája egycsúcsú haranggörbével jellemezhető az egyes években. Az arányok a február 10–28. közötti 0%-ról március 20-ig folyamatosan növekedtek 70–90% közötti értékre, ezt követően április 15-ig visszaestek 0% körüli értékre. A tetőpontban az adott évi összes észlelés (látott) 8,7%–11,4%-a történt az egyes években. A tetőpont előtti időszakban nagyobb volt a variancia mértéke az évek között, a tetőpontot követő periódusban ez már sokkal kisebbnek bizonyult. A variabilitás a tetőpontban volt a legkisebb.

Az őszi adatok esetében az egyes észlelési arányok görbéinek évenkénti alakulásai között többségében (7 / 10 adatsor-pár – 70%) nagymértékű ( $r > 0,70$ ), statisztikailag igazolható ( $p < 0,05$ ) összefüggést találtam. Az észlelési arányok időbeli dinamikája a tavasziakhoz hasonlóan egycsúcsú haranggörbével volt jellemezhető az egyes években. Jelentős különbséget jelentett, hogy az őszi tetőpontban regisztrált értékek jóval alacsonyabbak voltak, mint a tavasziak. A szeptember 15. körüli 0%-ról október 31-ig folyamatosan növekedtek 50% körüli értékre, ezt követően november 30-ig visszaestek 0% körüli értékekre. 2010-ben rendhagyó módon két héttel hosszabb volt a megfigyelési időszak (14. alkalom), ebben az egy esetben az észlelési arányok további, 0% körüli értékre való csökkenése volt megfigyelhető. A variabilitás ősszel töredéke volt a tavaszi értékeknek, abban azonban megegyezett a két időszak, hogy az évek közötti eltérések mértéke a tetőpontban volt a legkisebb.

A tavaszi észlelések súlyozott térbeli átlagai esetében az egyes időpontok előrehaladtával elmozdulás volt tapasztalható északi és keleti irányokba egyaránt. Adott éven belül nem volt minden esetben egyértelmű az irány, az összesített adatok esetében azonban kimutatható volt a növekvő



trend. Az átlagértékek mind az X mind az Y koordináták esetében folyamatosan növekvő tendenciát (X:  $r^2 = 0,30$ ;  $t = 7,043$ ;  $p < 0,001$ ; Y:  $r^2 = 0,48$ ;  $t = 10,323$ ;  $p < 0,001$ ) mutattak, a szórások az X koordináta (Ny–K) esetében az első három és utolsó kettő, míg az Y koordináta (D–É) esetében az első és az utolsó két időpontban voltak jelentősek. Az elejtési adatok esetében tavasszal a megfigyelési adatokéhoz hasonló irányú és meredekségű trend volt megfigyelhető, a lineáris kapcsolat erőssége is hasonló volt (X:  $r^2 = 0,26$ ;  $t = 3,549$ ;  $p < 0,01$ ; Y:  $r^2 = 0,59$ ;  $t = 7,084$ ;  $p < 0,001$ ). Az őszi észlelések súlyozott térbeli átlagai, bár kisebb mértékben, de szintén mutattak térbeli eltolódást (X:  $r^2 = 0,02$ ;  $t = -1,015$ ; NS; Y:  $r^2 = 0,16$ ;  $t = -3,302$ ;  $p < 0,01$ ), a korábbi vadászati tapasztalatoknak és az előzetes feltételezésnek megfelelően a tavasziakkal ellentétes irányban.

### 3.2. Az elejtési adatok jellemzése

A tavaszi időszakokban az egyes elejtési pontokról alkalmanként 1–6 elejtett madár adatlapja ( $\bar{x} = 1,2$  példány;  $s = 0,5$  példány) érkezett be. Az  $1 \times 1$  km-es cellák szintjén összesített elejtések száma szintén 1–6 között ( $\bar{x} = 1,2$  példány;  $s = 0,5$  példány) alakult az egyes időpontokban. Az egy megfigyelési ponton egy évben elejtett erdei szalonkák száma 1–30 példány között ( $\bar{x} = 3,6$  példány;  $s = 3,2$  példány) alakult, Az éves elejtések az  $1 \times 1$  km-es cellák szintjén szintén 1–30 példány között ( $\bar{x} = 3,9$  példány;  $s = 3,4$  példány) alakultak.

Az egyes évek elejtési görbéinek napi alakulásai között kivétel nélkül statisztikailag igazolható ( $p < 0,01$ ), közepes erősségű összefüggést ( $r > 0,46$ ) találtam. Az egyébként magas elejtési számokkal jellemezhető időszakban regisztrált alacsony értékek a szombati napok elejtési eredményei. A monitoring program résztvevőinek többsége a szombati napokon csak megfigyelést végzett, és aznap – elsősorban este – nem ejtett el szalonkát. A kivételt elsősorban hajnali húzások során elejtett szalonkák adatai jelentették, ezeket a torzítások elkerülése végett a napi alakulások összevetése során nem használtam. A tavaszi észlelési arányok és az elejtett madarak számának heti szinten összesített számának alakulásai között az egyes éveken belül erős összefüggést találtam a Spearman rangkorrelációs elemzéssel (2015:  $r = 0,94$ ;  $p < 0,001$ ; 2016:  $r = 0,93$ ;  $p < 0,001$ ; 2017:  $r = 0,91$ ;  $p < 0,001$ ; 2018:  $r = 0,91$ ;  $p < 0,001$ ). Az elejtési adatok esetében tavasszal a megfigyelési adatokéhoz hasonló irányú és meredekségű idő- és térbeli trend volt megfigyelhető.

A hímek aránya 2015–2018 között minden vizsgált évben többszöröse volt a tojókének, a tojók aránya 15,3–24,9% között alakult. Az évek között az ivarok arányaiban a  $\chi^2$ -teszt szignifikáns eltérést ( $\chi^2_3 = 80,566$ ;  $p < 0,001$ ) mutatott ki, a  $\chi^2$ -teszt viszont érzékeny a nagy elemszámokra, ezért a Cramér's V értéket vettem alapul, mely alapján a sorok (év) és oszlopok (ivar) közötti asszociáció mértéke rendkívül alacsony volt

(Cramér's  $V = 0,086$ ). A tojók aránya az összesített éves terítékben az évek során trendszerű változást nem mutatott ( $r^2 = 0,46$ ;  $t = 1,300$ ; NS). A teríték évenkénti nagyságai és a tojók azon belüli arányai között korreláció nem volt kimutatható (Pearson  $r = -0,91$ ; NS). A tojók arányának időpontenkénti alakulása az egyes években nem követett egyértelmű trendet ( $r^2 = 0,03$ ;  $t = 1,078$ ; NS), a megfelelő elemszámmal rendelkező megfigyelési időpontokra (3–9) szűkítve viszont az arányok közepes erősségű lineáris trenddel jellemezhetők ( $r^2 = 0,56$ ;  $t = 5,712$ ;  $p < 0,001$ ). Az arányok időpontenkénti eltérései ellenére a hímek és tojók heti szinten összesített elejtett számainak éven belüli alakulásai között minden év esetében erős összefüggést találtam (2015: Pearson  $r = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ; 2016: Pearson  $r = 0,92$ ;  $p < 0,01$ ; 2017: Pearson  $r = 0,97$ ,  $p < 0,001$ ; 2018: Pearson  $r = 0,99$ ,  $p < 0,001$ ). Az elsőéves erdei szalonkák aránya 2015–2018 között az éves összesített terítékben 48,3–57,6% között alakult, és a vizsgált időszakban évente folyamatosan, trend-szerűen csökkent ( $r^2 = 0,92$ ;  $t = -4,648$ ;  $p = 0,043$ ). A teríték éves nagysága és az elsőéves madarak aránya között korreláció nem volt kimutatható (Pearson  $r = 0,73$ ; NS). Az elsőéves szalonkák arányának időpontenkénti alakulása az egyes években egyértelmű trenddel nem jellemezhető ( $r^2 = 0,006$ ;  $t = -0,481$ ; NS), és a megfelelő elemszámmal rendelkező megfigyelési időpontokra (3–9) szűkítve sem ( $r^2 = 0,01$ ;  $t = -0,589$ ; NS). Az elsőévesek és kifejlettek heti szinten összesített elejtett számainak éven belüli alakulásai között minden év esetében erős összefüggést találtam (2015: Pearson  $r = 0,99$ ,  $p < 0,001$ ; 2016: Pearson  $r = 0,98$ ;  $p < 0,001$ ; 2017: Pearson  $r = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ; 2018: Pearson  $r = 0,997$ ;  $p < 0,001$ ). Az ivarok arányában az egyes korosztályok között nem találtam eltérést (Cramér's  $V = 0,060$ ).

### **3.3. Az állomány nagyságának meghatározása**

Az általam kidolgozott számítási módszerrel a tavaszi állomány nagysága a 2009–2018 közötti időszakban évente a teljes megfigyelési időszakra vetítve 418 122–915 996 példány között ( $\bar{x} = 650 858$  példány;  $s = 159 548$  példány), míg az adott évi észlelési csúcsokra szűkítve 125 286–257 624 példány között ( $\bar{x} = 178 014$  példány;  $s = 47 971$  példány) alakult. Az egyes éveken belül a kétféleképpen meghatározott állomány nagyságok között erős kapcsolatot (Pearson  $r = 0,87$ ;  $p = 0,001$ ) találtam. Az állomány nagysága a vizsgált 10 évben enyhén csökkenő tendenciával volt jellemezhető a teljes megfigyelési időszakra összesített ( $r^2 = 0,46$ ;  $t = -2,606$ ;  $p < 0,05$ ), és az észlelési csúcsokra szűkített adatok ( $r^2 = 0,58$ ;  $t = -3,344$ ;  $p < 0,05$ ) esetében egyaránt. Amennyiben azonban nem számolunk a 2009-es, kezdő év adataival, a csökkenő tendencia sem a teljes megfigyelési időszakra összesített ( $r^2 = 0,29$ ;  $t = -1,690$ ; NS), sem az észlelési csúcsokra szűkített adatok ( $r^2 = 0,44$ ;  $t = -2,340$ ; NS) esetében nem volt igazolható. Az elejtett erdei szalonkák aránya az adott évi állomány nagysághoz viszonyítva

az összesített adatok esetében 0,3–0,6% között ( $\bar{x} = 0,5\%$ ;  $s = 0,1\%$ ), az észlelési csúcsra korlátozott (maximum) adatok esetében 1,1–2,2% között ( $\bar{x} = 1,7\%$ ;  $s = 0,3\%$ ) alakult a 2010–2018 közötti időszakban. Az adott évi állomány nagyságok (teljes időszakra összesen) és az országos szinten összesített terítékek nagyságai között közepes erősségű szignifikáns összefüggést találtam (Pearson  $r = 0,74$ ;  $p < 0,05$ ). Az adott évi terítékek és a következő év becsült állomány nagyságai között viszont nem találtam összefüggést (Pearson  $r = -0,27$ ; NS).

### **3.4. A populációgenetikai vizsgálatok eredményei**

A genetikai variabilitás mértéke viszonylag magasnak bizonyult, az átlagos allélszám 8,625 volt, és lókuszonként 4–15 között alakult. A megfigyelt heterozigócia átlagosan 0,585, míg a várt heterozigócia 0,654 volt. Nyolcból két lókuszt esetében találtunk szignifikáns eltérést a Hardy–Weinberg arányoktól; az eltéréseket heterozigóta deficit okozta, feltehetően a null-allélek nagy arányai miatt. A polimorf információ tartalom (Polymorphic Information Content – PIC) értéke 0,309–0,838 között volt ( $\bar{x} = 0,614$ ), a Shannon Információs Index értéke pedig 0,674–2,142 között ( $\bar{x} = 1,395$ ) alakult. Mindkét mutató viszonylag nagy fokú genetikai diverzitásra utal. A STRUCTURE és a DAPC vizsgálatok is kimutattak genetikai strukturáltságot. A STRUCTURE a legnagyobb átlagos valószínűségi pontokat egyetlen genetikai egységhez ( $K = 1$ ) rendelte a teljes adatsorra. Habár az öt klaszterből ( $K = 5$ ) álló modell is nagy valószínűségi értéket kapott, az egyedeket az így kialakított csoportokhoz ugyanolyan valószínűséggel lehetett hozzárendelni. A DAPC vizsgálat “find.clusters” funkciója szintén kimutatott genetikai alegységeket. A legalacsonyabb BIC értékeket egy nyolc klaszterből álló modell esetében kaptuk, de ezek az értékek 6–8 számú klaszterek esetében is nagyon hasonlóak voltak. Az általános lineáris modell szignifikáns, de nagyon gyenge kapcsolatot mutatott ki a genetikai távolságok valamint az idő- és térbeli távolság értékek között. ( $r^2 = 0,002$ ;  $F_{3,28} = 21,48$ ;  $p < 0,001$ ).

### 3.5. Új tudományos eredmények

1. A részvételemmel kidolgozott és 10 éven keresztül sikeresen működtetett országos lefedettségű monitoring program keretei között gyűjtött nagy elemszámú, térben és időben reprezentatív megfigyelési adatok alapján igazoltam, hogy az erdei szalonka észlelések súlypontja Magyarországon az idő előrehaladtával térben is változott, eltolódott a tavaszi és őszi időszakokban egyaránt. Az eltolódás tavasszal délnyugat-északkelet, míg ősszel azzal ellentétesen, északkelet-délnyugat irányban történt. Az eredmények megerősítették azt a korábbi feltételezést, hogy az észlelések időbeli alakulása kapcsolatban áll a vonulás alakulásával, és annak lefolyását tükrözi.
2. A tavaszi erdei szalonka elejtési adatok tér- és időbeli alakulásának alapján a tavaszi megfigyelések tér- és időbeli alakulásával megegyező eredményt kaptam. Az eredmények megerősítették azt a korábbi feltételezést, hogy az elejtések időbeli alakulása kapcsolatban áll a vonulás alakulásával, és annak lefolyását tükrözi.
3. Igazoltam, hogy azonos terepi módszerekkel a megfigyelők tavasszal lényegesen több egyed észlelését regisztrálták, mint ősszel. Bár az éves szinten összesített észlelési arányok között nem volt kimutatható különbség a két szezon között, az észlelt madarak alacsonyabb száma, és a hallott madarak tavaszinál lényegesen alacsonyabb aránya az egyedek tavaszitól eltérő viselkedésére, és abból eredően rosszabb megfigyelhetőségükre utal az őszi időszakban.
4. A monitoring program keretei között gyűjtött megfigyelési adatok felhasználásával egy lehetséges számítási módszert dolgoztam ki a magyarországi erdei szalonka állomány tavaszi nagyságának meghatározására, mely alkalmas arra, hogy az erdei szalonka tavaszi vonuló állományának évenkénti alakulását jellemezze.
5. Értékeltem az erdei szalonka tavaszi állományváltozásának trendjét Magyarországon a 2009–2018 közötti időszakban. Az egyes évek állomány nagyságai között jelentős ingadozást találtam, eredményeim alapján azonban hosszú távon egyértelműen növekvő vagy csökkenő lineáris tendenciát nem lehetett megállapítani.
6. Bizonyítottam, hogy az erdei szalonka tavaszi megfigyelési adatok alapján meghatározott állomány nagysága és a vadászati teríték összesített nagysága között összefüggés volt. Az eredmény alapján a vadászati teríték – változatlan vadászati feltételek mellett – alkalmas lehet az állomány nagyságában bekövetkező változások nyomonkövetésére.

7. Nagy elemszámú, országosan reprezentatívnak tekinthető minta alapján igazoltam, hogy a 2015–2018 közötti időszakban az elejtett szalonkák ivari összetétele az egyes években az elejtés dátumától függően változott. A tojók aránya a megfelelő mintaszámmal rendelkező időszakokban – március eleje és április eleje között – enyhén emelkedő tendenciával volt jellemezhető. Az arányok időpontenkénti eltérései ellenére a hímek és tojók heti szinten összesített elejtett számainak éven belüli alakulásai között minden vizsgált év esetében erős összefüggést találtam.
8. Nagy elemszámú, országosan reprezentatívnak tekinthető minta alapján kimutattam, hogy a 2015–2018 közötti időszakban a vadászati terítékben az elsőéves és a kifejlett erdei szalonkák közelítőleg egyenlő arányban voltak jelen, az arányok éven belüli alakulása egyértelmű időbeli trenddel nem volt jellemezhető. Statisztikai módszerrel igazoltam, hogy az elsőévesek aránya a vadászati terítékben 2015–2018 között folyamatosan csökkent. E csökkenés jelezheti, hogy romlott azok túlélése, emellett viszont jelezheti azt is, hogy maga a költés sikeressége csökkent az elmúlt években.
9. Igazoltam, hogy a Magyarországon tavasszal előforduló erdei szalonka populáció genetikai diverzitása nagy, a vizsgált mintában különböző költőhelyekhez köthető alpopulációk nem voltak egyértelműen elkülöníthetők. Az egyedek közötti genetikai távolságok mértékében tér- és időbeli mintázatot az alkalmazott módszerekkel nem lehetett kimutatni.

## 4. Következtetések és javaslatok

### 4.1. A megfigyelési adatok értékelése

A megfigyelésekkel töltött idő és a regisztrált észlelések száma között nem találtam értékelhető összefüggést sem a tavaszi, sem az őszi időszakok esetében, ebből arra következtetek, hogy az észlelések valószínűsége egy viszonylag rövid, 0,5–1 órás periódusban tetőzik. Az ennél rövidebb ideig tartó megfigyelés feltehetően csökkenti az észlelések valószínűségét, az ennél hosszabb rászánt idő azonban érdemben nem növeli azt. Az eredmények alapján a húzó szalonkák megfigyelésére alapuló hazai monitoring módszer pontosítása és egységesítése céljából azt javaslom, hogy a megfigyelések egységesen napnyugta előtt fél órával kezdődjenek, és egy óra időtartamban történjenek. A belátható terület mérete hatással lehet az észlelés valószínűségére, azonban ezt az összefüggést az adatok nem igazolták. A ráfordított időhöz hasonlóan a belátható terület méretének adatlapon történő megadása is a megfigyelések eredményeit befolyásoló tényezőkkel történő esetleges korrekciók lehetőségének biztosítását szolgálta. A fentiekre való tekintettel a belátható terület méretének feltüntetését a megfigyelési adatlapokon nem tartom szükségesnek. A hazai megfigyelési pontok által jellemzett területek méretének pontosabb meghatározása érdekében javaslom rövid távú, nagy pontosságú rádiótelemetriás vizsgálatok kivitelezését tavaszi húzások során hívóhang használatával függönyhálókkal befogott hím ivarú szalonkák adatai alapján.

A tavaszi időszakok során a sikeres megfigyelések zöme évtől függetlenül 1–5 példányra korlátozódott alkalmanként. Az 5-öt meghaladó észlelések aránya az egyes években nem haladta meg a 10%-ot, a legnagyobb különbségek az évek között inkább az ilyen jellegű kiugró értékekkel magyarázhatók. A magas észlelési számok esetében feltehetően nagy szerepe volt egyes egyedek többszöri észlelésének is. Az észlelt madarak számai a tavaszi és őszi megfigyelések között egyértelműen különböztek. Ennek oka elsősorban az, hogy ősszel a sikeres megfigyelések aránya jóval alacsonyabb, továbbá a sikeres megfigyelések észlelési számai is magasabbnak bizonyultak tavasszal. Ennek két magyarázata lehetne. Egyrészt lehet, hogy ősszel azért nem fordul elő annyi szalonka Magyarországon, mint tavasszal, mert más vonulási útvonalakat választanak. Másrészt sokkal valószínűbb az a magyarázat, hogy ősszel a szalonkák viselkedése bizonyos tekintetben eltér a tavasztól, ezáltal pedig sokkal kisebb az észlelésük valószínűsége a húzások során, ezért adódik kisebbnek létszámuk. Ezt a magyarázatot erősíti meg a tavaszi és őszi időszakok között tapasztalt jelentős különbség a hangadás alapján történő észlelések tekintetében. A hangadás befolyásolja az észlelés valószínűségét, hiszen hangjuk alapján az adott szalonkák jelenlétéről már messziről, sokszor

megpillantásuk előtt lehet tudomást szerezni. A hangadás – mint az egyedek közötti kommunikáció – természetesen ősszel is tapasztalható volt, tehát az önmagában nem egyértelműen kötődik a szaporodáshoz, intenzitása azonban sokkal alacsonyabbnak bizonyult.

A tavaszi észlelési arány görbék ugyanazokkal a fő tulajdonságokkal jellemezhetők az egyes években, a fő jellegzetességek hasonlóságai mellett azonban az észlelési arányok jelentős időpontenkénti variabilitást is mutattak, az évek közötti eltérések a március második harmadára tehető tetőpont előtti szakaszban voltak a legnagyobbak. A kora tavaszi észlelések nagy variabilitásának hátterében legnagyobb valószínűséggel az időjárás alakulása áll. Bár az időjárásnak valóban fontos szerepe van a földigiliszták, mint elsődleges táplálékforrás elérhetőségének alakulásában, valamint a vonuláshoz szükséges feltételek alakulásában is, az őszi megfigyelési adatok között mégsem tapasztalhatók ennek megfelelően várható, hasonló mértékű eltérések. A variabilitás ősszel töredéke volt a tavaszi eredményeknek, ami azzal is magyarázható, hogy a vonulást alakító időjárási tényezők (hőmérséklet, csapadék és szél) a tavaszi időszakban jóval nagyobb intenzitású húzások alakulását is jelentős mértékben befolyásolják. A különbségek ellenére abban hasonlóak voltak az évszakok, hogy a variabilitás ősszel is a tetőpontban (november eleje) volt a legalacsonyabb. Az észlelési arányok görbéi ősszel nem érték el a 0%-ot a teljes megfigyelési alatt, viszont abban az egy évben, amikor két héttel tovább tartott a megfigyelési időszak (2010), a korábbiaknál lejjebb estek. Ez alapján feltételezhető, hogy az őszi vonulás hosszabb ideig is tart, mint a tavaszi.

Az észlelések térbeli súlypontjában tapasztalt változások megerősítik azt a korábbi feltételezést, miszerint a szalonkák megjelenésének idejében az ország délnyugati és északkeleti sarokpontjai között időben eltérés van. A térbeli változás feltehetően nem a húzás, mint viselkedési mintázat populáción belüli megjelenésének térbeli alakulását, hanem ténylegesen a populáció térben való elmozdulását mutatja. Ezt a feltételezést leginkább az őszi adatok alakulásában tapasztalt, a tavasziakéval ellentétes irány erősíti meg. A térbeli eltolódás tükrözi a vonuló létszám zömének haladását. A korai (a 4. megfigyelési időpont előtti) és késői (a 11. megfigyelési időpont utáni) szakaszokban tapasztalt nagyobb mértékű szórásoknak több magyarázata is lehet. Jelezhetik egyrészt a nagy egyedi változatosságot a vonulás időpontjának és haladási sebességének tekintetében, vagyis hogy az egyedek maguk döntenek és választják meg a vonulási stratégiájukat a környezeti körülmények, a kondíciójuk és a genetikai hátterük alapján. Másrészt utalhatnak arra, hogy a kezdeti időszakban a Magyarországon telelő, míg a későbbiben az itt költő egyedek észlelése történik legnagyobb mértékben.

## 4.2. Az elejtési adatok értékelése

Az egy ponton egy este során elejtett egyedek maximális értékei a korábbi vadászati tapasztalatoknak és az általam vizsgált észlelési adatoknak megfelelően alakultak. Fontos megjegyezni, hogy míg észlelést akár 10 felett (bizonyos esetekben még 20 felett is) regisztráltak, addig az elejtések száma azokat nem haladta meg. Az elejtések emellett természetesen az esetek jelentős hányadában mindössze 1–2 példányra korlátozódtak. Ez egyrészt magyarázható azzal, hogy az elejtés kihívást jelent a vadászok számára, és nem tudnak minden húzó madarat elejteni. Megerősítheti viszont azt is, hogy a megfigyelések során általában gyakran fordul elő az egyedek többszöri észlelése. Ha feltételezzük azt, hogy az elejtések maximális értékei olyan esetekből adódtak, melyek során az elejtők minden lehetőséget kihasználva minden húzó egyedet elejtettek, akkor ezeket tekinthetjük adott területegységre eső maximális regisztrált egyedsűrűségnek.

Az elejtési adatok időbeli alakulása és az észlelési adatok alakulása között erős kapcsolatot találtam minden vizsgált évben. Az erős kapcsolat igazolja, hogy a két adatsor ugyanazon háttérváltozóban (feltehetően a tényleges egyedszám) bekövetkező változásokat jellemezi. Az elejtési adatok megfigyelési adatokéhoz hasonló irányú és meredekségű térbeli alakulása szintén ezt igazolja, és ezek esetében szintén megfigyelhető volt a korai és késői időpontokra jellemző, nagyobb arányú évek közötti szórás is.

A teríték összetételével kapcsolatban az egyik legfontosabb kérdés az, hogy miért esik többségében hím. A legkézenfekvőbb, és általánosan elfogadott magyarázat szerint a tavaszi húzások idején a hímek a tojókat keresik, ezért többet repülnek, gyakrabban kerülnek terítékre. Ugyanakkor e viselkedésnek akkor lehet értelme, hogy ha párzás is történhet, amihez pedig érett ivarsejtekre van szükség. A hímek esetében korábbi szövettani vizsgálatok eredményei igazolták, hogy már rendelkezhetnek érett spermiumokkal a tavaszi időszakban (STRONACH 1983; MACHADO *et al.* 2006; ELBLINGER *et al.* 2008). A tojók ivarszervei ezzel szemben, a STRONACH (1983) által publikált eredmények alapján sokkal kevésbé előrehaladott állapotra engednek következtetni. A tojók ivari aktivitásának mértéke – legalábbis a tüszők méreteit illetően – azonban nem is feltétlenül korlátja a sikeres párzásnak. A madaraknál a spermium tárolásának bizonyos mértékű lehetősége kulcsfontosságú, mert az érett petesejtek egymást követő leválása 24 órát vagy még többet is igényel, a megtermékenyítés viszont a peteérést követő kevesebb, mint egy órában következik be (BIRKHEAD & MØLLER 1992b). A spermiumok tárolásának lehetősége nélkül a párzás, peteérés, és megtermékenyítés szinkronizálása nagyon nehezen lenne megoldható. Bár az erdei szalonka ilyen jellegű adata jelenleg még nem ismert, a hozzá hasonló testméretű és fészekalj-nagysággal rendelkező madárfajok, például a japán fűj (*Coturnix japonica*), a szirti galamb (*Columba livia*), vagy a tarka vércse (*Falco spaverius*) dokumentált adatai



alapján a párzástól a tojásrakásig feltehetően mintegy 8–10 nap telhet el (BIRKHEAD & MØLLER 1992a). Ennyi idő alatt a szalonkák a műholdas telemetria vizsgálatok eredményei (ARIZAGA *et al.* 2015) alapján (átlagosan 170 km megtétele naponta) a párzást követően akár 1 300–1 700 km-t tehetnek meg, és ilyen távolságon belül költhetnek valahol.

A tojók alacsonyabb arányának másik magyarázata lehet, hogy a tojók esetleg más időszakban vonulnak. Az a feltételezés, hogy a hímeknek valamilyen előnye származhat abból, hogy előbb érnek el a költőhelyekre, logikus magyarázat lehet. A tojók terítéken belüli arányának időbeli változása alapján lehet arra következtetni, hogy a vonulás megkezdésének időpontját illetően az ivarok között eltérés van, hiszen a tojók aránya a vadászati terítékben a tavaszi időszak során – a megfelelő mintaszámmal rendelkező időpontokat figyelembe véve – folyamatosan emelkedett. Azonban még a megfigyelési és elejtési időszak végén is nagyobb volt a hímek aránya a terítékben, amikor ez elejthető/észlelhető madarak száma már minimálisra csökkent. Másrészt pedig az egyes ivarok heti szinten összesített elejtési számainak alakulása minden évben nagyon hasonló volt.

További magyarázat lehet, hogy esetleg más napszakban vonulnak a tojók. Az erdei szalonkát általában két viszonylag rövid periódusban lehet eredményesen megfigyelni a nap folyamán: hajnalban és napnyugtakor, szürkületi időszakban. Nagyobb a valószínűsége annak, hogy ebben az időszakban azokat a szalonkákat figyeljük meg, amik épp egy nagyobb távolság megtétele közben néhány napot pihenéssel és a tovább induláshoz szükséges felkészüléssel töltenek el, mint annak, hogy az épp úton levők kerülnének a szemünk elé; a vonulás során egyébként is nagyobb magasságban tartózkodhatnak. Ha azonban bármi okból mégis az utóbbi állna fenn, akkor sem lenne indokolt a két ivar között különbséget keresni. A vonuláshoz köthető helyváltoztatás egy olyan tevékenység, amely komoly igénybevételt jelent a madarak szervezetére nézve, és számos kockázattal is jár; emiatt az érdekük az, hogy a legjobb környezeti feltételek között tegyék azt. Mivel a két ivar között jelentős testméret- és felépítésbeli különbség nincs, feltételezhető, hogy a számukra optimális feltételek között sincs különbség.

Az elsőéves szalonkák közel 50%-os arányának a terítékben kétféle magyarázata lehet. Az egyik magyarázat az, hogy az elsőéves egyedek elejtési valószínűsége nagyobb a tavaszi lesvadászatok során, mint a többéveseké, mert az idősebb egyedek tapasztaltabbak, és nehezebben ejthetők el. Ezesetben a fiatal egyedek aránya a terítékben magasabb, mint a tényleges arányuk a populáción belül. A hazai gyűrűzési adatok alapján az elsőévesként határozott madarak aránya valamivel alacsonyabb volt (41%) az összesített adatok alapján (SCHALLY 2017), nagyságrendnyi eltérés azonban nem tapasztalható a két fajta mintavétel eredményei között. A másik magyarázat, hogy az erdei szalonkák elejtési és húzáson történő

észlelési valószínűsége azok korától független. Ez esetben a terítékben tapasztalt arányuk a populáción belüli tényleges arányukat mutatja. E feltevést erősíti az az eredmény is, hogy az egyes éveken belül a korosztályok arányainak tekintetében egyértelmű időbeli trendet nem találtam, a variabilitás nagyon széles skálán mozgott, látszólag teljesen véletlenszerűen, az időponttól függetlenül. A korosztályok között feltehetően sokkal nagyobb az egyedi variabilitás szerepe a vonulás és az észlelések alakulásában, mint az ivarok esetében. Az elsőévesek hazai arányának 2015–2018 között tapasztalt csökkenése jelezheti, hogy romlott azok túlélése, de jelezheti azt is, hogy maga a költés sikeressége csökkent az elmúlt években. Mivel azonban csak rövid időszakot vizsgáltam, ezért a folyamat pontos értékelése és nyomonkövetése érdekében a korosztályok arányainak vizsgálatának folytatását a jövőben is nagyon fontosnak tartom.

### **4.3. Az állomány nagysága és alakulása**

Az erdei szalonka teljes európai állományának nagyságát tág határok között (13 800 000–17 400 000 példány) határozták meg (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2016). A populáció Magyarországon átvonuló része ennek pedig – tekintettel az ország elhelyezkedésére és méretére – feltehetően csak a töredéke. A megfigyelési adatok alapján kiszámított, Magyarországon tavaszi időszakban előforduló állomány szintén tág határok között alakult az elmúlt tíz évben, nagyságrendjét tekintve viszont jól illeszkedett az európai állományról rendelkezésre álló információkhoz. A számítás végeredménye természetesen sok befolyásoló tényezőtől függ, melyek közül a legnagyobb bizonytalanságot kétségkívül a vonulás idejét, sebességét és a megállásokkal töltött idő hosszát illető nagyfokú egyedi variabilitás okozza. A bizonytalanság csökkentése érdekében az adott évi állomány jellemzésére mind az egyes időpontok maximum értékét, mind a teljes időszakra összesített egyedszámot használtam. A kétféle módszerrel kapott értékek között ráadásul erős kapcsolatot találtam.

A számítás eredményét az észlelések által jellemzett terület méretének meghatározása is nagy mértékben befolyásolja. Ezért is lehetséges az, hogy az általam kidolgozott módszerrel meghatározott állomány nagyságrendekkel kisebb volt, mint a korábban általunk publikált állomány nagyság (1 483 000–6 890 000 példány az észlelési csúcspany és 5 924 000–28 317 000 példány a teljes időszakra vetítve), amit egy eltérő számítási módszer eredményezett (SZEMETHY *et al.* 2014). Az eltérés legfőbb oka az volt, hogy a korábbi módszer a sűrűség becslésére a megfigyelők által megadott belátható terület méretén alapult. Mivel a belátható terület mérete a korábbi feltételezéssel ellentétben nem befolyásolta az észlelések eredményeit, feltételezhetően nem alkalmas egy adott terület egyedsűrűségének jellemzésére sem. Emellett sok esetben olyan egyedsűrűségi értékeket eredményez, melyeket a regisztrált elejtések alapján

feltételezhető egyedsűrűségek meg sem közelítettek. Például  $100 \times 100$  m belátott területre vetítve 1 látott szalonka  $100$  egyed/  $1 \text{ km}^2$  sűrűséget eredményez, ezzel szemben az  $1 \text{ km}^2$ -en belül regisztrált, azonos időben történt elejtések maximális értéke a monitoring program során gyűjtött adatok alapján mindössze  $6$  példány volt.

Az abszolút állománybecslés az eddig ismert korlátok mellett csak nagyon nagy bizonytalansággal végezhető el, és bizonyos kritikus pontjai, például a potenciálisan alkalmasnak ítélt területek nagysága, valamint felszínborítása, valóban nagyban meghatározzák az eredményét. Az abszolút állománybecslés helyett, annak nagy fokú bizonytalansága végett, az állomány alakulásának jellemzésére relatív indexek, például az „észlelési arány”, és a „nagy sűrűségű területek aránya” alkalmazását tartom célszerűnek. Ezekhez azonban feltétlenül szükséges az adatgyűjtés térbeli reprezentativitásának javítása. Ennek érdekében, valamint az erdei szalonka élőhely-választásának jobb megismerése céljából javaslom a Franciaországban (FERRAND *et al.* 2008), vagy az Egyesült Királyságban (HOODLESS *et al.* 2009) alkalmazott térbeli mintavételi módszertan hazai monitoring gyakorlatba való részleges, vagy akár teljes beépítésének megfontolását. A módszer lényege, hogy az ország területét régiókra osztják, a megfigyelések helyszínéül szolgáló, erdőborítással rendelkező, azonos méretű négyzeteket pedig régióként azonos arányban, évente véletlenszerűen választják ki.

Az észlelési adatok alapján meghatározott erdei szalonka állomány nagyságának tíz éves alakulása tekintetében egyértelmű trendet nem tudtam kimutatni. Csökkenő tendencia csak abban az esetben volt igazolt, amikor a sok tekintetben kiugrónak tekinthető, kezdő, 2009-es év adatait is figyelembe vettem. Mivel azonban abban az évben több mutató is – köztük a látott madarak száma – jelentős mértékben eltért a továbbiaktól, az sokkal inkább előzetes felmérésnek, módszertani tapasztalatszerzésnek tekintendő, összevetése a későbbi évek eredményeivel félrevezető lehet. Az állomány éves szinten meghatározott nagyságai között jelentős eltérések adódtak, és a tendencia inkább hullámzóként jellemezhető. Emiatt nehezebb is a hosszútávú változások egyértelmű azonosítása. A rendelkezésre álló adatok alapján a hazai vadászati hasznosítás mértéke az állomány nagyságához viszonyítva nagyon alacsony volt, és érdemben nem befolyásolta az állomány nagyságának alakulását. Az adott évi teríték nagyban függött attól, hogy adott tavasszal mennyi szalonka fordulhatott elő az ország területén. Az eredmény alapján a vadászati teríték – változatlan vadászati feltételek mellett – alkalmas lehet az állomány nagyságában bekövetkező változások nyomonkövetésére. A terítéken alapuló vonuláskutatás azonban nem csak szakmai, hanem szakmapolitikai kérdés is, melynek megfelelő megítéléséhez a vonatkozó jogszabályokat egyéb, például társadalmi szempontból is mérlegelni kell. Az adott évi állomány nagyság viszont a korábbi év terítéktől

teljesen függetlenül alakult, a magyarországi vadászat jelenlegi formájában feltehetően nem befolyásolja az állomány alakulását.

A monitorozást feltétlenül folytatni kell ahhoz, hogy adott állapotot mindig naprakész adatok alapján lehessen értékelni, további vizsgálatok eredményeivel kiegészítve pedig jobban meg lehessen érteni. Ennek érdekében javaslom: (1) az állomány nagyságának nyomon követését a korábban kialakított módszertan szerint, a térbeli reprezentativitás esetleges növelésével (2) a vadászati teríték koreloszlásra vonatkozó adatainak folyamatos gyűjtését; (3) a Magyarországon fészkelő és telelő állomány célzott és rendszeres felmérését (4) a Magyarországon tavaszi időszakban előforduló erdei szalonkák lehetséges költőterületeinek pontosabb megismerését modern technológiai eszközök – például műholdas telemetria és hidrogén izotópos vizsgálat – segítségével.

#### **4.4. A populációgenetikai vizsgálatok**

A mikroszatelliták alapján viszonylag nagy genetikai diverzitást találtunk a mintánkban. Tekintettel a mintában talált kismértékű strukturáltságra, az egyedek egyetlen csoportba való sorolása a legmegfelelőbb, ami az egyes költőterületek populációinak nagymértékű keveredésére enged következtetni. Bár feltételezhető valamilyen mértékű strukturáltság, a kialakított klaszterek nagymértékben átfedtek, és nem lehetett azokat egyértelműen elkülöníteni. A populáció genetikai strukturáltságának hiányához számos demográfiai és történelmi tényező is hozzájárulhat. A nagymértékű diszperzió önmagában megakadályozhatja az elkülöníthető csoportok kialakulását. Bár nem áll rendelkezésre pontos információ a filopátria illetve a fiatal egyedek diszperziójának mértékéről a fajnál, viszont gyűrűzési adatok alapján feltételezhető, hogy bizonyos egyedek nem ugyanott költenek, mint ahonnan származnak (HOODLESS & COULSON 1994; SCHALLY 2017). A telelőterületeken több, különböző területről származó madár gyűlhet össze, melyek a későbbi tavaszi vonulás során szintén keresztezhetik egymás útvonalait. Amennyiben az erdei szalonka párzása nem csak a költőterületekre korlátozódik, hanem esetleg már vonulás során is megtörténhet, úgy ez a populáció strukturáltságát a diszperzióhoz hasonlóan befolyásolhatja. A strukturáltság alacsony fokának oka lehet az is, hogy az egyes költőállományokat jelentős földrajzi határok, akadályok („barrier”) nem választják el egymástól, hanem többé-kevésbé összefüggők. Amennyiben jelen van valamilyen strukturáltság, úgy az feltehetően csak egy Magyarországhoz képest jóval szélesebb földrajzi skálán mérhető. Eredményeink nem erősítették meg azt a feltételezést, mely szerint a Magyarország különböző pontjain különböző időben előforduló szalonkák különböző, jól elkülöníthető populációkhoz tartoznának. Az idő- és térbeli mintázat hiánya jól magyarázható azzal, hogy nem lehetett alpopulációkat elkülöníteni.

Az európai költő állomány becsült nagysága (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2016) valamint az éves európai vadászati terítékek becsült nagyságai (FERRAND *et al.* 2017) alapján feltételezhető, hogy a közép-európai régió területén tavasszal átvonuló populáció több millió egyedet is számlálhat. Ilyen nagy populáció esetén a kisebb különbségek pontos feltérképezése valószínűleg csak nagyon nagy elemszámú és térbeli lefedettségű minta vizsgálatával lehetséges. A költőhelyekkel kapcsolatos vizsgálatok továbbfejlesztése érdekében a nagyobb elemszámú vizsgálat mellett a legfontosabb az általunk gyűjtött mintáknak a feltételezett költőterületeken gyűjtött mintákkal való összevetése lenne.

## 5. Irodalomjegyzék

- ARIZAGA, J., CRESPO, A., TELLETXEA, I., IBÁÑEZ, R., DÍEZ, F., TOBAR, J. F., MINONDO, M., IBARROLA, Z., FUENTE, J. J., PÉREZ, J. A. (2015): Solar/Argos PTTs contradict ring-recovery analyses: Woodcocks wintering in Spain are found to breed further east than previously stated. *Journal of Ornithology* **156**(2): 515–523. <https://doi.org/10.1007/s10336-014-1152-7>
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2016): The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/en>. Letöltve: 2019.08.04.
- BIRKHEAD, T. R., MØLLER, A. P. (1992a): Numbers and size of sperm storage tubules and the duration of sperm storage in birds: a comparative study. *Biological Journal of the Linnean Society* **45**(4): 363–372. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1992.tb00649.x>
- BIRKHEAD, T. R., MØLLER, A. P. (1992b): Sperm Competition in Birds: Evolutionary Causes and Consequences. Academic Press, London, 288 pp. ISBN: 978-0-12-100541-2
- CARDIA, P., FERRERO, M. E., GONÇALVES, D., DÁVILA, J. A., FERRAND, N. (2007): Isolation of polymorphic microsatellite loci from Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) and their cross-utility in related species. *Molecular Ecology Notes* **7**: 130–132. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01553.x>
- CSÁNYI, S., MÁRTON, M., KOVÁCS, V., KOVÁCS, I., SCHALLY, G. (2018): Vadgazdálkodási Adattár - 2017/2018. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő, 52 pp.
- DURIEZ, O., FRITZ, H., SAID, S., FERRAND, Y. (2005): Wintering behaviour and spatial ecology of Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* in western France. *Ibis* **147**: 519–532. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.2005.00423.x>
- ELBLINGER, E., FLUCK, D., SZÁSZ, S., NEMES, Cs. (2008): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola* L.) szaporodásbiológiai jellemzőinek vizsgálata. *Acta Agraria Kaposváriensis* **12**(1): 107–112.
- EVANNO, G., REGNAUT, S., GOUDET, J. (2005): Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular ecology* **14**(8): 2611–2620. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294x.2005.02553.x>
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2013): Long-term monitoring of the Hungarian Woodcock bag during 1995-2008. In: FERRAND, Y. (szerk.): Seventh European Woodcock and Snipe Workshop - Proceedings of an International Symposium of the IUCN/Wetlands International Woodcock & Snipe Specialist Group, Office national de la chasse et de la faune sauvage, Saint-Petersburg.

- FERRAND, Y., GOSSMANN, F., BASTAT, C., GUÉNÉZAN, M. (2008): Monitoring of the wintering and breeding Woodcock populations in France. *Revista Catalana d'Ornitologia* **24**: 44–52.
- FERRAND, Y., REST, K. L., GOSSMANN, F., AUBRY, P. (2017): Estimation du tableau de chasse de la bécasse des bois en France pour la saison 2013-2014. *Faune Sauvage* **315**: 9–14.
- GUZMÁN, J. L., CARO, J., ARROYO, B. (2017): Factors influencing mobility and survival of Eurasian Woodcock wintering in Spain. *Avian Conservation and Ecology* **12**(2): 21. <https://doi.org/10.5751/ACE-01096-120221>
- HIRONS, G. J. M. (1980): The Significance of Roding by Woodcock *Scolopax Rusticola*: An Alternative Explanation Based on Observations of Marked Birds. *Ibis* **122**(3): 350–354. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1980.tb00888.x>
- HOODLESS, A. N., COULSON, J. C. (1994): Survival rates and movements of British and Continental Woodcock *Scolopax rusticola* in the British Isles. *Bird Study* **41**: 48–60. <https://doi.org/10.1080/00063659409477197>
- HOODLESS, A. N., HIRONS, G. J. M. (2007): Habitat selection and foraging behaviour of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola*: a comparison between contrasting landscapes. *Ibis* **149**(Suppl. 2): 234–249. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00725.x>
- HOODLESS, A. N., LANG, D., AEBISCHER, N. J., FULLER, R. J., EWALD, J. A. (2009): Densities and population estimates of breeding Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* in Britain in 2003. *Bird Study* **56**(1): 15–25. <https://doi.org/10.1080/00063650802674768>
- MACHADO, A. L., FERRAND, Y., GOSSMANN, F., SILVEIRA, A. M., GONÇALVES, D. (2006): Woodcock (*Scolopax rusticola*) breeding biology in Pico Island (Azores-Portugal). In: FERRAND, Y. (szerk.): Sixth European Woodcock and Snipe Workshop – Proceedings of an International Symposium of the Wetlands International Woodcock and Snipe Specialist Group, International Wader Studies 13. Wetlands International, Nantes, France.
- SCHALLY, G. (2017): Erdei szalonka gyűrűzés Magyarországon 1913 és 2015 között. *Vadbiológia* **19**: 77–86.
- STRONACH, B. (1983): A Report concerning the Reproductive Organs of Woodcock in the Month of February. KALCHREUTER, H. (szerk.): Second European Woodcock and Snipe Workshop - Proceedings, International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge, Glos, England.
- SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., KATONA, K., LEHOCZKI, R., NAGYPÁL, J., CSÁNYI, S. (2014b): Results of Hungarian Woodcock Monitoring. *Review on agriculture and rural development* **3**: 12–19.

## 6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

### Impact faktoros első szerzős cikk

SCHALLY, G., FRANK, K., HELTAI, B., FEHÉR, P., FARKAS, Á., SZEMETHY, L., STÉGER, V. (2018): High genetic diversity and weak population structuring in the Eurasian Woodcock in Hungary during spring. *Ornis Fennica* **95**(2): 61–69.

### Referált cikk

BLEIER, N., FÁCZÁNYI, Zs., SCHALLY, G. (2010): Eurasian Woodcock (*Scolopax rusticola*) monitoring in Buda Mountain (Hungary). *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **36**: 14–17.

BLEIER, N., FÁCZÁNYI, Zs., SCHALLY, G. (2012): Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) monitoring in Buda Mountain (Hungary). *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **38**: 9–12.

SCHALLY, G. (2015): Woodcock ringing in Hungary between 1913 and 2014. *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **41**: 33–36.

SCHALLY, G. (2019): Assessment of the breeding and wintering sites of Eurasian Woodcock (*Scolopax rusticola*) occurring in Hungary based on ringing recovery data. *Ornis Hungarica* **27**(1): 110–116.  
<https://doi.org/10.2478/orhu-2019-0007>

SCHALLY, G., BLEIER, N., SZEMETHY, L. (2010): Country-wide monitoring of the migrating Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) populations in Hungary. *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **36**: 17–20.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L. (2011): Comparison of Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*, L.) monitoring methods. *Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle* **6**: 45–50.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L. (2011): Woodcock report from Hungary - Spring 2011. *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **37**: 6–9.

SCHALLY, G., BLEIER, N., SZEMETHY, L. (2012): Monitoring the migration of Eurasian woodcock in Hungary. *Hungarian Agricultural Research* **21**: 13–17.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L., BLEIER, N. (2012): Woodcock report from Hungary - Spring 2012. *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **38**: 6–9.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L., BLEIER, N. (2013): Woodcock report from Hungary - Spring 2013. *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **39**: 8–10.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., KATONA, K., LEHOCZKI, R., NAGYPÁL, J., CSÁNYI, S. (2014): Results of Hungarian Woodcock Monitoring. *Review on agriculture and rural development* **3**: 12–19.



## **Magyar cikk**

SCHALLY, G. (2017): Erdei szalonka gyűrűzés Magyarországon 1913 és 2015 között. *Vadbiológia* **19**: 77–86.

SCHALLY, G., BLEIER, N., FÜLÖP, M., SZUTORCSIK, D., SZEMETHY, L. (2016): Az erdei szalonka észlelhetőségének vizsgálata kettős megfigyelők módszerével. *Vadbiológia* **18**: 72–78.

## **Könyvrészlet**

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., LEHOCZKI, R., KOVÁCS, G. (2010): Az erdei szalonka monitoring 2009. évi tavaszi időszakának értékelése. Pp. 88–94. In: Pechtol, J. (szerk.): *Vadászévkönyv 2010*. Dénes Natúr Műhely, Budapest.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., LEHOCZKI, R., KOVÁCS, G. (2010): Az erdeiszonka-monitoring 2009-ben. Pp. 65–70. In: Csányi, S., Heltai, M. (szerk.): *Vadbiológiai olvasókönyv: Szemelvények a vadbiológia új eredményeiről a Vadvilág Megőrzési Intézet munkatársainak ismeretterjesztő cikkei alapján*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., LEHOCZKI, R. (2010): Beszámoló az erdeiszonka-monitoring első évének eredményeiről. Pp. 21–27. In: Nagy, E., Bíró, G. (szerk.): *A vadgazdálkodás időszerű kérdései 10*. Dénes Natúr Műhely Kiadó - Országos Magyar Vadászkamara, Budapest.

SZEMETHY, L., BLEIER, N., SCHALLY, G. (2011): Folytatódik az erdei szalonka monitoring. Pp. 122–126. In: Pechtol, J. (szerk.): *Vadászévkönyv 2011*. Dénes Natúr Műhely Kiadó - Országos Magyar Vadászkamara, Budapest.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., FLUCK, D. (2017): Az erdeiszonkamonitoring-program nyolc év távlatából. Pp. 128–135. In: Pechtol, J. (szerk.): *Vadászévkönyv 2017*. Dénes Natúr Műhely Kiadó - Országos Magyar Vadászkamara, Budapest.

## **Egyéb értékelhető cikk**

FLUCK, D., SCHALLY, G. (2010): FANBPO konferencia Gödöllőn. *Nimród vadászújság* **98**: 11.

SCHALLY, G., BLEIER, N., SZEMETHY, L. (2010): Az erdeiszonka-monitoring aktualitásai. *Jó vadászatot! Hírlevél. A Fővárosi és Pest Megyei Vadászkamara Lapja* 16–18.

SCHALLY, G., FLUCK, D. (2011): The 1st Meeting of the Hungarian Woodcock ringers (Karád, 2011). *WI/IUCN-WSSG Newsletter* **37**: 9–10.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L. (2011): Az erdei szalonka tavaszi állományfelmérésének tapasztalatai 2011-ben. *Vadász Hírmondó*.

*Vadászok és vadgazdálkodók Észak-Magyarországi Területi Szövetsége és az Országos Magyar Vadászkamara B.-A.-Z. Megyei Területi Szervezete lapja* **21**: 10.

SCHALLY, G., FLUCK, D. (2012): F.A.N.B.P.O. konferencia Limoges-ban. *Nimród vadászújság* **100**: 17.

SZEMETHY, L., BLEIER, N., SCHALLY, G., KOVÁCS, G. (2009): Várakozáson felüli összefogás a tavaszi szalonkázás visszaállításáért. *Nimród vadászújság* **97**: 14–15.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., SZEMETHY, D. (2009): Az erdei szalonka állományfelmérésének tapasztalatai. *Vadász Hírmondó. Vadászok és vadgazdálkodók Észak-Magyarországi Területi Szövetsége és az Országos Magyar Vadászkamara B.-A.-Z. Megyei Területi Szervezete lapja* **19**: 8–9.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N., SZEMETHY, D. (2009): Az erdei szalonka tavaszi állományfelmérésének tapasztalatai. *Jó vadászatot! Hírlevél. A Fővárosi és Pest Megyei Vadászkamara Lapja* 8–10.

SZEMETHY, L., SCHALLY, G., BLEIER, N. (2014): Célegyenesben. Az erdeiszalonka-monitoring értékelése. *Nimród vadászújság* **102**: 3–5.

### **Nemzetközi konferencián tartott előadás**

SCHALLY G., SZEMETHY L. (2010): Monitoring of the wading woodcock population in Hungary. *F.A.N.B.P.O. (Fédération des Associations Nationales des Bécassiers du Paléarctique Occidental) 2010. évi éves teljes ülés.* Gödöllő, Magyarország.

SCHALLY, G. (2011): National roding censuses of migrating Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) populations in Hungary in spring 2009/2010. *7th Woodcock & Snipe Workshop.* Saint-Petersburg, Russia.

SCHALLY, G., SZEMETHY L. (2012): Woodcock monitoring in Hungary 2009-2012. *F.A.N.B.P.O. (Fédération des Associations Nationales des Bécassiers du Paléarctique Occidental) 2012. évi éves teljes ülés.* Limoges, France.

SCHALLY, G., KATONA, K., BLEIER, N., SZEMETHY L. (2013): Habitat selection of Eurasian Woodcock *Scolopax Rusticola* during the spring migration period in Hungary. *2nd International Symposium on Hunting: Modern aspects of sustainable management of game population.* Novi Sad, Serbia.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L. (2017): Latest results of the Eurasian Woodcock monitoring in Hungary. *8th Woodcock & Snipe Workshop.* Madalena, Pico Island, Azores, Portugal.

### **Hazai konferencián tartott előadás**

SCHALLY, G. (2013): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) vonuló állományának vizsgálata Magyarországon. *Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola VII. fóruma*. Szent István Egyetem, Gödöllő.

### **Nemzetközi konferencián bemutatott poszter**

SCHALLY, G., FLUCK, D. (2017): Eurasian Woodcock ringing data report in Hungary. *8th Woodcock and Snipe Workshop*. Madalena, Pico Island, Azores, Portugal.

SCHALLY, G., CSÁNYI, S. (2019): Spatial shifting in the roding intensity of Eurasian Woodcock (*Scolopax rusticola*) in Hungary. *34th IUGB Congress*. Kaunas, Lithuania.

### **Nemzetközi konferencia proceeding**

SCHALLY, G., KATONA, K., BLEIER, N. & SZEMETHY, L. (2013): Habitat selection of Eurasian Woodcock *Scolopax Rusticola* during the spring migration period in Hungary. pp. 123–129. In: Beukovic, M. (szerk.): *2nd International Symposium on Hunting: Modern aspects of sustainable management of game population*. Novi Sad, Serbia.

SCHALLY, G., SZEMETHY, L. (2013): National roding censuses of migrating Eurasian woodcock (*Scolopax rusticola*) populations in Hungary in spring 2009 and 2010. pp. 24–28. In: Ferrand, Y. (szerk.): *Seventh European Woodcock and Snipe Workshop - Proceedings of an International Symposium of the IUCN/Wetlands International Woodcock & Snipe Specialist Group*. Office national de la chasse et de la faune sauvage, Saint-Petersburg, Russia.

### **Hazai konferencia proceeding**

SCHALLY, G. (2013): Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola*) vonuló állományának vizsgálata Magyarországon. *Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola VII. fóruma*. Szent István Egyetem, pp. 114–123.