

XXXII. OTDK Biológia Szekció

A kék cinege (*Parus caeruleus*) őszi vonulása két magyarországi élőhelyen

Témavezető:
dr. Gyurácz József
dékán

Készítette:
Frühwirth Andrea
Biológia Bsc. - III. évfolyam

Nyugat – magyarországi Egyetem
Savaria Egyetemi Központ
Természettudományi és Műszaki Kar
Biológia Intézet
Állattani intézeti Tanszék

Szombathely

2015

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. Témaválasztás indoklása.....	3
1.2. Célkitűzés.....	3
1.3. A parciális madárvonulás.....	4
1.4. A kék cinege vonulási viselkedése	6
2. Terület és módszer:	8
2.1. A vizsgálati területek jellemzése	8
2.2. Az adatgyűjtés módszere	12
2.3. Az adatfeldolgozás módszere	13
3.1. Vonulás dinamikai eredmények	14
3.1.1. A befogott madarak évi egyedszáma	14
3.1.2. A befogott madarak kor és ivar szerinti megoszlása.....	15
3.1.3. A napi fogások egyedszám változása a két vizsgált évben	15
3.1.4. A visszafogott madarak tartózkodási ideje.....	17
3.2. A biometriai vizsgálatok eredményei	21
4. Megvitatás	24
4.1. Az egyedszám éves ingadozása	24
4.2. A vonulás dinamikája	26
5. Összefoglalás	28

1. Bevezetés

1.1. Témaválasztás indoklása

A parciális vonulás több madárfajnál is megfigyelhető adaptív jelenség, melynek hátterét csak nemrég kezdték megismerni a kutatók. Kialakulásában genetikai és környezeti tényezők is állnak, melyeknek következtében változatos vonulási viselkedéseket figyelhetünk meg. A kék cinegék (*Parus caeruleus*) parciális vonulásáról a Kárpát-medencében még nem született átfogó tanulmány (Török 2009). A tapasztalatok szerint egyes években az ország bizonyos területein lényegesen több a vonuló egyed, mint más években (Gyurác et al. 2011, Farkas et al. 2014). Jelen vizsgálatom során egy nyugat-magyarországi (Tömörd) és egy északkelet-magyarországi (Szalonna) területen standard módszerekkel befogott kék cinegék gyűrűzési és morfológiai adatai alapján elemzem a faj őszi vonulását.

1.2. Célkitűzés

Dolgozatom célja, hogy átfogóbb képet kapjunk a kék cinege őszi vonulásának dinamikájáról és a különböző hazai területek vonulásban betöltött szerepéről.

A vizsgálat fő kérdései:

1. Van-e különbség a két vizsgált területen évente befogott kék cinegék számának alakulásában?
2. Van-e különbség a kék cinegék mindkét vizsgálati területen zajló őszi vonulásának időbeli alakulásában a napi fogások alapján?
3. Különböznek-e a két területen befogott madarak morfológiai tulajdonságaik (szárnyhossz, testtömeg, vonulási zsírtartalék) alapján?

1.3. A parciális madárvonulás

A madárvonulás kutatása az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb hangsúlyt kapott, azonban információink főleg a hosszú távú vonulókra korlátozódnak, a részleges vonulásról még jelentősen kevesebbet tudunk. A részleges vonulás jellemzője, hogy a madarak egy része a fészkelő területen marad, míg másik részük elvonul. Ez a jelenség általában ott jellemző, ahol a terület eltartó képessége nem elég nagy. Az adott helyen a tavaszi-nyári időszakban elegendő táplálék van az egész populáció ellátására, télen azonban nem biztosított minden egyed túlélése.

A parciális vonuláson belül elkülöníthetünk *fakultatív* és *obligát* típust. Előbbinél a környezeti tényezők megváltozásának hatására történik a vonulás, míg utóbbit belső, öröklött tényezők szabhatják meg. Ezen kívül beszélhetünk *általános parciális vonulásról*, amikor az egyedek némelyike vonul, mások nem. Illetve előfordulhat, hogy egyes populációk vonulnak, mások nem. A *kevert vonulás* eme kettőnek az ötvözete, amikor az egyik populáció nem vonul, a másik pedig részben (Csörgő 2009).

Az obligát parciális vonulás során bizonyos egyedek minden évben vonulnak a környezeti hatásoktól függetlenül, míg mások minden évben helyben maradnak. Ez a viselkedés általában akkor fordul elő, ha a migráció genetikailag kódolt, illetve egyik viselkedés sem jár kiemelkedő előnnyel (Newton 2010). Bizonyos években a vonulás kifizetődőbb, máskor pedig a helyben maradás, így hosszú távon mindkét típus fennmarad a populáción belül (Berthold & Querner 1982). E két típus elkülönülésének fennmaradásához hozzájárulhat, ha a vonuló egyedek csak vonulókkal, illetve a rezidens egyedek csak rezidensekkel párosodnak. Ez előfordulhat abban az esetben, ha a helyben maradó egyedek még a vonulók megjötte előtt párt választanak (Bearhop et. al. 2005).

A fakultatív parciális vonulási viselkedés sikeressége nagyban függ a többi egyed viselkedésétől is. Ha a populációban évről évre egyre több egyed választja a helyben maradást, a terület nem lesz képes a megnövekedett állomány eltartására a téli időszakban, ez nagyobb mortalitáshoz fog vezetni a rezidens egyedek közt, vagyis a rákövetkező években a vonuló egyedek aránya lesz nagyobb. Természetesen mindkét viselkedés előnyei változhatnak az idő során a környezeti változások függvényében, illetve egyes területek közt is eltérés lehet. Általában a magasabb földrajzi szélességeken a természetes kiválasztódás következményeként több a vonuló madarak aránya a populációban (Newton 2010).

Az obligát parciális vonulás evolúciósan stabil stratégiának tekinthető, mert hosszútávon mindkét genotípus előnyei egyensúlyban vannak, egyik típus sem képes a másikat helyettesíteni (Newton 2010).

A fakultatív parciális vonulás során ugyanazon egyedek bizonyos években vonulhatnak, máskor pedig rezidensek maradnak, a környezeti tényezőktől függően. A „domináns viselkedés hipotézis” alapján bizonyos egyedek képesek átvészelni a téli időszak körülményeit, míg mások elpusztulnának, ezért vonulásra kényszerülnek (Kalela 1954, Gauthreaux 1978, 1982). A megfigyelések szerint a parciális vonulók között nagyobb a fiatalok aránya, mint az időseké, valamint a tojók aránya nagyobb a hímekénél. Ez megfelel a dominancia rangsornak, tehát olyan területeken, ahol kevés a táplálék, a fiatalok és a tojók kevesebb eséllyel élnek túl, ezért nagyobb arányban vonulnak, mint a domináns egyedek. Tehát ebben az esetben a parciális vonulás egy kognitív válasz a táplálék mennyiségére, ami a szociális státusszal, illetve a kor- és ivarcsoportok eltéréseivel függ össze (Newton 2010). Az egyedek tehát akkor távoznak, ha a túlélés helyben nehezzé válik számukra, azonban ez a viselkedés a körülmények és a kor függvényében megváltozhat (Newton 1979, Smith & Nilsson 1987, Adriansen & Dhondt 1990, Schwabl & Silverin 1990). A fakultatív parciális vonulás során a kétféle viselkedés nem biztos, hogy egyenlő előnyökkel jár, viszont a vonulással járó kockázatok jobban megéri az egyednek, mintha rezidens maradna.

A vonuló és rezidens egyedek arányának vizsgálata a jelölés-visszafogás rendszer használatával lehetséges, így információt kaphatunk arról, hogy ugyanazok az egyedek vannak-e jelen a nyári, illetve a téli időszakban, vagy újabb madarak érkeztek-e a területre. Általában a parciális vonuló fajok körében a domináns hímek maradnak télen is a fészkelő területen, míg a fiatalok és a tojók többsége vonulni kényszerül. Egyes egyedekre vonatkoztatva azonban változhat a viselkedés a korral. A vonuló egyedek arányát a populáció denzitása is nagyban befolyásolja, általában a nagyobb szaporulatot hozó években több volt a vonuló madarak aránya (Newton 2010).

Számos fajnál megfigyelték, hogy a domináns hímek átlagosan közelebb maradnak a fészkelő területükhöz a párzási időszakon kívül is, mint a felnőtt tojók (Ketterson & Nolan 1983). Ez összefüggésben lehet az ez által nyújtott szaporodási előnyökkel. Általában a helyben maradó madarak foglalják el a legjobb fészkelő helyeket, így kiszorítva a később érkező vonuló társaikat (Perry in Wernham et al. 2002).

A parciális vonulás több madárfajnál is megfigyelhető jelenség, melynek hátterét, befolyásoló tényezőit csak nemrég kezdték megismerni a kutatók. Hátterében genetikai és

környezeti tényezők is állnak, ennek köszönhetően változatos vonulási viselkedéseket figyelhetünk meg.

1.4. A kék cinege vonulási viselkedése

A kék cinege (*Parus caeruleus*) a Nyugat-Palearktikum gyakori madara, a mediterrán területektől kezdve egészen Északig, Skandinávia közepéig költ. Keleti elterjedésének határa a Kaukázus, illetve Észak-Irak. További Keleti elterjedésének valószínűleg a rokon, lazúr cinege szab határt, melynek ökológiai igényei hasonlóak. Európa déli területein a leggyakoribb cinegefaj (Török 2009).

A kék cinege számos erdős élőhelyen költ, de főként a lombhullató erdőket kedveli, különösen az idős tölgyeseket. Azonban ritkán fenyvesekben, cédrusligetekben is megfigyelték. Városi parkokban, kertekben, ártereken is előfordulhat. Odúköltő madár, rokon fajokkal hasonló élőhelyeken fordul elő. A fészkelési helyért való versengés nem gyakori, mert a kék cinege kisebb méretének köszönhetően kisebb odúkat is képes elfoglalni, valamint mindig magasabban költ a többi cinegefajhoz képest.

Több cinege fajról nemrég még azt hitték, hogy nagy különbségek jelentkeznek a vonulás dinamikájában, gyorsaságában, irányában, illetve az évente vonuló madarak számában (Cramp 1998). Nemrég azonban bebizonyították, hogy a kék cinege nagyjából állandó számmal vonul Észak-, Közép- és Kelet-Európában, tehát tipikus parciális vonuló madarak (Nowakowski & Vähätalo 2004). Elterjedési területének középső- és délebbi részein élő populációk állandóak, az északi populációknál pedig részleges vonulást figyeltek meg, bár Dániában állandó. Az Északról érkező madarak általában a mediterráneumban telelnek, közép-európai populációiban inváziói is megfigyelhetők. A vonuló egyedek aránya változhat, ezt a költési egyedsűrűség és a rendelkezésre álló erőforrások befolyásolhatják. Ha sok madár költ egy adott élőhelyen, akkor növekedhet a vonulók aránya, viszont ha nagy mennyiségű táplálék áll rendelkezésre, az arány csökkenhet.

A magyarországi kék cinegék populációjának vonulásáról átfogóbb kutatás még nem történt, nincsenek pontos információink az országon belüli populációk vonulás dinamikájának esetleges eltéréseiről. Hazánkban a kék cinege télen is megfigyelhető, gyakori vendég az etetők környékén, azonban az egyedek többsége a szeptember közepétől október közepéig tartó időszakban elvonul.

Függönyháló használatával, illetve az odúban könnyen gyűrűzhető, Nagy-Britanniában nagy számban jelölik, 2001-ig több mint 2,5 millió egyedet jelöltek. Hazánkban kb. 100 ezer egyed került jelölésre, ennek 10%-a fióka volt (Török 2009). A fiatalok többsége kirepülés után májusban kerül gyűrűzésre, illetve egyes példányok a költőlárában. Ezzel szemben a felnőtt madarakat az őszi időszakban fogják be nagyobb számban. Brit kutatások szerint a madarak pusztulását éhezés, illetve predáció okozza. Emellett az elhullás oka egyre gyakrabban kapcsolható emberi tevékenységhez, emberi környezetbe. A kutatások szerint a meggyűrűzött fiókák mintegy 21%-a a gyűrűzést követő 30 napon belül elpusztul, majd ez az érték idővel egyre csökken. Az első 60 nap után a halálozási ráta nagyjából állandósul, kisebb ingadozás a téli időszakban megfigyelhető annak köszönhetően, hogy a cinegék több időt töltenek emberi környezetben (Wernham et. al. 2002).

Magyarországon a gyűrűzött madarak 13%-át fogták vissza a jelölés helyén, átlagosan két alkalommal. Az elhullások oka nagyjából 50%-ban emberi tevékenység, ez Nagy-Britanniában 87%, Dániában 24% (Török 2009). A hazánkban jelölt madarak közül csak 121 egyed került meg a jelölés helyétől 5km-nél távolabb, 16 madár került visszafogásra más országokban. Magyar gyűrűs példányok egy Északkelet-Délnyugat irányú sávban kerültek meg, ami határozott vonulási irány meglétére ad okot. Hazánkban 17 külföldi gyűrűs példányt fogtak be, a legnagyobb távolságot két egyéves hím kék cinege tette meg, Litvániából kb. 30 nap alatt Sárszentmihályra érkeztek, 933 km-rel távolabb. A legidősebb gyűrűzött kék cinegét 1994-ben jelölték meg Sumonyban, majd 2002-ben fogták vissza, kora minimum 7év 8 hónap. Globális vonatkozásban a legnagyobb utat egy Kalinyingrádban jelölt kék cinege tette meg, amit Spanyolországban fogtak vissza, 2200 km-re (Török 2009).

A kék cinegék kevésbé territoriálisak, mint a szén cinegék, gyakran verődnek csapatokba, melyek rezidens és néhány vonuló egyedből állnak. Bár ezen csapatok mobilisak, mégis az esetek majd 90%-ban a gyűrűzési területtől 20 km-en belül maradtak Angliai és Írországi megkerülési adatok alapján. Szintén Angliában végzett kutatások kimutatták, hogy a fiókák átlagosan 6 km-re távolodnak el születési helyüktől az első hónap során, a következő évben a madarak 95%-a a születési hely 15 km-es körzetében maradt. Nagy-Britannia északi területein a madarak kétszer akkora valószínűséggel távolodtak el 20 km-nél nagyobb távolságra a fészkelő helyüktől (Wernham et. al. 2002).

Hazai és külföldi kutatások is kimutatták, hogy a hím kék cinegék területhűsége nagyobb, mint a tojóké. A Pilis hegységben a hím cinegék fészektávolsága a költési időszakok között 73 m volt, ezzel szemben a tojóké 105 m. Valamint a fiatal hímek átlagosan 418 m-re, míg a fiatal tojók 555 m-re költöttek születési helyüktől (Török 2009).

A kutatások szerint a kék cinege a leglassabb vonuló a cinegék, valamint az énekesmadarak között (Rute 1976, Hildén & Saurola 1982, Nowakowski 2001). Ez láthatólag kapcsolatban áll vonulási szokásaival, vagyis a többi cinege fajhoz hasonlóan nappal vonul, rövidebb szakaszokon (Ulfstrand 1962, Frelín 1979). Más fajokkal összehasonlítva, a kék cinege nagyon kis varianciát mutat a vonulási sebességben az egyedek között (Nowakowski 2001). Svéd kutatások megvizsgálták, hogy van-e különbség az északi és déli populációk migrációs távolsága között. Az eredmények alapján a cinegék körülbelül ugyanakkora távolságot tettek meg vonulásuk során, az északi populáció átlagosan 83 km-t, míg a déli populáció átlagosan 81,5 km-t (Nilsson et al. 2008). Ez alapján ki lehet zárni az átugrós vonulást, hiszen az északi populáció nem vonult távolabbra, mint a déli.

2. Terület és módszer:

2.1. A vizsgálati területek jellemzése

A vizsgálathoz szükséges adatgyűjtés egy nyugat-magyarországi (Tömörd) és egy északkelet-magyarországi (Szalonna) területen folyt.



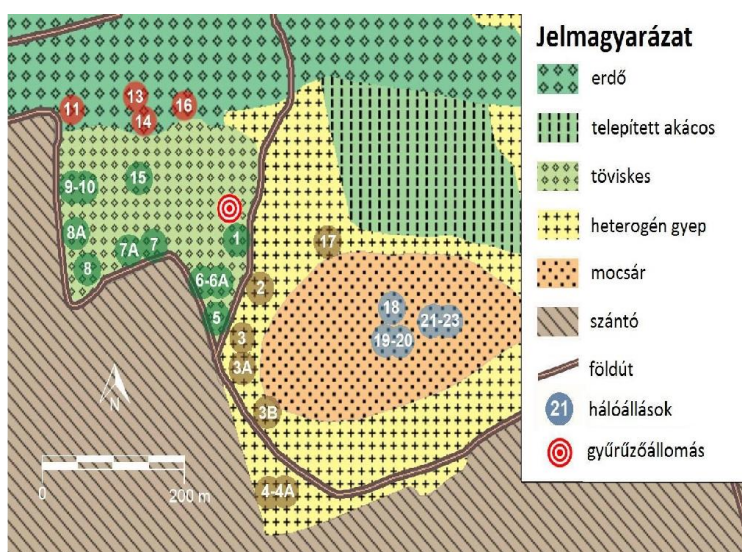
1.kép A két vizsgált terület földrajzi elhelyezkedése

Tömörd a nyugat-magyarországi peremvidéken található, Szombathelytől 15 km-re, Kőszegtől délkeletre, Csepregtől délnyugatra, a terület földrajzi koordinátái é.sz.47°22', k.h.16°41'. A vizsgált terület a településtől délnyugatra található, 260m tengerszint feletti

magasságon. A környező területeken találunk szántóföldeket, amin repcét, búzát, kukoricát termelnek, valamint a környező erdőkben folyik a Kőszegi-hegységből eredő Ablánc-patak.

A Tömördi Madárvárta, ahol a madarak befogása történt a Chernel István Madártani Természetvédelmi Egyesülethez tartozó 15 hektáros területen helyezkedik el, ahol a környék egyetlen természetes állóvize a kizárólag csapadékból táplált Nagy-tó.

A madárvárta környékén növénytakasúlasok alapján négy élőhely-típust különíthetünk el, amelyek táplálkozó-, pihenő-, és búvóhelyet nyújtanak a madarak számára (Keszei & Bauer 1999).



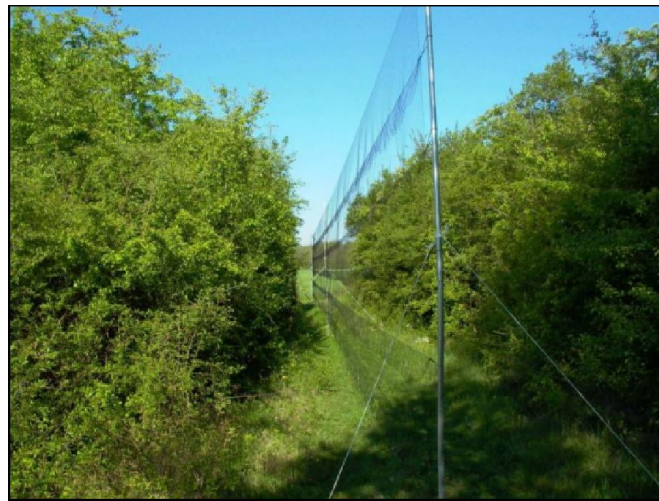
2.kép Az élőhely-típusok és a hálóállások elhelyezkedése Tömördön
(Készítette: Kalmár Sándor)

Erdő élőhely-típus:

Összefüggő szegélyvegetációt alkot, erdészeti műveléstől mentes, kisebb füves rétek figyelhetők meg. A növényzet 6-7 méter magas, az eredeti cserestölgyes vegetáció fafajai mellett akácos erdőrészek is kialakultak. Jellemző fajai a csertölgy (*Quercus cerris*) és a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), illetve egyes részeken a fehér akác (*Robinia pseudo-acacia*). Több kisebb fás szárú növény is megjelenik; kökény (*Prunus spinosa*), egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), vadkörte (*Pyrus pyraeaster*), fekete bodza (*Sambucus nigra*). A lágyszárúak közül a ragadós galaj (*Galium aparine*), a meddő rozsnok (*Bromus sterilis*), az erdei gyömbérgyökér (*Geum urbanum*), a földi bodza (*Sambucus ebulus*), illetve a francia perje (*Arrhenateum elatius*) fordul elő nagyobb számban.

Töviskés élőhely-típus:

A sűrű, cserjék alkotta vegetáció kb. 2-3 méter magas, több helyen is megtalálható, mindenhol mozaikos jellegű. Gyakori növényei a kökény (*Prunus spinosa*), a vadkörte (*Pyrus pyraeaster*), az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a gyepűrózsa (*Rosa canina*), a borjúpázsit (*Anthoxanthum odoratum*), a cérnatippán (*Agrostis capillaris*), a bakfű (*Betonica officinalis*), a mezei perjeszittyó (*Luzula campestris*) és a mezei varfű (*Knautia arvensis*).



3.kép Hálóállás a töviskés élőhely-típusban

(Fotó: Gyurácz József)

Heterogén gyep élőhely-típus:

A környező szántóföldek helyét valaha borító sztyeppréti társulások és a Nagy-tóhoz kapcsolódó vizes élőhelyek között képez átmenetet. Helyenként bokros foltokat is megfigyelhetünk. Az alábbi fajok fordulnak elő: bakfű (*Betonica officinalis*), magyar imola (*Centraurea jacea angustifolia*), molyhos ökörfarkkóró (*Verbascum thapsus*), valamint az adventív keresztlapu (*Erechtites hieraciiifolia*) és a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*). Ezen kívül gyakori az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), a gyepűrózsa (*Rosa canina*), a vadkörte (*Pyrus pyraeaster*), és a fekete bodza (*Sambucus nigra*). Foltokban találunk még francia perjét (*Arrhenaterum elatius*), siskanád tippant (*Calamagrostis epigeios*) és pusztai csenkeszt (*Festuca rupicola*).

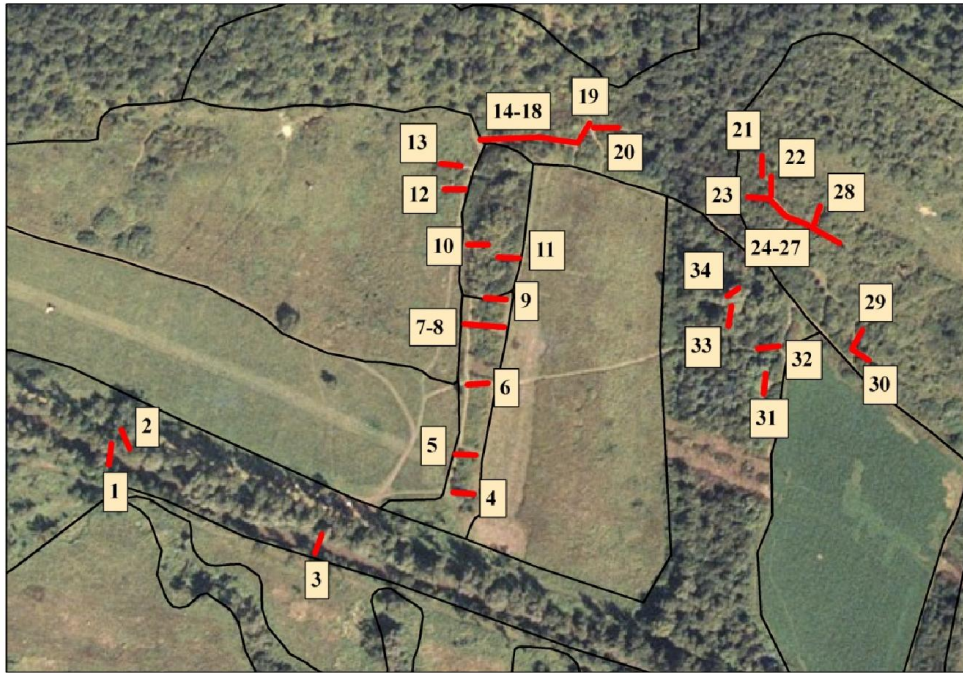


4.kép Heterogén gyepek egy részlete (Fotó: Gyurácz József)

Mocsár élőhely-típus:

Az egykori tavat, mely ma már inkább mocsárnak számítható, a csapadékvíz táplálja, így mindenkor felszíne és mélysége az időjárás függvényében változik. A víz felszínén apró békalencse hínár (*Lemnetum minoris*) található, a nedves részeken tavi kákás (*Schoenoplectetum lacustris*) alakult ki. A tó szegélyén egyre jobban terjedő fűzláp jellegű bokorfűzes (*Calamagrostio-Salicetum cinereae*) alakult ki. Jellemző fajok: bodnározó gyékény (*Typha latifolia*), vízi harmatkása (*Glyceria maxima*), réti fűzény (*Lythrum salicaria*), mocsári nőszirm (*Iris pseudacorus*) és különböző sásfajok (*Carex* sp.).

A másik vizsgálati terület az Északkelet-magyarországon található Bódva-völgyi Madárgyűrűző Tábor környéke, Szalonna (é.sz.48°27', k.h.20°42') község határában volt (Farkas et al 2014). Szalonna két közepesen magas hegy között található, amit lombhullató erdők borítanak. A vizsgált terület főként bokros vegetációval borított, jellemző fajai: a kökény (*Prunus spinosa*), a galagonya (*Crataegus* spp.) , som fajok (*Cornus mas* és *Cornus sanguinea*), valamint a vadrózsa (*Rosa canina*). A bokros növényzet a hegy lábánál folyamatosan tölgyesre vált át, melynek legfőbb fajai a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a molyhos tölgy (*Quercus pubescens*), valamint a gyertyán (*Carpinus betulus*). Az erdő szélén fagyal (*Ligustrum vulgare*), földi szeder (*Rubus* spp.) és földi bodza (*Sambucus ebulus*) található. A völgyben a Bódva-patak mentén puhafás növényzet alakult ki, jellemző fajai a fehér fűz (*Salix alba*) és az enyves éger (*Alnus glutinosa*).



5.kép Hálóállások Szalonnán (Farkas et al. 2014)

2.2. Az adatgyűjtés módszere

A madarak mindkét helyen 2004 és 2013 között lettek befogva. A gyűrűzések a költési időszakot követően kezdődtek és az őszi vonulás végéig tartottak, augusztus első felétől november első feléig, Tömördön évi 95-100 nap, Szalonnán évi 75-80 nap hosszan. A madarak befogását, gyűrűzését és mérését az MME Actio Hungarica táboraiiban alkalmazott módszerekkel végeztük (Busse 2000), a kor- és ivarhatározáskor Svensson (1992) módszerét alkalmaztuk.

A madarak befogása függőhálószerűen történt, ezek egyenként 12 m hosszúak, 2,5 m magasak, és 5 zseb található rajtuk. Tömördön 28, Szalonnán 34 hálót alkalmaztunk. Tömördön 6 összefüggő hálót helyeztünk el a mocsaras élőhelyen, négyet az erdőben, 11 hálóállás a tövisekben, illetve 7 háló a heterogén gyepterületen. Szalonnán a madarakat 18 hálóállás a bokros területeken, illetve 16 az erdőtüskés területen fogta.

A madarakat minden nap napfelkelétől napnyugtáig fogtuk be, kivéve esős, viharos napokon. A hálókat óránként ellenőriztük, időjárási viszonyoknak megfelelően esetenként gyakrabban is. A befogott madarakat egyedi azonosító kóddal ellátott fémgyűrűvel jelöltük meg, majd felvettük adataikat, amit terepnaplóban rögzítettünk. A gyűrűzés során a madarak fajtát, lehetőség szerint nemét és korát határozzuk meg, valamint megmérjük szárnyhosszát és a harmadik kézcső hosszát, ezt a hazai és nemzetközi viszonylatban elfogadott módszer

alapján 1 mm-es pontossággal kell megadni. Ezen kívül a madarak zsír és izom mennyiségét egy 9 illetve 4 fokú adott skála szerint becsüljük meg (a hasi oldalt megfújva), valamint megmérjük tömegüket, amit 0,1 pontossággal kell megadni.

2.3. Az adatfeldolgozás módszere

Az éves fogások egyedszáma a vizsgált periódus százalékos átlaga alapján lett standardizálva. A madarak éves fogásának változását az összesített fluktuációs index értékével jellemeztem mindkét helyen (Busse 1994):.

$$FI = \frac{\sum (X_y - X_{oy})^2}{n} n^{-1},$$

ahol X_y az y évben befogott madarak száma, X_{oy} a 3-éves mozgó átlag ugyan abban az évben és n az évek száma. A két vizsgálati hely egyes évekre számolt fluktuációs index értékeit $/(X_y - X_{oy})^2 n^{-1}$ / Spearman rank korrelációval hasonlítottam össze.

Kolmogorov-Smirnov tesztet használtam a két vizsgálati helyen befogott madarak kor- és ivar szerinti megoszlásának, illetve a napi fogások időbeli eloszlásának összehasonlításához (Fowler & Cohen 1992).

A fiatal madarak őszi vonulásának dinamikáját a napi fogásokból számolt háromnaponkénti mozgóátlag $n = (n_{x-1} + n_x + n_{x+1})/3$ - alapján szerkesztett vonulási grafikonokkal jellemeztem egy nagy fogásszámú (2008) és egy átlagos fogású (2012) év esetében mindkét vizsgálati területen.

A vonuló madarak minimum tartózkodási idejét az egy időszakon belül befogott és visszafogott madarak első és utolsó befogásának dátuma alapján számoltam ki és grafikonon ábrázoltam (Ellegren 1993). A két területen augusztusban, illetve augusztus után befogott madarak átlagos minimum tartózkodási idejét egy-tényezős varianciaanalízissel (ANOVA) és Tukey-tesztel vizsgáltam (Fowler & Cohen 1992).

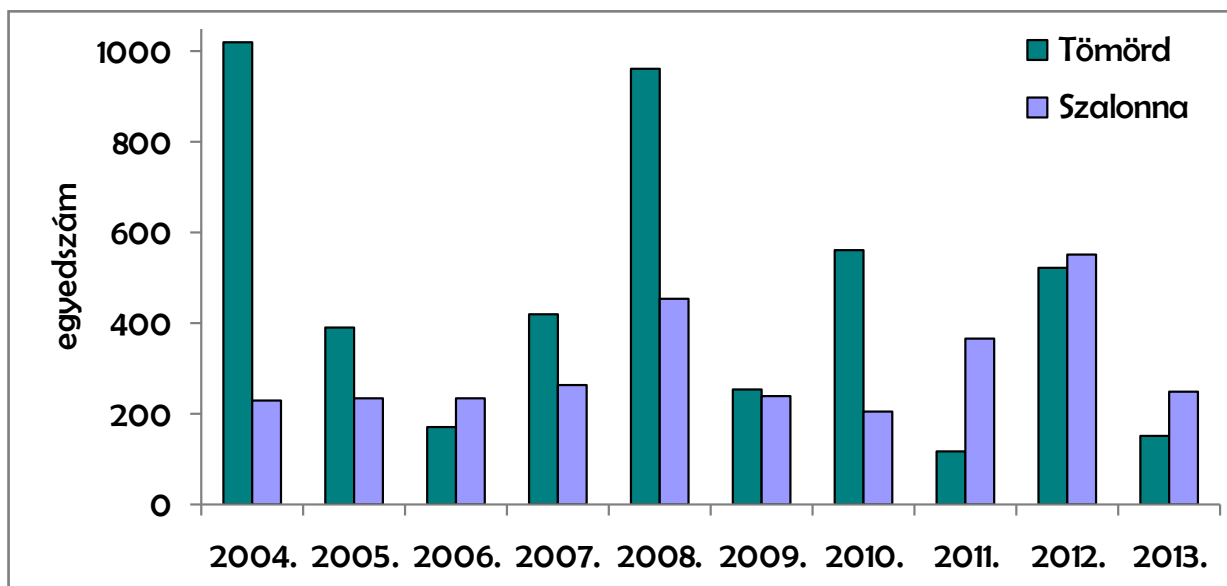
A kor- és ivarcsoportok testtömegének, raktározott zsírmennyiségének és szárnyhosszúságának átlagát többváltozós varianciaanalízissel (MANOVA, Hotelling féle T teszt) vizsgáltam, míg a két vizsgálati területen befogott madarak kor- és ivarcsoportjait biometria tulajdonságaik alapján főkomponens analízissel (PCA) hasonlítottam össze. A statisztikai számításokat Past programmal végeztem (Hammer et al. 2006).

3. Eredmények

3.1. Vonulás dinamikai eredmények

3.1.1. A befogott madarak évi egyedszáma

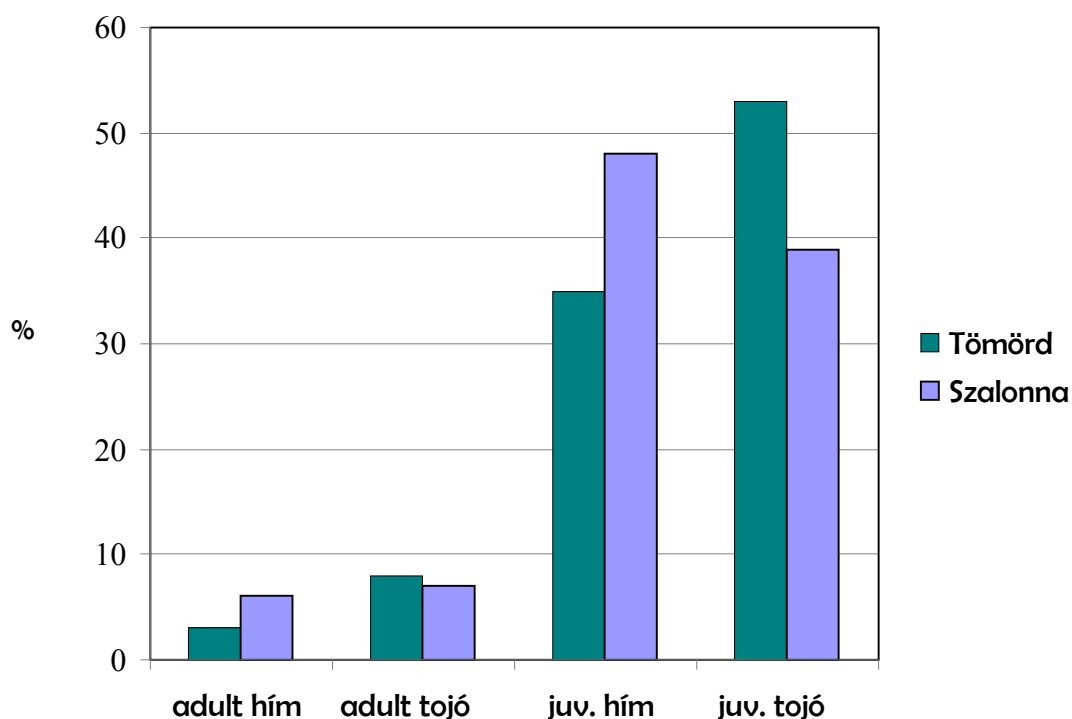
Az adatok a 2004-2013-ig tartó időszak őszi madárgyűrzési eredményeiből származnak a két vizsgált területről, Tömördön augusztus 3-tól november 5-ig, Szalonnán augusztus 15-től október 30-ig. Ebben az időszakban összesen 4572 madarat gyűrték Tömördön, valamint 2347 madarat Szalonnán. Az összesített fluktuációs index Tömördön 4260,93, Szalonnán 511,59 volt. A Tömördön és Szalonnán számolt éves fluktuációs index értékek között nem tapasztaltam szignifikáns korrelációt ($r=0.09$, $p>0,05$). Az egyes években befogott kék cinegék egyedszáma között Tömördön nagyobb ingadozás tapasztalható, mint Szalonnán. Tömördön különösen nagyszámú befogást tapasztaltam 2004-ben és 2008-ban (1. ábra)



1. ábra A kék cinege éves fogásainak alakulása a vizsgált területeken

3.1.2. A befogott madarak kor és ivar szerinti megoszlása

Mindkét vizsgált területen nagy volt a fiatalok aránya, Tömördön 88%, Szalonnán 87%. A kor és ivarcsoportok arányának megoszlása Tömördön és Szalonnán is hasonló volt (Kolmogorov-Smirnov teszt, $D=0.2$, $p>0,05$, 2. ábra). A felnőtt példányok közt mindkét területen magasabb volt a tojók száma, míg a fiatalok között Szalonnán a hímek, Tömördön a tojók egyedszáma volt magasabb.

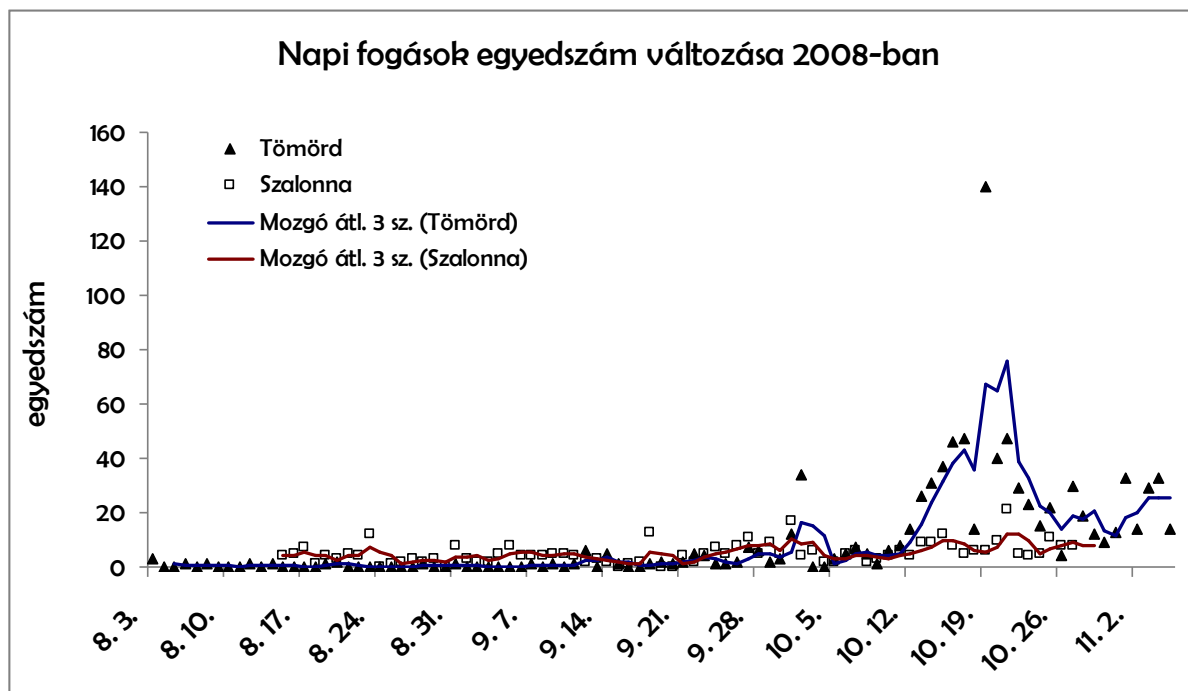


2. ábra A befogott madarak kor és ivar szerinti eloszlása a két területen

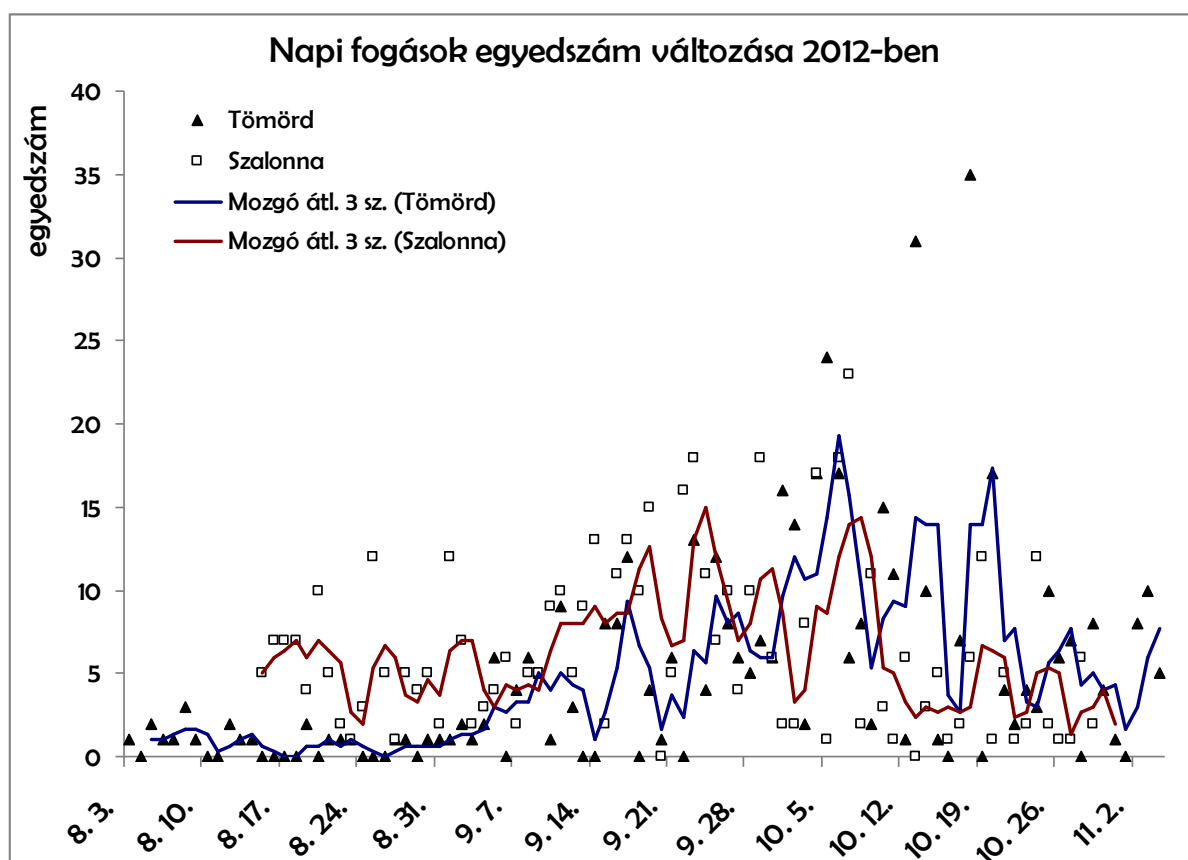
3.1.3. A napi fogások egyedszám változása a két vizsgált évben

A fiatalok napi fogásának eloszlása 2008-ban szignifikánsan különbözött a két területen (Kolmogorov-Smirnov teszt, $D=0,35$, $p<0,001$), azonban 2012-ben nem volt szignifikáns különbség ($D=0,19$, $p>0.05$). Ennek egyik oka, hogy Szalonnán augusztusban lényegesen több fiatal kék cinegét fogtak, mint Tömördön, a másik, hogy 2008-ban Tömördön

lényegesen több fiatalot fogtak szeptember-októberben, mint Szalonnán. Ezt mutatják az éves fogások 50%-hoz tartozó dátumok is.



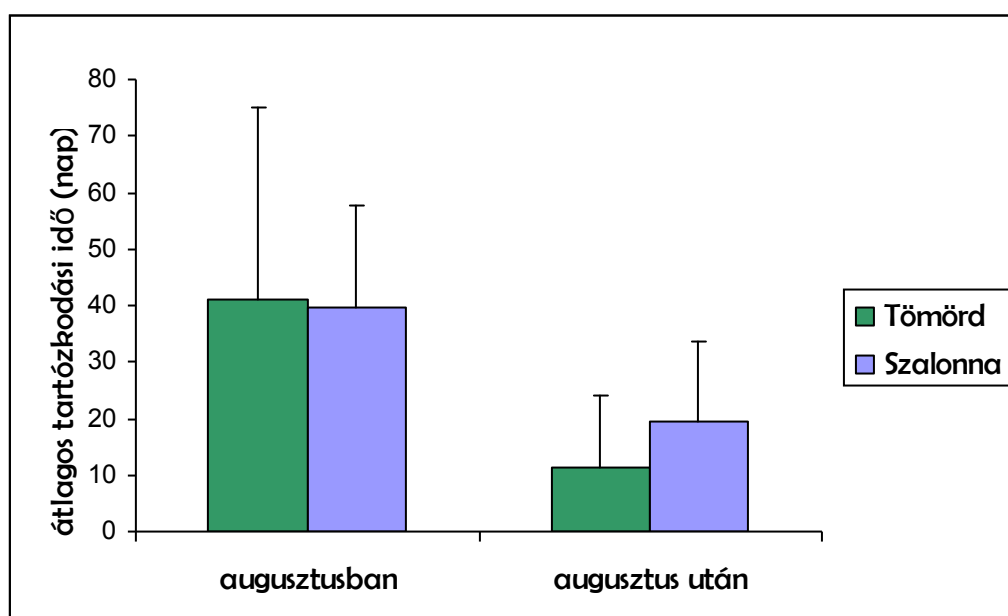
3.ábra 2008-ban befogott kék cinegék napi egyedszáma



4.ábra 2012-ben befogott kék cinegék napi egyedszáma

A fiatal kék cinegék vonulási mediánja Tömördön 2008-ban október 19-re, 2012-ben október 5-re tehető, míg Szalonnán 2008-ban szeptember 27-re, 2012-ben szeptember 24-re. Mindkét vizsgált évre elmondható, hogy augusztusban Szalonnán magasabb a napi befogások száma, szeptember közepétől azonban Tömördön lesz nagyobb a napi egyedszám. Az eredmények alapján a kék cinegék vonulási csúcsa Tömördön október második felében, Szalonnán október elejére esik.

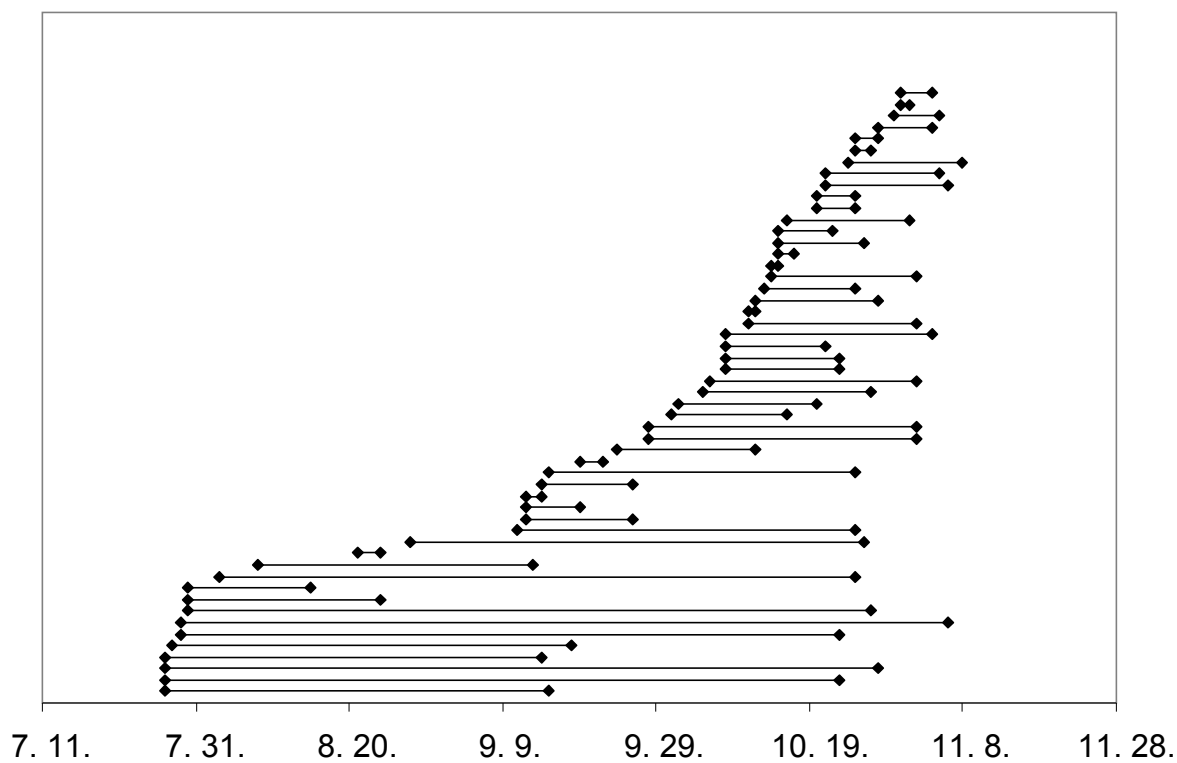
3.1.4. A visszafogott madarak tartózkodási ideje



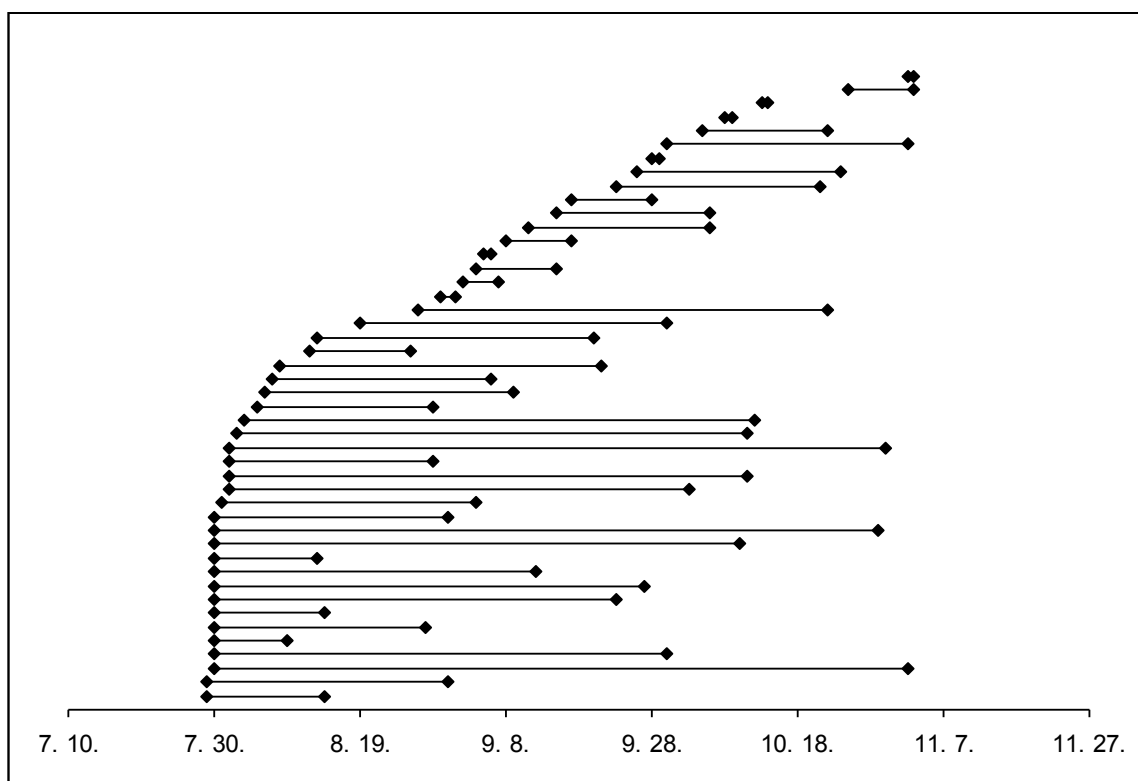
5. ábra. Az augusztusban és augusztus után befogott madarak átlagos minimum tartózkodási ideje

A két vizsgált évben visszafogott madarak aránya Tömördön 5% ill. 26% volt, míg szalonnán 11% ill. 39%.

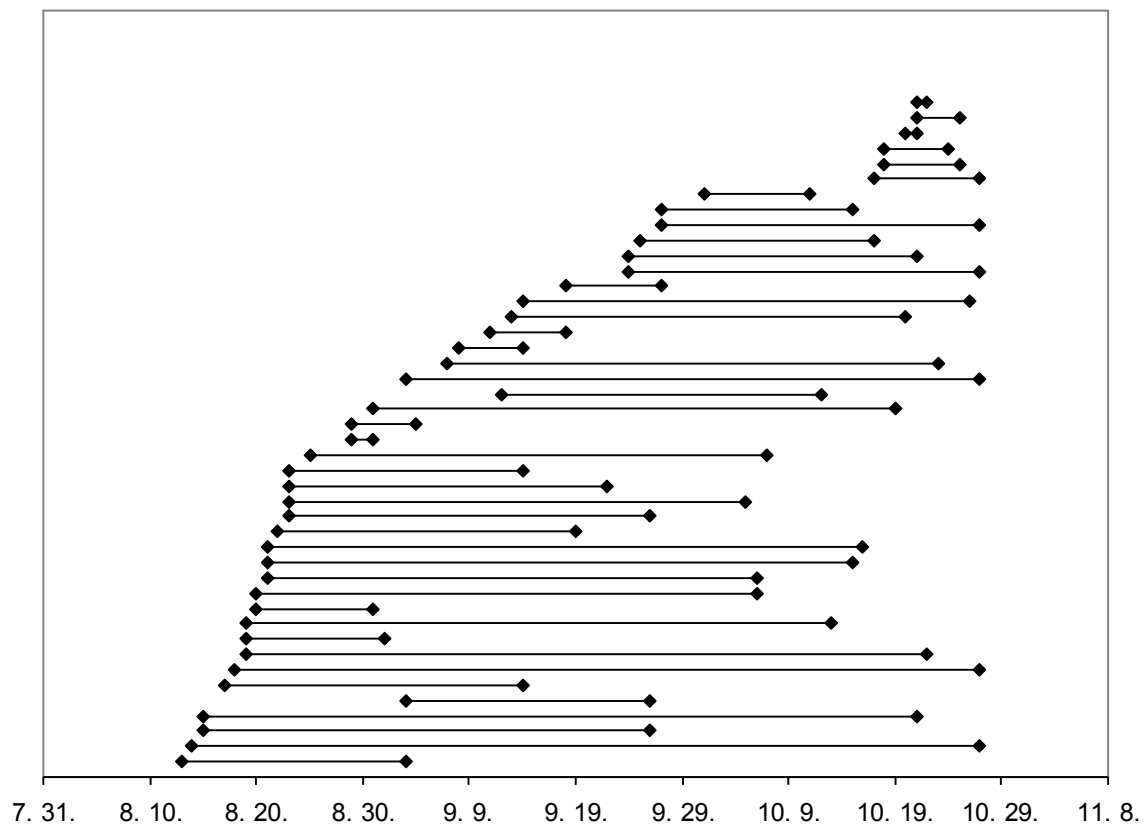
Az augusztusban befogott madarak átlagos minimum tartózkodási idejében nincs szignifikáns különbség (ANOVA, $F=51,95$, $p>0,05$, Tukey teszt $p>0,05$) a két terület között (5 ábra). Augusztusban mindkét területen hosszabb ideig maradnak a madarak, mint augusztus után (Tukey teszt $p<0,001$). Az Augusztus után befogottak Tömördön rövidebb ideig maradnak, mint Szalonnán (Tukey teszt $p<0,05$). Tömördön mindkét vizsgált évben több volt a rövidebb időt az adott területen eltöltő madarak száma az őszi időszakban, mint Szalonnán (6., 7., 8. és 9. ábra).



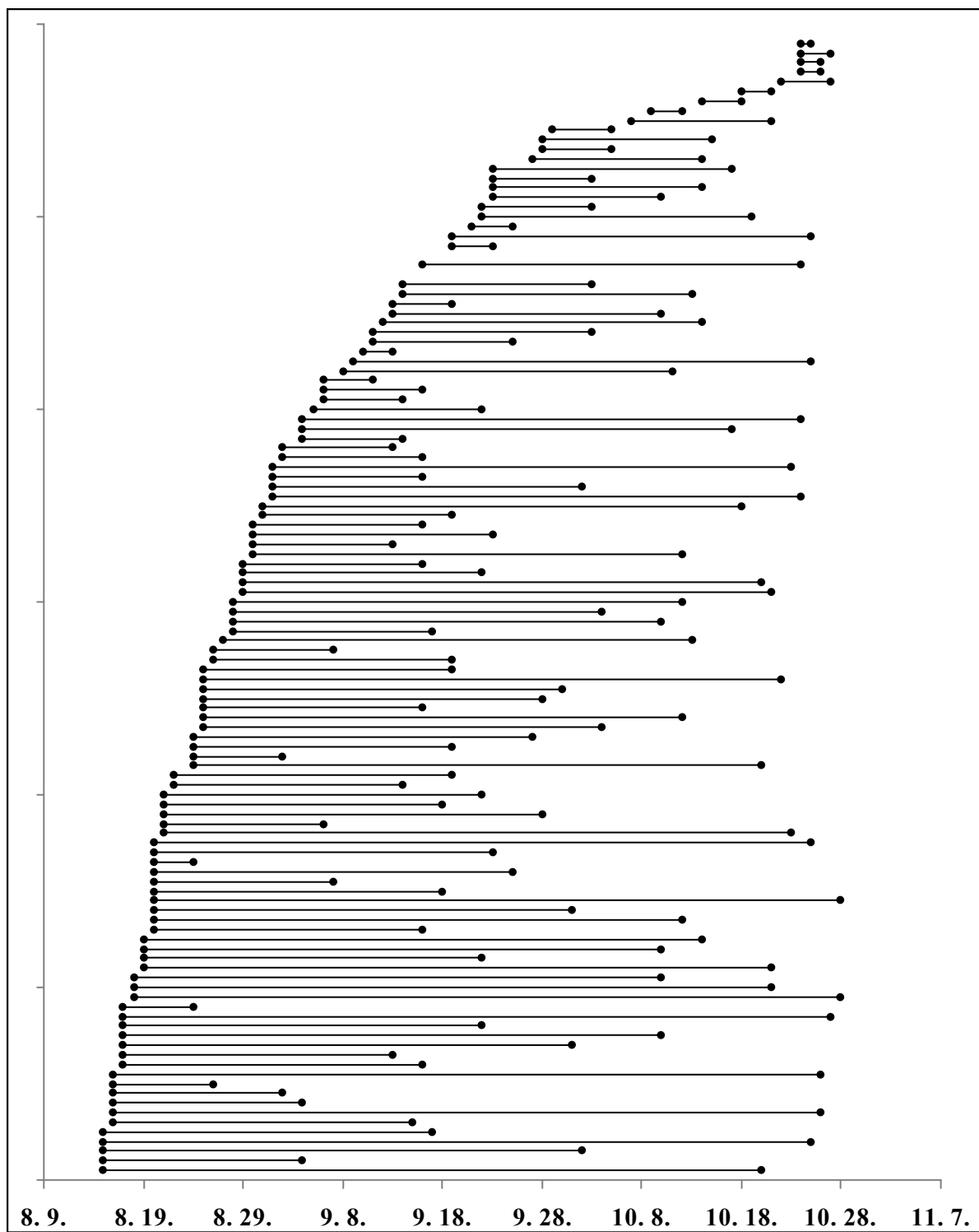
6. ábra A befogott madarak tartózkodási ideje Tömördön 2008-ban



7. ábra A befogott madarak tartózkodási ideje Tömördön 2012-ben



8. ábra A befogott madarak tartózkodási ideje Szalonnán 2008-ban



9. ábra A befogott madarak tartózkodási ideje Szalonnán 2012-ben

3.2. A biometriai vizsgálatok eredményei

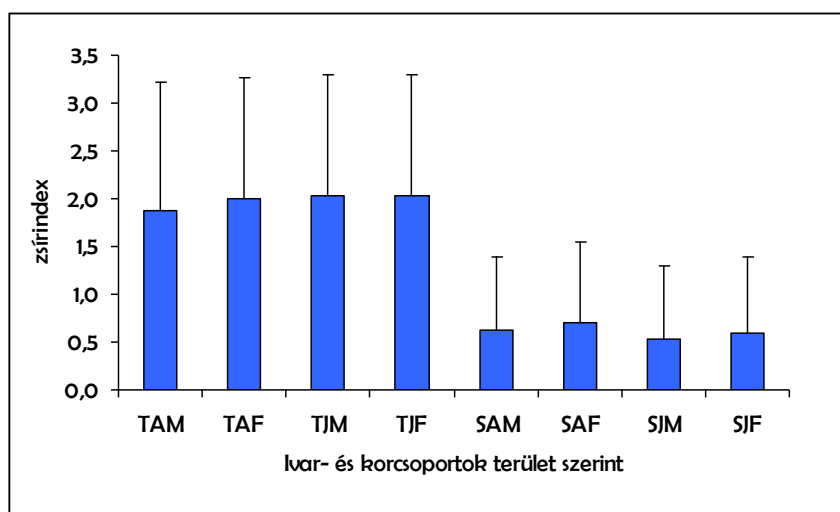
A befogott madarak felhalmozott zsírja, tömege és szárnyhossza a két terület ivar és korcsoportja között szignifikánsan különbözött (MANOVA, Wilks' lambda=0.39, $F_{21/7644}=137.33$, $p<0.001$, 2. táblázat,).

	TJM	SAM	SJM	TAF	TJF	SAF	SJF
TAM	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
TJM		p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
SAM			p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
SJM				p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001
TAF					p<0.001	p<0.001	p<0.001
TJF						p<0.001	p<0.001
SAF							p<0.001

1. táblázat. A Tömördön és Szalonnán befogott kor- és ivarcsoportok biometriai jellemzők alapján történő páronkénti összehasonlításának szignifikancia értékei (Hotelling féle T teszt).

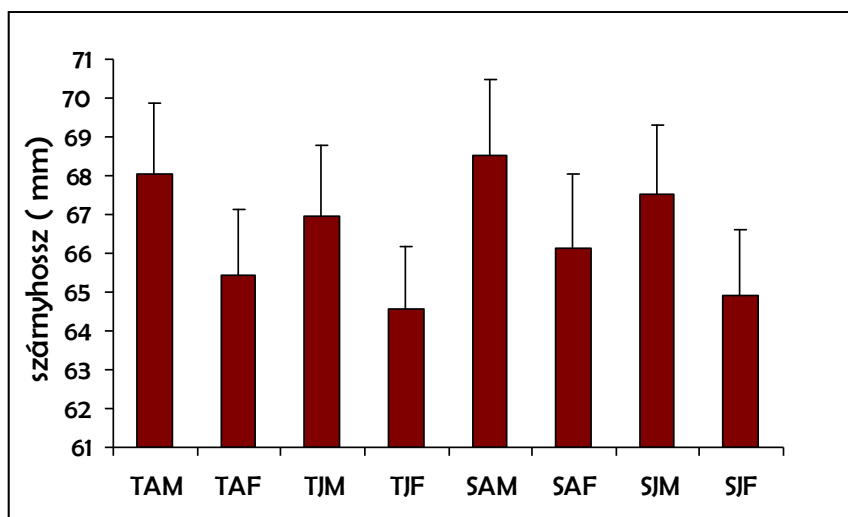
Jelmagyarázat:

T- Tömörd, S- Szalonna, A- adult, J- juvenilis, M- hím, F-tojó

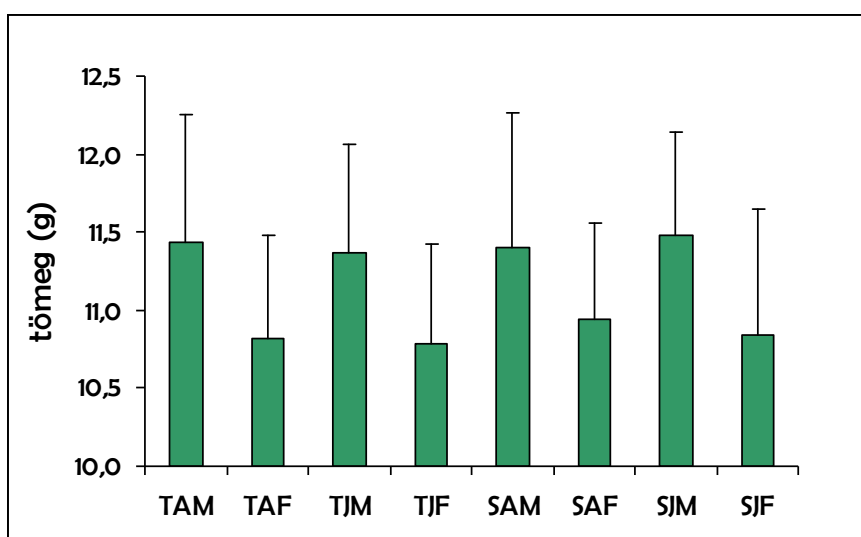


10.ábra A zsírindex területenkénti megoszlása az ivar- és korcsoportok között

A mérések alapján elmondható, hogy Tömördön átlagosan jobb kondícióban voltak a madarak, nagyobb volt a felhalmozott zsír mennyisége. A hímek szárnya hosszabb volt, mint a tojóké, valamint a felnőtt példányok szárnyhossza nagyobb volt, mint a fiataloké. A hímek testtömege mindkét helyen nagyobb volt a tojókénál, a felnőtt és fiatal példányok tömege között viszont nem tapasztaltam lényeges különbség (10., 11. és 12. ábra).

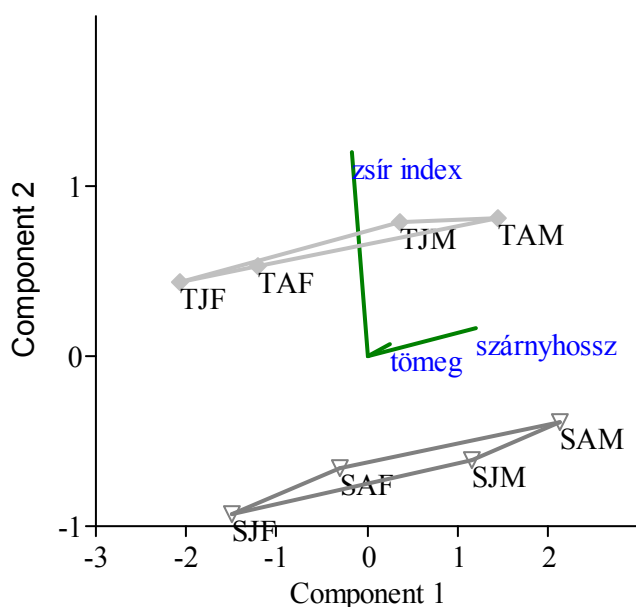


11. ábra A szárnyhosszúság területenkénti megoszlása az ivar- és korcsoportok között



12. ábra A tömeg területenkénti megoszlása az ivar- és korcsoportok között

A főkomponens analízis alapján a két vizsgált terület madarainak biometriai különbözőségében a kék cinegék felhalmozott zsír mennyiségének van a legnagyobb jelentősége, míg a szárnyhossz és kisebb mértékben a testtömeg a kor- ivarcsoportok között különbözik (13. ábra, 2. táblázat).



13.ábra A kor és ivarcsoportok biometriai paramétereinek főkomponens analízise

	PC 1	PC 2	PC 3
zsír index	0,14	0,98	0,03
testtömeg	0,19	0,06	0,98
szárnyhossz	0,98	0,14	0,19

2.táblázat A biometriai változók komponenseinek (PC) százalékos arányai

4. Megvitatás

4.1. Az egyedszám éves ingadozása

Az éves fogások alapján a kék cinege mindkét területen domináns énekesmadár volt a nyári-őszi időszakban. A vizsgálat során eltérő vonulási tulajdonságokat tapasztaltunk Nyugat- és Északkelet-Magyarországon. A befogott madarak egyedszám változását jelző összesített fluktuációs index az egyértelműen inváziós fajnak tartott fenyőpintyéhez (*Fringilla montifringilla*) (Berthold 1993) áll legközelebb Tömördön, ami a korábbi, rövidebb vizsgálati időszakon alapuló kutatás szerint még nem volt kimutatható (Gyurácz *et al.* 2011). Ez is azt bizonyítja, hogy a madárvonulással kapcsolatos ökológiai jelenségek változásának nyomon követéséhez hosszú távú monitoring vizsgálatokra van szükség.

Irrupciós (inváziós) vonulásnak minősíthető kék cinege mozgalom 2004-ben és 2008-ban volt kimutatható Tömördön. Szalonnán az összesített fluktuációs index alapján a kék cinege őszi vonulása az obligát hosszú távú vonuló mezei poszáta (*Sylvia communis*) (Csörgő 2009) éves fogásának változásához (Gyurácz *et al.* 2011) állt közelebb. Szalonnán nemcsak 2004-ben és 2008-ban, de más években sem volt lényegesen több kék cinege a vizsgálati területen, mint Tömördön, tehát itt nem minősíthető irrupciónak (inváziósnak) a kék cinege őszi vonulása. Több európai területen is tapasztaltak a tömördihez hasonló, nagyobb ingadozást a vonuló kék cinegék számában az egyes évek között, például az Alpokon átvezető vonulási utakon (Cramp, 1998). Dél-Svédországban a 2001-2005-ig tartó időszakban az őszi befogások közül szintén a 2004-es év volt a legnagyobb egyedszámú (Nyquist 2007).

Az adott vizsgálati területeken, egyes években nagy tömegű (irrupciós) kék cinege vonulás a fakultatív részleges (parciális) vonulásra utal, mely szerint bizonyos években nem vagy csak kis számban vonulnak a madarak, más években hatalmas tömegben jelennek meg Európa különböző területein (Cramp, 1998). A parciális vonulás meghatározására több definíció született, a legelfogadottabb, hogy ugyan azon költő populáción belül egyes egyedek vonulnak, míg mások nem (Terrill & Able 1988, Berthold 2001). Míg az obligát vonuló fajoknál a vonulás főbb jellemzőinél (időzítés, irány, távolság) a genetikai meghatározottság jelentősebb, addig a fakultatív vonulóknál elsősorban a környezeti tényezők szabályozzák a vonulást. A kék cinege esetében ilyen feltételnek tartják a téli táplálékforrások abszolút hiányát a bükkmakk termés elmaradása miatt (Newton 2006), vagy a populáció nagyságához

képest viszonylag kevés mennyiségű táplálékforrást, amikor van ugyan termés, de az a megnövekedett populációsűrűség téli túlélését nem képes biztosítani (Curry-Lindahl 1975).

A madarak kor- és ivarcsoportjainak eltérő vonulási viselkedésének magyarázatára vonatkozóan két hipotézis született. Egyik legelfogadottabb nézet, hogy a társas viselkedésekben (territoriális viselkedés, kompetíció a táplálékért) egyre intenzívebbé váló interakciók aktiválják a vonulás szabályozó mechanizmusait, tömeges elvonulást eredményezve (Alerstam 1990, Berthold 1993). Az erupció (elvonulás az adott területről) még a táplálékbőség idején megkezdődik és gyorsan lezajlik (Berthold 1993). Smith & Nilsson (1987) a dominanciaviszonyokkal magyarázzák a jelenséget kék cinegék esetében, azaz általában a felnőtt egyedek az elsőéves madarakkal szemben, a hímek a tojókkal szemben dominánsak, ami az alárendelt egyedek jelentősen nagyobb arányú elvonulásával és délebbi területeken nagyszámú megjelenésével (irrupció, invázió) jár (Nyquist 2007). A másik nézet szerint a kisebb méretű egyedek, rosszabb hőháztartásuk, relatíve nagyobb párolgató testfelületük miatt kevesebb valószínűséggel élnék túl a kedvezőtlen téli, hideg körülményeket, mint a nagyobb testtömegűek, melyek számára a rövid, táplálékszegény időszakok átvészélése nem jelent akkora gondot. Eszerint a fiatalok és a tojók vonulnának el többségében, ami egybe vág a kutatásom során tapasztaltakkal. A fiatalok (elsőévesek) aránya az őszi vonulási időszakban Tömördön és Szalonnán is hasonlóan magas volt (>85%).

Szárnyszerűség és testtömeg vizsgálataim összhangban vannak az első és második hipotézissel is, melyek szerint a tojók kisebbek, mint a hímek, a fiatalok kisebbek mint az adult példányok mindkét vizsgálati területen. Vagyis méretük alapján az öreg hímek rendelkeznek a legjobb kompetíciós képességekkel és hőháztartási feltételekkel a költőterületek közelében történő átteleléshez. Egy korábbi tömördi vizsgálat alapján a helyi madarak kisebb része, elsősorban a hímek, általában rezidensek, míg a fiatalok és felnőtt tojók többségében vonulók (Gyurácz & Bánhidi 2009). A rezidens egyedek esetlegesen előnyt szerezhetnek a fészkelő helyért folytatott tavaszi versenyben a vonulókkal szemben, a jobb helyek elfoglalásának révén (von Haartman 1968, Alerstam & Hogstedt 1980). Ez kulcsfontosságú lehet a fitnessük növelésének érdekében.

Gyakori jelenség, hogy az egyes egyedek vonulási útvonalának hossza eltérő lehet egy vonulási perióduson belül. Ez a mintázat általában a kor- és ivarcsoportok szegregációjához vezet a pihenő, és telelőhelyeken (Cristol et al. 1999).

4.2.A vonulás dinamikája

A vonuló egyedek arányát a környezeti feltételek nagyban befolyásolják. A kevesebb rendelkezésre álló táplálék több madarat kényszerít a fészkelő terület elhagyására. Ezen kívül az adott élőhelyen tartózkodó madarak száma is hatással lehet a vonulásra, mert a terület eltartó képessége korlátolt, így azon években, amikor sok a madár, nagyobb arányban lesznek a vonulók.

A Tömördön tapasztalt kiugróan magas egyedszámú, inváziós évek oka valószínűleg a külföldről érkező madarakkal magyarázható, ami a napi fogások időbeli alakulása alapján állítható. 2012-ben, amikor az éves fogás Tömördön és Szalonnán hasonlóan alakult, a napi fogások időbeli eloszlásában sem tapasztaltam lényeges különbséget, vagyis októberben, az őszi vonulás fő időszakában Tömördön és Szalonnán sem fogtak be kiugróan sok vonuló kék cinegét. Ezzel ellentétben, 2004-ben és 2008-ban, amikor Tömördön az éves fogás lényegesen több volt, mint a nem inváziós tömördi években, illetve Szalonnán, akkor a vonuló kék cinegék túlnyomó többségét október második felében fogták be Tömördön. Ezen madarak egy része a külföldi gyűrűs példányok hazai megkerülései alapján Skandináviából, vagy az Alpok és a Kárpátok területéről is érkezhettek (Török 2009, Gyurácz *et al.* 2011).

A vonulás kezdete évenként változó, de általában augusztus második felére tehető. Ezzel szemben a vonulás vége stabilabb, október utolsó hete, illetve november elejére esik. A vonulási medián svéd kutatások alapján a Skandináv vidéken október elején tapasztalható (Nilsson *et al.* 2008), ezzel szemben Tömördön október közepén, Szalonnán viszont szeptember második felére esett. A svéd, lengyel és tömördi megfigyelések is arra utalnak, hogy az északról érkező madarak miatt kerülhetett későbbi időpontra a vonulási csúcs Tömördön. Ezzel szemben Szalonnát nem érintik nagy tömegben az északabbról érkező vonuló madarak (Farkas *et al.* 2014).

A napi fogások időbeli eloszlása, a visszafogott madarak minimum tartózkodási ideje, valamint a madarak átlagos testtömege és vonulási zsírtartaléka alapján megállapítható, hogy Tömördön, ahol különösen az inváziós években nagyobb számban fogtunk be északabbi területekről származó vonuló kék cinegét, az átvonuló madarak rövidebb időre szakítják meg vonulásukat. A visszafogott madarak aránya alapján feltételezhetjük, hogy a madarak egynegyede, egyharmada még a fogás napján elhagyta mindkét vizsgálati területet. Ennek egyik oka lehet, amit a visszafogott madarak tartózkodási ideje alapján feltételezhetünk, hogy a helyi madarak, valamint az augusztusban, szeptemberben érkezők még a területen tartózkodtak október-novemberben is és elfoglalták a pihenő és táplálkozó helyeket, ami a

később érkezőket továbbrepülésre kényszerítette. Ez utóbbiak számára a megfelelő mennyiségű raktározott zsír miatt nem okozott nehézséget a tovább haladás. Szalonnán, ahol az átvonuló kék cinegék száma lényegesen kevesebb volt, mint Tömördön, a madarak vonulási zsírtartaléka és testtömege is szignifikánsan kisebb volt.

A madarak téli csapatba verődése fordított arányosságot mutat a rendelkezésre álló táplálékmennyiséggel (Grubb 1987, Székely & Juhász 1993). Ha kevés a táplálék, több madár áll össze, ami igaz lehet az őszi vonulási időszakban is. Azonban a később érkező egyedek számára a csapatba állás nem lenne nyereséges, a dominancia rangsorban való lejjebb kerülés kockázata megnőne (Nilsson 1990, Perez-Tris & Telleri'a 2002), így túlélési esélyeiket sem tudnák növelni. Ez is oka lehet annak, hogy az októberben érkező madarak csak rövid időt töltenek az adott területeken, bár pontosan nem tudjuk, hogy a telelő és rezidens madarak milyen mértékben használják ugyan azon erőforrásokat.

Tömördön a madarak többségét a heterogén gyepes élőhelyen fogtuk be, holott a töviskés és az erdő jobb táplálkozó helynek számít a tartalékszír felhalmozása szempontjából (Kóródi et al. 2008). Ennek oka a kék cinegék territoriális viselkedése lehet, vagyis a vonulási időszakban a kevésbé jó versengő képességű egyedek kiszorultak a legjobb minőségű élőhelyekről a rezidens egyedek által. Az irrupciós években a gyepes területeken befogott madarak aránya szignifikánsan nagyobbak bizonyult (Gyurácz & Bánhidi 2009). Ezt figyelembe véve feltételezhetjük, hogy Szalonnán azért sem tapasztalható októberben intenzívebb őszi vonulás, mert a terület nagy részét erdő borítja, amit a rezidens, vagy korábban érkező egyedek már elfoglaltak, így a később érkező nagyobb csapatoknak nincs lehetősége megfelelő pihenő- és táplálkozó hely elfoglalására. Tehát a két vizsgált területen tapasztalt vonulás dinamikai eltéréseinek hátterében az eltérő földrajzi helyzet, illetve az élőhelyek különbözősége állhat.

Fontos megemlíteni, hogy az utóbbi években tapasztalt időjárási változékonyság, a globális felmelegedés következtében előforduló enyhébb telek a jövőben megváltoztathatják a madárvonulással kapcsolatos megfigyeléseinket. Az enyhébb időjárás következtében több madárnak lesz lehetősége a fészkelő területen átvészelni a téli időszakot, a kevésbé jó kondícióval rendelkezőknek is több esély jut a túlélésre (Helbig 2003, Pulido & Berthold 2003). Ezen változások előjelének is tekinthetjük, hogy az utóbbi pár évben Tömördön sem tapasztaltunk kiugróan magas egyedszámú éveket. A jövőben várható környezeti hatások által indukált változásokat a madárvonulásban csak a kutatások hosszú távú folytatásával mérhetjük fel.

5. Összefoglalás

A 2004-2013 között Tömördön és Szalonnán a költési időszak után befogott kék cinegék (*Parus caeruleus*) adatai alapján vizsgáltam a két területen a faj vonulásának dinamikáját, illetve a madarak biometriai tulajdonságait.

A kék cinegék számában nagyobb ingadozást tapasztaltunk Tömördön, ahol bizonyos években kiugró mennyiségben történt befogás. Ezzel szemben Szalonnán nagyjából állandó számban fordultak elő a kék cinegék.

Az őszi vonulás kezdete általában augusztus közepére tehető, a vonulás csúcs időszaka azonban eltérést mutatott a két terület között. Míg Szalonnán a vonulási medián mindkét évben szeptember második felére esett (szept. 27. (2008.) ill. 24. (2012.)), addig Tömördön későbbre (okt.19.(2008.) ill. okt. 5.(2012)) esett. A vonuló madarak közt mindkét területen a fiatalok fordultak elő nagyobb arányban (>85%).

A napi fogásokat és a minimális tartózkodási időt vizsgálva kiderült, hogy azon években, amikor Tömördön nem tapasztalható nagy egyedszámú vonulás, a napi fogások görbéje nem tér el jelentősen a két területen. Ezzel szemben az irrupciós években (2008.) Tömördön az októberi időszakban nagy számú az átvonuló kék cinege. A madarak átlagos tartózkodási ideje augusztusban mindkét területen hasonló (41 illetve 39 nap), augusztus után ez az időtartam Tömördön jelentősebb csökkenést mutat (11 nap), mint Szalonnán (19 nap).

A biometriai tulajdonságok vizsgálata során kiderült, hogy Tömördön a kék cinegék felhalmozott zsírmennyisége nagyobb, vagyis jobb kondíciójuk miatt kevesebb időt kénytelenek az adott területen eltölteni, ez összefüggésben áll az októberben tapasztalt rövidebb, néhány napos tartózkodási idővel. Ezzel szemben Szalonnán a madarak kondíciója kevésbé volt jó, így az átlagos tartózkodási idő is hosszabb volt.

Az egyes években nagy számban megjelenő, északról érkező kék cinegék területenkénti megjelenése valószínűleg az adott élőhelyek eltartó képességével, tulajdonságaival függhet össze. Ezért a téma további tanulmányozása érdekében átfogóbb élőhelyi vizsgálatok szükségesek.