Doktori (PhD) értekezés

Soproni Egyetem

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

E1 Program, Erdei ökoszisztémák ökológiája és diverzitása

Magyarországi harkályfajok élőhely preferenciájának összehasonlító vizsgálata inváziós fafajokkal fertőzött fűz-nyár ártéri erdőkben

Készítette: Ónodi Gábor

Témavezető: Dr. Winkler Dániel

Sopron

2017

Magyarországi harkályfajok élőhely preferenciájának összehasonlító vizsgálata inváziós fafajokkal fertőzött fűz-nyár ártéri erdőkben

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Soproni Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskolája
E1, Erdei ökoszisztémák ökológiája és diverzitása programja keretében.

Írta:
Ónodi Gábor

Témavezető: Dr. Winkler Dániel

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton …..... % -ot ért el,

Sopron, …….....

a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr. …..... ….....) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr. …..... ….....) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján….....% - ot ért el

Sopron,

……..

a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése….....

……..

Az EDHT elnöke

NYILATKOZAT

Alulírott Ónodi Gábor, jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a(z) *Magyarországi harkályfajok élőhely preferenciájának összehasonlító vizsgálata inváziós fafajokkal fertőzött fűz-nyár ártéri erdőkben* című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.[1]

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-magyarországi Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 20…….

……..

doktorjelölt

[1] **1999. évi LXXVI. tv.** 34. § (1) A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Tartalom

Kivonat ... 7
Abstract ... 8
1. Bevezetés ... 9
1.1 Problémafelvetés ... 9
1.2 Célkitűzések, kérdésfeltevés ... 11
2. Irodalmi áttekintések ... 13
2.1 A harkályfélék általános bemutatása ... 13
2.2 A mikrohabitat-használat vizsgálatai ... 16
2.3 A költőterület, költőfa használat vizsgálatai ... 18
2.3.1 Odúk kialakulása ... 18
2.3.2 Odúkészítők, odúlakók ... 18
2.3.3 Odúkészítő fajok hazánkban ... 21
2.3.4 A nagy fakopáncs költőterület és költőfa használata ... 23
3. Anyag és módszer ... 25
3.1 A vizsgált területek ... 25
3.2 A terepi felmérések módszerei ... 31
3.2.1 Mikrohabitat-használat ... 31
3.2.1.1 Megfigyelési adatok gyűjtése ... 31
3.2.1.2 A fás szárú növényzet felmérése ... 36
3.2.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata ... 37
3.2.2.1 Költőodúk felmérése ... 37
3.2.2.2 A fás szárú növényzet felmérése ... 37
3.3 Statisztikai kiértékelések ... 38
3.3.1 Mikrohabitat-használat ... 38
3.3.2 Költőterület-használat ... 39
4. Eredmények ... 41
4.1 Mikrohabitat-használat ... 41
4.1.1 Harkályfajok összehasonlításai ... 41
4.1.1.1 Harkályfajok összehasonlításai, tiszavárkonyi terület ... 41
4.1.1.2 Harkályfajok összehasonlításai, vezsenyi terület ... 45
4.1.1.3. Harkályfajok összehasonlításai, tiszaroffi terület ... 48
4.1.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat ... 50

4.1.2.1 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, területek szernti összahasonlítások . 50
4.1.2.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, adott területen belül ... 53
2. ábra: A különböző nagy fakopáncs ivarok téreloszlásának sematikus ábrázolása. Jelmagyarázat: bal oldal: hímek, jobb oldal: tojók. ... 53
4.1.2.2.1 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, tiszavárkonyi terület ... 54
4.1.2.2.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, vezsenyi terület ... 57
4.1.2.3 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, aadott ivarra jellemző, területek közötti összehasonlítások ... 59
4.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata ... 59
4.2.1 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a mintaterületek eloszlásai ... 59
4.2.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a folytonos változók összehasonlításai ... 61
4.2.3 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a költőfák eloszlásai ... 66
4.2.4 A nagy fakopáncs költőterület-használata, az őshonos és az inváziós fák törzsátmérő eloszlásainak összehasonlításai ... 69
5. Az eredmények értékelése ... 70
5.1 Mikrohabitat-használat ... 70
5.1.1 Harkályfajok összehasonlításai ... 70
5.1.2 Nagy fakopáncs összehasonlítások ... 74
5.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata ... 75
6. Következtetések és javaslatok ... 79
Összefoglalás ... 85
Köszönetnyilvánítás ... 86
Irodalomjegyzék ... 87
Tézisek ... 101

Kivonat

Magyarországi harkályfajok élőhely preferenciájának összehasonlító vizsgálata inváziós fafajokkal fertőzött fűz-nyár ártéri erdőkben

Az inváziós amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) és a zöld juhar (*Acer negundo*) Közép-Európa szerte elterjedt az alföldi ártéri erdőkben. Mindkét faj képes átalakítani az általa kolonizált őshonos ártéri élőhelyet. Az őshonos fűz (*Salix* spp.) és nyár (*Populus* spp.) fajok emiatt nagyon nehezen, illetve nem képesek felújulni. Az értekezés arra próbál rávilágítani, hogy a különböző harkályfajok különböző elegyarányú fűz-nyár ártéri erdőkben milyen tereloszlásban használják a különböző mikrohabitatokat, melyek a preferált fafajok, illetve, hogy az említett inváziós fafajok milyen szerepet töltenek be a vizsgált madárfajok élőhely használatában. Ennek fő irányvonalai a különböző fajok táplálkozási, illetve a nagy fakopáncs (*Dendrocopos major*) költési élőhely használata. Táplálkozás során a vizsgált fajok főként az őshonos fűz és fekete nyár (*P. nigra*) hibrid fák idősebb egyedeit preferálták, az inváziós fafajokat erősen kerülték. A kis fakopáncsok erősen preferálták a szőlőket. A nagy fakopáncsok leginkább a fatörzsek felsőbb részein mozogtak, ezzel szemben a kis fakopáncsok (*Dryobates minor*) a lombkorona külső szélét használták, míg a közép fakopáncsok (*Leiopicus medius*) az ágak középső részén keresték táplálékaikat. A balkáni fakopáncsok (*Dendrocopos syriacus*) tereloszlása a nagy fakopáncsokhoz nagyban hasonlított, ám azok csupán az erdőszélen, illetve a településeken mozogtak. A nagy fakopáncsok költőhelyein kiemelkedő fontosságúnak bizonyultak az idős, őshonos fák, költésre kifejezetten idősödő fűz és fehér nyár (*P. alba*) hibrid egyedeket használtak. Fontos lenne megismerni és fenntartani ezen jelentősen átformálódott közösségek ökológiai folyamatait, oly módon, hogy az őshonos élőhely alkotókat lehetőség szerint minél nagyobb arányban meg lehessen őrizni. Ezek figyelembevételével a szükséges kezelési tervek során érdemes lenne adaptív stratégiákat alkalmazni.

Abstract

Comparative studies on the habitat preferences of Hungarian woodpecker species in willow-poplar alluvial forests, infested by invasive tree species

The invasive and habitat-transformer Green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) and Boxelder maple (*Acer negundo*) are widespread in the bottomland alluvial forests of Central Europe. In these transformed habitats, the native willow (*Salix* spp.) and poplar species (*Populus* spp.) can hardly or cannot regenerate. The thesis enlights on the foraging habitat utilization of various woodpecker species and nest site use of Great-spotted woodpeckers (*Dendrocopos major*) in such forests, with special interest on invasive trees. The birds preferred the older native trees for foraging. In the nest sites of Great-spotted woodpeckers, the older, native trees had the utmost importance. The birds used aging willow and White poplar (*P. alba*) hybrid trees for nesting. It would be important to study and sustain the new ecological processes of such highly transformed habitats with the most possible extent of native trees, while making adaptive management plans.

1. Bevezetés

1.1 Problémafelvetés

Az ártéri erdők természetvédelmi értéke nagy, számos erdei faj számára forrásban gazdag élőhelyeket nyújtanak, illetve zöld folyosóként szolgának, a diszperzáló, migráló egyedek számára. Ezen élőhelyek erősen veszélyeztetettek a folyószabályozások és többek közt az inváziós fajok által. Gazdasági okok nyomán számos európai folyó lefolyását szabályozták. Az egyenesebb vonalvezetés gyorsabb lefolyást eredményezett, ami kihatott a medrek mélységére is, maga után vonva a csökkenő talajvízszintet, ami által az ártéri erdők lényegesen szárazabbak lettek. Közép-Európa síkvidéki részein két fő erdőtípus különíthető el, mint a fűz-nyár (puhafás galériaerdő, *Populo-Salicetum*), ami a mederhez közelebb található, illetve a tölgy-kőris-szil (keményfás galériaerdő, *Fraxino-Ulmetum*), ami a medertől távolabb helyezkedik el. Ez a két élőhelytípus, a folyók meanderező, kanyargó mozgását követve, a szukcesszió különböző állomásaiként alakulnak ki, az előbbit korai, az utóbbit késői szukcessziós állapotként írják le. A folyószabályozások során a folyókat gátak közé szorították, és megakadályozták a természetes meanderezését. A tölgy-kőris-szil ligeterdők elterjedése drasztikusan csökkent, révén, hogy ezek a legtöbb esetben a gátak mentett oldalára kerültek, tovább rontva számukra a már így is megváltozott hidrológiai viszonyokat. Számos ilyen erdőt kitermeltek, hogy nagyobb területeket vonhassanak mezőgazdasági művelés alá. Ezek nyomán hazánk megmaradt ártéri erdeinek jó részét fűz-nyár ligeterdők teszik ki. Ezek őshonos faállományát a fehér nyár (*Populus alba)*, a fekete nyár *(Populus nigra)*, a fehér fűz *(Salix alba)* és a törékeny fűz *(Salix fragilis)* alkotja. Magyarországon átfed az elterjedési területe a fehér és a rezgő nyárnak *(Populus tremula)*. Ezek nagy genetikai hasonlóságuk miatt sikerrel hibridizálnak, stabil, genetikailag diverz, szaporodóképes, introgresszív hibridjük a szürke nyár *(P. x canescens)*. Az alföldeken széles körben ültetett, részben amerikai fajoktól származó genetikai állományú, hibrid nemesnyárak *(P. x euramericana)* a fekete nyárakkal alkotnak introgresszív populációkat. Mára az ártéri erdőkben található, fekete nyár bélyegeket mutató fák tekintélyes hányada jó eséllyel ezen visszakeresztezett hibrid (Haraszthy 2001, Gencsi & Vancsura 2002).

Az ártéri erdők a növényi inváziók számára különösen veszélyeztetettek az állandó propagulum ellátás és a nedves, tápanyagokban gazdag zavart élőhelyek miatt, amelyek megfelelőek új fajok megtelepedésére. Az inváziós fafajok közül a két legjelentősebb az

amerikai kőris *(Fraxinus pennsylvanica)* és a zöld juhar *(Acer negundo)*, amelyek a gyepszinttől az alsó lombkoronaszintig dominánsak lehetnek. Az őshonos élőhelyeket jelentősen át tudják alakítani, amelyet elősegít jó magszóró képességük, gyors növekedésük, jó regenerációs képességük. Allelopatikumaikkal átalakítják a talaj kémiai tulajdonságait, illetve sűrű cserje és alsó lombkoronaszintet képezve jelentősen leárnyékolják a talajt, így meggátolják az őshonos újulat fejlődését (Csiszár & Bartha 2008, Udvardy 2008, Csiszár 2009, Erfmeier et al. 2011, Csiszár et al. 2013).

Észak-Amerikában, őshonos élőhelyükön, az ártéri erdők szukcessziós sorának közbülső állomásában vannak jelen, egy köztes sávban a fűz-nyár, illetve a kőris-szil erdők között (Iverson et al. 2008, 2009). Az európai, szabályozott folyómedrek esetében elmondható, hogy a folyószabályozások során lecsökkent talajvízszintet és a kevesebb, enyhébb áradásokat jobban tolerálják az őshonos fűz és nyár fajoknál (Rumble & Gobeille 1998). Ezek az idegenhonos fajok az őshonosakhoz képest árnyéktűrőbbek, de emellett náluk gyorsabban nőnek a lékekben (Saccone et al. 2010, Porté et al. 2011). Élőhely-átalakító hatásaik nyomán az őshonos fűz és nyár fajoknak már csupán minimális újulata van, az erdőkben ezeknek már csak idősödő egyedeit lehet találni, illetve dominánsan az amerikai kőris és a zöld juhar diverz koreloszlású faállományait. Ez a környezeti probléma Közép-Európa-szerte elterjedt a síkvidéki ártéri erdőkben (Mihály & Botta-Dukát 2004, Erfmeier et al. 2011).

Számos munkában vizsgálták különböző harkályfajok mikrohabitat és költőterület-használatát (Morrison & With 1987, Aulén & Lundberg 1991, Engstrom & Sanders 1997, Mazgajski 1998, Kosiński & Winiecki 2004, Pechacek 2006, Pasinelli 2007, Hebda 2009, Kozma 2009, Czeszczewik 2010), ám még így is nehezen, lehet találni olyan irodalmakat, amelyekben hasonló vizsgálatokat inváziós növények által átalakított élőhelyeken végeztek. Az igény egyre jobban nő a hasonló tanulmányokra, hiszen világszerte egyre nagyobb területeken lehet átformálódott élőhelyeket találni. Ezek a változások a klímaváltozás hatásai nyomán tovább fokozódhatnak (Starzomski 2013).

Az irodalom jelentősen alulreprezentált az amerikai kőris és zöld juhar által átalakított folyóparti erdőkről szóló tudományos munkák terén, annak ellenére, hogy a probléma Közép-Európa szerte elterjedt. A vegetációs jellemzőkön túl e két faj jelentősen befolyásolhatja a folyóparti erdők faunáját, így az odúlakó életközösségeket.

A harkályfélék élőhely preferenciája szempontjából jelentős lehet egy következő, idegenhonos fásszárú. A XIX. század végén, XX. század elején jelent meg az Észak-Amerikában őshonos filoxéra, vagy szőlőgyökértetű *(Viteus vitifoliae* - Phylloxeridae,

Hemiptera), amely a szőlő gyökérnyakát támadja meg, letális sérüléseket okozva az európai szőlőfajtáknak. Ennek nyomán az európai szőlőültetvények több mint kétharmada kipusztult. Megoldásként amerikai szőlőfajokat hoztak be, mint a róka szőlő *(Vitis labrusca)* és a parti szőlő *(V. riparia)*, amelyek képesek a filoxéra rágását tolerálni. Ezek tőkéire oltották az őshonos fajtákat, így sikerült azokat megmenteni a kihalástól (Laguna 2004, Arrigo & Arnold 2007). Az említett idegenhonos szőlő fajok később kivadultak és retrogresszív, hibrid populációkat hoztak létre az ártéri élőhelyeken őshonos ligeti szőlővel *(V. sylvestris)*. A hibrid alak gyorsan terjed az ártéri erdőkben, fátyolszerűen beborítva a nyíltabb állományokat, tisztásokat, erdőszéleket. Terjeszkedése során felkúszik a fákon és képes akár 30 m magas nyárfákat teljesen elzárni a fénytől, amelyek ettől elpusztulhatnak. A hibrid szőlő (amelynek hivatalos megnevezése a parti szőlő) terjedése szintén elterjedt probléma a közép-európai ártéri élőhelyeken (Botta-Dukát & Mihály 2006).

A vizsgálatok fő kérdése, hogy az előforduló harkályfajok élőhely választását hogyan befolyásolja az eltérő élőhelyszerkezet, különösképpen az inváziós fák emelkedő elegyaránya.

1.2 Célkitűzések, kérdésfeltevés

- A különböző harkályfajok milyen mikrohabitatokban keresik táplálékaikat, milyen preferenciáik vannak?
- Ezek az eloszlások különböznek-e fajonként, illetve mintaterületenként?
- A nagy fakopáncs (*Dendrocopos major*) élőhely használatában mutatkoznak-e interszexuális különbségek?
- A nagy fakopáncs nemek közötti forrásfelosztása eltérnek-e az egyes vizsgálati területek esetében?
- A vizsgálati területeken milyen fafaj, kondíció, törzsátmérő, illetve famagasság eloszlású területeket használnak a nagy fakopáncsok költésre?
- Az egyes fafajok törzsátmérő szerinti eloszlásai milyen jellemzőket mutatnak?
- Az adott területeken rögzített költőterületek említett eloszlásai különböznek-e az adott mintaterület vegetációs jellemzőitől?
- A költőterületeken felmért vegetációs jellemzők a vizsgálati területek között eltérnek-e?
- Melyek azok a vegetációs jellemzők, amelyek jól prediktálhatják a nagy fakopáncsok költését az ilyen élőhelytípusban?

- Milyen eloszlás szerint használják az egyes fafajokat költésre?
- Milyen kondíciójú, magasságú és átmérőjű fákat preferálnak költésre?
- A preferált költőfák esetében a mintaterületek között mutatkoznak-e eltérések?
- Melyek a fontosabb változók a nagy fakopáncs költőterület választásában?
- A két területen felmért, költőterület-használatot leíró folytonos változók alkotta hipertérben mutatkozik-e a két terület között szignifikáns eltérés?

2. Irodalmi áttekintések

2.1 A harkályfélék általános bemutatása

A harkályfélék családjába *(Picidae)* világszerte 277 faj tartozik, 33 genusban. Az Európában honos 11 faj közül 9 előfordul hazánkban is. A sarkvidékeket, valamint Ausztráliát kivéve az egész világon elterjedtek (del Hoyo et al. 2002, Lammertink 2014). Élőhelyeik fás társulások. Az odúkészítő harkályfajok csak olyan korú fás társulásokban képesek szaporodni, ahol elég öregek - elég vastagok - a fák költőodúk készítéséhez (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980, Cramp 1985).

A legkisebb fajok a *Picumnus*, *Sasia* és *Nesoctites* nemekben találhatók. Ezek testtömege mintegy 5-7 g. A legnagyobb fajok elérhetik az 570 g-ot is (del Hoyo et al. 2002). Az egyik „gigász" az óvilág legnagyobb harkályfaja, az IUCN vörös listáján szereplő szürke púderharkály *(Mulleripicus pulverulentus)*, a másik pedig az amerikai madarászok „szent grálja", a sokáig kihaltnak vélt király harkály *(Campephilus principalis)* (del Hoyo et al. 2002, Fitzpatrick et al. 2005, Lammertink et al. 2009, Gotelli et al. 2012, Solow et al. 2012).

A harkályok étrendje főként ízeltlábúakból - amelyeket a fából, a kéregről, esetleg a talajról gyűjtenek - kisebb részben növényi termésekből, gerincesekből áll. Az adott faj táplálékforrás-használata nagyban függ az anatómiai adottságaitól. Ezek az adottságok alkalmazkodtak a fakérgen való mozgáshoz (zygodactyl láb), a kopácsoláshoz (rezgéseket elnyelő mikrostruktúrák a koponyán) és a táplálékállatok szűk járatokból való megszerzéséhez (szarusodó, horogszerű képletekkel felszerelt nyelv) (Péczely 1963, Bock 1999, Fujita et al.2007, Zhou et al. 2009, Leonard & Heath 2010, Wang et al. 2011).

A legtöbb faj táplálékspecialista. A specialista fajok állományai érzékenyen reagálnak az adott prédafajok populációváltozásaira, fontos szabályozófaktorai a preferált ízeltlábú fajoknak (Hahn & Tschinkel 1997, Edworthy et al. 2011). A generalista fajok fontos szerepet játszhatnak egyes inváziós ízeltlábúak elleni biológiai védekezésben, mert a nagy egyedszámú, könnyen hozzáférhető táplálékállatokat előszeretettel fogyasztják (Hu et al. 2009, Koenig et al. 2011). Bizonyos táplálékfajok szezonálisan eltérő térbeli mintázatokat mutathatnak mind a makro-, mind a mikrohabitat skálán, így a velük táplálkozó harkályfajoknak szezonálisan eltérő téreloszlásaik lehetnek a különböző élőhelyeken (Hanula & Franzreb 1998, Fayt et al. 2005, Jiao et al. 2008).

Az adott faj realizált niche-ét meghatározó környezeti jellemzők összességét, melyek mentén adott élőhelyen a faj fenn képes maradni, optimális niche gestalt-nak nevezzük (James et al. 2001). A trópusi esőerdők forrásban gazdag élőhelyein akár tíznél is több harkályfaj élhet együtt, térben szegregáltan táplálkozva, az optimális niche gestalt-ok között sokszor csak nagyon kis különbségekkel (Askins 1983, del Hoyo et al. 2002).

A harkályok kulcsszerepet játszanak az erdei ökoszisztémákban. Odvaik készítésével rengeteg élőlény megtelepedését segítik elő. Világszerte számos állatfaj kötődik faodvakhoz, gerinctelenek és gerincesek egyaránt. Az odvakban nevelik fel utódaikat, pihennek, halmozzák fel készleteiket, áttelelnek stb. (Cramp 1985). Odúlakó állat lehet sok gerinctelen faj, darazsak (Hymenoptera), lepkék (Lepidoptera). A gerinceseken belül másodlagos odúköltő madárfajok, cinegék *(Parus* spp.*)*, légykapók *(Ficedula* spp.*)*, baglyok *(Strigidae)*, kerceréce *(Bucephala clangula)*, kék galamb *(Columba oenas)*, papagájok *(Psittacidae)* stb. valamint erdei egerek, pelék, mókusok (Rodentia) és denevérek (Chiroptera) (del Hoyo et al. 2002, Bai 2005). Az odúkészítő és odúlakó állatok kapcsolatrendszerei alkotják a költési hálózatokat, amelyek kulcsszereplői a Föld fás területeinek tekintélyes részén az odúkészítő harkályfajok. Az odúhoz kötődő állatok megőrzése szempontjából elengedhetetlen a harkályok élőhelyeinek védelme (Cramp 1985, Carlson et al. 1998, Martin & Eadie 1999, Martin et al. 2004, Kosiński & Ksit 2006, Kosiński et al. 2006, Smith 2006, Kosiński & Kempa 2007, Shurulinkov et al. 2012).

Az odúkészítő harkályfajok élőhelyük egészségi állapotának, jóságának, fajgazdagságának indikátorai (Wübbenhorst & Südbeck 2002, Roberge & Angelstam 2006, Drever et al. 2008). Minden harkályfaj csak a preferenciáinak megfelelő élőhelyen tud megtelepedni. Ez a szemlélet az ellenkező irányban is igaz. Ha ismerjük az élőhely különböző biotikus és abiotikus jellemzőit, akkor meg lehet becsülni, milyen harkályfajok élnek ott, és ezeknek mely másodlagos odúköltőire lehet számítani (Shackelford & Conner 1997, Marsden & Whiffin 2003, Gentry & Vierling 2007, McWethy et al. 2009, Cooke & Hannon 2012). Ha például egy hegyvidéki tölgyes-bükkösben megfelelő mennyiségű a holtfa, akkor ott jó eséllyel költ a fehérhátú fakopáncs *(Dendrocopos leucotos)*, mivel a bennük élő nagy Coleoptera lárvákkal táplálkozik (Czeszczewik & Walankiewicz 2006, Schmidt in Csörgő et al. 2009b). Ha ezen a területen még öreg állományú, aránylag érintetlen tölgyes is található, akkor magas példányszámban élhet ott a közép fakopáncs *(Dendrocopos medius)* is (Schmidt in Csörgő et al. 2009c). Ha ez az erdő több helyen tisztásokkal tarkított, sok hangyabollyal, akkor szintén költhet ott a hamvas küllő is *(Picus canus)* (Török 2009b). Az, hogy a területen milyen harkályfajok és mekkora példányszámban vannak jelen, információt ad az erdő

állapotáról, az erdészeti kezelésről, a kezelés fenntarthatóságáról (Mikusinski & Angelstam 1998, Wübbenhorst & Südbeck 2002, Drever et al. 2008, Sundell-Turner - Rodewald 2008, Drever & Martin 2010, Edman et al. 2011, Kumar et al. 2011), az emberi zavarás mértékéről, érdemes-e a területet védetté nyilvánítani, milyen természetvédelmi kezelések szükségesek, szükséges-e szabályozni az erdei turizmust (Gunn & Hagan III. 2000, Alavalapati et al. 2002, Stainback & Alavalapati 2004, Van Lear et al. 2005, Garmendia et al. 2006, Kirkman & Mitchell 2006, Robles et al. 2007, Roberge et al. 2008a, Cooke & Hannon 2011).

A harkályfajok megtelepedése jól prediktálja a hozzájuk kötődő más fajok megtelepedését is. Ha az adott harkályfaj költ a területen, akkor azok az állatok is megtelepednek, amelyek specifikusan az ő elhagyott odúikat foglalják el. Minél több harkályfaj költ egy erdőben, annál több harkályokhoz kötődő állatfaj találja meg életfeltételeit (Mikusinski et al. 2001, Thinh 2006).

A legtöbb harkályfaj fás élőhelyeken költ, ám három faj ebben gyökeresen eltér. A dél-amerikai mezei küllő *(Colaptes campestris)* és andoki küllő *(Colaptes rupicola)*, illetve a dél-afrikai földi harkály *(Geocolaptes olivaceus)* nem kötődik fás élőhelyekhez, hangyákkal, termeszekkel táplálkoznak, partfalakba, termeszvárakba, agyagkunyhókba vésik odúikat, szintén hozzájárulva számos más élőlény megtelepedéséhez (del Hoyo et al. 2002).

A harkályfajok táplálkozásuk során sok esetben más állatok számára is hozzáférhetővé teszik táplálékukat, ez az úgynevezett „pathfinder" szerep. A koloniális rovarokkal táplálkozó fajok a bolyok megnyitásával hozzáférhetővé teszik más rovarevők számára is például hangyákat (Hymenoptera), termeszeket (Isoptera) (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, 2011). A fanedvvel táplálkozó fajok kis ablakokat nyitnak meg a fák kérgén, és a kiszivárgó folyadékot fogyasztják. Ezeket az ablakokat számos élőlény látogatja, rovarok (Insecta), a madarak közül a kolibrik (Trochilidae), hazánkban a nagy, balkáni és közép fakopáncsok egyedei egészítik ki táplálékukat fanedvvel. Észak-Amerikában a cukorharkályok (*Sphirapicus* spp.) viszont szinte kizárólag a fanedvvel, kis százalékban az azzal táplálkozó ízeltlábúakkal táplálkoznak (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Schlatter & Vergara 2005).

Egyes fajok főként termésekkel táplálkoznak, és hozzájárulnak a magok terjesztéséhez, magdiszperzátorok. Európában a nagy és a balkáni fakopáncs él részint ilyen táplálékon. A legjellegzetesebb magterjesztő az Észak-Amerika déli részétől egészen Kolumbiáig előforduló gyűjtő küllő *(Melanerpes formicivorus)*. Ez a faj szinte kizárólag tölgymakkokat fogyaszt *(Quercus spp.)*. Szociális, akár tíz madár is élhet egy csoportban, együtt készítik a több tízezer makkot tartalmazó raktáraikat. A raktárként szolgáló fa kérgén vésett lyukakba illesztik a lyukaknak megfelelő méretű makkokat. A raktárakhoz akár egy kilométernél is

nagyobb távolságokból gyűjtik a terméseket. A szállítás során elszórt makkokkal hozzájárulnak a táplálékfajok propagulumainak terjedéséhez (del Hoyo et al. 2002, Scofield et al. 2010).

Egyes fajok, mint a Lewis-küllő *(Melanerpes lewis)*, a háromujjú hőcsik *(Picoides tridactylus)* és a feketehátú hőcsik *(Picoides arcticus)* preferálják a katasztrófa, de főleg tűz sújtotta erdőket. Az égés utáni években jelentős denzitás növekedést mutatnak, szinten tartva a megnövekedett holtfa mennyiségben elszaporodott xilofág rovarokat, amelyeket hozzáférhetővé tesznek más élőlényeknek, illetve odúkat készítenek, elősegítve számos élőlény megtelepedését (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Koivula & Schmiegelow 2007, Lyons et al. 2008, Nappi & Drapeau 2009).

Ezen tényezők miatt a harkályfélék kulcs fajok az ökoszisztéma számára (Johnsson 1993 in Johnsson 1993, Gorman 2011). Természetvédelmi szempontból ún. esernyő fajoknak tekintik őket, mert védelmükkel számos vele kapcsolatban álló faj védelme is biztosítható (Roberge et al. 2008a, 2008b, Edman et al. 2011, Gorman 2011). Amennyiben egy ritka másodlagos odúköltő madárfajt szeretnénk egy élőhelyen megvédeni, akkor olyan életfeltételeket kell biztosítani - pl. a megfelelő erdészeti kezelésekkel - melyek megfelelőek az adott odúkészítő faj számára (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2011).

2.2 A mikrohabitat-használat vizsgálatai

A harkályfajok környezeti igényei átfedhetnek, az egy-egy fajra jellemző realizált niche a kompetíció során alakul ki, a kompetitor fajoktól függően (Leisler 1992). A szimpatrikus fajok az adott élőhelyen más-más forrást használnak (Csorba & Török 1988). A fákon a különböző fajok egyedei eltérő tereloszlást mutatnak, attól függően, hogy melyek az adott élőhelyen a versenytársaik (Csorba & Török 1988, Kosiński & Kempa 2007).

A küllő fajok (*Picus* spp.) főként hangyákkal (*Formicidae*) táplálkoznak. De míg a zöld küllő (*P. viridis*) főleg síkvidéki tisztásokon, erdőszéleken fordul elő, addig a hamvas küllő (*P. canus*) domb- és hegyvidéki elegyes tölgy-bükk-gyertyán erdőket preferálja (Németh & Szentirmai 2009). Mindkét faj főként földön található hangyabolyokból szerzi táplálékát. A zöld küllő nagyobb termetű faj, még nagyobb hótakaró esetén is hozzá tud férni táplálékállataihoz. Szinte kizárólag a földön táplálkozik. Ezzel szemben a hamvas küllő táplálékspektruma szélesebb, főleg télen a hótakaró, illetve a fagyott talaj miatt fákon

táplálkozik, különböző, kéreg alatt élő ízeltlábúakkal. Ekkor sok esetben használnak holtfákat (Gorman 2004).

A fekete harkály (*Dryocopus martius*) egyre szélesebb körben elterjedt fajunk, már városi parkokban is megjelent. Táplálékát fatörzsekből szerzi, előszeretettel használ holtfákat. Az olyan élőhelyeken, ahol nagy denzitással jelen vannak a fatörzsben élő lóhangya fajok *(Camponotus* spp.), szinte 100 %-ban azokkal táplálkozik (Gorman 2004, 2011).

A nagy fakopáncs (*Dendrocopos major*) generalista, minden hazai fás élőhelytípusban jelen van, a telepített fenyvesektől a városi parkokig. Nincs határozott preferenciája a holtfákra nézve. Táplálékát főként a törzsből, illetve a vastagabb ágakból szerzi, de előszeretettel fogyaszt magvakat, gyümölcsöket, illetve kistermetű gerinceseket is. A források eloszlásától és a kompetitor fajoktól függően élőhelyenként más-más tereloszlásokban mozoghat (Török 1990, Stenberg & Hogstad 1992, Gorman 2004, Ónodi & Csörgő 2013).

A balkáni fakopáncs (*D. syriacus*) a zártabb erdőket kevésbé preferálja. A leginkább kultúrakövető harkályfajunk, gyakran fellelhető városi parkokban, gyümölcsösökben. Táplálékspektruma nagyban hasonlít az előbbi fajéhoz. A nagy fakopáncshoz hasonlóan nem kötődik a holtfákhoz (Gorman 2004).

A közép fakopáncs *(D. medius)* élőhely specialista, főként öreg, zárt tölgyesekben fordul elő, erősen preferálja a holtfákat, főként a törzs felsőbb részein, illetve a lombkorona középső tereiben keresi táplálékát (Gorman 2004).

A kis fakopáncs *(D. minor)* az öregebb, zárt erdőket preferálja, ahol előszeretettel használ holt ágakat. Főként a lombsátor gallyain mozog (Gorman 2004).

A fehérhátú fakopáncs *(D. leucotos)* a hegyvidéki gyertyános-tölgyesek, bükkösök-fenyvesek specialistája. Főként nagytermetű cincérlárvákkal *(Cerambycidae)* táplálkozik, amelyeket holtfákból szerez meg, éppen ezért nagy mennyiségű holtfát igényel az élőhelyen (Gorman 2004).

A nyaktekercs *(Jynx torquilla)* nem tekinthető tipikus harkályfajnak. A fákat nagyon ritkán vési, főként a kéreg alól szerzi a táplálékát. Nyíltabb erdőket preferál (Gorman 2004).

A háromujjú hőcsik *(Picoides tridactylus)* előfordulása hazánkban nem bizonyított. Hegyvidéki, illetve tajgai lucosok specialistája, főként betűzőszúval *(Ips typographus)* táplálkozik, amely főként korhadó, illetve holt fákban él, így e harkályfaj is preferálja a holt faanyagot (Bütler et al. 2004a, 2004b, Gorman 2004).

Számos harkályfaj esetében kimutatható az élőhely használatban interszexuális szegregáció, mint például a fehérhátú fakopáncs, a háromujjú hőcsik, Észak-Amerikában például a kokárdás harkály (*Leuconotopicus borealis*), a fehérfejű harkály (*Leuconotopicus*

albolarvatus) és a szőrös harkály (*L. villosus*) esetében (Aulén & Lundberg 1991, Morrison & With 1987, Engstrom & Sanders 1997, Pechacek 2006, Czeszczewik 2010). Az interszexuális niche szegregáció lehet horizontális, azaz az ivarok különböző erdőterületeket használnak, illetve vertikális, amikor adott területen belül eltérő téreloszlásban használják a fákat. Horizontális szegregáció azon fajokra jellemzőbb, amelyek esetében alig mérhető az ivari dimorfizmus, mint például a kis fakopáncs (*Dryobates minor*) (Hogstad 2009). A vertikális szegregáció pedig inkább az olyan fajokra jellemző, amelyeknél kifejezettebbek az ivarok közötti anatómiai különbségek (Imbeau & Desrochers 2002, Pechacek 2006). Mindezeken túl, táplálékszegény időszakok, keményebb telek esetén a vertikális szegregációhoz horizontális is adódhat. Az interszexuális szegregáció, az egyes fajok esetében annál kifejezettebb, minél közelebb fordul elő az adott populáció az északi vagy déli sarkvidékhez (Imbeau & Desrochers 2002, Czeszczewik 2010).

2.3 A költőterület, költőfa használat vizsgálatai

2.3.1 Odúk kialakulása

A faodvak kialakulásában különböző korhasztó gombák, illetve odúkészítő állatfajok játszanak szerepet. A gombák valamilyen sérülés felől képesek kolonizálni a fát, annak holt szöveteiben terjednek, lebontó munkájukkal üreget kialakítva. A sérülések keletkezhetnek valamilyen mechanikai hatás következtében, például széltörés, de a villámcsapások, erdőtüzek is hozzájarulnak a fa korhadásához azáltal, hogy kolonizálható szubsztrátumokat hoznak létre. Az üregek évtizedekig is növekedhetnek, mire az odúlakó állatok számára megfelelő méretű odvak kialakulnak. Minél idősebb korú egy erdőállomány, annál több és változatosabb odú található benne, különböző állatfajok számára nyújtva pihenő-, búvó- és táplálkozóhelyet (Drapeau et al. 2002, Gibbons & Lindenmayer 2002, Cockle et al. 2011, Wesołowski 2012, Zahner et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014).

2.3.2 Odúkészítők, odúlakók

A fák korhadásán kívül odvak keletkezésében az odúkészítő fajok játszanak nagy szerepet. Az odúlakó állatközösség szempontjából nagy előnye az odúkészítő fajoknak, hogy

az adott méretű odvaikat olyan fákban is el tudják készíteni, amelyekben hasonló méretű odvak korhadás útján csak sokkal később, akár évtizedek múlva alakulhatnak ki (Cockle et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014).

Számos állatfaj képes faodúkat készíteni. A legtöbb odúkészítő faj a harkályalakúak rendjébe tartozik (Piciformes), de találunk ilyen fajokat az énekesmadarak (Passeriformes) között is, ilyenek a csuszkák (*Sittidae*) és néhány cinege faj (*Paridae*). A különböző odúkészítő fajok eltérő röpnyílású és térfogatú odúkat vésnek. Az elhagyott odvak elősegítik az úgynevezett másodlagos odúköltők megtelepedését. Ezek a fajok más-más méretű odút használnak. Bizonyos másodlagos odúköltők obligát, mások fakultatív módon használják az odúkészítők elhagyott odvait (Gorman 2004, Cockle et al. 2011, Cooke & Hannon 2012, Ónodi & Winkler 2014).

A harkályok, mint legjelentősebb odúkészítők, odvaikat különböző keménységű fákba is véshetik, a puhafájú fafajokat azonban jóval kisebb ráfordítással tudják megmunkálni. Ilyen puhafájú fajok például a fűz és nyár fajok (*Salicaceae*). A különböző méretű harkályfajok más-más keménységű fafajokat képesek megmunkálni, a kisebb fajok általában a puhább fákat, a nagyobb fajok a keményebbeket is. A kisebb testméretű fajok a keményebb fájú fafajokat csak abban az esetben képesek megmunkálni, ha azok fáiban jelentős térfogatban korhadt a faanyag. Többek között ezzel magyarázható a kis és a közép fakopáncs jelentős holtfaigénye. E két harkályfajnak mind táplálkozás, mind odúkészítéshez is holt vagy korhadó faanyagra van szüksége. A nagy keménységű fafajokat, mint amilyen a bükk, még a legnagyobb faj, a fekete harkály is nagy ráfordítással munkálja meg. Így elsősorban olyan bükkfákban készíti odúját, amelyekben a belső, holt szövetek korhadása már kiterjedt. Több harkályfaj, mint a kis-, közép- és fehérhátú fakopáncs kimutathatóan preferálja az olyan fákat költőodúik készítésére, amelyeken már megjelentek a kérgen a korhasztó gombák termőtestei (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Zahner et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014).

Számos vizsgálatban kimutatták, hogy a harkályfélék nem pusztán passzívan követik a gombák jelenlétét, hanem azzal, hogy fáról fára járnak táplálkozni, odút vésni, csőrük felületén a gomba spórákat át is viszik más fákra, és azok mélyebb rétegeiben vésve, be is juttatják a spórákat, így járulva hozzá a korhasztó gombák kolonizációihoz (Farris et al. 2004, Jackson & Jackson 2004). Mivel a harkályok táplálékkeresésük során is vésik a fákat, az ekkor készített lyukakba is juttatnak be spórákat, így elősegítve a korhasztó gombák megtelepedését, amelyek tovább bővítik az új üregeket. Ezekben később a xilofág rovarok ismét megtelepedhetnek, majd ezt követően a már nagyobb üregeket a harkályok is újra felkereshetik, újabb spórákat bejuttatva. Az ilyen, a harkályok által táplálékkereséskor

készített üregek így később, akár évek, évtizedek múlva pedig olyan méretűek lehetnek, hogy azokban már más odúlakó állatok, akár nagyobb méretű gerincesek is megtelepedhetnek (Gibbons & Lindenmayer 2002, Cockle et al. 2011, Wesołowski 2012, Zahner et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014).

Az odúkészítő és odúlakó állatok kapcsolatrendszerei alkotják a költési hálózatokat, amelyek kulcsszereplői a Föld fás területeinek tekintélyes részén az odúkészítő harkályfajok. Odvaik készítésével rengeteg élőlény megtelepedését segítik elő. Világszerte számos állatfaj kötődik faodvakhoz, gerinctelenek és gerincesek egyaránt. Az odvakban nevelik fel utódaikat, pihennek, telelnek át és halmozzák fel készleteiket (Cramp 1985). Odúlakó állat lehet sok gerinctelen faj is, mint például a darazsak (Hymenoptera) vagy a lepkék (Lepidoptera). A gerinceseken belül a másodlagos odúköltők elsősorban a madarak közül kerülnek ki. Ilyen jellegzetes fajok a cinegék, a légykapók, a baglyok (Strigidae), a papagájok (Psittacidae), valamint egyes galambfélék (Columbidae), mint például a kék galamb (*Columba oenas*). Ismerünk odúlakó vízimadárfajokat is, ilyenek a kerceréce (*Bucephala clangula*) valamint a kis bukó (*Mergus albellus*) (Ónodi & Winkler 2014).

Megtelepedhetnek faodvakban emlősök is, itt elsősorban a denevéreket (Chiroptera), egyes rágcsálófajokat (Rodentia), mint például a mókusok (Sciuridae), pelék (Myoxidae), erdei egerek (*Apodemus* spp.), valamint néhány ragadozó fajt (vadmacska - *Felis silvestris*, nyuszt - *Martes martes*) fontos megemlítenünk (del Hoyo et al. 2002, Bai et al. 2005). Az élőhely, a fafaj és a faegyedek kondíciójának függvényében ezek az odvak akár évtizedekig is menedék- illetve szaporodóhelyet biztosíthatnak a másodlagos odúlakóknak (Ónodi & Winkler 2014).

Az odúhoz kötődő állatok megőrzése szempontjából elengedhetetlen a harkályok élőhelyeinek védelme (Cramp 1985, Carlson et al. 1998, Martin & Eadie 1999, Martin et al. 2004, Kosiński & Ksit 2006, Kosiński et al. 2006, Smith 2006, Kosiński & Kempa 2007, Wesolowski 2011, Shurulinkov et al. 2012, Ónodi & Winkler 2014).

Az odúkészítő harkályfajok jelentősége Észak-Amerikában csúcsosodik ki. Az Amerikai Egyesült Államok és Kanada erdőterületeinek tekintélyes részét fenyvesek borítják, és a fenyők köztudottan nagy gyantatartalmuk miatt nagyon nehezen odvasodnak. Így az odúlakó állatok szinte kizárólag a harkályodvakra vannak utalva (Cockle et al. 2011). További érdekesség, hogy az indonéz-maláj szigetvilágot északkelet-délnyugati irányban átszelő biogeográfiai határvonaltól (Wallace-vonal) dél-keletre található területeken ez idáig nem honosodtak meg harkályfajok. Ezeken a szigeteken, illetve Ausztráliában hagyományos értelemben vett odúkészítők nincsenek, az odúlakó állatok teljes egészében a korhadás útján

keletkezett odvaktól függenek. Ausztrália erdőségei túlnyomórészt különböző gumifa fajokból állnak (a köznyelv *Eucalyptus*-ként ismeri, *Myrtaceae*). Az odúkészítő gerincesek a faunából teljesen hiányoznak, az odvakat a korhasztó gombák, illetve bizonyos élőhelyeken a termeszek (Isoptera) alakítják ki. Általában egy gumifának 100-150 év szükséges, hogy odú képződjön benne. Ahhoz, hogy benne akkora odú alakulhasson ki, hogy azt olyan nagyméretű erszényesek is használhassák, mint a mosómedve nagyságú rókakuzu (*Trichosurus vulpecula*, *Phalangeridae*), újabb 150-200 évnek kell eltelnie. Az odúlakó gerincesek legfeljebb csak az odú bejáratán tudnak alakítani. Ezekkel az állatokkal számos, szintén odúlakó ragadozó táplálkozik, mint például a baglyok, ragadozó erszényesek, kígyók, varánuszok. Sok odúlakó állat időszakosan megjelenő táplálékforrásokat használ, mint például virágok, gyümölcsök. A predációs nyomás és a táplálék szezonalitása miatt a legtöbb faj a territóriumon belül egy odúfát csak néhány napig használ. Számos faj kisebb-nagyobb csapatokban él, így a pihenőhelyét néhány naponta változtató egyedek sokszor több odút is elfoglalnak. Ezek miatt kulcsfontosságú, hogy az erdészeti kezeléseknél megfelelő mennyiségű öreg és holtfát hagyjanak az erdőben, biztosítandó a taxonok életmódjához szükséges megfelelő mennyiségű pihenő-, búvó- és szaporodóhelyet (Gibbons & Lindenmayer 2002, Lindenmayer 2002, Cockle et al. 2011, Ónodi & Winkler 2014).

2.3.3 Odúkészítő fajok hazánkban

Európában és Magyarországon a harkályféléken kívül él néhány úgynevezett „gyenge odúkészítő” faj, amely puha holtfában képes csak odvakat vésni. Ilyen például a búbos cinege (*Parus cristatus*) és a kormosfejű cinege (*Parus montanus*). Ezek a fajok főként hegyvidéki fenyveseinkben költenek. Odvaikban más hasonló, kisméretű énekesmadárfajok is tudnak költeni, mint például egyes légykapók (Ónodi & Winkler 2014).

A különböző hakályfajok különféleképpen hasznosítják a holt fákat költőodúk készítésére. Általánosságban elmondható, hogy az adott faj testmérete, az adott élőhelyen élő fafajok gyakorisága, valamint azok fájának keménysége jól prediktálja, hogy az odúkészítő faj élő fába, élő fa korhadt részébe vagy holt fába készíti az odúját (Smith 2007, Ónodi & Winkler 2014).

A nyaktekercs (*Jynx torquilla*) általában nem készít odút, hazai megfigyelések azonban bizonyították, hogy nagyon ritkán, erősen korhadt fában ez a faj is képes odút vájni (Varga 1978, 1981, Ónodi & Winkler 2014).

Az európai odúkészítő harkályfajok közül a legkisebb a veréb nagyságú kis fakopáncs. Odvait elsősorban nagyobb területű erdők belső részeiben holt vagy erősen korhadó faanyagba vési, röpnyílása kb. 3 cm átmérőjű, kör alakú. Csupán kistermetű énekesmadaraink tudnak benne költeni, mint a légykapók és kisebb cinege fajok (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Charman et al. 2010, Ónodi & Winkler 2014).

A közép fakopáncs aránylag kisméretű (testhossz: 20-22 cm, szárnyfesztávolság: 33-34 cm), ennélfogva főként korhadt, holt faanyagba képes vésni az odúját. Ahogy a kis fakopáncs, e faj is az erdők belsejében költ, így az erősebb szelek is csekély eséllyel károsíthatják a költőfát. Az általa készített odú röpnyílása mintegy 4 cm, ezekben az odvakban az imént említett fajokon kívül már nagyobb cinege fajok is költhetnek (Gorman 2004, Pasinelli 2007, Ónodi & Winkler 2014).

A nagy fakopáncs és a balkáni fakopáncs nagyobb testméretűek (feketerigó nagyságúak), odvaikat sok esetben élő fákba készítik, amelyek az adott élőhelyen előforduló legpuhább fájú fajok közül kerülnek ki. Az élő fákat az erősebb szelek már nehezebben tudják károsítani, így kevéssé szükséges számukra az erdők belsejében költeni. Éppen ezért a szegélyhatásra ily módon kevésbé érzékenyek. Sok esetben fasorokban, városi parkokban költenek. Odúik röpnyílása kb. 5 cm, a már ismertetett fajokon kívül nyaktekercsek, seregélyek (*Sturnus vulgaris*), valamint verebek (*Passer* spp.) is megtelepedhetnek bennük. A seregélyek jelentős kompetíciós nyomást gyakorolnak más odúköltőkre, a nagy és balkáni fakopáncsokkal egyetemben. Mindkét faj jelentős fészekpredátora lehet számos másodlagos odúköltő fajnak, emiatt ezek közül többen kerülik a nagy illetve balkáni fakopáncs elhagyott odvait és helyettük szűkebb bejáratú odvakat használnak. Ilyenek fajok a kék cinege (*Parus caeruleus*), a fenyves cinege (*Parus ater*) és a barát cinege (*Parus palustris*) (Mazgajski 1998, del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Smith 2005, Smith 2006, Wesołowski 2007, Hebda 2009, Ónodi & Winkler 2014).

A fehérhátú fakopáncs főként a középhegységi bükköseinket és tölgyeseinket preferálja. Mind táplálkozáskor, mind költéskor holtfát igényel. Főként a holtfákban fejlődő cincérlárvákkal táplálkozik. Bár az európai *Dendrocopos* fajok közül ez a legnagyobb testméretű faj, odúját mégis holt fában készíti, ugyanis az élőhelyén előforduló fafajok legtöbbjének fája igen kemény, így csupán azok erősen korhadt faanyagába tudja vésni odúit. Sok esetben előfordul, hogy tapló teleptestek alá készíti el az odú röpnyílását. Mivel holtfaigénye az európai harkályfajok között a legnagyobb, így e faj kötődik leginkább az öreg, háborítatlan, nagy kiterjedésű fás élőhelyekhez. Speciális élőhely preferenciái miatt az ilyen típusú élőhelyek jóságának jó indikátora ez a faj, és számos más faj védelme is biztosított

lehet, amennyiben a fehérhátú fakopáncsnak megfelelő élőhelyeket fenntartjuk. Ebből adódik esernyő faj szerepe is. Nagyobb testmérete miatt nagyobb másodlagos odúköltők telepszenek meg a faj egyedei által készített odúkban (Schmidt 2000, del Hoyo et al. 2002, Melletti & Penteriani 2003, Gorman 2004, Czeszczewik & Walankiewicz 2006, Garmendia et al. 2006, Ónodi & Winkler 2014).

A hamvas küllő odvainak röpnyílása 5-6 cm átmérőjű. Főként elhagyott odvakat foglal el, amennyiben maga készíti azt, akkor puhafájú fajok, mint a bibircses nyír (*Betula pendula*), legkorhadtabb részeit választja. Fő másodlagos odúköltői az európai törpekuvik (*Glaucidium passerinum*), a szalakóta (*Coracias garrulus*), a kerti rozsdafarkú (*Phoenicurus phoenicurus*), különböző cinege fajok, a seregély és a csuszka (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004 Ónodi & Winkler 2014).

A zöld küllő által ácsolt odú röpnyílása 6-7 cm átmérőjű, enyhén ovális alakú, azt legtöbbször korhadt vagy holt fában készíti. Előszeretettel foglal el korábbi, részint a fekete harkályok, részint fajtársai által készített és elhagyott odvakat. Legjellemzőbb másodlagos odúköltői a hamvas küllőnél említett fajok mellett a gatyáskuvik (*Aegolius funereus*), a búbos banka (*Upopa epops*), a szalakóta (*Coracias garrulus*), a seregély és a csuszka (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Ónodi & Winkler 2014).

A fekete harkály a legnagyobb harkályfaj Európában. Élő bükkfákban is képes odút ácsolni, akkor, ha megfelelő kiterjedésű korhadt tömeg van benne. Előszeretettel használja korábbi odúit. Az odú bejárata függőleges ellipszis alakú, röpnyílása akár 12 cm x 15 cm nagyságú is lehet. Egy-egy költőfába az évek során számos odút készíthet. Egy odúnak akár több bejárata is lehet, amelyekre akkor van a madaraknak szüksége, ha például egyik fő predátora, a nyuszt elől kell menekülnie. Egy ilyen költőfát akár több mint tíz éven át használhatnak az egyedek. Főbb másodlagos odúlakói a kék galamb (*Columba oenas*), a kerceréce (*Bucephala clangula*) a gatyáskuvik, a macskabagoly *(Strix aluco)*, illetve a csuszka, amely agyagos földdel szűkíti le a röpnyílását. További jelentős odúlakó még az említett nyuszt is (del Hoyo et al. 2002, Gorman 2004, Ónodi & Winkler 2014).

2.3.4 A nagy fakopáncs költőterület és költőfa használata

Szaporodási időszakban nagy jelentősége van a revíren belül a megfelelő költőhely, illetve költőfa kiválasztásának. A költőhely esetében fontos, hogy a potenciális táplálkozóhelyeket gyorsan el lehessen érni, így különösen nagy jelentősége van a terület

fafaj, illetve korösszetételének. Érdemes olyan területet kiválasztani, ahol nagyobb arányban vannak jelen a táplálkozás során preferált fajú, illetve korú fák. Ezek mellett a költőhely megválasztását befolyásolhatja a jelen levő fák kondíciója, magassága, hogy mekkora a terület diverzitása például fafajra, kondícióra, törzsátmérőre nézve. Fontos lehet továbbá, hogy hektáronként mennyi preferált, öreg vagy korhadt fa van jelen, hektáronként mennyi öreg és holt fa van jelen.

A költőodú készítésénél nagy jelentőséggel bír a megfelelő fafaj kiválasztása. A puhább fájú fajokba könnyebb odút ácsolni. Jellemző még a fa átmérője, hiszen az odút tartalmazó fatérfogatnak megfelelő átmérőjűnek kell lennie, hogy a fészekaljat sikerrel ki tudja röptetni a költőpár, de emellett a fa statikai szerkezetét ne gyengítse. A kondíció szintén nagy jelentőséggel bír, hiszen a korhadtabb, holt fákba kevesebb energia befektetésével tudnak odút készíteni, de fennáll a veszélye, hogy egy esetleges széltörés során a költés meghiúsulhat.

A nagy fakopáncs, mint Európa legelterjedtebb harkályfaja, a legtöbb fás élőhelyen jelen tud lenni a többi harkályfajnál nagyobb denzitással, és így ez a faj készíti a legtöbb odvat. Generalista fajként nélkülözhetetlen szerepe lehet az ehhez hasonló, átalakult élőhelyeken, mint a fő odúkészítő faj. A felsorolt érvek miatt kiemelt fontosságú a faj költőhely-használatának vizsgálata az inváziós fajok által átalakított élőhelyeken (Ónodi & Csörgő 2013, 2014).

3. Anyag és módszer

3.1 A vizsgált területek

A vizsgált terület a Közép-Tiszai Tájvédelmi Körzetben találhatóak *(1. kép)*. Az első terület Tiszavárkony község közelében *(2. kép)*, egy kb. 44 hektáros, 2,5 km hosszú, sávszerű, kb. 60-70 éves, kezeletlen fűz-nyár, ártéri erdő (N 47°04'01,52" E 20°11'13,21" – N 47°02'38,92" E 20°11'31,93"), védett, része a Natura 2000 hálózatnak. A következő erdőrészletek tartoznak ide: 7044/8A, B, 11A, 12A. A második terület Vezseny község közelében található *(3. kép)*, kb. 60 hektáros, sávszerű, kb. 70-80 éves, szintén kezeletlen ártéri erdő (N 47o02'12,09" E 20o13'24,92" - N 47o02'47,19" E 20o15'26,82"). Ez a terület szintén a tájvédelmi körzet része, tagja a Natura 2000 hálózatnak, illetve fokozottan védett. A következő erdőrészletek tartoznak ide: 7047/22A, C, D, E, F, G, H, I, TN. A harmadik terület Tiszaroff községének közelében található *(4. kép)*, kb. 40 hektáros, 30-40 éves kezeletlen, fűz-nyár ártéri erdő (N 47°25'27,43" E 20°22'40,50" - N 47°24'44,48". E 20o23'23,62"). Ez a terület szintén a tájvédelmi körzet része, tagja a Natura 2000 hálózatnak. A következő erdőrészletek tartoznak ide: 7020/19A, 20A, B, 21I, J, M, TN2, O, Q, P, N, L, VA5.

1. kép: A vizsgálati területek (Google Earth fedvény)

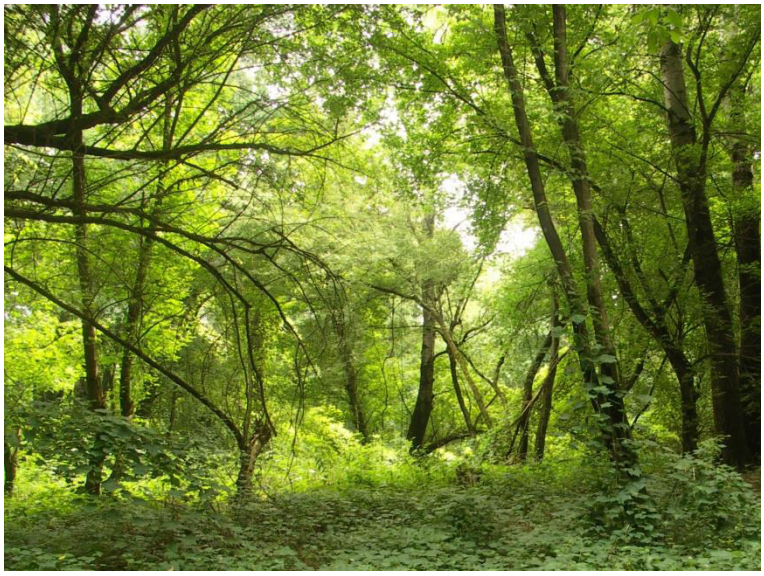
2. kép: A tiszavárkonyi vizsgálati terület (Google Earth Pro fedvény)

3. kép: A vezsenyi vizsgálati terület (Google Earth Pro fedvény)

4. kép: A tiszaroffi vizsgálati terület (Google Earth Pro fedvény)

A lombkorona-alkotó fajok között őshonos fűz- és nyár fajokon kívül jelen vannak a területen különböző tájidegen fafajok, mint a fehér eper (*Morus alba*) és a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*). Legnagyobb egyedszámban az amerikai kőris és a zöld juhar fordul elő.

A cserje- és gyepszinten főként az utóbbi inváziós fajok fiatal példányai a leggyakoribbak, a hamvas szeder (*Rubus caesius*), a nagy csalán (*Urtica dioica*) és a gyalogakác (*Amorpha fruticosa*) mellett. A tisztásokon, fiatalabb állományokban jellemző a bevezetésben taglalt parti szőlő is. A területek abban térnek el egymástól, hogy, bár mindháromnál a leggyakoribb a két inváziós fafaj, a tiszavárkonyi területen *(5-8. kép)* a vezsenyi területhez *(9-13. kép)* képest több őshonos, és kevesebb inváziós fa fordul elő. A harmadik terület *(14-15. kép)* hullámtéren levő, 30-40 éve felhagyott szántóföldeket foglal magába, amelyek spontán beerdősültek. A három élőhely közül itt fordul elő a legkevesebb a taglalt inváziós növényekből, illetve azok is főleg 20 cm-nél kisebb törzsátmérővel rendelkező állományokkal rendelkeznek.



5. kép: Növényzet a tiszavárkonyi területen (a szerző felvétele)

6. kép: Növényzet a tiszavárkonyi területen (a szerző felvétele)

7. kép: Növényzet a tiszavárkonyi területen (a szerző felvétele)

8. kép: Növényzet a tiszavárkonyi területen (a szerző felvétele)

9. kép: Növényzet a vezsenyi területen (a szerző felvétele)

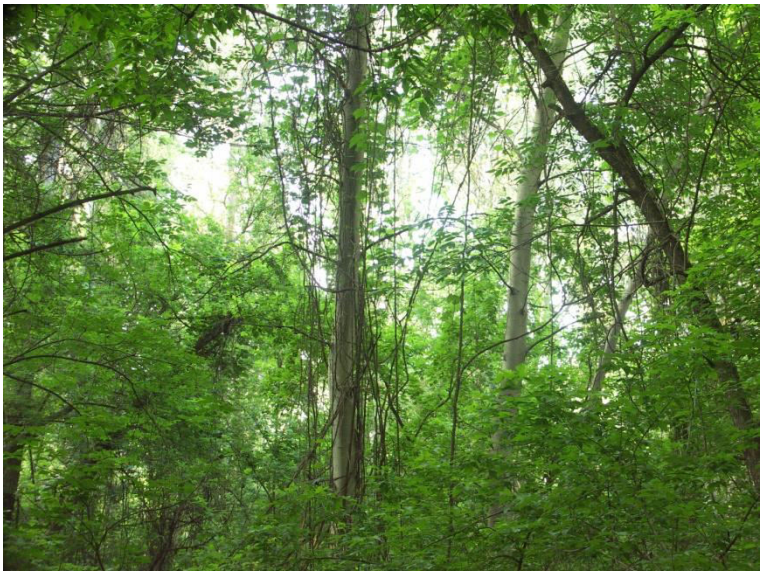
10. kép: Növényzet a vezsenyi területen (a szerző felvétele)

11. kép: Növényzet a vezsenyi területen (a szerző felvétele)

12. kép: Idős fekete nyár hibrid tőhajtások a vezsenyi területen (a szerző felvétele)

13. kép: 30 m magas amerikai kőris a vezsenyi területen (a szerző felvétele)

14. kép: Növényzet a tiszaroffi területen (a szerző felvétele)



15. kép: Növényzet a tiszaroffi területen (a szerző felvétele)

3.2 A terepi felmérések módszerei

3.2.1 Mikrohabitat-használat

3.2.1.1 Megfigyelési adatok gyűjtése

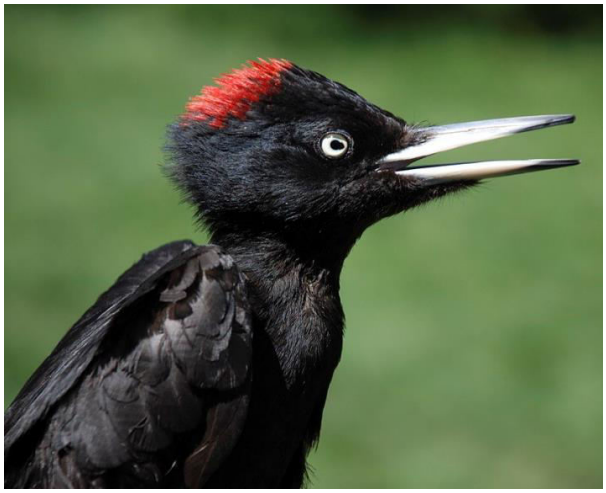
A tiszavárkonyi vizsgálati területen 2012 januárjától, a vezsenyi területen 2013 decemberétől, a tiszaroffi területen 2014 októberétől folyt rendszeresen, az előforduló harkályfajok mikrohabitat-használatára irányuló megfigyelési adatok gyűjtése. Az első két területen, ahogy az időjárás engedi, akár egész éven át, heti rendszerességgel tudtam adatokat rögzíteni. A harmadik területre, logisztikai problémák miatt csak a Hortobágyi Nemzeti Park munkatársával tudtam kimenni, így a megfigyelési napok lényegesen ritkábbak voltak. Mindhárom területen a megfigyelésekre a délelőtti órákban került sor, egy-egy, mintegy 2,5 km hosszú transzekt mentén. A terepen látott madarakról hasonló vizsgálatokban alkalmazott adatlapokat módosítva (Hogstad 1971, Pettersson 1983, Török & Csorba 1986, Morrison & With 1987, Török 1990, Aulén & Lundberg 1991, Engstrom & Sanders 1997, Osiejuk 1998, Imbeau & Desrochers 2002, Pechacek 2006, Hogstad 2009, Czeszczewik 2010) a maximálisan öt perces időintervallumban feljegyeztem a használt fa faját, kondícióját, magasságát, milyen magasan, az ág hosszához képest törzstől milyen messze, milyen vastagságú, és milyen kondíciójú ágon tartózkodik a madár, valamint milyen technikával táplálkozik. 2013 októberétől rögzítettem a használt fa mellmagassági átmérőjét is. Az adott egyeddel való többszöri találkozás elkerülése végett adott terepbejárás alatt az azonos ivarhoz tartozó madarakról csak akkor vettem fel adatokat, ha azok legalább 200 m-re jelentek meg egymástól.

A vizsgálat ideje alatt a tiszavárkonyi területen nagy fakopáncsról *(16. kép)* 775, kis fakopáncsról *(17. kép)* 63, balkáni fakopáncsról *(18. kép)* 24, fekete harkályról *(19. kép)* 12, zöld küllőről *(20. kép)* 9 adatot gyűjtöttem. A vezsenyi területen nagy fakopáncsról 122, közép fakopáncsról *(21. kép)* 14, kis fakopáncsról 9, fekete harkályról 6, zöld küllőről 2 adat végül a tiszaroffi területen nagy fakopáncsról 11, kis fakopáncsról 4 adat gyűlt össze.

16. kép: Nagy fakopáncs tojó
(Fotó: Ócsai Madárvárta Egyesület)

17. kép: Kis fakopáncs hím
(Fotó: Ócsai Madárvárta Egyesület)

18. kép: Balkáni fakopáncs hím
(a szerző felvétele)



19. kép: Fekete harkály tojó
(Fotó: Ócsai Madárvárta Egyesület)

20. kép: Zöld küllő hím
(Fotó: Ócsai Madárvárta Egyesület)

21. kép: Közép fakopáncs hím
(Fotó: Ócsai Madárvárta Egyesület)

Az adatok elemzése során fafajok szerint a következő kategóriákat különítettem el: fűz *(22. kép)*, fehér nyár és hibridjei *(23. kép)*, fekete nyár és hibridjei *(24. kép)*, amerikai kőris *(25. kép)*, zöld juhar *(26. kép)*, fehér eper *(27. kép)*, nyugati ostorfa *(28. kép)* és parti szőlő *(29. kép)*. A két nyárfa kategóriát az eltérő kéregszerkezet miatt különítettem el. A fehér nyár gyakran hibridizál a rezgő nyárral (*Populus tremula*), a fekete nyár pedig a nemesnyárral. A fehér nyár és hibridjeinek kérge a fa legnagyobb felületén sima, így nem tudnak benne olyan táplálék állatok megtelepedni, amelyek a fekete nyár és hibridjeinek barázdált kérgében igen. A törékeny (*Salix fragilis*), illetve a fehér fűz (*S. alba*) ág és kéregszerkezete nagyon hasonló. Elkülönítésük lomb nélkül, hóval borítva, illetve holtfaként nehézségekbe ütközik, ezért a két fafajt nem tekintettem külön csoportnak.

22. kép: Fűz (a szerző felvétele)

23. kép: Fehér nyár hibrid (a szerző felvétele)

24. kép: Fekete nyár hibrid (a szerző felvétele)

25. kép: Amerikai kőris (a szerző felvétele)

26. kép: Zöld juhar (a szerző felvétele)

27. kép: Fehér eper (a szerző felvétele)

28. kép: Nyugati ostorfa (a szerző felvétele)

29. kép: Parti szőlő (a szerző felvétele)

A fa kondícióját három kategória szerint vettem föl: élő fa (ágainak kevesebb, mint fele elhalt), korhadó fa (ágainak legalább fele elhalt) és holtfa (nincsen élő ága).

A fa magasságát, amelyet Christen-féle magasságmérővel mértem meg, 5 m-es intervallumok szerint jegyeztem le: <5,1 m, 5,1-10 m, 10,1-15 m, 15,1-20 m, 20,1-25 m, 25 m<.

A fa magasságát öt egyenlő részre osztottam, és lejegyeztem, hogy a madár melyikben tartózkodott. A legalsó régió az egyes, a legfelső az ötös számot kapta.

A törzstől becsült relatív távolságnál a használt ágat öt egyenlő hosszúságú részre osztottam, és leírtam, hogy az egyed melyiken tartózkodott. Rögzítettem, ha a madár a törzset használta.

Az ág vastagságát a nagy fakopáncs ismert testméretéhez (testhossza 23-26 cm, Cramp 1985) viszonyítva, 10 cm-es intervallumokba osztottam: <10.1 cm, 10.1-20 cm, 20.1-30 cm, 30.1-40 cm, 40.1-50 cm, 50 cm<.

A táplálkozási technikát három kategória szerint rögzítettem. A „keresés” során az egyed a fa egy adott pontján vizsgálja a kérget, a „kopogás” során felületes ütéseket ad le a kérgen, és a kéregben élő állatok után kutat, a „vésés” során pedig a fa mélyebb rétegeiben keresi táplálékát. Az élőhely architektúrájából adódóan (a sűrű cserje és másodlagos lombkoronaszint miatt) vegetációs időszakban esetlegesen lehet csak adatot rögzíteni a lombsátorban, a levelek között ízeltlábú táplálék után kutató egyedekről, annak ellenére, hogy más tanulmányok szerint a vizsgált faj egyedei a szaporodási időszakban nagy arányban etetnek levéltetvekkel és levélfogyasztó hernyókkal. Ebben az élőhelytípusban főként olyan viselkedéseket lehet rögzíteni, amelyeket az egyedek a lombsátor alatt mutatják. Az ág kondícióját két kategória szerint rögzítettem: élő és elhalt ág.

A mellmagassági átmérőt a következők szerint jegyeztem fel: 3,1-10 cm, 10,1-20 cm, 20,1-30 cm, 30,1-40 cm, 40,1-50 cm, 50,1-60 cm, 60,1-70 cm, 70,1-80 cm, 80,1-90 cm, 90,1-100 cm, 100 cm<.

3.2.1.2 A fás szárú növényzet felmérése

A preferencia adatok kiértékeléséhez területenként 100 m-es Észak-Dél-Kelet-Nyugat tájolású négyzetrács rácspontjain kijelölt 12,62 m-es sugarú, 0,05 ha-os kör plotokban felmértem minden 3 cm-nél vastagabb fásszárút (az ilyen vastagságú fákban már megtelepedhetnek a harkályok táplálékállatai). Minden fásszárú esetében rögzítettem a fajt, a kondíciót, a magasságot, illetve a mellmagassági átmérőt a már ismertetett kategóriák szerint.

3.2.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata

3.2.2.1 Költőodúk felmérése

2014 és 2015 költési szezonjaiban (április-június), a tiszavárkonyi és a vezsenyi területen térképeztem fel a nagy fakopáncsok költőodúit, követve a fiókák hangját (Kosiński & Winiecki 2004, Kosiński et al. 2006, Pasinelli 2007). A két év során 8 és 12 költőfát térképeztem fel az első, 10-10-et a második területen.

A költőfák esetében rögzítettem a fa faját, mellmagassági átmérőjét, magasságát, kondícióját (a mikrohabitat-használat vizsgálatánál leírt kategóriák szerint), valamint a fa átmérőjét költőodú magasságában 10 cm-es intervallumokban (a röpnyílás 5-6 cm-es ismert átmérőjéhez mérten), a röpnyílás magasságát 2 m-es kategóriákban, illetve a röpnyílás tájolását 45°-os intervallumokban. Ezeken túl feljegyeztem a röpnyílás kalluszosodásából, illetve a fa alatt található forgács alapján, hogy az odút az adott évben készítették-evagy egy régebbi odút foglaltak el újra, végül pedig az odúkészítésre használt fatérfogat kondícióját (élő vagy holt).

3.2.2.2 A fás szárú növényzet felmérése

Az költőhelyek jellemzőit 12,62 m-es sugarú kör plotokban (0,05 ha) mértem fel vegetációs időszakban, a költési szezonon kívül. Ezek középpontja a felmért költőfa volt. Ezek jellemzőit hasonlítottam össze a költőfákkal megegyező számú random plottal, amelyet random választottam ki a fentebb említett négyzetrács mentén kijelölt, plotokból . A mintaterületeken minden, 3 cm-nél nagyobb mellmagassági átmérővel rendelkező fát felmértem (az ilyen törzsvastagság esetében már megtelepedhetnek a nagy fakopáncs táplálékállatai az adott fában, ha az megfelelően korhadt (Gorman 2004). Minden fa esetében rögzítettem a faját, mellmagassági ármérőjét, a magasságát, kondícióját (a mikrohabitat-használat vizsgálatánál leírt kategóriák szerint), korábbi publikációkban leírtak alapján (Hogstad 1971, Pettersson 1983, Török & Csorba 1986, Morrison & With 1987, Török 1990, Aulén & Lundberg 1991, Engstrom & Sanders 1997, Osiejuk 1998, Imbeau & Desrochers 2002, Pechacek 2006, Hogstad 2009, Czeszczewik 2010).

Az fűz, nyár, amerikai kőris, zöld juhar fajok esetében törzsátmérő eloszlásokat készítettem mindkét terület esetében, jelölve az egyes törzsátmérő kategóriák gyakoriságát (Bhusal et al. 2015).

Felmért adatokból a következő folytonos változókat generáltam minden, a vizsgálatban szereplő plot esetében: összes törzsszám hektáronként, őshonos fák száma hektáronként, az inváziós fák összes száma hektáronként, élő fák száma hektáronként, korhadó fák száma hektáronként, holtfák száma hektáronként, 50 cm-nél nagyobb törzsátmérőjű fák összes hektáronként, az őshonos fák részesedési aránya az őshonos fák és az inváziós fák összes számához képest, fafaj diverzitás (Shannon-féle), mellmagassági törzsátmérő diverzitás (Shannon-féle), illetve kondíció diverzitás (Shannon-féle).

3.3 Statisztikai kiértékelések

3.3.1 Mikrohabitat-használat

A különböző dimenziókban tapasztalt eloszlásokat összehasonlítottam a nagy fakopáncs esetében a területek között, illetve a tiszavárkonyi és vezsenyi területen az ivarok között, valamint adott ivaron belül a területek között. A nagy fakopáncsot a tiszavárkonyi terület esetében összehasonlítottam a kis, illetve a balkáni fakopánccsal, a vezsenyi terület esetében pedig a közép fakopánccsal. A tiszaroffi terület eloszlásai, illetve a nem felsorolt fajok eloszlásai a kis adatszám miatt csak tájékoztató jellegűek. Az összehasonlításokat Khi-négyzet próbával végeztem. A fafaj, famagasság, kondíció és mellmagassági törzsátmérő esetében, mivel ezek területen mért gyakorisága ismert volt, Jacobs-féle szelektivitási indexet számoltam, annak eldöntésére, hogy mely kategóriákat preferálták a vizsgált fajok. Az index értéke -1-től +1-ig terjed, a negatív tartomány a kerülést, míg a pozitív tartomány a preferenciát reprezentálja (Loehle & Rittenhouse 1982, Swamidoss et al. 2012). Az említett csoportok a preferencia eloszlásait szintén Khi-négyzet próbával hasonlítottam össze. Mivel a szelektivitási index értéke kerülés esetében negatív értéket is fölvehet, az összehasonlításhoz standardizáltam az adatokat oly módon, hogy a kapott preferencia értékekhez hozzáadtam 2-t, mint konstanst (elkerülendő a kategóriákban a „0” értéket), majd megszoroztam 100-al.

3.3.2 Költőterület-használat

Mind a költőfára, mind a mintaterületekre jellemző kategóriaváltozók eloszlásait Khi-négyzet próbával hasonlítottam össze. A költőfák eloszlásait a két terület között, a mintaterületek eloszlásait pedig a következő bontásban hasonlítottam össze: az adott területen a költőterületeket a random plotokkal, illetve a két terület költőterület plotjait egymással, valamint azok random plotjait egymással.

Mivel a két területen a random plotok alapján ismert az egyes fafaj, törzsátmérő, famagasság és kondíció kategóriák gyakorisága, így ezen felsorolt dimenziók esetében területenként számoltam a Jacobs-szelektivitási értékeket, annak eldöntésére, hogy melyek a nagy fakopáncsok által preferált kategóriák. A szelektivitási értékek eloszlásait az egyes dimenziók esetében Khi-négyzet próbával hasonlítottam össze egyrészt, a költőfák esetében a két terület odúfáira jellemző eloszlásokat, valamint a mintaterületekre jellemzően az adott területen a költőterületeket a random plotokkal, illetve a két terület költőterület plotjait egymással, valamint azok random plotjait egymással. Mivel a szelektivitási index értéke kerülés esetében negatív értéket is fölvehet, az összehasonlításhoz standardizáltam az adatokat oly módon, hogy a kapott preferencia értékekhez hozzáadtam 2-t, mint konstanst (elkerülendő a kategóriákban a „0” értéket), majd megszoroztam 100-al.

A folytonos változók esetében a mintaterületek ugyanezen csoportjainak összehasonlítására kétmintás t próbát alkalmaztam, szükség esetén Welch-korrekcióval.

Annak meghatározására, hogy mely folytonos változók határozzák meg jó eséllyel a nagy fakopáncsok költőhely használatát, főkomponens analízist alkalmaztam mindkét vizsgálati terület esetében. Ehhez az adatokat standardizáltam oly módon, hogy a négy diverzitási dimenzió, illetve az őshonos fák részesedési aránya esetében megszoroztam az értékeket egy konstanssal, 100-zal. Minden változót teszteltem normalitásra és homogenitásra. Csak az 1,0-nál nagyobb sajátértékkel rendelkező faktorokat választottam ki (Kaiser kritérium). Számoltam az egyes főkomponensek azon értékét, hogy a variancia hány százalékát magyarázzák. Kiszámítottam a két terület költőhelyei közti különbséget adó főkomponenst. Vizsgáltam az eredeti változók és az első három főkomponens korrelációját (component loading).

Számoltam törzsátmérő eloszlásokat az egyes mintaterület típusokban az őshonos, illetve az inváziós fák összesített halmazára. Az így kapott eloszlásokat Khi-négyzet próbával hasonlítottam össze, egyrészt mintaterület típusonként az őshonos fákat az inváziós fákkal,

másrészt az adott fafaj csoportok eloszlásait élőhelyek között, a két területre jellemző költőterületek között, illetve adott területen az élőhelyek, majd a két terület költőhelyei között.

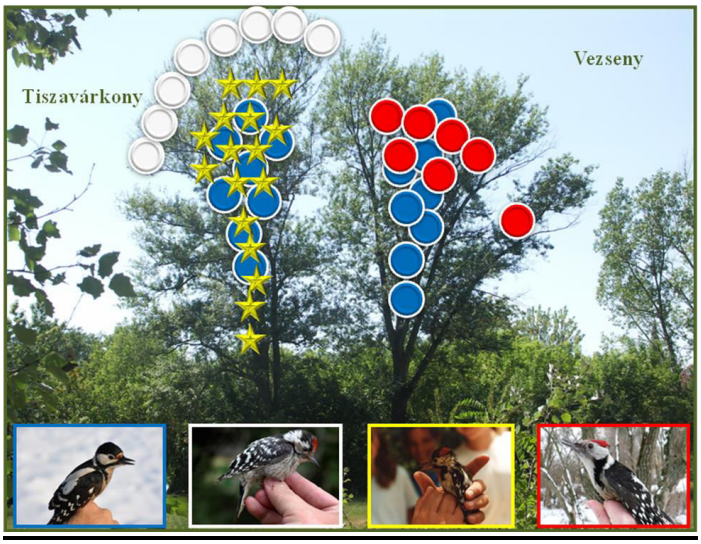
Az analízisekhez a PAST 2.17c (Hammer et al. 2001), illetve a Microsoft Office Excel 2007 szoftvereket alkalmaztam.

4. Eredmények

4.1 Mikrohabitat-használat

4.1.1 Harkályfajok összehasonlításai

A vizsgálat ideje a tiszavárkonyi területen nagy fakopáncsról 775, kis fakopáncsról 63, balkáni fakopáncsról 24, fekete harkályról 12, zöld küllőről 9 adat, a vezsenyi területen nagy fakopáncsról 122, közép fakopáncsról 14, kis fakopáncsról 9, fekete harkályról 6, zöld küllőről 2 adat végül a tiszaroffi területen nagy fakopáncsról 11, kis fakopáncsról 4 adat gyűlt össze. A nagy és kis fakopáncson kívül a többi fajról a kis denzitás miatt kevés adatot gyűjtöttem, az iménti két fajon kívül az értekezésben még a balkáni és a közép fakopáncs eloszlásait elemzem. Ez utóbbi fajok eloszlásai inkább tájékoztató jellegűek, ám általános tendenciák levonhatók belőlük. A későbbi publikáláshoz további vizsgálatok szükségesek.



1. ábra: A különböző harkályfajok téreloszlásának sematikus ábrázolása. Jelmagyarázat: bal oldal: tiszavárkonyi terület, jobb oldal: vezsenyi terület, kék kör: nagy fakopáncs, fehér kör: kis fakopáncs, csillag: balkáni fakopáncs, piros kör: közép fakopáncs.

4.1.1.1 Harkályfajok összehasonlításai, tiszavárkonyi terület

Mivel nem a vizsgálat kezdetétől vettem föl adatokat a területen a mellmagassági törzsátmérőről, így a csekély adatszám miatt ezt a dimenziót nem vettem bele az elemzésbe.

A nagy fakopáncsok kiemelkedően hasznosították az őshonos fákat, míg az idegenhonosokat az amerikai kőrist kivéve kisebb arányban használták. A legtöbb esetben fekete nyár hibrideken mozogtak, ezt követték gyakoriságban a fűz, illetve fehér nyár hibrid

fák. A kis fakopáncs főként a füzeken, illetve a parti szőlőkön tartózkodott, kisebb mértékben használta még a fekete és fehér nyár hibrideket. A balkáni fakopáncs szintén leggyakrabban a füzeken táplálkozott, ezt követték a fekete és fehér nyár hibridek, illetve az amerikai kőrisek *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a nagy és kis fakopáncs és a kis és balkáni fakopáncs összehasonlításakor mutatott szignifikáns eltérést *(3. táblázat)*.

A nagy fakopáncsok egyedei az őshonos fákat preferálták, az idegenhonosokat kerülték. A legjobban a fekete nyár hibrideket preferálták, erősen kerülték a zöld juhart, illetve enyhe preferencia mutatkozott az eperfák iránt. A kis fakopáncsok legjobban a szőlőket preferálták, ezt követték a füzek, majd a fekete nyár hibridek. A fehér nyár hibrideket enyhén kerülték, a többi faj iránt pedig erős kerülést mutattak. A balkáni fakopáncsok legjobban a füzeket, majd a fekete nyár hibrideket preferálták, a fehér nyár hibridek felé enyhe preferenciát tanúsítottak. A többi faj iránt erős kerülést mutattak *(2. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

1. táblázat: A tiszavárkonyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-használat eloszlásai

		Nagy fakopáncs	Kis fakopáncs	Balkáni fakopáncs
Fafaj	Fűz	185	16	13
	Fehér nyár hibridek	134	5	3
	Fekete nyár hibridek	270	11	6
	Amerikai kőris	87	0	2
	Zöld juhar	62	0	0
	Fehér eper	28	0	0
	Nyugati ostorfa	3	0	0
	Parti szőlő	0	16	0
Kondíció	Élő	481	50	11
	Korhadó	253	8	5
	Holt	41	1	8
Táplálkozási magasság	1.	41	2	3
	2.	95	17	4
	3.	275	10	3
	4.	212	15	8
	5.	140	17	6
Famagasság	0,1-5 m	40	9	10
	5,1-10 m	100	15	0
	10,1-15 m	175	23	5
	15,1-20 m	106	4	0
	20 m<	341	11	9
Törzstől becsült relatív távolság	Törzs	360	9	17
	1.	85	1	1
	2.	74	3	1
	3.	116	14	1
	4.	58	1	0
	5.	51	17	4
Ágvastagság	0,1-10 cm	388	53	12
	10,1-20 cm	141	3	2
	20,1-30 cm	104	2	1
	30,1-40 cm	58	1	1
	40,1-50 cm	36	1	1
	50 cm<	28	1	7
Szubsztrát kondíció	Élő	650	19	16
	Holt	124	6	8
Táplálkozási technika	Keresés	231	4	14
	Felszíni vésés	541	41	10
	Mélyebb vésés	454	34	10
	Lombozatról gyűjtés	2	0	0

2. táblázat: A tiszavárkonyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-preferencia eloszlásai

Jacobs szelektivitási index		Nagy fakopáncs	Kis fakopáncs	Balkáni fakopáncs
Fafaj	Fűz	0,55	0,69	0,86
	Fehér nyár hibridek	0,21	-0,09	0,02
	Fekete nyár hibridek	0,65	0,45	0,49
	Amerikai kőris	-0,47	-1,00	-0,59
	Zöld juhar	-0,76	-1,00	-1,00
	Fehér eper	0,06	-1,00	-1,00
	Nyugati ostorfa	-0,20	-1,00	-1,00
	Parti szőlő	-1,00	0,93	-1,00
Kondíció	Élő	0,45	0,80	0,16
	Korhadó	-0,41	-0,76	-0,63
	Holt	-0,23	-0,68	0,70
Famagasság	0,1-5 m	-0,74	-0,37	0,32
	5,1-10 m	-0,63	-0,36	-1,00
	10,1-15 m	0,19	0,49	0,13
	15,1-20 m	0,21	-0,21	-1,00
	20 m<	0,84	0,52	0,79

3. táblázat: A tiszavárkonyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-eloszlásainak összehasonlításai, Khi-négyzet próbával

Nagy fakopáncs - Kis fakopáncs	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	272,41	8	**3,03E-54**
Kondíció	12,22	3	**6,67E-03**
Táplálkozási magasság	19,55	5	**1,51E-03**
Famagasság	30,26	5	**1,31E-05**
Törzstől becsült relatív távolság	66,12	6	**2,54E-12**
Ágvastagság	28,75	6	**6,80E-05**
Szubsztrát kondíció	1,13	2	5,68E-01
Táplálkozási technika	9,69	4	**4,60E-02**
Fafaj preferencia	167,69	8	**3,93E-32**
Kondíció preferencia	11,28	3	**1,03E-02**
Famagasság preferencia	15,35	5	**8,97E-03**

Kis fakopáncs - Balkáni fakopáncs	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	13,82	5	**1,68E-02**
Kondíció	19,84	3	**1,83E-04**
Táplálkozási magasság	4,07	5	5,39E-01
Famagasság	17,44	5	**3,74E-03**
Törzstől becsült relatív távolság	19,16	6	**3,90E-03**
Ágvastagság	18,25	6	**5,65E-03**
Szubsztrát kondíció	0,52	2	7,70E-01
Táplálkozási technika	23,26	3	**3,57E-05**
Fafaj preferencia	97,26	8	**1,55E-17**
Kondíció preferencia	49,75	3	**9,01E-11**
Famagasság preferencia	50,99	5	**8,68E-10**

Nagy fakopáncs - Balkáni fakopáncs	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	12,55	7	8,39E-02
Kondíció	31,85	3	**5,62E-07**
Táplálkozási magasság	6,90	5	2,28E-01
Famagasság	55,32	5	**1,12E-10**
Törzstől becsült relatív távolság	11,26	6	8,06E-02
Ágvastagság	36,91	6	**1,83E-06**
Szubsztrát kondíció	5,05	2	7,99E-02
Táplálkozási technika	10,72	4	**2,99E-02**
Fafaj preferencia	47,49	8	**1,24E-07**
Kondíció preferencia	21,41	3	**8,64E-05**
Famagasság preferencia	80,82	5	**5,65E-16**

Mindhárom faj leginkább élő fákon tartózkodott, de míg a nagy és kis fakopáncs legkevésbé a holt fákat használta, úgy a balkáni fakopáncs legkisebb gyakorisággal a korhadó fákon táplálkozott *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*. A nagy és kis fakopáncs csak az élő fákat preferálta, legjobban a korhadó fákat kerülte. A balkáni fakopáncs legjobban a holt fákat preferálta, a korhadó fákat kerülte *(2. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

A nagy fakopáncs főként a felső három magassági régióban táplálkozott. A kis fakopáncs főként a 2., 4. és 5. régióban mozgott, míg a balkáni fakopáncs a két legfelsőben táplálkozott *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

A nagy fakopáncs a legnagyobb mértékben a 10-15 m, illetve a 20 m-nél magasabb fákat használta, a többi kategória részesedése kisebb mértékű volt. A kis fakopáncs az 5-15 és a 20 m-nél magasabb fákon tartózkodott. A balkáni fakopáncs a maximum 5 méteres, illetve a 20 m-nél magasabb fákat használta *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*. A nagy fakopáncs kerülte a 0,1-5 és 5,1-10 m magas fákat, az ennél magasabb fák iránt egyre nagyobb preferenciát mutatott. A másik két faj leginkább a legmagasabb fákat preferálta, továbbá preferenciát mutattak a 10-15 m magas fák felé, valamint a balkáni fakopáncs esetében preferencia mutatkozott a maximum 5 m magas fák iránt is *(2. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

A nagy fakopáncs leginkább a fatörzseken kereste táplálékát. A kis fakopáncs főként az ágcsúcson, majd az ágak középső részé, végül pedig a törzsön táplálkozott. A balkáni fakopáncs főként a törzsön mozgott, de az ágcsúcsot is használta kis mértékben *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a nagy és kis fakopáncs és a kis és balkáni fakopáncs összehasonlításakor mutatott szignifikáns eltérést *(3. táblázat)*.

Mindhárom faj főként a legvékonyabb ágvastagsági kategóriát használta, a kis fakopáncs ezt a mikrohabitatot a másik két fajnál exkluzívabban használta. A balkáni fakopáncs esetében a madarak jelentős része még az 50 cm-nél vastagabb szubsztrátokat is használta *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

Mindhárom faj főként élő ágakon táplálkozott *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba egyik összehasonlításkor sem mutatott szignifikáns eltérést *(3. táblázat)*.

A nagy fakopáncs legnagyobb arányban felszíni vésésekkel szerezte táplálékát, de ettől nem sokkal marad el a mélyebb vésések alkalmazása sem. Elenyésző arányban detektáltam a táplálék lombozatról való gyűjtését. A kis fakopáncs főként felszíni, majd mélyebb vésésekkel, majd „kereséssel" kereste táplálékát. A balkáni fakopáncs leggyakrabban keresést alkalmazott, majd felszíni és mélyebb vésést *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba mindhárom faj összehasonlításakor szignifikáns eltérést mutatott *(3. táblázat)*.

A különböző fajok tereloszlását az *1. ábra* szemlélteti.

4.1.1.2 Harkályfajok összehasonlításai, vezsenyi terület

A nagy fakopáncsok kiemelkedően hasznosították az őshonos fákat, míg az idegenhonosokat az amerikai kőrist kivéve kisebb arányban használták. A legtöbb esetben fekete nyár hibrideken mozogtak, ezt követték gyakoriságban a fűz, illetve fehér nyár hibrid fák. A legnagyobb arányban a fűzfákat használták, ezt követték az amerikai kőrisek, a fekete nyár hibridek, illetve a fehér nyár hibridek. A további fajokat kevésbé hasznosították, ostorfáról nem rögzítettem adatot. A közép fakopáncsok legnagyobb arányban a füzeken táplálkoztak, illetve kis mértékben az amerikai kőriseken és zöld juharokon. *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést nem mutatott *(6. táblázat)*. A nagy fakopáncsok az őshonos fákat preferálták, az idegenhonosokat kerülték. Enyhe preferencia mutatkozott az eperfák iránt. A közép fakopáncsok csak a füzek iránt mutattak preferenciát, illetve az amerikai kőris esetében enyhébb kerülést lehetett tapasztalni *(5. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs főként a 30-70 cm vastagságú fákon mozgott. A közép fakopáncs szinte kizárólag az 60-70 cm vastag fákat használta *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*. A nagy fakopáncs a 30 cm-nél vastagabb fákat preferálta, az annál vékonyabbakat kerülte, a legjobban a 100 cm-nél vastagabb fákat kedvelte. A közép fakopáncs erős preferenciát mutatott a 60-70 cm vastag fák felé *(5. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs leggyakrabban a korhadó, legritkábban a holt fákat használta. A közép fakopáncs főként korhadó, majd pedig élő fákat használt. *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(6. táblázat)*. A vizsgált fajok az élő és korhadó fák iránt mutattak preferenciát *(5. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

4. táblázat: A vezsenyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-használat eloszlásai

		Nagy fakopáncs	**Közép fakopáncs**
Fafaj	Fűz	58	11
	Fehér nyár hibridek	16	0
	Fekete nyár hibridek	22	0
	Amerikai kőris	23	2
	Zöld juhar	2	1
	Fehér eper	1	0
	Nyugati ostorfa	0	0
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	1	0
	10,1-20 cm	2	0
	20,1-30 cm	3	0
	30,1-40 cm	21	1
	40,1-50 cm	25	0
	50,1-60 cm	10	0
	60,1-70 cm	22	11
	70,1-80 cm	4	0
	80,1-90 cm	9	0
	90,1-100 cm	7	0
	100 cm<	6	0
Kondíció	Élő	33	6
	Korhadó	84	8
	Holt	5	0
Táplálkozási magasság	1.	3	0
	2.	4	3
	3.	54	7
	4.	25	4
	5.	33	0
Famagasság	0,1-5 m	0	0
	5,1-10 m	5	2
	10,1-15 m	51	12
	15,1-20 m	26	0
	20 m<	37	0
Törzstől becsült relatív távolság	Törzs	52	3
	1.	13	1
	2.	6	3
	3.	22	5
	4.	11	1
	5.	11	1
Ágvastagság	0,1-10 cm	57	12
	10,1-20 cm	34	1
	20,1-30 cm	16	1
	30,1-40 cm	4	0
	40,1-50 cm	3	0
	50 cm<	2	0
Szubsztrát kondíció	Élő	87	6
	Holt	29	8
Táplálkozási technika	Keresés	35	4
	Felszíni vésés	86	10
	Mélyebb vésés	80	3
	Lombozatról gyűjtés	1	0

5. táblázat: A vezsenyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-preferencia eloszlásai

Jacobs szelektivitási index		**Nagy fakopáncs**	**Közép fakopáncs**
Fafaj	Fűz	0,75	0,95
	Fehér nyár hibridek	0,73	-1,00
	Fekete nyár hibridek	0,49	-1,00
	Amerikai kőris	-0,74	-0,36
	Zöld juhar	-0,86	-0,79
	Fehér eper	0,27	-1,00
	Nyugati ostorfa	-1,00	-1,00
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	-0,96	-1,00
	10,1-20 cm	-0,91	-1,00
	20,1-30 cm	-0,73	-1,00
	30,1-40 cm	0,39	0,05
	40,1-50 cm	0,73	-1,00
	50,1-60 cm	0,43	-1,00
	60,1-70 cm	0,83	1,00
	70,1-80 cm	0,40	-1,00
	80,1-90 cm	0,83	-1,00
	90,1-100 cm	0,95	-1,00
	100 cm<	0,67	-1,00
Kondíció	Élő	0,12	0,10
	Korhadó	0,01	0,07
	Holt	-0,42	-1,00
Famagasság	0,1-5 m	-1,00	-1,00
	5,1-10 m	-0,90	-0,60
	10,1-15 m	0,57	0,93
	15,1-20 m	0,78	-1,00
	20 m<	0,91	-1,00

6. táblázat: A vezsenyi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-eloszlásainak összehasonlításai, Khi-négyzet próbával

	Khi-négyzet	**Szabadságfok**	**P**
Fafaj	139,39	7	**6,81E-27**
Törzsátmérő mellmagasságban	28,55	11	**0,0027**
Kondíció	1,92	3	0,5886
Táplálkozási magasság	12,39	5	**0,0298**
Famagasság	14,69	4	**0,0054**
Törzstől becsült relatív távolság	8,35	6	0,2133
Ágvastagság	6,94	6	0,3267
Szubsztrát kondíció	6,34	2	**0,0420**
Táplálkozási technika	3,36	4	0,4992
Fafaj preferencia	139,39	7	**6,81E-27**
Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	188,51	11	**1,79E-34**
Kondíció preferencia	10,52	3	**0,0146**
Famagasság preferencia	135,17	5	**1,90E-27**

A nagy fakopáncs leginkább a felső három magassági régióban kereste táplálékát. A közép fakopáncs főként a középső három magassági régiót használta, legnagyobb részesedéssel a középső régiót *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs leggyakrabban a 10-15 és a 20 m-nél magasabb fákon mozgott. A közép fakopáncs szinte kizárólag a 10-15 m magas fákon táplálkozott *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott (6. táblázat). A nagy fakopáncs kerülte a 10 m-nél alacsonyabb fákat. Az ennél magasabb fák kategóriáit egyre nagyobb mértékben preferálta. A közép fakopáncs 10-15 m magas fák felé erős preferenciát mutatott, a többi kategóriát erősen kerülte *(5. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs leggyakrabban a törzseken mozgott, a közép fakopáncs legnagyobb arányban az ágak középső részén táplálkozott, de minden horizontális régióban képviseltette magát (*4. táblázat*). A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést nem mutatott (*6. táblázat*).

Mindkét faj a 0,1-10 cm-es vastagságú ágakon mozgott, de a közép fakopáncs ezt a forrást exkluzívabban használta *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést nem mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs főként élő ágakat használ, ezzel szemben a közép fakopáncs kis mértékben ugyan, de inkább holt ágakon kereste táplálékát *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést mutatott *(6. táblázat)*.

A nagy fakopáncs legnagyobb mértékben felszíni, majd mélyebb vésést alkalmazott, elenyésző hányadban a lombozatról is gyűjtött. A közép fakopáncs főként felszíni vésést, kisebb mértékben keresést, még kisebb mértékben mélyebb vésést alkalmazott *(4. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két faj között szignifikáns eltérést nem mutatott *(6. táblázat)*.

A két faj tereloszlását az *1. ábra* szemlélteti.

4.1.1.3. Harkályfajok összehasonlításai, tiszaroffi terület

A tiszaroffi területen a nagy fakopáncsok főként a 30-40 cm-es átmérőjű, élő, 10-15 m magas fehér nyár hibrideken tartózkodtak, ahol a középső magassági régióban az ágcsúcson kívül a horizontális tengelyt széles spektrumon használták. A használt szubsztrátok élők, és maximum 10 cm vastagok voltak. Főként felszíni véséseket alkalmaztak *(7. táblázat)*.

A kis fakopáncsok az élő és korhadó, 10-40 cm-es átmérőjű, 10-20 m magas őshonos fákat használták, ahol a 3. és 4. magassági régióban a törzsön és az ágak törzshöz közeli részén, maximum 20 cm-es, élő szubsztrátokon főként a „keresést” alkalmazták *(7. táblázat)*.

7. táblázat: A tiszaroffi területen megfigyelt harkályfajok mikrohabitat-preferencia eloszlásai

		Nagy fakopáncs	Kis fakopáncs
Fafaj	Fűz	0	2
	Fehér nyár hibridek	11	1
	Fekete nyár hibridek	0	1
	Amerikai kőris	0	0
	Zöld juhar	0	0
	Fehér eper	0	0
	Nyugati ostorfa	0	0
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	0	0
	10,1-20 cm	0	1
	20,1-30 cm	0	1
	30,1-40 cm	9	2
	40,1-50 cm	0	0
	50,1-60 cm	2	0
	60,1-70 cm	0	0
	70,1-80 cm	0	0
	80,1-90 cm	0	0
	90,1-100 cm	0	0
	100 cm<	0	0
Kondíció	Élő	9	3
	Korhadó	2	1
	Holt	0	0
Táplálkozási magasság	1.	0	0
	2.	0	0
	3.	11	3
	4.	0	1
	5.	0	0
Famagasság	0,1-5 m	0	0
	5,1-10 m	0	0
	10,1-15 m	11	2
	15,1-20 m	0	2
	20 m<	0	0
Törzstől becsült relatív távolság	Törzs	2	3
	1.	2	1
	2.	1	0
	3.	3	0
	4.	3	0
	5.	0	0
Ágvastagság	0,1-10 cm	11	3
	10,1-20 cm	0	1
	20,1-30 cm	0	0
	30,1-40 cm	0	0
	40,1-50 cm	0	0
	50 cm<	0	0
Szubsztrát kondíció	Élő	11	4
	Holt	0	0
Táplálkozási technika	Keresés	2	3
	Felszíni vésés	9	1
	Mélyebb vésés	0	1
	Lombozatról gyűjtés	0	0

4.1.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat

4.1.2.1 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, területek szernti összahasonlítások

Mindkét területen a nagy fakopáncsok kiemelkedően hasznosították az őshonos fákat, míg az idegenhonosokat az amerikai kőrist kivéve kisebb arányban használták. A tiszavárkonyi területen a legtöbb esetben fekete nyár hibrideken mozogtak, ezt követték gyakoriságban a fűz, illetve fehér nyár hibrid fák. A vezsenyi területen legnagyobb arányban a fűz fákat használták, ezt követték az amerikai kőrisek, a fekete nyár hibridek, illetve a fehér nyár hibridek. Mindkét területen a további fajokat kevésbé hasznosították, a vezsenyi területen nem rögzítettem adatot ostorfáról *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*. A Jacobs szelektivitási index értékei ezt a következőképpen módosították: mindkét területen a faj egyedei az őshonos fákat preferálták, az idegenhonosokat kerülték. A tiszavárkonyi területen a legjobban a fekete nyár hibrideket preferálták, a vezsenyi területen pedig nagyon hasonló értékkel a füzeket és a fehér nyár hibrideket. Mindkét területen erősen kerülték a zöld juhart, illetve szintén mindkét területen enyhe preferencia mutatkozott az eperfák iránt *(9. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*.

A tiszavárkonyi területen széles spektrumon, aránylag kiegyenlítetten használták a különböző mellmagassági törzsátmérő kategóriába eső fákat, ezzel szemben a vezsenyi területen a 30 és 70 cm közötti intervallumokhoz tartozó kategóriákat kiemelkedő részesedéssel használták, a többi kategória lényegesen kisebb részesedéssel volt képviseltetve *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*. A tiszavárkonyi területen a 40 cm-nél vastagabb fák iránt mutatkozott preferencia, amely a növekvő törzsvastagsággal 90 cm-ig nőtt, majd enyhe csökkenést mutatott a vastagabb fák felé. A vezsenyi területen már a 30 cm-nél vastagabb fák esetében kimutatható volt a preferencia, de a különböző kategóriák preferáltsága nem mutatott határozott tendenciát *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*.

A tiszavárkonyi területen leggyakrabban az élő, legritkábban a holt fákat használták, a vezsenyi területen ezzel szemben leggyakrabban a korhadó, legritkábban a holt fákat *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*. Mindkét területen az élő fákat preferálták. A tiszavárkonyi területen a legjobban a korhadó fákat, kevésbé a holtfákat kerülték, ezzel szemben a vezsenyi területen

enyhén preferálták a korhadó fákat, illetve kerülték a holt fákat *(9. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*.

Mindkét területen a legnagyobb arányban a felső három régióban mozogtak a fákon (3-5. régiók), de ezeket a térrészeket a vezsenyi területen kizárólagosabban használták *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*.

8. táblázat: A nagy fakopáncs mikrohabitat-használat eloszlásai a tiszavárkonyi és a vezsenyi területen

		Tiszavárkony	**Vezseny**
Fafaj	Fűz	185	58
	Fehér nyár hibridek	134	16
	Fekete nyár hibridek	270	22
	Amerikai kőris	87	23
	Zöld juhar	62	2
	Fehér eper	28	1
	Nyugati ostorfa	3	0
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	22	1
	10,1-20 cm	26	2
	20,1-30 cm	38	3
	30,1-40 cm	17	21
	40,1-50 cm	24	25
	50,1-60 cm	32	10
	60,1-70 cm	22	22
	70,1-80 cm	29	4
	80,1-90 cm	37	9
	90,1-100 cm	19	7
	100 cm<	29	6
Kondíció	Élő	481	33
	Korhadó	253	84
	Holt	41	5
Táplálkozási magasság	1.	41	3
	2.	95	4
	3.	275	54
	4.	212	25
	5.	140	33
Famagasság	0,1-5 m	40	0
	5,1-10 m	100	5
	10,1-15 m	175	51
	15,1-20 m	106	26
	20 m<	341	37
Törzstől becsült relatív távolság	Törzs	360	52
	1.	85	13
	2.	74	6
	3.	116	22
	4.	58	11
	5.	51	11
Ágvastagság	0,1-10 cm	388	57
	10,1-20 cm	141	34
	20,1-30 cm	104	16
	30,1-40 cm	58	4
	40,1-50 cm	36	3
	50 cm<	28	2
Szubsztrát kondíció	Élő	650	87
	Holt	124	29
Táplálkozási technika	Keresés	231	35
	Felszíni vésés	541	86
	Mélyebb vésés	454	80
	Lombozatról gyűjtés	2	1

9. táblázat: A nagy fakopáncs mikrohabitat-preferencia eloszlásai a tiiszavárkonyi és a vezsenyi területen

Jacobs szelektivitási index		**Tiszavárkony**	**Vezseny**
Fafaj	Fűz	0,55	0,75
	Fehér nyár hibridek	0,21	0,73
	Fekete nyár hibridek	0,65	0,49
	Amerikai kőris	-0,47	-0,74
	Zöld juhar	-0,76	-0,86
	Fehér eper	0,06	0,27
	Nyugati ostorfa	-0,20	-1,00
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	-0,82	-0,96
	10,1-20 cm	-0,44	-0,91
	20,1-30 cm	0,01	-0,73
	30,1-40 cm	-0,14	0,39
	40,1-50 cm	0,27	0,73
	50,1-60 cm	0,64	0,43
	60,1-70 cm	0,60	0,83
	70,1-80 cm	0,59	0,40
	80,1-90 cm	0,88	0,83
	90,1-100 cm	0,84	0,95
	100 cm<	0,76	0,67
Kondíció	Élő	0,45	0,12
	Korhadó	-0,41	0,01
	Holt	-0,23	-0,42
Famagasság	0,1-5 m	-0,74	-1,00
	5,1-10 m	-0,63	-0,90
	10,1-15 m	0,19	0,57
	15,1-20 m	0,21	0,78
	20 m<	0,84	0,91

10. táblázat: A tiszavárkonyi és vezsenyi területeken, nagy fakopáncsoknál tapasztalt eloszlások összehasonlításai, Khi-négyzet próbával

	Khi-négyzet	**Szabadságfok**	**P**
Fafaj	45,77	7	**9,69E-08**
Törzsátmérő mellmagasságban	67,88	11	**3,08E-10**
Kondíció	59,63	3	**7,06E-13**
Táplálkozási magasság	18,04	5	**0,00289**
Famagasság	37,80	5	**4,14E-07**
Törzstől becsült relatív távolság	4,78	6	0,5723
Ágvastagság	10,51	6	0,1047
Szubsztrát kondíció	5,71	2	0,0574
Táplálkozási technika	1,53	4	0,8219
Fafaj preferencia	32,76	7	**2,93E-05**
Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	39,44	11	**4,46E-05**
Kondíció preferencia	8,33	3	**0,03971**
Famagasság preferencia	14,15	5	**0,0147**

Mindkét területen a legnagyobb mértékben a 10-15 m, illetve a 20 m-nél magasabb fákat használták, a többi kategória részesedése kisebb mértékű volt, illetve a vezsenyi területen exkluzívabban használták a nevezett két kategóriát *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet

próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*. Mindkét területen kerülték a 0,1-5 és 5,1-10 m magas fákat, az ennél magasabb fák iránt egyre nagyobb preferenciát mutattak, ez a tiszavárkonyi területnél exkluzívabb volt *(9. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(10. táblázat)*.

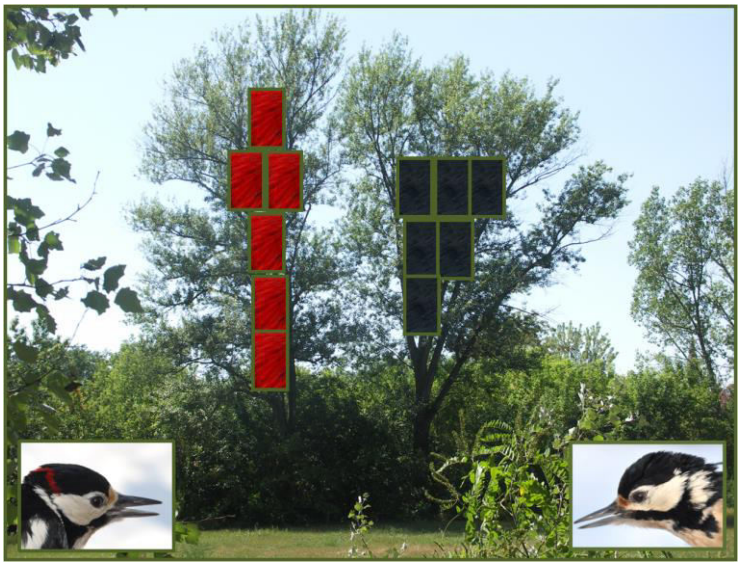
Mindkét területen főként a törzsön táplálkoztak, kisebb mértékben az ágak középső részén, még kisebb mértékben az ágak törzshöz legközelebbi részén *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(10. táblázat)*.

Mindkét területen főként a 10 cm-es, vagy annál vékonyabb ágakon táplálkoztak, a vastagabb ágakat jelentő kategóriák hasznosítása csökkenő tendenciát mutatott *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(10. táblázat)*.

Mindkét területen legnagyobb arányban élő ágakon táplálkoztak *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(10. táblázat)*.

Mindkét területen legnagyobb arányban felszíni vésésekkel szerezték táplálékukat, de ettől nem sokkal marad el a mélyebb vésések alkalmazása sem. Elenyésző arányban sikerült detektálni a táplálék lombozatról való gyűjtését *(8. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(10. táblázat)*.

4.1.2.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, adott területen belül



2. ábra: A különböző nagy fakopáncs ivarok tereloszlásának sematikus ábrázolása. Jelmagyarázat: bal oldal: hímek, jobb oldal: tojók.

4.1.2.2.1 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, tiszavárkonyi terület

Mindkét ivar legtöbbet a fekete nyár hibrideket használta. A hímek esetében a sorrend a legkevésbé használt fafajok felé a következő volt: fűz, amerikai kőris, zöld juhar, fehér nyár hibrid, fehér eper, nyugati ostorfa. A tojók esetében pedig a következő volt a sorrend: fehér nyár hibrid, fűz, amerikai kőris, zöld juhar, nyugati ostorfa *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*. A hímek legjobban a fekete nyár hibrideket preferálták, ezt követték a füzek és az eperfák. A fehér nyár hibridek felé kismértékű kerülést mutattak, ennél egyre jobban kerülték a következő fajokat: ostorfa, amerikai kőris, zöld juhar. A tojók szintén legnagyobb mértékben a fekete nyár hibrideket preferálták, de mindkét további őshonos kategória iránt egyforma mértékű, jelentős preferenciát mutattak. Csupán az inváziós fajokat kerülték, közülük legjobban a zöld juhart *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

A két ivar a különböző törzsvastagság kategóriákat széles spektrumon használta, a hímeknél nem fedezhető föl tendencia, a tojók főként a 20-30, illetve az 50 cm-nél vastagabb fákat használták *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*. Mindkét ivar főként az 50 cm-nél vastagabb fák intervallumait preferálta, de a hímek preferenciája szélesebb spektrumon volt *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legtöbbet az élő fákon tartózkodott, ezt követték csökkenő sorrendben a korhadó, majd a holt fák. A hímek esetében az arányok kiegyenlítettebbek voltak *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*. A hímek csökkenő sorrendben az élő és holt fákat preferálták, a korhadó fákat kerülték, a tojók csak az élő fákat preferálták, legjobban pedig a holtfákat kerülték *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legtöbbször a felső 3 magassági régióban tartózkodott, ezek közül legjobban a 3. régióban. A gyakoriság felfelé és lefelé csökkent. A hímek esetében az arány kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

11. táblázat: A nagy fakopáncs mikrohabitat-használat eloszlásai a tiszavárkonyi és vezsenyi területen, az ivarok esetében

	Ivar	**Hím**		**Tojó**	
	Terület	**Tiszavárkony**	**Vezseny**	**Tiszavárkony**	**Vezseny**
Fafaj	Fűz	74	13	61	32
	Fehér nyár hibridek	30	7	83	9
	Fekete nyár hibridek	99	6	93	7
	Amerikai kőris	34	7	38	12
	Zöld juhar	32	1	11	0
	Fehér eper	13	0	13	0
	Nyugati ostorfa	1	0	2	0
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	12	1	4	0
	10,1-20 cm	21	0	1	0
	20,1-30 cm	7	3	29	0
	30,1-40 cm	7	2	7	12
	40,1-50 cm	14	6	7	14
	50,1-60 cm	6	5	12	1
	60,1-70 cm	1	4	19	15
	70,1-80 cm	7	0	14	4
	80,1-90 cm	15	7	15	0
	90,1-100 cm	8	6	9	0
	100 cm<	9	0	12	3
Kondíció	Élő	151	13	214	10
	Korhadó	104	21	86	47
	Holt	28	0	7	3
Táplálkozási magasság	1.	27	1	10	2
	2.	44	0	31	4
	3.	98	17	112	23
	4.	72	6	91	11
	5.	40	10	53	19
Famagasság	0,1-5 m	24	0	7	0
	5,1-10 m	45	1	30	1
	10,1-15 m	62	15	73	24
	15,1-20 m	29	5	46	18
	20 m<	121	13	141	16
Törzstől becsült relatív távolság	Törzs	147	13	121	25
	1.	30	2	39	6
	2.	17	2	36	4
	3.	41	7	55	13
	4.	25	6	24	5
	5.	17	4	25	5
Ágvastagság	0,1-10 cm	146	15	168	32
	10,1-20 cm	51	10	43	16
	20,1-30 cm	36	7	45	4
	30,1-40 cm	22	1	19	3
	40,1-50 cm	9	0	19	3
	50 cm<	15	1	7	1
Szubsztrát kondíció	Élő	223	25	265	45
	Holt	60	8	41	14
Táplálkozási technika	Keresés	80	10	92	13
	Felszíni vésés	201	23	214	47
	Mélyebb vésés	169	21	173	43
	Lombozatról gyűjtés	2	1	0	0

12. táblázat: A nagy fakopáncs mikrohabitat-preferencia eloszlásai a tiszavárkonyi és vezsenyi területen, az ivarok esetében

Jacobs szelektivitási index	**Ivar**	**Hím**		**Tojó**	
	Terület	**Tiszavárkony**	**Vezseny**	**Tiszavárkony**	**Vezseny**
Fafaj	Fűz	0,59	0,66	0,47	0,80
	Fehér nyár hibridek	-0,08	0,83	0,47	0,76
	Fekete nyár hibridek	0,65	0,48	0,60	0,27
	Amerikai kőris	-0,45	-0,71	-0,42	-0,72
	Zöld juhar	-0,67	-0,76	-0,89	-1,00
	Fehér eper	0,18	-1,00	0,15	-1,00
	Nyugati ostorfa	-0,25	-1,00	0,06	-1,00
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	-0,73	-0,89	-0,92	-1,00
	10,1-20 cm	-0,01	-1,00	-0,94	-1,00
	20,1-30 cm	-0,35	-0,31	0,34	-1,00
	30,1-40 cm	-0,08	-0,25	-0,17	0,52
	40,1-50 cm	0,49	0,65	0,05	0,80
	50,1-60 cm	0,37	0,62	0,58	-0,31
	60,1-70 cm	-0,36	0,71	0,79	0,90
	70,1-80 cm	0,43	-1,00	0,62	0,69
	80,1-90 cm	0,90	0,94	0,87	-1,00
	90,1-100 cm	0,86	0,98	0,85	-1,00
	100 cm<	0,72	-1,00	0,75	0,70
Kondíció	Élő	0,30	0,36	0,58	-0,18
	Korhadó	-0,33	-0,14	-0,50	0,25
	Holt	0,10	-1,00	-0,59	-0,33
Famagasság	0,1-5 m	-0,60	-1,00	-0,88	-1,00
	5,1-10 m	-0,56	-0,93	-0,71	-0,96
	10,1-15 m	0,17	0,58	0,23	0,54
	15,1-20 m	0,05	0,66	0,27	0,85
	20 m<	0,83	0,93	0,86	0,89

13. táblázat: A nagy fakopáncsok eloszlásainak összehasonlításai területeken belül ivarok között és ivarokon belül területek között, Khi-négyzet próbával

Tiszavárkony, Hím - Tojó	**Khi-négyzet**	**Szabadságfok**	**P**	**Vezseny, Hím - Tojó**	**Khi-négyzet**	**Szabadságfok**	**P**
Fafaj	36,59	7	**5,61E-06**	Fafaj	3,7612	5	0,5843
Törzsátmérő mellmagasságban	57,43	11	**2,77E-08**	Törzsátmérő mellmagasságban	42,04	10	**7,38E-06**
Kondíció	24,24	3	**2,22E-05**	Kondíció	6,6497	3	0,0839
Táplálkozási magasság	14,60	5	**0,0122**	Táplálkozási magasság	2,9929	5	0,7011
Famagasság	18,17	5	**0,0027**	Famagasság	3,2495	4	0,5170
Törzstől becsült relatív távolság	13,20	6	**0,0400**	Törzstől becsült relatív távolság	2,3577	6	0,8840
Ágvastagság	9,10	6	0,1680	Ágvastagság	6,0699	6	0,4154
Szubsztrát kondíció	6,30	2	**0,0428**	Szubsztrát kondíció	0,0030683	2	0,9985
Táplálkozási technika	2,51	4	0,6428	Táplálkozási technika	2,8645	4	0,5808
Fafaj preferencia	10,90	7	0,1431	Fafaj preferencia	3,3724	6	0,7609
Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	76,87	11	**5,92E-12**	Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	400,4	11	**5,04E-79**
Kondíció preferencia	13,08	3	**0,0044751**	Kondíció preferencia	25,483	3	**1,22E-05**
Famagasság preferencia	5,23	5	0,3888	Famagasság preferencia	0,74521	5	0,9804
Hím, Tiszavárkony - Vezseny	**Khi-négyzet**	**Szabadságfok**	**P**	**Tojó, Tiszavárkony - Vezseny**	**Khi-négyzet**	**Szabadságfok**	**P**
Fafaj	12,41	7	0,0878	Fafaj	38,17	7	**2,82E-06**
Törzsátmérő mellmagasságban	28,93	11	**0,0023**	Törzsátmérő mellmagasságban	58,18	11	**2,02E-08**
Kondíció	9,52	3	**0,0231**	Kondíció	59,57	3	**7,28E-13**
Táplálkozási magasság	13,92	5	**0,0161**	Táplálkozási magasság	8,18	5	0,1466
Famagasság	13,20	5	**0,0216**	Famagasság	20,87	5	**0,0009**
Törzstől becsült relatív távolság	6,35	6	0,3847	Törzstől becsült relatív távolság	1,95	6	0,9242
Ágvastagság	6,08	6	0,4139	Ágvastagság	7,73	6	0,2586
Szubsztrát kondíció	0,16	2	0,9223	Szubsztrát kondíció	4,12	2	0,1272
Táplálkozási technika	1,66	4	0,7978	Táplálkozási technika	2,78	3	0,4270
Fafaj preferencia	76,95	7	**5,75E-14**	Fafaj preferencia	68,42	7	**3,08E-12**
Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	185,30	11	**8,25E-34**	Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	232,03	11	**1,60E-43**
Kondíció preferencia	34,09	3	**1,90E-07**	Kondíció preferencia	29,86	3	**1,48E-06**
Famagasság preferencia	23,51	5	**0,0003**	Famagasság preferencia	10,30	5	0,0671

Mindkét ivar leggyakrabban a 10-15 m-es és a 20 m-nél magasabb fákon táplálkozott, ez a tojók esetében kizárólagosabb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*. A 10 m-nél alacsonyabb fákat különböző arányokkal mindkét ivar kerülte, legjobban a legmagasabb fákat kedvelte *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar főként a törzsön táplálkozott, kisebb mértékben az ágak törzshöz legközelebbi részén, még kisebb mértékben az ágak középső részén. A tojók esetében az eloszlás kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar főként a 10 cm-es, vagy annál vékonyabb ágakon táplálkozott, a vastagabb ágakat jelentő kategóriák hasznosítása csökkenő tendenciát mutatott. A hímek esetében az eloszlás kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legnagyobb arányban élő ágakon táplálkozott, de hímek esetében az eloszlás kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legnagyobb arányban felszíni vésésekkel szerezte táplálékát, de ettől nem sokkal maradt el a mélyebb vésések alkalmazása sem. Elenyésző arányban sikerült detektálni a hímeknél a táplálék lombozatról való gyűjtését. A hímek esetében az eloszlás kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

A különböző ivarok tereloszlását sematikusan a *2. ábra* szemlélteti.

4.1.2.2.2 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, ivar szerinti összehasonlítások, vezsenyi terület

Mindkét ivar legtöbbet a fűzfákat használta. A hímek esetében a sorrend a legkevésbé használt fafajok felé a következő volt: fűz, fehér nyár hibrid, fekete nyár hibrid, amerikai kőris, zöld juhar. Fehér eperről és nyugati ostorfáról nem rögzítettem adatot. A tojók esetében pedig a következő volt a sorrend: amerikai kőris, fehér nyár hibrid, fekete nyár hibrid. a többi faj esetében nem rögzítettem adatot *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*. A hímek preferencia sorrendje csökkenő sorrendben a következő: fehér nyár hibrid, fűz, fekete nyár hibrid, amerikai kőris, zöld juhar,

fehér eper, nyugati ostorfa. Csupán az őshonos fák iránt mutattak preferenciát. A tojók preferencia sorrendje a következő: fűz, fehér nyár hibrid, fekete nyár hibrid, amerikai kőris, zöld juhar, fehér eper, nyugati ostorfa. Csupán az őshonos fák iránt mutattak preferenciát *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

A két ivar a különböző törzsvastagság kategóriákat széles spektrumon használta. A hímek esetében az eloszlás kiegyenlített volt. A tojók főként a 30-80 cm-es vastagságú fákat használták *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*. Mindkét ivar az 50 cm-nél vastagabb fák intervallumait preferálta főként, de a hímek preferenciája szélesebb spektrumon volt *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legtöbbet a korhadó fákon tartózkodott, ezt követték csökkenő sorrendben az élő, majd a holt fák. A hímek holt fát nem használtak *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*. A hímek az élő fákat, a tojók a korhadó fákat preferálták, a másik két kategóriát kerülték, legjobban a holtfákat *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legtöbbször a felső 3 magassági régióban tartózkodott, ezek közül legjobban a 3. majd az 5. régióban *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar leggyakrabban a 10-15 m-es és a 20 m-nél magasabb fákon táplálkozott *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*. A 10 m-nél alacsonyabb fákat különböző arányokkal mindkét ivar kerülte, legjobban a legmagasabb fákat kedvelte *(12. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két ivar között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar főként a törzsön táplálkozott, kisebb mértékben az ágak középső részén *(1. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar főként a 10 cm-es, vagy annál vékonyabb ágakon táplálkozott, a vastagabb ágakat jelentő kategóriák hasznosítása csökkenő tendenciát mutatott *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legnagyobb arányban élő ágakon táplálkozott *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

Mindkét ivar legnagyobb arányban felszíni vésésekkel szerezte táplálékát, de ettől nem sokkal marad el a mélyebb vésések alkalmazása sem. Elenyésző arányban sikerült detektálni a hímeknél a táplálék lombozatról való gyűjtését. A hímek esetében az eloszlás kiegyenlítettebb volt *(11. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott *(13. táblázat)*.

A különböző ivarok tereloszlását sematikusan a *2. ábra* szemlélteti.

4.1.2.3 Nagy fakopáncs mikrohabitat-használat, aadott ivarra jellemző, területek közötti összehasonlítások

Az adatok eloszlásait az előzőekben már ismertettem, ebben a részben csak az összehasonlításokról lesz szó. A hímek esetében a következő dimenziók esetben különböztek a területek szignifikánsan: mellmagassági törzsátmérő, kondíció, táplálkozási magasság, famagasság, illetve fafaj, törzsátmérő, kondíció és famagasság preferencia. A tojók esetében a következő dimenziók esetében különböztek a területek szignifikánsan: fafaj, mellmagassági törzsátmérő, kondíció, famagasság, illetve fafaj, törzsátmérő és kondíció preferencia *(13. táblázat)*.

4.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata

8 és 12 költőfát térképeztem fel a két vizsgálati évben a tiszavárkonyi, 10-10-et a vezsenyi területen.

4.2.1 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a mintaterületek eloszlásai

Mind a négyféle mintaterület típusban (tiszavárkonyi és vezsenyi élőhely, tiszavárkonyi és vezsenyi költőhely) lényegesen gyakoribbak voltak az inváziós, mint az őshonos fajok. A fehér eper, illetve a nyugati ostorfa csak sporadikusan volt jelen. A tiszavárkonyi területen a leggyakoribb fafaj a zöld juhar, a vezsenyi területen, lényegesen nagyobb egyedszámmal, legnagyobb arányban az amerikai kőris volt jelen. Az őshonos fák közül a tiszavárkonyi élőhelyen a fehér nyár hibridek, a vezsenyi területen a fekete nyár hibridek voltak a leggyakoribbak. Mindkét terület költőhelyeinél a leggyakoribb őshonos fatípus a fűz volt. Ez az eltérés legjobban a vezsenyi területen mutatkozott meg *(14. táblázat)*. Fafajeloszlás terén, a Khi-négyzet próba alapján mind az élőhelyek, mind a költőhelyek, mind az élőhelyek a velük megfelelő költőhelyektől szignifikánsan eltértek *(15. táblázat)*.

14. táblázat: Az egyes mintaterületeken felvett kategóriaváltozók eloszlásai

		Tiszavárkony élőhely	Tiszavárkony költőhely	Vezseny élőhely	Vezseny költőhely
Fafaj	Fűz	51	121	35	94
	Fehér nyár hibridek	61	89	23	18
	Fekete nyár hibridek	22	67	41	18
	Amerikai kőris	169	168	308	337
	Zöld juhar	237	195	114	133
	Fehér eper	22	36	3	2
	Nyugati ostorfa	4	4	3	0
Törzsátmérő	3,1-10 cm	257	220	191	181
	10,1-20 cm	123	162	147	182
	20,1-30 cm	78	97	62	99
	30,1-40 cm	31	61	45	41
	40,1-50 cm	28	47	31	40
	50,1-60 cm	15	27	18	15
	60,1-70 cm	9	23	16	15
	70,1-80 cm	13	14	5	8
	80,1-90 cm	5	10	6	6
	90,1-100 cm	3	9	1	2
	100 cm<	4	10	5	13
Kondíció	Élő	226	210	153	108
	Korhadó	304	396	329	445
	Holt	36	74	45	49
Magasság	0,1-5 m	139	217	156	200
	5,1-10 m	237	260	246	271
	10,1-15 m	129	99	87	102
	15,1-20 m	27	62	22	16
	20 m<	34	42	16	13

15. táblázat: A mintaterületek összehasonlításai az egyes kategóriaváltozók esetében

	Területek			**Tiszavárkony élőhely-költőhely**		
	Khi-négyzet	Szabadságfok	P	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	122,85	7	**1,95E-23**	53,96	7	**2,40E-09**
Törzsátmérő	22,04	11	**2,40E-02**	31,53	11	**9,08E-04**
Kondíció	14,68	3	**2,12E-03**	15,51	3	**1,43E-03**
Magasság	14,93	5	**1,07E-02**	26,50	5	**7,14E-05**
	Költőhelyek			**Vezseny élőhely-költőhely**		
	Khi-négyzet	Szabadságfok	P	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	177,36	7	**7,04E-35**	37,71	7	**3,44E-06**
Törzsátmérő	17,38	11	9,73E-02	13,79	11	2,45E-01
Kondíció	36,04	3	**7,34E-08**	20,42	3	**1,39E-04**
Magasság	38,78	5	**2,63E-07**	4,13	5	5,31E-01

Mind a négy mintaterület típusról általánosságban elmondható, hogy a növekvő törzsvastagság felé a gyakoriságok csökkentek. A költőhelyek esetében az arány enyhén a vastagabb fák felé tolódott. A vezsenyi területen a törzsek denzitása is kisebb volt *(14. táblázat)*. A Khi-négyzet próbák alapján szignifikánsan eltért egymástól a két élőhely, illetve a tiszavárkonyi élőhely és költőhely eloszlása *(15. táblázat)*.

Mind a négy területen a leggyakoribbak a korhadó, a legritkábbak a holtfák voltak. A vezsenyi területen ez a különbség még markánsabb volt, illetve mindkét terület költőhelyein, az élőhelyeken tapasztalthoz képest szintén nagyobb arányú volt a korhadó fák részesedése

(14. táblázat). A Khi-négyzet próba eredménye mind a négy összehasonlítás esetben szignifikáns eltérést mutatott ki *(15. táblázat)*.

Mind a négy területen a leggyakoribbak az 5-10 m magas fák voltak. A tiszavárkonyi területen a másik területhez képest nagyobb arányban voltak jelen a 20 m-nél magasabb fák, illetve a költőhelyeken az élőhelyekhez képest nagyobb részesedéssel voltak képviseltetve a maximum 5 m magas fák *(14. táblázat)*. A Khi-négyzet próba alapján a Vezsenyi terület költőhelyek eloszlása nem tértek el szignifikánsan az élőhely eloszlásától, a többi összehasonlítás szignifikáns eredményt hozott *(15. táblázat)*.

4.2.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a folytonos változók összehasonlításai

A két terület közül a törzsek denzitása hektáronként a tiszavárkonyi területen mutatkozott nagyobbnak. A területeken belül a költőhelyeken ez az érték az élőhelyek értékeihez képest magasabb volt *(16. táblázat)*. A kétmintás t próba egyik összehasonlításban sem mutatott szignifikáns eltérést *(17. táblázat)*.

16. táblázat: A költőterület-használat vizsgálatához felvett folytonos változók átlag- és szórás értékei az egyes mintaterületeken

	Tiszavárkony élőhely		**Tiszavárkony költőhely**		**Vezseny élőhely**		**Vezseny költőhely**	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Összes fa/ha	566,00	237,10	680,00	228,22	527,00	190,76	602,00	151,47
Őshonos fák/ha	134,00	76,80	277,00	152,63	99,00	103,92	130,00	78,27
Inváziós fák/ha	406,00	196,18	363,00	197,27	422,00	163,37	470,00	148,18
Élő fák/ha	226,00	191,95	210,00	137,27	153,00	172,08	108,00	103,90
Korhadó fák/ha	304,00	164,87	396,00	146,91	329,00	148,75	445,00	146,23
Holtfák/ha	36,00	26,44	74,00	53,55	45,00	42,98	49,00	39,72
50 cm-nél vastagabb fák/ha	49,00	32,75	93,00	46,46	51,00	28,64	59,00	37,54
Őshonos fák/(őshonos+inváziós fák)	0,25	0,10	0,43	0,21	0,18	0,15	0,22	0,12
Fafaj diverzitás (Shannon)	1,17	0,23	1,26	0,21	0,86	0,36	0,90	0,28
Törzsvastagság diverzitás (Shannon)	1,33	0,23	1,64	0,20	0,76	1,16	1,37	0,70
Kondíció diverzitás (Shannon)	0,70	0,30	0,83	0,19	0,66	0,24	0,63	0,25
Famagasság diverzitás (Shannon)	1,09	0,25	1,22	0,16	1,10	0,12	1,09	0,15

A tiszavárkonyi területen hektáronként több volt az őshonos fa, területenként pedig nagyobb érték jellemezte a költőhelyeket *(16. táblázat)*. A próbastatisztika csak a két terület költőhelyeinek, illetve a tiszavárkonyi élőhelyek és költőhelyek összehasonlításánál mutatott szignifikáns eltérést *(17. táblázat)*.

A vezsenyi területen mindkét mintaterület típusban nagyobb volt az inváziós fák száma, de míg a tiszavárkonyi területen a költőhelyeken, addig a vezsenyi területen az élőhelyen

mértem nagyobb értéket *(16. táblázat)*. A próbastatisztika egyik összehasonlításban sem mutatott szignifikáns eltérést *(17. táblázat)*.

A vezsenyi területen kevesebb élő fa volt hektáronként, illetve a költőhelyekhez képest az élőhelyeken több élő fát mértem *(16. táblázat)*. Szignifikáns eltérés csak a két terület költőhelyei között mutatkozott *(17. táblázat)*.

17. táblázat: A mintaterületek összehasonlításai a különböző folytonos változók esetében

	Területek					
	t(kétmintás)	P(t(kétmintás))	F	P(F)	t(Welch)	P(t(Welcht))
Összes fa/ha	0,57	0,5699	1,54	0,3514	0,57	0,57
Őshonos fák/ha	1,21	0,2333	1,83	0,1967	1,21	0,23
Inváziós fák/ha	-0,28	0,7808	1,44	0,4323	-0,28	0,78
Élő fák/ha	1,27	0,2131	1,24	0,6386	1,27	0,21
Korhadó fák/ha	-0,50	0,6175	1,23	0,6582	-0,50	0,62
Holtfák/ha	-0,80	0,4300	2,64	**0,0402**	-0,80	0,43
50 cm-nél vastagabb fák/ha	-0,21	0,8382	1,31	0,5641	-0,21	0,84
Őshonos fák/(őshonos+inváziós fák)	1,71	0,0951	2,54	**0,0491**	1,71	0,10
Fafaj diverzitás (Shannon)	3,21	**0,0027**	2,41	0,0619	3,207	**0,003**
Törzsvastagság diverzitás (Shannon)	2,18	**0,0356**	25,52	**2,1E-09**	2,179	**0,041**
Kondíció diverzitás (Shannon)	0,54	0,5913	1,61	0,3073	0,542	0,591
Famagasság diverzitás (Shannon)	-0,05	0,9615	4,27	**0,0027**	-0,049	0,962
	Költőhelyek					
	t(kétmintás)	P(t(kétmintás))	F	P(F)	t(Welch)	P(t(Welcht))
Összes fa/ha	1,27	0,2106	2,27	0,0819	1,27	0,2117
Őshonos fák/ha	3,83	**0,0005**	3,80	**0,0055**	3,83	**0,0006**
Inváziós fák/ha	-1,94	0,0599	1,77	0,2214	-1,94	0,0605
Élő fák/ha	2,65	**0,0117**	1,75	0,2339	2,65	**0,0120**
Korhadó fák/ha	-1,06	0,2971	1,01	0,9841	-1,06	0,2971
Holtfák/ha	1,68	0,1018	1,82	0,2021	1,68	0,1025
50 cm-nél vastagabb fák/ha	2,55	**0,0151**	1,53	0,3608	2,55	**0,0153**
Őshonos fák/(őshonos+inváziós fák)	3,87	**0,0004**	2,83	**0,0284**	3,87	**0,0005**
Fafaj diverzitás (Shannon)	4,73	**0,0000**	1,83	0,1968	4,73	**0,0000**
Törzsvastagság diverzitás (Shannon)	1,65	0,1066	12,70	**8,5E-07**	1,65	0,1126
Kondíció diverzitás (Shannon)	2,88	**0,0064**	1,74	0,2387	2,88	**0,0066**
Famagasság diverzitás (Shannon)	2,65	**0,0118**	1,06	0,9009	2,65	**0,0118**
	Tiszavárkony élőhely-költőhely					
	t(kétmintás)	P(t(kétmintás))	F	P(F)	t(Welch)	P(t(Welcht))
Összes fa/ha	-1,55	0,1296	1,08	0,8696	-1,55	0,1296
Őshonos fák/ha	-3,74	**0,0006**	3,95	**0,0044**	-3,74	**0,0008**
Inváziós fák/ha	0,69	0,4937	1,01	0,9810	0,69	0,4937
Élő fák/ha	0,30	0,7634	1,96	0,1528	0,30	0,7636
Korhadó fák/ha	-1,86	0,0702	1,26	0,6201	-1,86	0,0703
Holtfák/ha	-2,85	**0,0071**	4,10	**0,0035**	-2,85	**0,0082**
50 cm-nél vastagabb fák/ha	-3,46	**0,0013**	2,01	0,1363	-3,46	**0,0015**
Őshonos fák/(őshonos+inváziós fák)	-3,51	**0,0012**	4,63	**0,0016**	-3,51	**0,0016**
Fafaj diverzitás (Shannon)	-1,27	0,2111	1,31	0,5606	-1,27	0,2112
Törzsvastagság diverzitás (Shannon)	-4,64	**0,0000**	1,34	0,5301	-4,64	**0,0000**
Kondíció diverzitás (Shannon)	-1,61	0,1152	2,63	**0,0413**	-1,61	0,1168
Famagasság diverzitás (Shannon)	-1,90	0,0654	2,49	0,0537	-1,90	0,0668
	Vezseny élőhely-költőhely					
	t(kétmintás)	P(t(kétmintás))	F	P(F)	t(Welch)	P(t(Welcht))
Összes fa/ha	-1,38	0,1766	1,59	0,3232	-1,38	0,1770
Őshonos fák/ha	-1,07	0,2933	1,76	0,2258	-1,07	0,2938
Inváziós fák/ha	-0,97	0,3366	1,22	0,6749	-0,97	0,3366
Élő fák/ha	1,00	0,3231	2,74	**0,0334**	1,00	0,3245
Korhadó fák/ha	-2,49	**0,0174**	1,03	0,9416	-2,49	**0,0174**
Holtfák/ha	-0,31	0,7615	1,17	0,7346	-0,31	0,7616
50 cm-nél vastagabb fák/ha	-0,76	0,4533	1,72	0,2468	-0,76	0,4536
Őshonos fák/(őshonos+inváziós fák)	-0,92	0,3642	1,55	0,3479	-0,92	0,3645
Fafaj diverzitás (Shannon)	-0,34	0,7378	1,73	0,2414	-0,34	0,7379
Törzsvastagság diverzitás (Shannon)	-2,04	**0,0484**	2,69	**0,0366**	-2,04	**0,0499**
Kondíció diverzitás (Shannon)	0,32	0,7535	1,06	0,8947	0,32	0,7535
Famagasság diverzitás (Shannon)	0,19	0,8533	1,62	0,3027	0,19	0,8534

A vezsenyi területen több korhadó fa volt hektáronként, illetve az költőhelyekhez képest az élőhelyeken kevesebb korhadó fát számoltam *(16. táblázat)*. Szignifikáns eltérés csak a vezsenyi területen az élőhely és a költőhelyek között mutatkozott *(17. táblázat)*.

Mindkét területen a költőhelyeken több holtfát mértem hektáronként. A legkisebb átlagértéket a tiszavárkonyi élőhelyen, a legnagyobbat ugyanezen terület költőhelyein számoltam *(16. táblázat)*. Szignifikáns eltérés csak a tiszavárkonyi területen az élőhely és a költőhelyek között mutatkozott *(17. táblázat)*.

Mindkét területen a költőhelyeken több 50 cm-nél nagyobb törzsátmérőjű fát mértem hektáronként. A legkisebb átlagértéket a tiszavárkonyi élőhelyen, a legnagyobbat ugyanezen terület költőhelyein számoltam *(16. táblázat)*. Szignifikáns eltérés csak a tiszavárkonyi területen az élőhely és a költőhelyek között, illetve a két terület költőhelyei között mutatkozott *(17. táblázat)*.

Az őshonos fák aránya az őshonos és inváziós fák számának összegéhez nagyobbnak mutatkozott a tiszavárkonyi területen, valamint a területeken belül a költőhelyeken *(16. táblázat)*. Szignifikáns eltérés csak a tiszavárkonyi területen az élőhely és a költőhelyek között, illetve a két terület költőhelyei között mutatkozott *(17. táblázat)*.

Mind a fafaj, mind a törzsvastagság diverzitásáról ugyanez a tendencia mondható el. A kondíció és a famagasság diverzitás esetében az átlagértékek csekély eltérést mutattak, mindenesetre a tiszavárkonyi költőhelyeken mértem mindkettő dimenzió esetén a legnagyobb átlagértéket *(16. táblázat)*. A fafaj diverzitás esetében a két élőhely, illetve a két terület költőhelyei között tapasztaltam szignifikáns eltérést. A törzsvastagság diverzitás esetében a két terület költőhelyeit kivéve mindhárom többi összehasonlításnál szignifikáns eltérést kaptam. A kondíció és a famagasság diverzitás dimenzióknál csupán a két terület költőhelyeinek összehasonlításakor hozott a próbastatisztika szignifikáns eredményt *(17. táblázat)*.

A változók megfeleltek a normalitás és homogenitás követelményeinek. Az első három főkomponens a tiszavárkonyi terület esetében a variancia 29, 21 és 20 %-át magyarázta, a vezsenyi terület esetében pedig 28, 22 és 17 %-át reprezentálta *(18. táblázat)*.

A tiszavárkonyi terület esetében az első főkomponens számottevő pozitív korrelációt mutatott a fatörzsek, inváziós fák, élő, korhadó és holt fák, 50 cm-nél vastagabb fák hektáronkénti denzitásával, illetve a fafaj és kondíció diverzitással. A legerősebb korrelációt az első három esetben mutatta. Ez a főkomponens számottevő negatív korrelációt az őshonos fák arányával mutatott. A második főkomponens számottevő korrelációt mutatott a fatörzsek, az őshonos fák, az élő és korhadó fák denzitásával, illetve az őshonos fák arányával ugyanakkor mérhető negatív korrelációt mutatott a fafaj diverzitással. A legnagyobb értéket

az őshonos fák denzitásával produkálta. A harmadik főkomponens az 50 cm-nél vastagabb fák denzitásával, illetve a fafaj, törzsvastagság, kondíció és famagasság diverzitással mutatott pozitív korrelációt. Számottevő negatív korrelációt a korhadó fák denzitásával mutatott *(19. táblázat)*.

A vezsenyi terület esetében az első főkomponens erős pozitív korrelációt mutatott az őshonos fák denzitásával, az őshonos fák arányával, illetve a fafaj diverzitással. Erős negatív korrelációt mutatott a fatörzs, az inváziós fa és a korhadó fa denzitással, amelyek közül az utóbbi két esetben mutatkozott a legerősebbnek az összefüggés. A második főkomponens számottevő korrelációt mutatott a fatörzsek, őshonos fák, inváziós fák, élő fák és holtfák denzitásával, illetve a kondíció diverzitással. Ezek közül a legerősebb összefüggést a törzsdendzitás produkálta. Számottevő negatív korrelációt a törzsvastagság és famagasság diverzitással mutatott. A harmadik főkomponens erős pozitív összefüggést produkált az élő, illetve a minimum 50 cm-es vastagságú fák denzitásával. Erős negatív korrelációt mutatott a holtfák denzitásával *(19. táblázat)*.

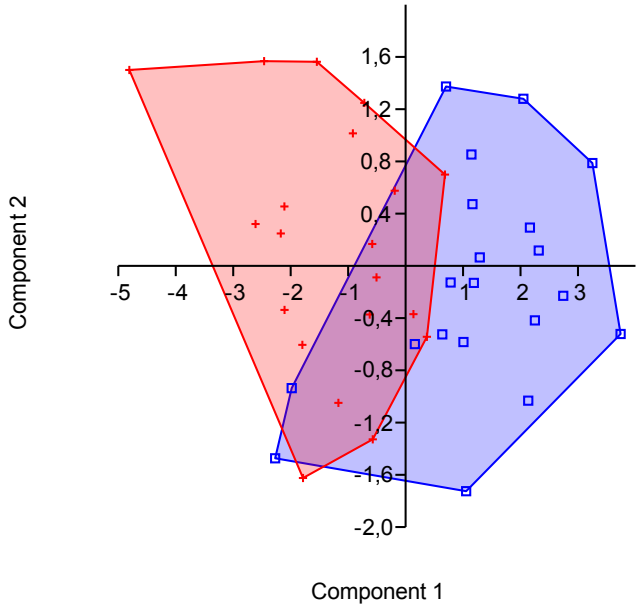
A két terület költőhelyeinek különbségét egy főkomponens mentén lehet leírni, amely a variancia 100 %-át magyarázza *(18. táblázat)*. Ez a főkomponens erős negatív korrelációban van az inváziós fák, illetve a korhadó fák denzitásával, a többi változóval ellenben erős pozitív korrelációt mutatott *(19. táblázat)*. A két pontfelhő az első és második főkomponens síkjában, átfedéssel ugyan, de különbséget mutatott *(3. ábra)*. A számítások szerint a vezsenyi terület költőhelyei a másik helyszín költőhelyeitől az inváziós fák és a korhadó fák jelentősebb denzitásában különbözik. Ezzel szemben a tiszavárkonyi területen a többi változó összefüggései erősebbek voltak.

18. táblázat: A főkomponens analízisek főkomponensei, azok sajátértékei, és százalékos varianciái a két vizsgálati terület és azok összehasonlítása esetében

Főkomponensek, Tiszavárkony	Sajátérték	% variancia	Főkomponens, összehasonlítás	Sajátérték	% variancia
1	3,45	28,77	1	12	100
2	2,51	20,91			
3	2,42	20,18			
4	1,23	10,25			
Főkomponensek, Vezseny	**Sajátérték**	**% variancia**			
1	3,30	27,52			
2	2,65	22,12			
3	2,04	17,02			
4	1,72	14,33			
5	1,07	8,95			

19. táblázat: Az egyes változók és az erős magyarázó értékkel rendelkező főkomponensek közötti korrelációk a két vizsgálati terület, illetve azok összehasonlítása esetében

	Tiszavárkonyi terület			Területek összehasonlítása
	Főkomponens I	Főkomponens II	Főkomponens III	Főkomponens I
Összes fa/ha	0,82	0,51	-0,25	1
Őshonos fa/ha	-0,09	0,97	-0,05	1
Inváziós fa/ha	0,89	-0,18	-0,35	-1
Élő fa/ha	0,65	0,40	0,18	1
Korhadó fa/ha	0,46	0,41	-0,68	-1
Holtfa/ha	0,55	0,01	0,33	1
Min. 50 cm/ha	0,58	-0,04	0,41	1
Őshonos/(őshonos+inváziós)	-0,49	0,81	0,18	1
Fafaj diverzitás	0,40	-0,38	0,49	1
Törzsvastagság diverzitás	-0,05	0,30	0,71	1
Kondíció diverzitás	0,52	0,05	0,65	1
Famagasság diverzitás	-0,24	0,24	0,52	1
	Vezsenyi terület			
	Főkomponens I	Főkomponens II	Főkomponens III	
Összes fa/ha	-0,47	0,81	0,09	
Őshonos fa/ha	0,63	0,58	-0,28	
Inváziós fa/ha	-0,82	0,50	0,23	
Élő fa/ha	0,11	0,45	0,76	
Korhadó fa/ha	-0,63	0,36	-0,31	
Holtfa/ha	0,23	0,57	-0,50	
Min. 50 cm/ha	0,23	0,17	0,78	
Őshonos/(őshonos+inváziós)	0,86	0,20	-0,31	
Fafaj diverzitás	0,68	0,33	0,27	
Törzsvastagság diverzitás	0,01	-0,50	0,38	
Kondíció diverzitás	0,38	0,47	0,22	
Famagasság diverzitás	0,39	-0,34	0,12	



3. ábra: A két vizsgálati terület költőterületeinek pontfelhői az első és a második főkomponens síkjában. Kék: tiszavárkonyi terület, piros: vezsenyi terület

4.2.3 A nagy fakopáncs költőterület-használata, a költőfák eloszlásai

A nagy fakopáncsok odúikat főként füzekbe készítették, de előfordultak még odvak fehér nyár hibridekben, valamint egy esetben a tiszavárkonyi területen egy jelentősen korhadt zöld juharban is találtam költőodút (20. táblázat). A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*. Mindkét területen a legjobban a füzeket preferálták, a tiszavárkonyi terület esetében enyhébb kerülés mutatkozott a zöld juhar esetében *(21. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

20. táblázat: A költőfákról rögzített kategóriaváltozók eloszlásai a két vizsgálati területen

		Tiszavárkony	Vezseny
Fafaj	Fűz	12	18
	Fehér nyár hibridek	7	2
	Fekete nyár hibridek	0	0
	Amerikai kőris	0	0
	Zöld juhar	1	0
	Fehér eper	0	0
	Nyugati ostorfa	0	0
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	0	0
	10,1-20 cm	0	0
	20,1-30 cm	2	0
	30,1-40 cm	7	2
	40,1-50 cm	4	6
	50,1-60 cm	3	5
	60,1-70 cm	3	3
	70,1-80 cm	1	1
	80,1-90 cm	0	3
	90,1-100 cm	0	0
	100 cm<	0	0
Kondíció	Élő	2	3
	Korhadó	15	15
	Holt	3	2
Odúmagasság	0,1-2 m	1	1
	2,1-4 m	5	3
	4,1-6 m	10	6
	6,1-8 m	3	8
	8,1-10 m	1	2
	10 m<	0	0
Famagasság	0,1-5 m	3	1
	5,1-10 m	6	5
	10,1-15 m	7	14
	15,1-20 m	4	0
	20 m<	0	0
Törzsátmérő odúmagasságban	10,1-20 cm	2	1
	20,1-30 cm	11	11
	30,1-40 cm	5	6
	40,1-50 cm	1	0
	50 cm<	1	2
Röpnyílás tájolása (fok)	1-45	1	0
	46-90	3	2
	91-135	4	2
	136-180	4	2
	181-225	2	6
	226-270	4	2
	271-315	0	2
	316-0	2	4
Régi/Új	Régi	11	17
	Új	9	3
Szubsztrát kondíció	Élő	12	15
	Holt	8	5

21. táblázat: A költőfák eloszlásaiból számolt Jacobs szelektivitási index értékek a két vizsgálati területen

Jacobs szelektivitási index		Tiszavárkony	Vezseny
Fafaj	F.	0,91	0,98
	Fh.	0,84	0,42
	Fk.	-1,00	-1,00
	K.	-1,00	-1,00
	J.	-0,68	-1,00
	E.	-1,00	-1,00
	O.	-1,00	-1,00
Törzsátmérő mellmagasságban	3,1-10 cm	-1,00	-1,00
	10,1-20 cm	-1,00	-1,00
	20,1-30 cm	-0,18	-1,00
	30,1-40 cm	0,81	0,09
	40,1-50 cm	0,66	0,75
	50,1-60 cm	0,73	0,81
	60,1-70 cm	0,83	0,70
	70,1-80 cm	0,38	0,69
	80,1-90 cm	-1,00	0,88
	90,1-100 cm	-1,00	-1,00
	100 cm<	-1,00	-1,00
Kondíció	Élő	-0,71	-0,40
	Korhadó	0,44	0,29
	Holt	0,44	0,09
Famagasság	0,1-5 m	-0,30	-0,78
	5,1-10 m	-0,25	-0,45
	10,1-15 m	0,29	0,84
	15,1-20 m	0,67	-1,00
	20 m<	-1,00	-1,00

22. táblázat: A költőfák eloszlásainak összehasonlításai a két vizsgálati terület között

	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Fafaj	4,98	3	0,1734
Törzsátmérő mellmagasságban	8,68	7	0,2766
Kondíció	0,40	3	0,9402
Odúmagasság	4,11	5	0,5343
Famagasság	7,42	4	0,1151
Törzsátmérő odúmagasságban	1,76	5	0,8816
Röpnyílás tájolása (fok)	7,87	8	0,4466
Régi/Új	4,29	2	0,1173
Szubsztrát kondíció	1,03	2	0,5988
Fafaj preferencia	5,87	7	0,5548
Törzsátmérő mellmagasságban preferencia	126,70	11	**8,10E-22**
Kondíció preferencia	6,47	3	0,0907
Famagasság preferencia	72,69	5	**2,82E-14**

A tiszavárkonyi területen a leggyakrabban a 30-40 cm-es törzsátmérőjű, majd az 50-70 cm vastag fákat használták. A vezsenyi területen a 40-60, illetve a 60-70 cm-es intervallumok voltak a hangsúlyosak *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*. Az előbbi területen a 30-80 cm-es intervallumokat preferálták jelentősen, az utóbbi területen pedig a 40-90 cm-en belüli intervallumokat *(21. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott ki *(22. táblázat)*.

A madarak odúikat főként korhadó fákba vésték, és ezeket, illetve a holtfákat preferálták, a tiszavárkonyi területen egyenlő mértékben, a vezsenyi területen legjobban a korhadó fákat kedvelték *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki, sem a rögzített adatok, sem a preferenciaértékek eloszlásaira *(22. táblázat)*.

A tiszavárkonyi területen az odvak főként 2-4, majd 4-6 m, a vezsenyi területen pedig főként 4-6, majd 6-8 m magasságban voltak *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

Mindkét területen főként a 10-15, majd 5-10 m magas fákban készítették odvaikat, de a tiszavárkonyi területen az adatok eloszlása szélesebb spektrumot rajzolt ki *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*. A tiszavárkonyi területen főként a 15-20, majd a 10-15 m magas fákat preferálták. A vezsenyi területen csupán ez utóbbi fák iránt mutattak preferenciát, a többi kategóriát kerülték *(21. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést mutatott ki *(22. táblázat)*.

Mindkét területen főleg 20-30, majd 30-40 cm-es átmérőjű törzsrészeket használtak *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

A röpnyílás tájolása mindkét területen széles spektrumon mozgott, 45-360 fokig, ahol a 360 fok az északi irányt jelenti *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

A madarak mindkét területen főként előző évi vagy még régebbi odvakat használtak *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

A nagy fakopáncsok mindkét területen főként élő szubsztrátokba vésték odvaikat *(20. táblázat)*. A Khi-négyzet próba a két terület között szignifikáns eltérést nem mutatott ki *(22. táblázat)*.

4.2.4 A nagy fakopáncs költőterület-használata, az őshonos és az inváziós fák törzsátmérő eloszlásainak összehasonlításai

Az őshonos fák legnagyobb része kis eltérésekkel mind a négy mintaterület típusban a 20-80 cm-es intervallumokban voltak képviseltetve. A legnagyobb gyakoriságokat a 20-60 cm-es intervallumok mutatták. Az alacsonyabb törzsátmérővel rendelkező fák a mintaterületeken csak elenyésző számban voltak jelen. Az inváziós fafajok gyakorisága az emelkedő törzsátmérővel csökkent. Maximális értékeket a 3-10 és 10-20 cm-es kategóriákban mutattak. 70 cm-nél vastagabb törzsű fák nem voltak a mintaterületeken. A vezsenyi területen az inváziós fák eloszlása mind a költőhelyek, mind az élőhelyek esetében a vastagabb fák felé tolódott el *(23. táblázat)*. Mind a négy mintaterület típusban az őshonos fák eloszlásai a Khi-négyzet próba eredményei alapján szignifikánsan különböztek az inváziós fák eloszlásaitól. A többi összehasonlítás közül csak két esetben volt kimutatható szignifikáns eltérés, az inváziós fák élőhelyek közti, illetve költőhelyek közti összehasonlításaiban *(24. táblázat)*.

23. táblázat: Az őshonos és inváziós fák mellmagassági törzsátmérő szerinti eloszlásai az egyes mintaterületeken

	Tiszavárkony élőhely		**Tiszavárkony költőhely**		**Vezseny élőhely**		**Vezseny költőhely**	
	Őshonos fák	Inváziós fák	Őshonos fák	Inváziós fák	Őshonos fák	Inváziós fák	Őshonos fák	Inváziós fák
3,1-10 cm	1	251	11	194	1	188	2	178
10,1-20 cm	9	107	29	119	18	127	17	164
20,1-30 cm	28	40	52	35	10	51	21	78
30,1-40 cm	23	6	47	13	13	31	14	27
40,1-50 cm	27	1	45	2	15	16	23	17
50,1-60 cm	13	1	27	0	12	6	12	3
60,1-70 cm	9	0	23	0	13	3	12	3
70,1-80 cm	12	0	14	0	5	0	8	0
80,1-90 cm	5	0	10	0	6	0	6	0
90,1-100 cm	3	0	9	0	1	0	2	0
100 cm<	4	0	10	0	5	0	13	0
Összes	134	406	277	363	99	422	130	470

24. táblázat: Az őshonos és inváziós fák mellmagassági törzsátmérő eloszlásainak mintaterületek szerinti összehasonlításai

	Khi-négyzet	Szabadságfok	P
Őshonos - inváziós fák, Tiszavárkony élőhely	366,23	11	**8,87E-72**
Őshonos - inváziós fák, Tiszavárkony költőhely	368,11	11	**3,55E-72**
Őshonos - inváziós fák, Vezseny élőhely	206,15	11	**3,94E-38**
Őshonos - inváziós fák, Vezseny költőhely	259,91	11	**2,34E-49**
Őshonos fák, Élőhelyek	17,73	11	0,0881
Őshonos fák, Költőhelyek	12,78	11	0,3081
Őshonos fák, Tiszavárkony élőhely - költőhely	8,48	11	0,6700
Őshonos fák, Vezseny élőhely - költőhely	6,53	11	0,8357
Inváziós fák, Élőhelyek	48,49	7	**2,86E-08**
Inváziós fák, Költőhelyek	33,76	7	**1,91E-05**
Inváziós fák, Tiszavárkony élőhely - költőhely	9,81	6	0,1329
Inváziós fák, Vezseny élőhely - költőhely	9,38	7	0,2266

5. Az eredmények értékelése

5.1 Mikrohabitat-használat

5.1.1 Harkályfajok összehasonlításai

Nagyon kevés tudományos cikk született a különböző harkályfajok élőhely használatáról ártéri erdőkben, és nem találni olyan munkát, amely inváziós fafajok által átalakított élőhelyeken végeztek. A megfelelő természetvédelmi és erdészeti kezelések kidolgozásához elengedhetetlen fontosságú az ilyen újszerű élőhelyek ökológiai folyamatainak tanulmányozása.

A nagy fakopáncs, mivel generalista faj, az élőhely architektúrájához, a táplálékok eloszlásához és a kompetitor fajokhoz mérten különböző mikrohabitatokban képes táplálkozni (Török 1990). A versenytárs fajok tereloszlása képes befolyásolni a nagy fakopáncs élőhely preferenciáit. A tiszavárkonyi területen jelen volt még a kis, a balkáni fakopáncs, a fekete harkály, illetve a zöld küllő, illetve a vezsenyi területen a balkáni fakopáncsot kivéve ugyanezen fajok voltak jelen, illetve egy közép fakopáncs pár is költött. Az adatmennyiség miatt a következőkben a nagy fakopáncson kívül a kis, balkáni és közép fakopácsról esik szó.

A vizsgálati területeken a nagy fakopáncsok főleg a magasabb, élő, őshonos fák, törzsi vagy törzshöz közeli, 10 cm-nél vékonyabb, élő ágait használták, amelyeken főleg véséseket ejtettek. A kis fakopáncsok szintén preferálták az őshonos fákat, de legjobban a parti szőlőt kedvelték., Az őshonos fákon a magassági régiókat szélesebb spektrumon használták, főként az ágak csúcsi részein mozogtak, illetve a vékonyabb ágakat más fajokhoz képest nagyobb arányban használták. A balkáni fakopáncsok eloszlásai ezektől főként abban különböztek, hogy a holtfák iránt már erősebb preferenciát mutattak. A közép fakopáncsok főként az idősebb, korhadó fűzfák középső régiójában, az ágak középső részén, holt szubsztrátokon táplálkoztak. Mindegyik vizsgált fajnál kiemelkedőnek bizonyult a füzek iránti preferencia.

Gyakori, hogy a nagy fakopáncsok élő szubsztrátokat használnak táplálkozásra, amíg a többi harkályfaj inkább holt, korhadó fák holt szubsztrátjait használják (Török 1990, Smith 2007, Lõhmus et al. 2010). Más európai harkályfajokkal összehasonlítva, ez a faj kedveli a leginkább az élő fákat. A fehérhátú fakopáncs *(D. leucotos)*, amelynek testmérete, illetve csőrhossza a vizsgált fajénál nagyobb, holtfa specialista (Gorman 2004). A nagy fakopáncs rövidebb, robusztusabb csőre a vizsgálatok szerint alkalmasabb a keményebb, élő fák vésésére

(Aulén & Lundberg 1991). A kis és a balkáni fakopáncs jelen vizsgálatokban kevésbé exkluzívan, de szintén főleg élő fák, élő szubsztrátjait használták. A közép fakopáncsnál az arányok egyértelműen a holt, korhadó fák holt szubsztrátjai felé tolódtak el, amely számos korábbi vizsgálattal egybevág (Török 1990).

Más vizsgálatban, amelyet az ócsai Öregturján vidéken végeztem lápszegély vegetációban, ahol a főként fűz és nyár fajokból álló erdőalkotók foltszerűbben oszlottak el, illetve a nevezett inváziós fafajok csupán a cserjeszintben voltak jelen, a nagy fakopáncs a kis fakopáncs jelenlétében közel azonos preferenciákat mutatott (Ónodi & Csörgő 2012, 2013).

Egy szintén magyarországi vizsgálatban, amelyet egy középkorú tölgyesben, egész évben végeztek, a nagy fakopáncsok szintén a fák felsőbb régióit használták, míg a közép fakopáncsok a középső régióban táplálkoztak (Török & Csorba 1986). Egy következő, szintén tölgyesben végzett vizsgálatban a közép és kis fakopáncsok mellett a nagy fakopáncs az alsóbb régiókban, a törzsön mozgott, míg a másik két faj a felsőbb térrészeket preferálta, azon belül a közép fakopáncs az ágak középső, a kis fakopáncs az ágak csúcsi részén mozgott (Török 1990). A kisebb fajok, mint a közép és kis fakopáncs, agilisabbak, sikeresebbek a vékonyabb ágakon, így ahol a nagy fakopánccsal összemérhető denzitással fordulnak elő, jelen esetben holtfákban bővelkedő tölgyesekben, képesek a nagy fakopáncs élőhely használatát a törzs alsóbb részei felé realizálni. A tiszavárkonyi vizsgálati területen nincsen jelen a közép fakopáncs, a vezsenyi területen is csupán egy pár költ a kb. 60 hektáros erdőrészben. Egy finnországi fenyőerdőben végzett vizsgálatban, ahol a nagy fakopáncs fő kompetitorai a kis fakopáncs, a fekete harkály, illetve a hamvas küllő voltak, a faj főként a felsőbb régiók vastag ágait használta. A fekete harkály és a hamvas küllő a nagy fakopáncs gyenge kompetitora volt, mivel főként a talajon és a törzs alsóbb részein kutatott hangyák után. Abban a szituációban a kis fakopáncs szintén a legvékonyabb ágakon kereste táplálékát, ez a faj ennek a mikrohabitatnak a specialistája (Alatalo 1978, Török 1990, Charman et al. 2010). A balkáni fakopáncsok Gorman (2004) szerint főként a törzs alsóbb részeit használják, ezt adataim nem erősítették meg, de az alacsony adatszám miatt messzemenő következtetéseket nem érdemes levonni. A kis fakopáncs ilyen erőteljes preferenciája a parti szőlő szárában élő ízeltlábúak iránt az irodalomban egyedülálló (Ónodi & Csörgő 2014). Valószínűleg a szőlőszár átmérője a kis fakopáncs lábméretének a legalkalmasabb a jelen levő harkályfajok között, kérge jelentősen tagolt, barázdált, fája jól korhad, így számos táplálékállat telepedhet meg benne. Ennek a jelenségnek természetvédelmi jelentősége eddig nem ismert, további kutatások szükségesek annak jobb megértéséhez.

A kéregszerkezet a mikroélőhelyek szempontjából egy nagyon fontos jellemzője a különböző fafajoknak. A kéreg architektúrája minél osztottabb, bonyolultabb, durvább, annál diverzebb ízeltlábú közösség élhet a repedésekben, a kéreg alatt, illetve annak bordázatában. A kérgen mozgó, rovarevő madárfajok, mint például a harkályféléken túl a csuszka, illetve fakusz fajok sikeresebben táplálkozhatnak a durvább kérgű fafajokon (Jackson 1979). Mivel az általam vizsgált területen élő fafajok a fehér nyár hibrideket kivéve durvább kéreggel rendelkeznek, amely a leírtak alapján élőhelyül szolgálhat számos táplálékállatnak, a vizsgált harkályfajok főként felszíni vésésekkel keresték táplálékaikat. Az őshonos fafajok esetében szubkambiális ízeltlábúak is nagy számban jelen vannak a faanyagba n, amelyekhez a madarak csak mélyebb vésésekkel képesek hozzájutni, ezért tapasztalhattam jelentős arányban, ezt a táplálkozási technikát. A vizsgált harkályfajok más vizsgálatokban is szintén a felszínközeli véséseket alkalmazták leggyakrabban, mint Török már említett, 1990-ben publikált cikkében, ahol a legkedveltebb fafajok a tölgyek voltak, amelyeknek szintén táplálékállatokban bővelkedő, durva kérgük van. A felszínközeli vésések alkalmazása ezek mellett kevesebb energia befektetéssel jár, mint a mélyebb vésés, így akár optimalizáció is lehet az oka, hogy így szerzik leggyakrabban táplálékaikat a különböző, általam megfigyelt harkályfajok. Ez a téma további kutatásokat igényel olyan szempontból is, hogy a potenciális táplálékfajok milyen mélyen élnek a fák kérgében, illetve kérge alatt. Más vizsgálatok szerint a lombozatról gyűjtést nagy gyakorisággal alkalmazzák az általam vizsgált fajok a fiókanevelési időszakban, mivel nagy arányban etetnek levéltetvekkel, illetve lombfogyasztó hernyókkal. Ezt legnagyobb arányban a kisebb fajok, mint a kis és közép fakopáncs alkalmazzák. Vizsgálataim alapján ilyen irányú távolabbi következtetéseket nem tudok levonni, ugyanis a meglehetősen rétegzett élőhelyen nagyon nehéz megfigyelni a levelek között, a lombsátron mozgó madarakat (Alatalo 1978, Török 1990, Smith 2007, Charman et al. 2010).

A vizsgált fajok a tiszavárkonyi területen legkevésbé a fehér nyár hibrid fákat kedvelték, melynek oka jó eséllyel a fentebb vázolt, egyszerűbb kéregszerkezet. A területeken a legidősebb, legterebélyesebb fák többnyire a fekete nyár hibridek voltak, ezek mind kéregszerkezete, mind korhadtságuk megfelelő mikorhabitatokat nyújthatnak számos prédafaj számára. A vezsenyi területen a fehér nyár hibrid fák preferáltsága is magas értéket mutatott. Mivel ezen a területen az említett fák állománya is idősebb, így ezekben a fákban is nagyobb térfogatban lehet korhadt faanyag, valamint az idősebb fák kérge a fiatalokéhoz képest nagyobb felületen barázdált, így a terület fehér nyár hibrid fáiban is nagyobb mennyiségű táplálékállat élhet.

A vezsenyi területen a kisebb átmérőjű, illetve alacsonyabb fák nagyobb preferencia értékeket mutattak, mint a tiszavárkonyi terület esetében. Ezek a fák, mivel egy idősebb erdőállományról van szó, vélhetően a tiszavárkonyi terület hasonló fáihoz képest idősebbek lehetnek. Ezek a fák a nagyobb arányban jelen levő inváziós fajok allelopatikumai, vagy más tényezők miatt lassabban nőhettek, és jobban korhadhattak, így a tiszavárkonyi területhez viszonyítva gazdagabb táplálékforrást biztosíthattak a nagy fakopáncsok számára. Ez szintén magyarázhatja a korhadó fák nagyobb arányú használatát, illetve nagyobb preferenciáját.

A fehér eper szárazabb talajokat preferál, kevéssé tolerálja az időszakos elöntéseket (Mihály & Botta-Dukát 2004), jól lehet, ezért bővelkednek a sporadikusan előforduló eperfák táplálékban gazdag, holt ágakban, illetve ez lehet az oka, hogy a nagy fakopáncsok jelentősen preferálták ezt a fafajt, amelynek gyümölcsét nem fogyasztották a megfigyeléseim során.

Az amerikai kőrisben nagyon kevés ízeltlábú faj jelenléte bizonyított. Ezek közül a legelterjedtebbek a *Hylesinus* nembe tartozó szúfajok, amelyek a kőrisek kérge alatt élnek. Ez magyarázatot adhat arra, hogy miért csak a kérgét vésték a nagy fakopáncsok. Az irodalomban eddig nem találtam arra információt, hogy Európában, a zöld juhar fájában élnek-e a harkályok szempontjából fontos táplálékállatok (Udvardy 2004). Néhány esetben rögzítettem adatot nagy fakopáncsok esetében arról, hogy mélyebb véséseket alkalmaztak rajta. Ez arra enged következtetni, hogy az idősebb, korhadtabb zöld juhar fákban élhetnek bizonyos ízeltlábú fajok. A probléma további, entomológiai vizsgálatokat igényel. Kora tavasszal, a vizsgálati területeken sporadikusan megfigyelhetőek olyan juharfák, amelyeken a harkályok vízszintes lyuksorokat vésték, ezt a viselkedést az irodalomban "gyűrűzésként" említik. Az ilyen nyomokat a nagy, a balkáni illetve a közép fakopáncsok, valamint a háromujjú hőcsikek hagyják a fákon, amikor is a madarak a kicsorgó floém nedvvel táplálkoznak, ezt megfigyelték számos különböző fafajon, mint például juharokon, hársakon (*Thylia* spp.), nyíreken (*Betula* spp.) (Gencsi & Vancsura 2002, Gorman 2004). Ezt a viselkedést valószínűen ritkán mutathatják az egyedek, mert még nem gyűjtöttem róla táplálkozási adatot. Mindkét inváziós fafaj felé a madarak jelentős kerülést mutattak. Ezt a jelenséget tovább árnyalja, hogy a vezsenyi területen a nagy fakopáncsok jobban kerülték ezeket a fafajokat, annak dacára, hogy azoknak idősebb állományáról van szó, több korhadt fával, amelyekben még valószínűbb a táplálékállatok jelenléte.

5.1.2 Nagy fakopáncs összehasonlítások

Az interszexuális szegregációt mutató harkályfajok esetében gyakori, hogy a hímek specialistábbaknak mutatkoznak a tojóknál, miszerint a hímek jobban használják nagyobb testméretük, illetve hosszabb csőrük miatt a vastagabb ágakat, illetve a törzs alsóbb részeit (Hogstad 1976, Osiejuk 1998). Más vizsgálatokkal ellentétben, az én vizsgálatomban a tiszavárkonyi területen a hím nagy fakopáncsok voltak a generalistábbak a törzsátmérő, fa és szubsztrát kondíció, táplálkozási és famagasság dimenziók tekintetében. A vezsenyi területen ez a tendencia csupán a törzsvastagság esetében mondható el, de ennek oka lehet, hogy a kisebb adatmennyiség nem reprezentálja megfelelően az ivarok közti eltéréseket. Mindemellett a különböző mikrohabitatok használata jelentősen átfedett. A hímek a tojóknál nagyobb arányban mozogtak a korhadó fák holt ágain, az alsóbb régiókban és az alacsonyabb fákon. Két korábbi, a nagy fakopáncsok ivarok közötti táplálkozási elkülönülését vizsgáló munkában a tojók bizonyultak generalistábbaknak a hímeknél (Hogstad 1976, Osiejuk 1998). Mindkét tanulmány tűlevelű dominálta erdőkben készült, ahol a tobozok voltak a faj fő táplálékforrásai. A domináns hím egyedek sikeresebben táplálkoztak a tobozokon, mint a tojók. Ilyen kényszerek nyomán a tojók diverzebben használták a különböző mikrohabitatokat a táplálékfajok szélesebb palettáján. Ez a különbség kemény teleken szembeötlőbb volt, amikor az ivarok közti szegregáció nemcsak vertikális, de horizontálisnak is mutatkozott. A vizsgálataimban nem fordultak el olyan fafajok, amelyeknek magjával, terjesztőképleteivel táplálkoztak volna a nagy fakopáncsok.

A hímek opportunistább élőhely használatának oka talán a némileg hosszabb csőrben keresendő (Hogstad 1976, Gorman 2004), amellyel az egyedek mélyebbre tudnak vésni táplálékaik után. Bizonyos táplálékállatok a korhadó fák holt szubsztrátjai esetében az élő fákhoz képest a fák mélyebb rétegeiben élhetnek. Ahogy a tojók kevésbé voltak képesek mélyebbre vésni, a korhadó, holt fák alacsonyabb régióit, vastagabb ágait ritkábban használták.

Nagy jelentősége lehet annak, hogy a hímek a fehér nyár hibrid fákat kerülték, ezzel szemben a tojók erős preferenciát mutattak felé, amellett, hogy a másik két őshonos fatípust a hímekhez képest kevésbé kedvelték. A sima kérgű fehér nyár hibrid fákban kevesebb táplálékállat élhet, mint a másik kettő, barázdált kérgű típus egyedeiben. Az ivarok forráshasználatában tapasztalt markáns különbség oka a hímek szociális dominanciája lehet, ugyanis több más harkályfajnál publikálták, hogy a hímek a versenyhelyzetben a tojókat szuboptimális táplálkozóhelyekre kényszerítették. Ezt a jelenséget leírták például

pehelyharkálynál (*Dryobates pubescens*) és háromujjú hőcsiknél, mindkét faj esetében a hímek inkább a forrásban gazdag alsóbb, vastagabb, durvább kérgű ágakon táplálkoztak, szemben az inkább vékonyabb, simább kérgű ágakon táplálkozó tojókkal (Jackson 1970, Hogstad 1991, Pechacek 2006, Zhu et al. 2012).

Hogstad (2009) szerint a kis fakopáncs hímek és tojók szintén jelentősen hasonló mikrohabitatokban fordultak elő, de náluk jelentős horizontális szegregációt mutattak ki, ahogy is a pár tagjai a revír különböző részeit használták, hogy minimalizálják a kompetíciót. Horizontális szegregációt mutattak ki más szerzők például a háromujjú hőcsik (Hogstad 1976), a közép fakopáncs (Pasinelli 2000) és a fehérhátú fakopáncs esetében (Aulén 1988). Ezekben a munkákban mind a vertikális, mind a horizontális szegregáció télen volt a legkifejezettebb. Bár a nagy fakopáncs a leggyakoribb harkályfajok egyike, csupán pár tanulmány foglalkozik a területhasználatával. Mori (2005) egy Japánban végzett vizsgálatban négy párt látott el színkódos jelölőgyűrűkkel. Eredményei szerint az ivarok horizontálisan még télen sem szegregálódtak, amikor ez a legvalószerűbb lenne, habár néhány esetben a hímek mozgás körzete a párjukhoz képest nagyobb kiterjedésű volt. Mori (2005) vizsgálatában az egyedek főként erősen fragmentált koreai cirbolya (*Pinus koraiensis*) ligeteket, fasorokat használtak. Főként fenyőmagvakkal táplálkoztak, amelyek gazdag táplálékforrást biztosítottak, így nem lehetett szükség a horizontális szegregációra. Vizsgálatomban a preferált források viszonylag egyenletesen s nem fragmentáltan helyezkedtek el a vizsgálati területeken, így az esetleges nagyobb léptékű szegregáció felméréshez, illetve annak szezonális eloszlásának vizsgálatához szükséges lenne vizsgálnom az egyedek területhasználatát, amelyet szintén színkombinációs jelöléssel tervezek egy későbbi vizsgálatomban.

5.2 A nagy fakopáncs költőterület-használata

A nemzetközi irodalomban kevés tudományos közlést találni a nagy fakopáncs költőterület-használatáról, folyóparti erdőkben. Ezek a munkák főként tölgy-kőris-szil erdőkben *(Fraxino-Ulmetum)* készültek (Kosiński & Winiecki 2004, Kosiński et al. 2006), a tanulmányok közül egyiket sem végezték fűz-nyár erdőkben *(Populo-Salicetum)*. Mindemellett szintén nem találni olyan tanulmányt, amelyet a harkályfélék költőhely használatát inváziós fafajok által átalakított élőhelyen készítettek.

A tiszavárkonyi terület esetében, a számított első főkomponens az élőhelyekre jellemző összefüggéseket mutatott, azaz reprezentálta a nagy törzs denzitást, az inváziós fák nagy számát, illetve az erdőterületek idős korát a nagyszámú korhadó, holt, és 50 cm-nél nagyobb átmérőjű fával. A vezsenyi terület már egy szuboptimálisabb élőhelynek számít a vizsgált faj szempontjából, amely szerint már az első főkomponens reprezentálta az őshonos fák nagy hangsúlyát a területen, amely együtt jár a nagyobb faji diverzitással is.

Az őshonos fák nagyobb számban voltak jelen a költőterületeken, mind a két területen. Az élőhelyekhez képest legmarkánsabban a füzek száma különbözött, illetve a vezsenyi területen a két nyárfa típusból még kevesebb fordult elő a költőterületeken, mint az élőhelyen, sugallva, hogy a fűzfák jelentős szerepet játszhatnak a nagy fakopáncsok költőterület választásában. Mindemellett mindkét területen több főkomponens esetében erős összefüggést tapasztaltam az őshonos fák denzitásával, és a tiszavárkonyi erős negatív korrelációt az inváziós fák számával, ami jól reprezentálja a faj élőhely választásában az őshonos fák fontosságát, illetve az inváziós fák negatív befolyását az élőhely választásra. Mindemellett a vezsenyi területen a második és harmadik főkomponens számottevő pozitív összefüggést mutatott az inváziós fák számával is, aminek oka lehet, hogy az erdő korában keresendő, hiszen az inváziós fajok idősebb, korhadtabb egyedeiben nagyobb esetben találhatnak táplálékot a vizsgált faj egyedei.

Az idősebb, nagyobb átmérőjű, magasabb, őshonos fák nagyobb aránya a költőterületeken azzal magyarázható, hogy táplálkozásra a faj egyedei főként az ilyen fákat preferálták. Ez egybehangzik Kosinski és Winiecki (2004) eredményeivel. Lengyelországban, *Quercus-Fraxinus-Ulmus* illetve *Quercus-Carpinus* erdőkben azt tapasztalták, hogy a faj olyan költőhelyeket használ, ahol nagyobb gyakorisággal vannak jelen magasabb, öregebb, nagyobb átmérőjű, őshonos fafajok egyedei.

Mind a négy mintaterület típusban (a két helyszín költőterületei, illetve véletlenszerű mintaterületei) a leggyakoribbak a korhadó fák voltak. Mindkét területen, a költőterületeken több korhadó és holt, de kevesebb élő fa volt jelen a random plotokhoz képest, bár a táplálkozó madarak az élő fákat használták. Ez az arány az idősebb, vezsenyi területen jobban a korhadó és holt fák felé tolódott el. Az élő fák egyre kisebb reprezentációja a költőterületeken azzal magyarázható, hogy az élő fák legnagyobb része az inváziós fafajok közül kerül ki. Mindemellett mindkét területen a 2-3. főkomponensekkel erős pozitív korrelációt mutatott az élő fák denzitása, ami jól reprezentálja a faj élőhely választásában az élő fák fontosságát. A területek kondíció szerinti eloszlása bár szignifikánsan eltért, nehéz megítélni, hogy ebben milyen szerepe volt az eltérő részesedésű élő fáknak.

A diverzitási dimenziók közül csak a törzsvastagság esetében voltak a költőterületek szignifikánsan diverzebbek az élőhelyi kínálatoknál, bár a költőterületek változatosabbaknak mutatkoztak fafaj, illetve kondíció terén is. A nagyobb törzsvastagság diverzitás oka a nagyobb átmérőjű, idősebb, preferált őshonos fafajok nagyobb gyakorisága.

A nagy fakopáncs az optimálisabb összetételű tiszavárkonyi területet nagyobb spektrumon hasznosította, míg a vezsenyi, kevésbé optimális területen az élőhely egy specifikusabb használatot tett lehetővé. A folytonos változókból származtatott főkomponensek által alkotott hipertérben a két vizsgálati terület pontfelhői egy komponens mentén különbséget mutattak. A vezsenyi területen a költőterület választás a nagyobb inváziós fa és korhadó fa denzitás felé mutatott, sugallva, hogy ez a generalista faj egy szuboptimálisabb fafajösszetételű, de idősebb élőhelyhez a költőterület választásában képes bizonyos mértékig adaptálódni.

Mivel jelen szűk témában eddig nem jelentek meg cikkek, így a nagy fakopáncs költőfa használatát nehéz összehasonlítani más eredményekkel. Más munkákban a fűz fajok nem tartoztak az odúkészítésre preferált fajok közé, mindenesetre le kell szögezni, hogy ezen fafajok előfordulása más vizsgálatok helyszínein csak sporadikus volt (Kosiński & Winiecki 2004, Kosiński et al. 2006). A fűzfajokat csupán Kosinski és munkatársai (2006) említették, mint a közép fakopáncs által preferált költőfafaj. Az általam vizsgált területeken a fűzfák nyújtották a legmegfelelőbb, 20-30 cm-es átmérőjű, korhadtabb, puha faanyagú, de mégis élő szubsztrátokat, költőodúk készítésére. Az általam vizsgált fehér nyár hibridek a fehér és a rezgő nyár fajok hibridjei, így a rezgő nyár morfológiáját részben mutatják. Ezek a fák, a más vizsgálatokban leírt rezgő nyárakhoz hasonlóan, bár a füzeknél kisebb mértékben, de szintén preferáltak voltak. A rezgő nyárat költőodú készítésére preferálták a nagy fakopáncsok például a Bialowieza Nemzeti Parkban (Wesolowski & Tomialojc 1986), Norvégiában (Hagvar et al. 1990) és Svédországban (Hansson 1992). Az első példa esetében a preferált rezgő nyárak holtak, vagy erősen korhadtak voltak, de a másik két esetben az élő fákat preferálták. A nagy preferencia kapcsolatban lehet a faj puhább fájával, amely az odú vésését könnyebbé, gyorsabbá teszi (Kosiński & Kempa 2007). A másik fontos jellemzője a nagy felületen sima kéreg, amely csökkenti a fára mászó fészekpredátorok, például a nyuszt *(Martes martes)* vagy a nyest *(M. foina)* predációs sikerét (Glue & Boswell 1994, Walankiewicz & Czeszczewik 2005).

A nagy fakopáncs más tanulmányokban szintén korhadó és holt fákat választott költőodú készítésére (Glue & Boswell 1994, Smith 1995, Smith 1997, Kosiński & Winiecki 2004, Smith 2007), bár, azeurópai harkályfajok közül, a nagy fakopáncs használja az élő fákat

a legnagyobb gyakorisággal. Néhány vizsgálatban közel exkluzívan használt a faj költésre élő fákat (Kosiński & Kempa 2007). Vele ellentétben a fehérhátú fakopáncs holtfa specialista. . Ez utóbbi faj testmérete, illetve csőrhossza a vizsgált fajénál nagyobb (Gorman 2004). A nagy fakopáncs rövidebb, robusztusabb csőre a vizsgálatok szerint alkalmasabb a keményebb, élő fák vésésére (Aulén & Lundberg 1991). Az ilyen, átalakuló élőhelyeken a puhafájú őshonos fafajokban nagyobb arányban készíthetnek odút, mint a keményebb fájú inváziós fafajokban. Az idősebb fűz és fehér nyár hibrid fák az alacsonyabb talajvízszint és ritkább, enyhébb áradások révén nagy százalékban korhadtak. A más vizsgálatokban tapasztaltakhoz hasonlóan jelen vizsgálatban is a közepes törzsvastagságú fákat használták költőodúk készítésére (Kosiński & Winiecki 2004). Más vizsgálatokkal egybehangzóan a költőodú vésésére használt szubsztrátok átmérője a röpnyílás magasságánál 20-30 cm-es volt (Glue & Boswell 1994).

Területenként a röpnyílás tájolása a tiszavárkonyi területen enyhén keleti-délkeleti, a vezsenyi területen pedig inkább déli irányítottságot mutat. Landler és munkatársai (2014) összehasonlító tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy a legalább 100-as mintaelemszámú vizsgálatokban lehet várni a random eloszlástól jelentős eltérést, ilyenkor a tájolási adatok a déli tájolás preferenciáját mutatják ki, amely annál erőteljesebb, minél nagyobb szélességi körön végezték a vizsgálatot, illetve ugyanazon a szélességi körön belül az összefüggés jobban kimutatható az amerikai kontinensen. Ez utóbbinak az az oka, hogy ugyanazon szélességi körön az európai éghajlat melegebb, mivel a mi kontinensünk klimatikus jellemzőit jobban befolyásolják a meleg tengeráramlások (Landler et al. 2014).

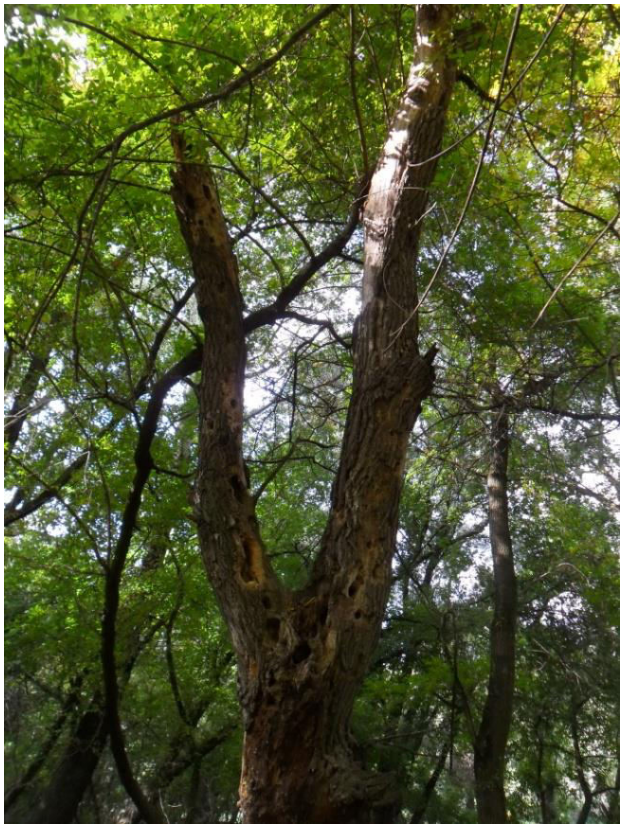
Az odvak magassága bár nem szignifikánsan, de a vezsenyi területen kismértékben a 6-8 m-es magasság felé tolódott el. A terület állománya idősebb, a tiszavárkonyi területhez képest, így nagyobb átlagosan a költésre használható fák törzsátmérője. Az idősebb, vastagabb fákban Kosinski és munkatársai (2006) szerint nagyobb magasságban találják meg a madarak a költésre alkalmas fatérfogatot. Emellett érdemes megjegyezni, hogy a vezsenyi terület lényegesen nagyobb kiterjedésű, fokozottan védett és ezek miatt a faj fontos fészekpredátora, a nyuszt (amelyet a területen már többször is megfigyeltem a területen) nagyobb predációs nyomást gyakorolhat a vizsgált fajra.

Az inváziós fafajok törzsátmérő eloszlása a vékonyabb, az őshonos fafajok eloszlása a vastagabb fák felé tolódott el. Az inváziós fák esetében az egyre vékonyabb kategóriák egyre nagyobb arányban voltak jelen. Az inváziós fák fiatalabb egyedei elenyésző arányban találhatóak a vizsgált területeken. Ez utóbbi csoport eloszlása szignifikánsan nem mutatott különbséget sem az élőhelyek, sem a költőhelyek között, de területen belül sem tértek el az adott élőhelyek az adott költőhelyektől. Az inváziós fák eloszlásai a költőhelyek között,

illetve az élőhelyek között markánsan eltértek, az idősebb, vezsenyi területen inkább vastagabb kategóriák felé tolódtak el, de az eloszlások jellegükben nem különböztek. Jelen tendenciák előrevetíthetik a későbbiekben az őshonos újulat jelentéktelen arányát, és az inváziós fafajok dominanciájának erősödését, a törzsátmérő eloszlások tovább diverzifikálódását.

6. Következtetések és javaslatok

Őshonos élőhelyein az amerikai kőris és a zöld juhar élőhelyet biztosít nagy diverzitású madárközösségek számára, amelybe beletartoznak odúlakó madárfajok is (Rumble & Gobeille 2008). Eredményeim alapján azt prediktálom, hogy az őshonos, ártéri erdei fafajok populációinak további visszaszorulása az ártéri erdők életközösségeire nézve sok esetben szuboptimálisabb élőhelyek kialakulásához fog vezetni (Magura et al. 2008). Ebben az esetben a különböző harkályfajok denzitása is csökkenhet. Mivel jelen élőhelytípusban a fő odúkészítő a nagy fakopáncs, így az odúlakó életközösségek szempontjából kulcsszerepe lehet. Az átalakuló élőhelyek miatti állománycsökkenése jó eséllyel befolyásolni fogja az odúlakó állatközösségeket. A másodlagos odúköltői között megfigyeltek már cinege (Paridae), csuszka (Sittidae), veréb (Passeridae), seregély (Sturnidae) és légykapó fajokat (Muscicapidae) (Kotaka & Matsuoka 2002). Mindemellett a nagy fakopáncs egyike az odúköltők legjelentősebb fészekpredátorainak. A Bialowiezai Nemzeti Parkban, ahol bizonyos fajok, mint például különböző légykapók kerülik elhagyott harkályodvak használatát (Wesolowski 2007). A természetes úton kialakuló odvak korhadását a harkályok táplálékkeresési vésései is inicializálhatják, mivel bejuttathatnak korhasztó gombákat a fák szöveteibe. Az ilyen üregek évtizedek alatt költőodvak is lehetnek (Jackson & Jackson 2004, Jusino et al. 2015) *(30-31. kép)*. A két inváziós fafaj fája lényegesen keményebb, így ezen fajokban lassabb ütemben képződhetnek odvak, mint az őshonos fűz és nyár fajokban, amitől a nagy fakopáncsok táplálkozó üregeinek és költőodúinak fontossága kétségtelenül emelkedni fog. A jövőben szeretném vizsgálni más munkák alapján a harkályodvak jelentőségét a másodlagos odúköltők számára, összevetve a természetes úton korhadt odvak, illetve a harkályok táplálkozó üregeinek használatával. A munkát endoszkópos kamerarendszer segítségével végezném (32-33. kép), annak standardját pedig lengyelországi, kanadai és amerikai egyesült államokbeli szerzők vizsgálatait alapul véve dolgoznám ki (Martin et al. 2004, Wesolowski 2007, Blanc & Walters 2008, Wesolowski 2011, 2012).



30. kép: Harkályok táplálkozó üregeiből kialakult odvak fűzön (a szerző felvétele)

31. kép: Harkályok táplálkozó üregeiből kialakult odvak zöld juharon (a szerző felvétele)

32. kép: Az endoszkópos kamerarendszer használata (Hámori Dániel felvétele)

33. kép: Az endoszkópos kamerarendszer egyik felvétele széncinege fiókákról (a szerző felvétele)

Bizonyos elterjedt inváziós fafajok, amelyek már akár évszázadok óta jelen vannak a számukra nem őshonos élőhelyeken, olyan mértékben átalakíthatják az élőhelyeket, hogy akár olyan ökoszisztémákat alakíthatnak ki, amelyek korábban nem léteztek. Ezeknek a jelentősen átformált élőhelyeknek a restaurációja túlságosan forrás és munkaerő igényes, jó eséllyel lehetetlen, de amennyiben lehetséges is lenne, maguk a munkálatok járnak oly mértékű zavarással, hogy az adott élőhely jelentős károkat szenvedne (Milton 2003, Hobbs et al. 2006, Ónodi 2016). Recens nemzetközi irodalmakban ezeket az újszerű ökoszisztémákat afféle

jelzőkkel látják el, mint „emerging” (előbukkanó), illetve „novel” (újszerű). Számos szerző úgy véli, hogy ezek kezelése során mindenképp adaptív stratégiákat kellene alkalmazni, amelynek során az élőhely őshonos fajkészletét a lehető legnagyobb mértékben igyekszünk megőrizni, miközben szem előtt tartjuk a megváltozott ökoszisztéma jelenlegi folyamatait (Milton 2003, Hobbs et al. 2006, Lindenmayer et al. 2008, Hobbs et al. 2013b, Ónodi 2016).

Az „újszerű” ökoszisztémák kialakulásuk során, számos változáson mennek át, mind a biotikus, mind az abiotikus kondícióik terén. Ezen folyamat során a kutatók három stádiumot említenek: a kiindulási, természetes állapotot, a teljesen átalakult, „újszerű” állapotot, illetve a kettő közti átmenetet, az úgynevezett „hibrid” stádiumot. Az élőhely változása során számos ökológiai küszöböt átlép, amelyek magukban foglalnak reverzibilis és irreverzibilis változásokat is. Általánosságban elmondható, hogy az első stádiumból a hibrid állapotba reverzibilis folyamatokon át alakul az élőhely, míg ez utóbbiból a harmadik lépcsőre irreverzibilis folyamatok révén lép. Az „újszerű” stádiumon belül pedig történhetnek további irreverzibilis lépések (Hobbs et al. 2009, Ónodi 2016).

Az élőhely rekonstrukciót szem előtt tartva egy egyszerű modellt dolgozott ki Hobbs munkatársaival (2013a). Két kérdést kell föltenni: az első „*Az adott ökoszisztéma antropogén hatás miatt változott?*”, a második „*A változások reverzibilisek?*”. Amennyiben az első kérdésre „nem” a válasz, akkor az őshonos ökoszisztémáról beszélünk, ha „igen” a válasz, akkor fel kell tennünk a második kérdést. Ha a második kérdésre is „igen” a válasz, akkor egy „hibrid” ökoszisztémáról beszélhetünk, ami idővel, illetve élőhely rekonstrukció segítségével visszaalakulhat az őshonos állapotba, illetve idővel, beavatkozás nélkül tovább léphet az „újszerű” stádiumba. Ha a második kérdésre a válasz „nem” volt, akkor egy „újszerű” ökoszisztémáról beszélünk (Hobbs et al. 2013a).

Az amerikai kőris és a zöld juhar irtása például fiatalabb állományokban fizikai, kémiai módszerekkel bevett gyakorlat (Nagy 2015, Sztellik 2015), de például a vezsenyi területen megfigyelhető, öreg, vegyes korú állományokban gyérítése a járulékos veszteségek miatt természetvédelmi megfontolásokból nem érdemes. Mára ártéri erdeink jelentős hányadán e két faj alkotja az esszenciális cserje- illetve alsó lombkorona szintet számos erdőlakó faj számára. Számos olyan élőhelyet láttam, amelyben akár 70-80éves amerikai kőrisek, zöld juharok éltek, többszintű erdőt alkotva, nagyon kevés őshonos fával elegyben. Az ilyen erdők, az inváziós fák nélkül nem tekinthetőek folytonos élőhelyeknek, csupán néhány idősödő fűz- és nyárfa ritkás együtteseinek, amelyek hosszú évekig nem tudnának számottevően felújulni a folyószabályozások nyomán megváltoztatott hidrológiai viszonyok és az allelopatikumoktól

megváltozott talajkémia miatt, illetve számos fajnak ez a jelentősen ritkább élőhely szuboptimális lenne, lényegesen kevesebb táplálkozó-, búvó- illetve szaporodóhellyel (Ónodi 2016).

Az említett özönfajoknál a legcélravezetőbb az lehetne, ha bizonyos folyókanyarulatokat visszaépítenénk az erősen szabályozott folyók vízrendszerébe, és több mozgásteret bocsátanánk rendelkezésre a folyók meanderezéséhez, amely elősegítené a parti erdők szukcessziós folyamatait.

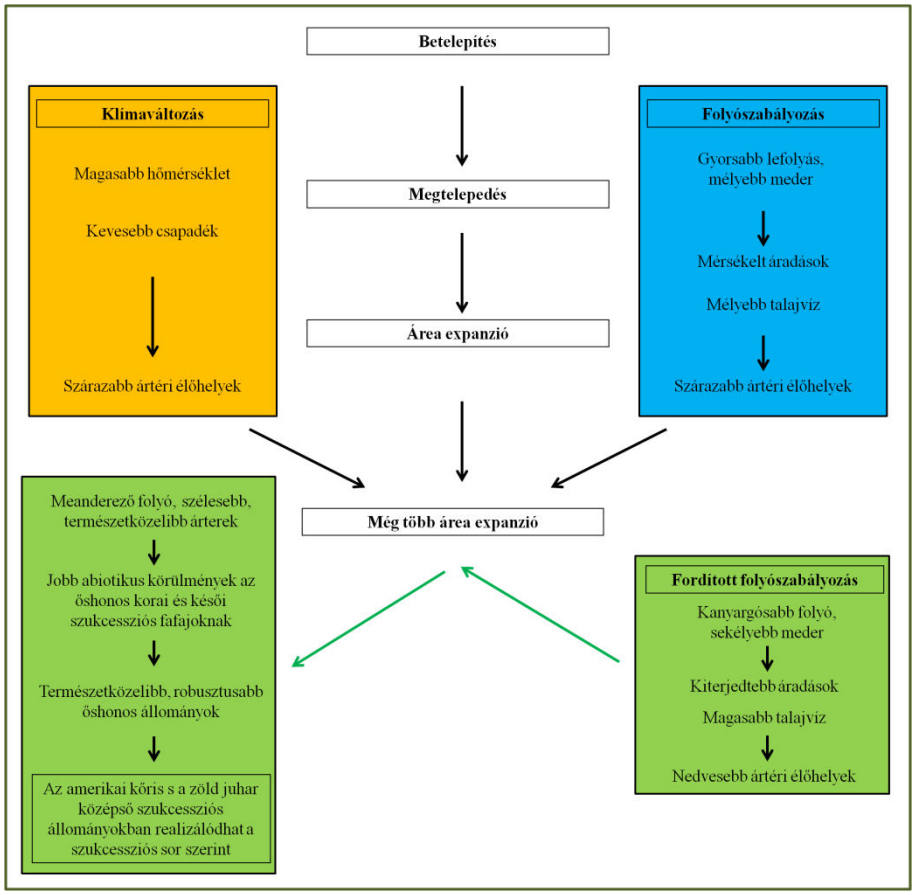
Olvasmányaim nyomán azt gondolom, hogy a szélesebb árterű, meanderező folyó, parti erdeiben jó eséllyel az inváziós amerikai kőris és zöld juhar, mint középső szukcessziós fajok, legnagyobb gyakorisággal egy köztes sávban fordulnának elő, a korai szukcessziós puha-, illetve a késői szukcessziós keményfás ártéri erdők között (Scott et al. 1997, van Turnhout et al. 2010). Mindezek gondolatok számos gazdasági megfontolás miatt egyelőre túl utópisztikusnak tűnnek.

A teljesebb képért érdemes a folyó menti erdőkre úgy tekinteni, mint zöld folyosók mátrixára a tájon. A velük kapcsolatos törvényi szabályozások kidolgozásakor érdemes az Európai Unió léptékén gondolkodni. Az área expanziója során az amerikai kőris és a zöld juhar jól hasznosítja a zöld folyosókat, propagulumaik jól terjednek a parti erdőkben. Az úgynevezett "reverz" folyószabályozás előnyös lenne a mezőgazdaság számos aspektusában (a lassabb folyású, kiterjedtebb vízfolyásokat effektívebb öntözőrendzerek kiépítésére lehetne hasznosítani), a halgazdálkodásban (a nagyobb ártereken kiterjedtebb ívóterületei lennének számos őshonos halfajnak, ami jó lehetőséget teremtene ősi, halászmesterségek felélesztésére, illetve a vizes élőhelyek ésszerűbb hasznosítására. Ezekkel párhuzamosan az ökoturizmus fejlesztése is kiterjedtebb lehetne.

Keveset tudni a klímaváltozás hatásairól a két inváziós fafaj populációira Európában, de minthogy mindkét faj őshonos elterjedése a mérsékelt égövi Észak-Amerikára esik, véleményem szerint a hatások hasonlóak lennének az amerikai projekciókhoz. Az ottani előrejelzések szerint a késői, illetve középső szukcessziós állomást képviselő fafajok profitálnának a magasabb átlaghőmérsékletből, és a kevesebb csapadékból. Ennek nyomán, ahogy az európai ártéri élőhelyeken áreájuk növekedne, úgy számos védett, esetleg veszélyeztetett faj populációit befolyásolhatnák számos országban (Iverson et al. 2008, 2009). A klímaváltozás, a folyószabályozások, illetve a "reverz" folyószabályozások felvázolt hatásainak szemléltetését a *4. ábrában*, egy modellben szemléltettem.

A taglalt problémák, azaz az amerikai kőris és zöld juhar élőhely átalakításának hatásai a hidrológiai és botanikai viszonyokra, kevéssé tanulmányozottak. Mivel a folyóparti erdők nagy jelentőséggel bírnak, mint zöld folyosók, ennek fő fokmérője a folyosóként szolgáló

élőhelyek minősége az azokat használó élőlények számára, így elengedhetetlen fontosságú az ilyen átalakuló élőhelyek vizsgálata.



4. ábra: Folyamatábra a jelen természetvédelmi problémáról, és egy adaptív kezelési ajánlás

Összefoglalás

Az inváziós amerikai kőris és a zöld juhar Közép-Európa szerte elterjedt az ártéri erdőkben. Mindkét faj képes átalakítani az általa kolonizált ártéri élőhelyek őshonos vegetációját. Mindkét faj jó magszóró, allelopatikumaikkal, és sűrű cserje és alsó lombkoronaszintet képezve gátolják az őshonos újulat fejlődését. A folyószabályozások és az inváziós fafajok együtt jelentősen átformálódott élőhelyeket eredményeztek. Az őshonos fűz és nyár fajok emiatt nagyon nehezen, illetve nem képesek felújulni. Az idősödő őshonos fák pusztulásával nagy területeken jó eséllyel amerikai kőris, zöld juhar ártéri erdők maradhatnak vissza. Az értekezés arra próbál rávilágítani, hogy a különböző harkályfajok különböző elegyarányú fűz-nyár ártéri erdőkben milyen tereloszlásban használják a különböző mikrohabitatokat, melyek a preferált fafajok, illetve, hogy az említett inváziós fafajok milyen szerepet töltenek be a vizsgált madárfajok élőhely használatában. Ennek fő irányvonalai a különböző fajok táplálkozási, illetve a nagy fakopáncs költési élőhely használata. Ez utóbbinál nagy hangsúlyt kap, hogy melyek a faj költőterület-használatát prediktáló legfontosabb változók. Táplálkozás során a vizsgált fajok az őshonos fák idősebb egyedeit preferálták, az inváziós fafajok használatát erősen kerülték. Táplálkozás során a vizsgált fajok főként az őshonos a fűz és fekete nyár hibrid fák idősebb egyedeit preferálták, az inváziós fafajokat erősen kerülték. A kis fakopáncsok erősen preferálták a szőlőket. A nagy fakopáncsok leginkább a fatörzsek felsőbb részein mozogtak, ezzel szemben a kis fakopáncsok a lombkorona külső szélét használták, míg a közép fakopáncsok az ágak középső részén keresték táplálékaikat. A balkáni fakopáncsok tereloszlása a nagy fakopáncsokhoz nagyban hasonlított, ám azok csupán az erdőszélen, illetve a településeken mozogtak. A nagy fakopáncsok költőhelyein kiemelkedő fontosságúnak bizonyultak az idős, őshonos fák, költésre kifejezetten idősödő fűz és fehér nyár hibrid egyedeket használtak. A felsorolt preferenciák még azon a vizsgálati területen is erősen megmutatkoztak, ahol az inváziós fafajok is idősebb egyedekkel vannak képviseltetve. Ezen őshonos erdőalkotók megőrzése az erdei életközösségek diverzitásának, robusztusságának fenntartása miatt kiemelkedő fontosságú lenne. Az átalakuló ártéri élőhelyek bizonyos idősebb állományait érdemes „újszerű ökoszisztémákként” tekinteni, hiszen rekonstrukciójuk már jó eséllyel lehetetlen lenne. Fontos lenne megismerni és fenntartani ezen átformálódott közösségek ökológiai folyamatait, oly módon, hogy, hogy az őshonos élőhely alkotókat lehetőség szerint minél nagyobb arányban meg lehessen őrizni. Ezek figyelembevételével a szükséges kezelési tervek során érdemes lenne adaptív stratégiákat alkalmazni.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni családom és barátaim támogatását a munka elkészültéhez. Hálával tartozom a témavezetőmnek, Dr. Winkler Dánielnek, aki mind szakmailag, mind emberileg segített és támogatott, hogy az egyetemi, terepi és otthoni munkáimat sikerrel tudjam végezni. Hálás vagyok korábbi témavezetőmnek, Dr. Csörgő Tibornak, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetemen végzett biológus BSc. és MSc. tanéveim alatt iránymutatásával segített, és elindított a tudományos pályán. Hálával tartozom Dr. Csiszár Ágnesnek, szakmai segítségéért. Szeretném megköszönni Dr. Hartel Tibornak, hogy megismertette velem a "novel ecosystems" megközelítést. Számos külföldi kollégám nagy segítséget nyújtott az irodalmazásban, a terepmunka megtervezésében, a tudományos cikkek szakmai és nyelvi színvonalának javításában. A teljesség igénye nélkül: Dr. Dorota Czeszczewik, Dr. Wieslaw Walankiewicz, Dr. Karen Wiebe, Dr. Walter D. Koenig, Dr. Michelle Jusino, Dr. Eric L. Walters, Dr. Jerome A. Jackson, Dr. Hugo Robles, Dr. Rolph Hennes, Dr. Gilberto Pasinelli és Dr. Daniel Hayhow. Szeretném megköszönni általános iskolás és gimnáziumi biológia tanáraimnak, Zsíros Andrásnének és Juhászné Dr. Szlovák Mariannak, hogy nagy motivációval egyengették utamat. Nagy hálával tartozom Horváth Ernőnek, a szolnoki NEFAG Zrt. Erdei Művelődés Háza és Iskola vezetőjének, hogy gyermekkoromban felhívta a figyelmem az ártéri erdőkben élő inváziós fafajok jelentőségére. A terepmunkához nagy segítséget nyújtottak a Hortobágyi Nemzeti Park természetvédelmi őrei: Nagy Gábor, Monoki Ákos és Dr. Tallósi Béla, illetve barátaim: Csikós Eszter, Bálint Dénes, Szántó Bence, Hámori Dániel. További barátaim, Nagy Zoltán és Szilágyi Zoltán az angol nyelvű munkák nyelvi ellenőrzésében segített. Menyasszonyom, Molnár Anett a magyar nyelvű tudományos művek helyesírását, nyelvhelyességét szavatolta. Végül, de nem utolsó sorban pedig szeretném megköszönni az opponensek áldozatos munkáját.

Irodalomjegyzék

Alatalo R. H. 1978. Resource partitioning in Finnish woodpeckers. Ornis Fennica 55: 49-59.

Alavalapati J. R. R., Stainback G. A. & Carter D. R. 2002. Restoration of the longleaf pine ecosystem on private lands in the US South: an ecological economic analysis. Ecological Economics 40: 411-419.

Arrigo, N. & Arnold, C. 2007. Naturalised Vitis rootstocks in Europe and consequences to native wild grapevine. PLoS ONE 2: e521. doi: 10.1371/journal.pone.0000521

Askins R. A. 1983. Foraging ecology of temperate-zone and tropical woodpeckers. Ecology 64(4): 945-956.

Aulén G. 1988. Nest site selection of White-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* and Great-spotted woodpecker D. major in central Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Report 14.

Aulén, G. & Lundberg, A. 1991. Sexual dimorphism and patterns of territory use by the White-backed Woodpecker *Dendrocopus leucotos*. Ornis Scandinavica 22(1): 60-64. doi: 10.2307/3676622

Bai M. L., Wichmann F. & Mühlenberg M. 2005. Nest-site characteristics of hole-nesting birds in a primeval boreal forest of Mongolia. Acta Ornithologica 40: 1-14.

Bhusal P., Czeszczewik D., Walankiewicz W., Churski M., Baral R., Lamichhane B. R. & Mikusinski G. 2015. Availability of tree cavities in a sal forest of Nepal. iForest Biogeosciences and Forestry 9: 217-225.

Blanc, L. & Walters J. R. 2008. Cavity nest-webs in a longleaf pine ecosystem. Condor 110: 80-92.

Bock W. J. 1999. Functional and evolutionary morphology of woodpeckers. Ostrich 70(1): 23-31.

Bütler R., Angelstam P., Ekelund P. & Schlaepfer R. 2004a. Quantitative snag targets for the three-toed woodpecker *Picoides tridactylus*. Ecological Bulletins 51: 219-232.

Bütler R., Angelstam P. & Schlaepfer R. 2004b. Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. Biological Conservation 119: 305-318.

Carlson A., Sandström U. & Olsson K. 1998. Availability and use of natural tree holes by cavity nesting birds in a Swedish deciduous forest. Ardea 86: 109-119.

Charman E. C., Smith K. W., Gruar D. J., Dodd S., Grice P. V. 2010. Characteristics of woods used recently and historically by Lesser spotted woodpeckers *Dendrocopos minor* in England. Ibis 152: 543-555.

Cockle K. L., Martin K. & Robleo G. 2012. Linking fungi, trees, and hole-using birds in a Neotropical tree-cavity network: Pathways of cavity production and implications for conservation. Forest Ecology and Management 264: 210-219.

Cockle K. L., Martin K. & Wesołowski T. 2011. Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide. Frontiers in Ecology and the Environment 9(7): 377-382.

Cooke H. A. & Hannon S. J. 2011. Do aggregated harvests with structural retention conserve the cavity web of old upland forest in the boreal plains? Forest Ecology and Management 261: 662-674.

Cooke H. A. & Hannon S. J. 2012. Nest-site selection by old boreal forest cavity excavators as a basis for structural retention guidelines in spatially-aggregated harvests. Forest Ecology and Management 269: 37-51.

Cramp S. 1985. The birds of the Western Palearctic Volume 4. Oxford University Press, Oxford. 960 pp.

Csiszár Á. & Bartha D. 2008. Green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.). In: Botta-Dukát, Z. & Mihály, B. (szerk.). The most important invasive plants in Hungary. Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, Hungary, pp. 161-166.

Csiszár Á. 2009. Allelopathic effects of invasive woody plant species in Hungary. Acta Silv. Lignaria Hung. 5: 9-17.

Csiszár Á., Korda M., Schmidt D., Šporčić D., Süle I. P., Teleki B., Tiborcz V., Zagyvai G. & Bartha D. 2013. Allelopathic potential of some invasive plant species occurring in Hungary. Allelopathy Journal 31: 309-318.

Csorba G. & Török J. 1988. Fatörzsön táplálkozó madarak táplálékszegregációja. Aquila 95: 78-82.

Czeszczewik D. & Walankiewicz W. 2006. Logging affects the White-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* distribution in the Białowieża Forest. Annales Zoologici Fennici 43: 221-227.

Czeszczewik D. 2010. Wide intersexual niche overlap of the specialized White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* under the rich primeval stands in the Białowieża Forest, Poland. Ornis Polonica 51: 241-251.

del Hoyo J., Elliott A. & Sargatal J. (szerk.) 2002. Handbook of the birds of the world. Vol. 7. Jacamars to Woodpeckers. Lynx Edicions, Barcelona. 613 pp.

Drapeau P., Nappi A., Giroux J-F., Leduc A. & Savard J-P. 2002. Distribution patterns of birds associated with snags in natural and managed eastern boreal forests. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-181: 193-205.

Drever M. C., Aitken K. E. H., Norris A. R. & Martin K. 2008. Woodpeckers as reliable indicators of bird richness, forest health and harvest. Biological Conservation 141(3): 624-634.

Drever M. C. & Martin K. 2010. Response of woodpeckers to changes in forest health and harvest: Implications for conservation of avian biodiversity. Forest Ecology and Management 259(5): 958-966.

Edman T., Angelstam P., Mikusinski G., Roberge J-M. & Sikora A. 2011. Spatial planning for biodiversity conservation: Assessment of forest landscapes' conservation value using umbrella species requirements in Poland. Landscape and Urban Planning 102: 16-23.

Edworthy A. B., Drever M. C. & Martin K. 2011. Woodpeckers increase in abundance but maintain fecundity in response to an outbreak of mountain pine bark beetles. Forest Ecology and Management 261: 203-210.

Engstrom R. T. & Sanders, F. J. 1997. Red-cockaded Woodpecker foraging ecology in an old-growth longleaf pine forest. The Wilson Bulletin 109(2): 203-217.

Erfmeier A., Böhnke M. & Bruelheide E. 2011. Secondary invasion of *Acer negundo*: the role of phenotypic responses versus local adaptation. Biological Invasions 13: 1599-1614. doi: 10.1007/s10530-010-9917-2

Facsar G. & Udvardy L. 2006. Adventív szőlőfajok (*Vitis* hibridek). In: Botta-Dukát Z. és Mihály B. (szerk.) Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények II. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest. 115-129.

Fayt P., Machmer M. M. & Steeger C. 2005. Regulation of spruce bark beetles by woodpeckers - a literature review. Forest Ecology and Management 206: 1-14.

Fitzpatrick J. W., Lammertink M., Luneau M. D. Jr., Gallagher T. W., Harrison B. R., Sparling G. M., Rosenberg K. V., Rohrbaugh R. W., Swarthout E. C. H., Wrege P. H., Swarthout S. B., Danzker M. S., Charif R. A., Barksdale T. R., Remsen J. V. Jr., Simon S. D. & Zollner D. 2005. Ivory-billed woodpecker (*Campephylus principalis*) persists in continental North America. Science 308: 1460-1462.

Fujita M., Kawakami K. & Higuchi H. 2007. Hopping and climbing gait of Japanese pygmy woodpeckers (*Picoides kizuki*). Comparative Biochemistry and Physiology 148(A): 802-810.

Garmendia A., Carcamo S. & Schwendtner O. 2006.Forest management considerations for conservation of Black Woodpecker *Dryocopus martius* and White-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos* populations in Quinto Real (Spanish Western Pyrenees). Biodiversity and Conservation 15:1399-1415.

Gencsi L. & Vancsura R. 2002. Dendrológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 728

Gentry D. J. & Vierling K. T. 2007. Old burns as source habitats for Lewis's woodpeckers breeding in the Black Hills of South Dakota. Condor 109(1): 122-131.

Gibbons P. & Lindenmayer D. 2002. Tree hollows and wildlife conservation in Australia. CSIRO Publishing 240 pp.

Glue D. E. & Boswell T. 1994. Comparative nesting ecology of the three British breeding woodpeckers. British Birds 87: 253-269.

Glutz von Boltzheim U. N. & Bauer K. M. 1980. Handbuch der Vogel Mitteleuropas. Band 9. Columbiformes - Piciformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 279 pp.

Gorman G. 2004. Woodpeckers of Europe. A study of the European Picidae. Bruce Coleman. Chalfot St. Peter. 192 pp.

Gorman G. 2011. The Black woodpecker. A monograph on *Dryocopus martius*. Lynx Edicions, Barcelona. 184 pp.

Gotelli N. J., Chao A., Colwell R. K., Hwang W-H. & Graves G. R. 2012. Specimen-Based Modeling, Stopping Rules, and the Extinction of the Ivory-billed woodpecker. Conservation Biology 26(1): 47-56.

Gunn J. S. & Hagan III. J. M. 2000. Woodpecker abundance and tree use in uneven-aged managed, and unmanaged, forest in northern Maine. Forest Ecology and Management 126: 1-12.

Hagvar S., Hagvar G. & Monness E. 1990. Nest site selection in Norwegian woodpeckers. Holarctic Ecology 13: 156-165. doi: 10.1111/j.1600-0587.1990.tb00602.x

Hahn D. A. & Tschinkel W. R. 1997. Settlement and distribution of colony-founding queens of the Arboreal ant, *Crematogaster ashmeadi*, in a longleaf pine forest. Insectes Sociaux 44: 323-336.

Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontol. Electron. 4: 1-9.

Hansson L. 1992. Requirements by the Great-spotted Woodpecker *Dendrocopus major* for a suburban life. Ornis Svecica 2: 1-6.

Hanula J. L. & Franzreb K. 1998. Source, distribution and abundance of macroarthropods on the bark of longleaf pine: potential prey of the Red-cockaded woodpecker. Forest Ecology and Management 102: 89-102.

Haraszthy L. 2001. The floodplain forests in Hungary. In: The floodplain forests in Europe. Current situation and perspectives. Edited by Klimo, E. & Hager, H. European Forest Institute Research Report 10. Brill, Leiden. pp. 17-24.

Hebda G. 2009. Nesting sites of the Great spotted woodpecker *Dendrocopos major* L. in Poland: analysis of nest cards. Polish Journal of Ecology 57(1): 149-158.

Hobbs R.J., Arico S., Aronson J., Baron J.S., Bridgewater P., Cramer V.A., Epstein P.R., Ewel J.J., Klink C.A., Lugo A.E., Norton D., Ojima D., Richardson D.M., Sanderson E.W., Valladares F., Vilà M., Zamora R. & Zobel M. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. Global Ecology and Biogeography, 15: 1-7.

Hobbs R.J., Higgs E. & Harris J.A. 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. Trends in Ecology and Evolution, 24(11): 599-605.

Hobbs R.J., Higgs E.S. & Hall C.M. 2013a. Defining novel ecosystems. In: Hobbs, R.J., Higgs, E.S. & Hall, C.M. (szerk) Novel ecosystems. Intervening in the new ecological world order. Wiley-Blackwell, Chichester, 58-60.

Hobbs R.J., Higgs E.S. & Hall C.M. (szerk) 2013b. Novel ecosystems. Intervening in the new ecological world order. Wiley-Blackwell, Chichester, pp. 380

Hogstad O. 1976. Sexual dimorphism and divergence in winter foraging behaviour of the Three-toed Woodpeckers *Picoides tridactylus*. Ibis 118: 41-50.

Hogstad O. 1971. Stratification in winter feeding of the Great-spotted Woodpecker *Dendrocopos major* and the Three-toed Woodpecker *Picoides tridactylus*. Ornis Scandinavica 2: 143-146.

Hogstad O. 1991. The effect of social dominance on foraging by the Three-toed Woodpecker *Picoides tridactylus*. Ibis 133: 271-276.

Hogstad O. 2009. Sexual differences of labour during breeding activities and territory use in the Lesser-spotted Woodpecker *Dendrocopos minor*. Ornis Norvegica 32: 42-48.

Hu J., Angeli S., Schuetz S., Luo Y. & Hajek A. E. 2009. Ecology and management of exotic and endemic Asian longhorned beetle *Anoplophora glabripennis*. Agricultural and Forest Entomology 11: 359-375.

Imbeau L. & Desrochers A. 2002. Foraging ecology and use of drumming trees by Three-toed Woodpeckers. The Journal of Wildlife Management 66(1): 222-231.

Iverson L., Prasad A. & Matthews S. 2008. Modelling potential climate change impacts on the trees of the northeastern United States. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 13(5-6): 487-516.

Iverson L., Prasad A. Matthews S. & Peters M. 2009. Potential changes in tree habitat for Illinois under climate change. In: Taft J. (szerk.) Canaries in the Catbird Seat, Chapter 16. Illinois Natural History Survey Special Publication 30, Champaign, Illinois, 263-270.

Jackson J. A. & Jackson B. J. S. 2004. Ecological relationships between fungi and woodpecker cavity sites. The Condor 106(1): 37-49.

Jackson J. A. 1970. A quantitative study of the foraging ecology of Downy Woodpeckers. Ecology 51: 318-323.

Jackson J. A. 1979. Tree surfaces as foraging substrates for insectivorous birds. in: Dickson J. G., Connor R. N., Fleet R. R., Jackson J. A. & Kroll J. C. The role of insectivorous birds in forest ecosystems. Academic Press, Nacogdoches. 69-93.

James F. C., Hess C. A., Kicklighter B. C. & Thum R. A. 2001. Ecosystem management and the niche gestalt of the Red-cockaded woodpecker in longleaf pine forests. Ecological Applications 11(3): 854-870.

Jiao Z-b., Wan T., Wen J-b., Hu J-f., Luo Y-q., Fu L-j. & Zhang L-s. 2008. Seasonal diet of the Great-spotted woodpecker (*Picoides major*) in shelterwood plantations of Wulate Qianqi County, Inner Mongolia. Forestry Studies in China 10(2): 119-124.

Johnsson K. 1993. The Black Woodpecker Dryocopus martius as a keystone species in forest - Summary of the thesis. In: Johnsson K. 1993. The Black Woodpecker *Dryocopus martius* as a keystone species in forest. Report 24. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Uppsala 49-65.

Jusino M. A., Lindner D. L., Banik M. T. & Walters J. R. 2015. Heart rot hotel: fungal communities in red-cockaded woodpecker excavations. Fungal Ecology 14: 33-43.

Kirkman L. K., & Mitchell R. J. 2006. Conservation management of *Pinus palustris* ecosystems from a landscape perspective. Applied Vegetation Science 9: 67-74.

Koenig W. D., Walters E. L. & Liebhold A. M. 2011. Effects of Gipsy moth outbreaks on North American woodpeckers. The Condor 113(2): 352-361.

Koivula M. J. & Schmiegelow F. K. A. 2007. Boreal woodpecker assemblages in recently burned forested landscapes in Alberta, Canada: Effects of post-fire harvesting and burn severity. Forest Ecology and Management 242: 606-618.

Kosiński Z. & Kempa M. 2007. Density, distribution and nest sites of woodpeckers Picidae in a managed forest of Western Poland. Polish Journal of Ecology 55(3): 519-533.

Kosiński Z., Ksit P. & Winiecki A. 2006. Nest sites of Great-spotted woodpeckers *Dendrocopos major* and Middle-spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* in near-natural and managed riverine forests. Acta Ornithologica 41: 21-32.

Kosiński Z. & Ksit P. 2006. Comparative reproductive biology of Middle-spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* and Great-spotted woodpeckers *D. major* in a riverine forest. Bird Study 53: 237-246.

Kosiński Z. & Winiecki A. 2004. Nest-site selection and niche partitioning among the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* and Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in riverine forest of Central Europe. Ornis Fennica 81: 145-156.

Kotaka N. & Matsuoka S. 2002. Secondary users of Great Spotted Woodpecker (*Dendrocopos major*) nest cavities in urban and suburban forests in Sapporo City, northern Japan. Ornithological Science 1(2): 117-122. doi: 10.2326/osj.1.117

Kozma J. 2009. Nest-site attributes and reproductive success of White-headed and Hairy Woodpeckers along the East-slope Cascades of Washington State. In: Rich T. D., Thompson C. D., Demarest D. & Arizmendi D. (szerk.) Tundra to Tropics: connecting birds, habitas and people. Proceedings of the Fourth International Partners in Flight Conference, McAllen, TX. pp. 52-61.

Kumar R., Shahabuddin G. & Kumar A. 2011. How good are managed forests at conserving native woodpecker communities? A study in sub-Himalayan dipterocarp forests of northwest India. Biological Conservation 144: 1876-1884.

Laguna E. 2004. American and hybrid grapevines (*Vitis* spp.): A new concept of invasive plants to Europe. - 4th European Conference on the Conservation of the Wild Plants. - A workshop on the implementation of the Global Strategy for Plant Conservation in Europe, Valencia, Spain.

Lammertink M., Prawiradilaga D. M., Setiorini U., Naing T. Z., Duckworth J.W. & Menken S. B. J. 2009. Global population decline of the Great-slaty woodpecker (*Mulleripicus pulverulentus*). Biological Conservation 142: 166-179.

Lammertink M. 2014. Trends in threat status and priorities in conservation of the woodpeckers of the world. Acta Ornithologica 49(2): 207-219. doi: 10.3161/173484714X687109

Landler L., Jusino M. A., Skelton J. & Walters J. R. 2014. Global trends in woodpecker cavity entrance orientation: latitudinal and continental effects suggest regional climate influence. Acta Ornithologica 49(2): 257-266.

Leisler B. 1992. Habitat selection and coexistence of migrants and Afrotropical residents. Ibis 134(Supplement 1): 77-82.

Leonard D. L. Jr. & Heath J. A. 2010. Foraging strategies are related to skull morphology and life history traits of Melanerpes woodpeckers. Journal of Ornithology 151: 771-777.

Lindenmayer D. 2002. Gliders of Australia: A Natural History. Australian natural history series - University of New South Wales Press 160 pp.

Lindenmayer D.B., Fischer J., Felton A., Crane M., Michael D., Macgregor C., Montague-Drake R., Manning A. & Hobbs R. J. 2008. Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice. Conservation Letters, 1: 129-135.

Loehle C. & Rittenhouse L. R. 1982. An analysis of forage preference indices. Journal of Range Management 35(3): 316-319.

Lõhmus A., Kinks R. & Soon M. 2010. The importance of dead-wood supply for woodpeckers in Estonia. Baltic Forestry 16(1): 76-86.

Lyons A. L., Gaines W. L., Lehmkuhl J. F. & Harrod R. J. 2008. Short-term effects of fire and fire surrogate treatments on foraging tree selection by cavity-nesting birds in dry forests of central Washington. Forest Ecology and Management 255: 3203-3211.

Magura T., Báldi A. & Horváth R. 2008. Breakdown of the species-area relationship in exotic but not in native forest patches. Acta Oecologica 33: 272-279. doi: 10.1016/j.actao.2007.11.007

Marsden S. J. & Whiffin M. 2003. The relationship between population density, habitat position and habitat breadth within a neotropical forest bird community. Ecography 26(4): 385-392.

Martin K., Aitken K. E. H. & Wiebe K. L. 2004. Nest sites and nest webs for cavity-nesting communities in interior British Columbia, Canada: nest characteristics and niche partitioning. The Condor 106: 5-19.

Martin K. & Eadie J. M. 1999. Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. Forest Ecology and Management 115: 243-257.

Mazgajski T. 1998. Nest site characteristic of Great spotted woodpeckers *Dendrocopos major* in central Poland. Polish Journal of Ecology 46(1): 33-41.

McWethy D. B., Hansen A. J. & Verschuyl J. P. 2009. Edge effects for songbirds vary with forest productivity. Forest Ecology and Management 257(2): 665-678.

Melletti M. & Penteriani V. 2003. Nesting and feeding tree selection in the endangered White-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos lilfordi*. Wilson Bulletin 115(3): 299-306.

Mihály B. & Botta-Dukát Z. (szerk) 2004. Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 409.

Mikusinski G., Gromadzki M. & Chylarecki P. 2001. Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. Conservation Biology 15(1): 208-217.

Milton S. J. 2003. 'Emerging ecosystems': a washing-stone for ecologists, economists and sociologists? South African Journal of Science, 99(9-10): 404-406.

Mori S. 2005. Foraging habitat use by the Great spotted woodpecker *Dendrocopos major* in a fragmented forest landscape. Ornithological Science 4: 179-182.

Morrison M. L. & With K. A. 1987. Interseasonal and intersexual resource partitioning in Hairy and White-headed Woodpeckers. Auk 104: 225-233.

Nagy I. 2015. A zöld juhar visszaszorítása kémiai és mechanikai módszerekkel, az Ócsai Tájvédelmi Körzet idős keményfás ligeterdeiben. In: Csiszár Á & Korda M. (szerk.) Rosalia kézikönyvek 3. Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. 105-108.

Nappi A. & Drapeau P. 2009. Reproductive success of the Black-backed woodpecker (*Picoides arcticus*) in burned boreal forests: Are burns source habitats? Biological Conservation 142: 1381-1391.

Németh T. M. & Szentirmai I. 2009. A hamvas küllő (*Picus canus*) élőhelyválasztása az Őrségi Nemzeti Park területén. 8. Magyar Ökológus Kongresszus 164.

Ónodi G. 2016. Az idegenhonos, illetve inváziós fafajok élőhelyformáló hatásai. Erdészettudományi Közlemények 6(2): 101-113. doi: 10.17164/EK.2016.008

Ónodi G. & Csörgő T. 2012. A nagy fakopáncs (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758) élőhely preferenciája nagy mozaikosságú élőhelyen. Természetvédelmi Közlemények 18: 402-414.

Ónodi G. & Csörgő T. 2013. Relationship between vegetation structure and abundance of Great-spotted Woodpeckers (*Dendrocopos major*) in a mosaic habitat. Ornis Hungarica 21(1): 1-11. doi: 10.2478/orhu-2013-0011

Ónodi G. & Csörgő T. 2014. Habitat preference of Great-spotted Woodpecker (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758) and Lesser-spotted Woodpecker (*Dendrocopos minor* Linnaeus, 1758) in the presence of invasive plant species - preliminary study. Ornis Hungarica 22(2): 50-64. doi: 10.2478/orhu-2014-0018

Ónodi G. & Winkler D. 2014. A holtfa szerepe az odúlakó madárközösségek kialakulásában. In: Silva Naturalis 5, A holtfa. Csóka Gy. & Lakatos F. (szerk.) Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron. pp.125-144.

Osiejuk T.S. 1998. Study on the intersexual differentiation of foraging niche in relation to abundance of winter food in Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major*. Acta Ornithololologica 33(3-4): 135-141.

Pasinelli G. 2000. Sexual dimorphism and foraging niche partitioning in the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius*. Ibis 142: 635-644.

Pasinelli G. 2007. Nest site selection in middle and great spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* & *D. major*: implications for forest management and conservation. Biodiversity and Conservation 16: 1283-1298.

Pechacek P. 2006. Foraging behavior of Eurasian Three-toed Woodpeckers (*Picoides tridactylus alpinus*) in relation to sex and season in Germany. Auk 123(1): 235-246. doi: 10.1642/0004-8038(2006)123[0235:FBOETW]2.0.CO;2

Péczely P. 1963. A madarak kopácsoló mozgásának hatása a nyakcsigolyák alakulására. Aquila 70: 131-140.

Pettersson B. 1983. Foraging behaviour of the Middle-spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in Sweden. Holarctic Ecology 6: 263-269. doi: 10.1111/j.1600-0587.1983.tb01090.x

Porté A. J., Lamarque L. J., Lortie C. J., Michalet R. & Delzon S. 2011. Invasive *Acer negundo* outperforms native species in non-limiting resource environments due to its higher phenotypic plasticity. BioMed Central Ecology 11: 28. doi: 10.1186/1472-6785-11-28

Roberge J-M. & Angelstam P. 2006. Indicator species among resident forest birds - A cross-regional evaluation in northern Europe. Biological Conservation 130: 134-147.

Roberge J-M., Angelstam P. & Villard M-A. 2008a. Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests - Deriving quantitative targets for conservation planning. Biological Conservation 141: 997-1012.

Roberge J-M., Mikusijski G. & Svensson S. 2008b. The White-backed woodpecker: umbrella species for forest conservation planning? Biodiversity Conservation 17: 2479-2494.

Robles H., Ciudad C., Vera R., Olea P. P., Purroy F. J. & Matthysen E. 2007. Sylvopastoral management and conservation of the Middle spotted woodpecker at the Southwestern edge of its distribution range. Forest Ecology and Management 242: 343-352.

Rumble M. A. & Gobeille J. E. 1998. Bird community relationships to succession in green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) woodlands. American Midland Naturalist 140: 372-381. doi: 10.1674/0003-0031(1998)140[0372:BCRTSI]2.0.CO;2

Schlatter R. P. & Vergara P. 2005. Magellanic Woodpecker (*Campephilus magellanicus*) sap feeding and its role in the Tierra del Fuego forest bird assemblage. Journal of Ornithology 146: 188-190.

Schmidt A. 2000. Fehérhátú fakopáncs (*Dendrocopos leucotos*) állományfelmérése a Börzsönyben. Túzok 5: 93-96.

Schmidt E. 2009a. Fehérhátú fakopáncs. in: Csörgő T., Karcza Zs., Halmos G., Magyar G., Gyurácz J., Szép T., Bankovics A., Schmidt A. & Schmidt E. (szerk.) Magyar madárvonulási atlasz. Kossuth Kiadó, Budapest. 396.

Schmidt E. 2009b. Közép fakopáncs. in: Csörgő T., Karcza Zs., Halmos G., Magyar G., Gyurácz J., Szép T., Bankovics A., Schmidt A. & Schmidt E. (szerk.) Magyar madárvonulási atlasz. Kossuth Kiadó, Budapest. 395.

Scofield D. G., Sork V. L. & Smouse P. E. 2010. Influence of Acorn woodpecker social behaviour on transport of Coast live oak (*Quercus agrifolia*) acorns in a southern California oak savanna. Journal of Ecology 98: 561-572.

Scott M.L., Auble G.T. & Friedman J.M. 1997. Flood dependency of cottonwood establishment along the Missouri river, Montana, USA. Ecological Applications, 7(2): 677-690.

Shackelford C. E. & Conner R. N. 1997. Woodpecker abundance and habitat use in three forest types in eastern Texas. Wilson Bulletin 109(4): 614-629.

Shurulinkov P., Stoyanov G., Komitov E., Daskalova G. & Ralev A. 2012. Contribution to the knowledge on distribution, number and habitat preferences of rare and endangered birds in Western Rhodopes Mts, Southern Bulgaria. Strigiformes and Piciformes. Acta Zoologica Bulgarica 64(1): 43-56.

Smith K. W. 1995. Nest site selection of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopus major* in two oak woods in Southern England and its implications for woodland management. Biological Conservation 80: 283-288. doi: 10.1016/S0006-3207(96)00038-9

Smith K. W. 1997. Nest site selection of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopus major* in two oak woods in Southern England and its implications for woodland management. Biological Conservation 80: 283-288.

Smith K. W. 2005. Has the reduction in nest-site competition from Starlings *Sturnus vulgaris* been a factor in the recent increase of Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* numbers in Britain? Capsule A national decline in Starling numbers and the reduction in nest-site competition may have contributed to the increase in nest success, numbers and habitat distribution of the Great Spotted Woodpecker in Britain. Bird Study 52(3): 307-313.

Smith K. W. 2006. The implications of nest site competition from Starlings *Sturnus vulgaris* and the effect of spring temperatures on the timing and breeding performance of Great-spotted woodpeckers *Dendrocopos major* in southern England. Annales Zoologici Fennici 43: 177-185.

Smith K. W. 2007. The utilization of dead wood resources by woodpeckers in Britain. Ibis 149(Supplement 2): 183-192.

Solow A., Smith W., Burgman M., Rout T., Wintle B. & Roberts D. 2012. Uncertain sightings and the extinction of the Ivory-billed woodpecker. Conservation Biology 26(1): 180-184.

Stainback G. A. & Alavalapati J. R. R. 2004. Restoring longleaf pine through silvopasture practices: an economic analysis. Forest Policy and Economics 6: 371- 378.

Starzomski B.M. 2013. Novel ecosystems and climate change. In: Hobbs R.J., Higgs E.S. & Hall C.M. (szerk.) Novel ecosystems. Intervening in the new ecological world order. Wiley-Blackwell, Chichester, 88-101.

Stenberg I. & Hogstad O. 1992. Habitat use and density of breeding woodpeckers in the 1990's in More og Romsdal County, Western Norway. Cinclus 15(2): 49-61.

Sundell-Turner N. M. & Rodewald A. D. 2008. A comparison of landscape metrics for conservation planning. Landscape and Urban Planning 86: 219-225.

Swamidoss P. D., Sudhakaran M. R. & Parvathiraj P. 2012. Habitat preference of microchiropteran bats in three districts of Tamilnadu, South India. International Research Journal of Biological Sciences 1(5): 24-30.

Sztellik E. 2015. Inváziós fafajok visszaszorítása a Szabadság-szigeten hagyományos és sűrű soros erdő-felújítási technológiával, egyedi irtással. In: Csiszár Á & Korda M. (szerk.) Rosalia kézikönyvek 3. Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. 141-144.

Thinh V. T. 2006. Bird species richness and diversity in relation to vegetation in Bavi National Park, Vietnam. Ornithological Science 5(1): 121-125.

Török J. 2009. Hamvas küllő. In: Csörgő T., Karcza Zs., Halmos G., Magyar G., Gyurácz J., Szép T., Bankovics A., Schmidt A. & Schmidt E. (szerk.) Magyar madárvonulási atlasz. Kossuth Kiadó, Budapest. 387.

Török J. 1990. Resource partitioning among three woodpecker species *Dendrocopos* spp. during the breeding season. Holarctic Ecology 13: 257-264.

Török J. & Csorba G. 1986. Táplálékszegregáció négy, fatörzsön táplálkozó madárfajnál. Állattani Közlemények 73: 101-113.

Udvardy L. 2008. Boxelder (*Acer negundo* L.). In: The most important invasive plants in Hungary. Botta-Dukát, Z. & Mihály, B. (szerk.) Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót. pp. 115-120.

Van Lear D. H., Carroll W. D., Kapeluck P. R. & Johnson R. 2005. History and restoration of the longleaf pine-grassland ecosystem: Implications for species at risk. Forest Ecology and Management 211: 150-165.

van Turnhout C.A.M., Leuven R.S.E.W., Hendriks A.J., Kurstjens G., van Strien A., Foppen R.P.B. & Siepel H. 2010. Ecological strategies successfully predict the effects of river floodplain rehabilitation on breeding birds. River Research and Applications, 28(3): 269-282.

Varga F. 1978. Odúkészítő nyaktekercsek. Madártani Tájékoztató 2 (nov-dec.): 50-52.

Varga F. 1981. Újabb odúban fészkelő nyaktekercs (*Jynx torquilla*) Zagyvarónán. Madártani Tájékoztató 5 (júl-szept.): 177-178.

Walankiewicz W. & Czeszczewik D. 2005. Wykorzystanie osiki *Populus tremula* przez ptaki w drzewostanach pierwotnych Białowieskiego Parku Narodowego [Use of Aspen *Populus tremula* by birds in primeval stands of the Białowieża National Park]. Notatki Ornitologiczne 46: 9-14.

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

Wesołowski T. & Tomiałojć L. 1986. The breeding ecology of woodpeckers in a temperate primaeval forest - preliminary data. Acta Ornithologica 22: 1-21.

Wesołowski T. 2007. Lessons from long-term hole-nester studies in a primeval temperate forest. Journal of Ornithology 148: 395-405.

Wesołowski T. 2011. ‘‘Lifespan’’ of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: A thirty year study. Forest Ecology and Management 262: 1846-1852.

Wesołowski T. 2012. ‘‘Lifespan’’ of non-excavated holes in a primeval temperate forest: A 30 year study. Biological Conservation 153: 118-126.

Wübbenhorst J. & Südbeck P. 2002. Woodpeckers as indicators for sustainable forestry? First results of a study from Lower Saxony: International Woodpecker Symposium 23-25 March 2001 Berchtesgaden - Nationalpark Berchtesgaden Forschungsbericht 48: 179-192.

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

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

Zhu Y., Lü N., Pechacek P., Li J. & Sun Y. H. 2012. Foraging behavior of the Eurasian Three-toed Woodpecker subspecies *Picoides tridactylus funebris* in southern Gansu, China. Chinese Birds 3:60-66. doi: 10.5122/cbirds.2012.0002

Tézisek

1. A vizsgált nagy, balkáni, kis és közép fakopáncsok táplálkozásra számottevően fehér és törékeny fűz, illetve fekete nyár hibrid fákat preferáltak, az inváziós fákat kerülték, még azon a vizsgálati területen is, ahol az inváziós fafajokból idősebb egyedek is előfordultak.

2. A nagy fakopáncsok interszexuális, táplálkozás szerinti forrásfelosztása jelentős átfedéseket mutatott a következő forráshasználati dimenziókban: fafaj, mellmagassági törzsátmérő, fakondíció, táplálkozási magasság, famagasság, törzstől becsült relatív távolság, ágvastagság és ág kondíció. A hímek szélesebb spektrumon használták a törzsátmérő, a fa és szubsztrát kondíció, a táplálkozási és famagasságdimenziókat.

3. A nagy fakopáncs ivarok táplálkozási fafaj-preferenciája markánsan eltért az őshonos fák esetében. A hímek a sima kérgű fehér nyár hibrid fákat (amelyekben feltehetően kevesebb táplálékállattal szolgálnak) kerülték, a tojók előnyben részesítették. A különbség okaként a hímek szociális dominanciája valószínűsíthető.

4. A kis fakopáncs táplálkozási élőhely preferenciájában nagy szerepet játszott a parti szőlő, mivel a legmarkánsabb preferencia értékeket a kis fakopáncs e növények felé mutatták.

5. A főkomponens analízis eredményei alapján nagy fakopáncsok költőhelyválasztását legjobban az őshonos fák, illetve az élő fák nagy száma határozta meg. Az inváziós fák magas száma ezzel szemben rosszul prediktálja a költőterületeket.

6. A főkomponens analízis eredményei alapján a generalista nagy fakopáncs költőterület-választását az élőhelyi sajátosságok jelentősen befolyásolták. A szuboptimálisabb fafajösszetételű, de idősebb élőhelyen a költőhelyhasználat a nagyobb számú korhadó, inváziós fák felé tolódott el.

7. A költőfa felmérések alapján a nagy fakopáncsok költésre legnagyobb számban a legalább 30 cm-es törzsvastagságú, korhadó fűz és fehér nyár hibrid fák 20-30 cm-es átmérőjű, élő térfogatait használták.

8. A vizsgálati területen a fűz és nyár fajok természetes újulata elenyésző mértékű, amely, a tovább változó fafajösszetétel révén, befolyásolhatja a vizsgált harkály fajok élőhely- és táplálékpreferenciáját.

9. A vizsgálati területen az inváziós amerikai kőris és zöld juhar esetén a különböző törzsvastagság kategóriák részesedési aránya a kisebb törzsátmérő irányában növekszik.