

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar
Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet

Holtfához kötődő bogarak vizsgálata őrségi erdőkben

Investigation of dead wood dependent xylophagous insects in mixed forests in Őrség

Készítette:

Dobos Alex
erdőmérnök hallgató
V. évfolyam

Konzulensek:

Prof. Dr. Lakatos Ferenc

Egyetemi tanár

Dr. Tóth Viktória

Intézeti munkatárs

Sopron, 2014

NYILATKOZAT

Alulírott **Dobos Alex** (neptun kód: **pq66mw**) jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a

Holtfához kötődő bogarak vizsgálata őrségi erdőkben

(Investigation of dead wood dependent xylophagous insects in mixed forests in Őrség)

című

TDK dolgozat

(a továbbiakban: dolgozat) **önálló munkám**, a dolgozat készítése során betartottam *a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. tv. szabályait*, valamint az egyetem által előírt, a dolgozat készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében¹.

Kijelentem továbbá, hogy a dolgozat készítése során az önálló munka kitétel tekintetében a konzulenszt illetve a feladatot kiadó oktatót **nem tévesztettem meg.**

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot **nem magam készítettem**, vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-Magyarországi Egyetem **megtagadja a dolgozat befogadását és ellenem fegyelmi eljárást indíthat.**

A dolgozat befogadásának megtagadása és a fegyelmi eljárás indítása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Kijelentem, hogy a dolgozatot más szakon – más felsőoktatási intézményre vonatkozóan is - nem nyújtottam be.

Sopron, 2014. október 30.

hallgató

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.

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1.Őrség	6
2.2. Szalafői Erdőrezervátum	6
2.3. Holt faanyag az erdőben.....	7
2.3.1. Jelentősége.....	7
2.3.2. Keletkezése.....	8
2.3.3. Korhadása.....	8
2.4. Xilofág rovarok	9
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	10
3.1. Erdőrezervátum magterület	10
3.2. Gazdasági erdő (Szalafő 12 K).....	11
3.3. Holtfa felvételezése	12
3.3.1. Fekvő faanyag becslése	13
3.3.2. Álló faanyag becslése	14
3.4. Rovarcsapdázás	16
3.4.1. CsalamoN ragacsos csapda	17
3.4.2. Vörösboros csapda.....	18
3.4.3. Tölcséres keresztablakos csapda	18
3.5. Kiértékelések módszerei.....	18
3.5.1. Dominancia-viszonyok, közösségi dominancia index.....	19
3.5.2. Diverzitás.....	19
3.5.3. Kiegyenlítettség.....	19
3.5.4. Diverzitások összehasonlítása	20
3.5.5. Hasonlósági elemzések.....	20
4. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉS	21
4.1. Holtfa.....	21
4.2. Bogarak	29
4.2.1. Faunisztikai eredmények	29
4.2.2. Rovar közösségek élőhelyek szerinti kiértékelése.....	31
4.2.3. Közösség-ökológiai eredmények.....	35
5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	38
6. ÖSSZEFOGLALÁS	41

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	42
8. IRODALOMJEGYZÉK	43
9. MELLÉKLETEK	47

1. BEVEZETÉS

A Szalafői Erdőrezervátumban szemmel láthatóan magas a holtfa mennyisége. Logikus volt az Őrségi Nemzeti Park ötlete, hogy a korhadó faanyagot és a hozzá kötődő bogárfaunát fel kell térképezni és összehasonlítani egy kezelt erdővel. Számos kutatás létezik hasonló témában, így az összehasonlítás alapja adott.

Az erdeinkben található holtfa megítélése a mai napig ellentmondásos. A minimálisan szükséges mennyiség, illetve minőség kérdése is tisztázatlan. Sokan erdővédelmi kockázatnak tartják jelenlétét. Ennek eredménye, hogy a hazai fiatal és középkorú erdők jelentős részében a holt faanyag mennyisége a minimálisra csökkent. Ez kizárja számos, köztük sok védett, ritka vagy erdővédelmi szempontból jelentős faj jelenlétét. (Bobieć et al. 2005; Csóka 2011)

Két szélsőséges vélemény létezik, miszerint vagy mindent el kell távolítani az erdőből, mert az fertőzési gócot jelent, vagy mindent ott kell hagyni, mivel az emeli az erdő fajgazdagságát (Lakatos 2006).

Mind az odvas fáknak, facsonkoknak, lábon száradt fáknak és a földön fekvő holt faanyagoknak is nélkülözhetetlen szerepe van az erdők életében. Többek között élőhelyet, búvóhelyet és táplálékforrást is biztosítanak fajok sokaságának. Észak-európai erdőkben 5.000 körüli azon fajok száma (állatok és növények együtt), melyek valamilyen formában kötődnek a holt faanyaghoz. (Csóka et al. 2001)

Ahhoz, hogy megválaszolhassuk, hogy mekkora mennyiségű holtfa jelenléte szükséges a megfelelő biodiverzitás fenntartásához, úgy, hogy az ne okozzon erdővédelmi kockázatot átfogó ismeretekre van szükség a korhadó faanyag mennyiségéről, minőségéről, eloszlásáról és a hozzá kötődő élőlények életmódjáról (Somogyi 1998).

E dolgozatban a Szalafői Erdőrezervátum holtfa viszonyait (mennyiség, minőség, eloszlás) és bogárfaunáját hasonlítom össze egy olyan erdő hasonló adataival, ahol bizonyos szintű erdőgazdálkodás engedélyezett.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Őrség

Az Őrség a Dunántúl délnyugati részén található, teljes területe mintegy 62 000 hektár, ami a kisebb Felső-Őrségből (5 769,2 ha) és a nagyobb Alsó-Őrségből (56 742,5 ha) áll. A táj egységesen mérsékeltén hűvös, nedves klíma hatású. Az átlagadatok alapján bükkös klíma jellemző az Őrségre. (Halász 2005)

A táj erdősültsége kiemelkedő (57 %). Természetes vegetációját bükkösök és gyertyános tölgyesek képezik, elsősorban mészkérülő erdőkkel. A tájhasználat eredményeképpen jelentősen megnövekedett a másodlagos mészkérülő erdők és az erdeifenyő térfoglalása. Ma is jellemzőek az erdeifenyő elegyes lombos erdők. Edafikus társulások közül fűzlápokat, égerligeteket, fátlan élőhelyek közül pedig különböző réttársulásokat találunk. (Halász ed. 2005)

2.2. Szalafői Erdőrezervátum

A máig fennmaradt természetes erdők megőrzése hazánk területén már a XIX. századtól fontos téma volt. Ezért volt sürgető feladat egy erdőrezervátum-hálózat kialakítása.

A szalafői „Őserdő” megfelelt a kijelölés szempontjainak, története a régmúlta tekint vissza. Az 1920-as évek elején a terület nagy részét még szántóként művelték. Azonban a mezőgazdasági munkák felhagyásával elkezdődött a spontán beerdősülés, megjelent a nyír, a rezgőnyár, az erdeifenyő. A szukcesszió előrehaladásával a fafajösszetétel jelentős változásokon ment át az elmúlt évtizedekben, ez a folyamat a mai napig tart (Bonczó 1981). Az őserdő különlegességét először Igmándy Zoltán a soproni Erdészeti és Faipari Egyetem egykori professzora ismerte fel, az ő javaslatára került el az átalakítást a magterületet alkotó két erdőrészlet (Bartha és Horváth ed. 2014; Mázsa et al. 2014).

Az őserdőt, mint fokozottan védett területet a 13/2000. (VI. 26.) KöM rendelet nyilvánította erdőrezervátummá Szalafői Erdőrezervátum néven. Az Erdőrezervátum Program első szemlézésekor az Őserdő kimaradt az erdőrezervátumok sorából. A második szemlézés viszont már erre az erdőre is elkészült. Ezt Bartha Dénes készítette 1998-ban, amiben célorientált kutatásokra a legjobb erdőrezervátumok közé sorolta. (Bartha és Horváth ed. 2014; Mázsa et al. 2014)

Előttörténete alapján nem valódi őserdő, hiszen korábban többször is letermelték a terület faállományát. Viszont az elmondható, hogy több mint négy évtizede háborítatlanul fejlődő természetes erdő. A hagyományos tájgazdálkodás és a védettség eredményeként gyors szukcessziós változásokat, természetesség- és biodiverzitás-növekedést lehet megfigyelni. Ennek köszönhető, hogy számos kutatásnak ad otthont mind a magterület, mind a körülötte lévő védőzóna. (Mázsa et al. 2014)

2.3. Holt faanyag az erdőben

2.3.1. Jelentősége

A holt faanyag az egyik legfontosabb eleme az erdőt alkotó ökoszisztémának. A legkülönbözőbb élőlényeknek biztosít táplálékot és élőhelyet. Például rovaroknak, gombáknak, moháknak, zuzmóknak, kismérszőknek vagy madaraknak. A holt fának jelentős hatása van az erdei mikroklímára. Nagy mennyiségű vizet tud raktározni, ezért környezetükben a páratartalom és a talaj nedvességtartalma magasabb. Hosszabb szárazabb időszakokban ez sok élőlény (pl.: hüllők) túléléséhez nélkülözhetetlen. (Somogyi 1998; Christensen et al. 2003; Bobiec et al. 2005)

A korhadó faanyag mennyisége sokkal alacsonyabb a kezelt erdőkben, mint a természetes, magára hagyott állományokban. Ezen kívül az előbbieken többnyire vékony ágakat, gallyakat találunk. Az igazán vastag korhadó törzsek hiányoznak, mivel ezeket távolítják el legelőször az erdőnevelési munkálatok során. (Christensen et al. 2003)

Több kutatás kimutatta, hogy a xilofág rovarok szempontjából a nagy mennyiség, az egyenletes eloszlás és a megfelelően vastag faanyag kedvező (Lakatos 2006; Csóka 2011).

Osztályozása többféle szempont szerint történhet. Méret szerint megkülönböztetjük a finom fa törmeléket (FWD, Fine Woody Debris) és a durva fa törmeléket (CWD, Coarse Woody Debris). A faanyag helyzete szerint beszélhetünk álló-, és fekvő holtfáról. Az álló holtfa lehet teljes vagy valamilyen magasságban eltört facsonk. További csoportosításhoz adhat szempontot a faj, a faanyag minősége (kemény, puha) vagy, hogy, lombos illetve tűlevelűről van szó. (Bobiec et al. 2005)

Fontos a faanyag korhadási fázisban elfoglalt helye. Csóka et al. (2001) az alábbi csoportosítást adja meg: élő fák elhalt részei; lábon száradt fák; törzscsonkok; élő vagy elhalt

fák odvai, üregei és kéreg alatti részei; földön fekvő törzsek, vastag ágak; földön fekvő vékony ágak, gallyak; korhadó tuskók; vízben lévő elhalt fa.

2.3.2. Keletkezése

Holtfa alapvetően az ún. bolygatások során vagy a fa biológiai korának elérésével és pusztulásával képződhet (Somogyi 1998).

Somogyi (1998) szerint a bolygatás az ökoszisztémában fellépő olyan hirtelen hatás vagy beavatkozás, amely nagymértékben eltéríti az ökoszisztémát vagy egy részét az addigi fejlődési irányától. Ezt a jelenséget a hazai erdőkben nem könnyű felismerni, mivel az intenzíven kezelt erdőkben ezeket a jelenségeket többnyire szándékosan megelőzzük (Somogyi 1998).

A bolygatásoknak sok formája van, ezek külső vagy belső okokból fakadhatnak. Ez lehet abiotikus (tűz, szél, jég, fagy, hó, aszály, árvíz) vagy biotikus (rovar-, gombatámadás, öngyérülés stb.). Azonban ezek nem azonosak az erdővédelmi szempontból jelentős károsításokkal. (Somogyi 1998; Bobiec et al. 2005; Tóth 2011)

2.3.3. Korhadása

A fa elpusztulását követő szűk egy évben gombák, zuzmók és rovarok özönlik el a faanyagot. Jellemzőek a *Cerambicidae*, *Scolytidae*, *Lymexylidae*, *Buprestidae* család képviselői. Ekkor a kéreg nagy része még nem vált le, a korhadás jelei nem egyértelműek. (Bobiec et al. 2005)

A második szakaszban, ami az első év második felétől körülbelül a negyedik évig tart a kéreg elkezd leválni a fatestről. Egyre több olyan rovar jelenik meg a fában, ami nem csak a kambiummal képes táplálkozni. Ezekkel együtt megjelennek a szaproxilek, a xilofágok ragadozói, parazitoidjai. Legjellemzőbbek a *Lucanidae* és *Elateridae* család fajai. (Bobiec et al. 2005)

A harmadik szakaszban (fa pusztulása utáni 5-6. év) uralkodóvá válnak az erősen korhadásnak induló faanyagot kedvelő csoportok. Megjelennek a hangyák, illetve megfelelő telelőhelynek választja sok rovar a puha fatestet, köztük sok futóbogár (*Carabidae*). (Bobiec et al. 2005)

A negyedik szakaszban (7-9 év) a szíjács nagy része már teljesen elkorhadt, a geszt és a megmaradó szíjács viszont tartja az alakját. Nedvességtartalom magas. Jellemzőek a *Tenebrionidae* család fajai. (Bobiec et al. 2005)

Az ötödik szakaszra már csak a geszt marad meg. A fa nedvességtartalma nagyon magas. Megjelennek a földigiliszták (*Lumbricidae*), fülbemászók (*Dermaptera*), ugróvillások (*Collembola*) és holyvák (*Staphlinidae*). (Bobiec et al. 2005)

Egy másik felosztás szerint három szakasz között tesznek különbséget a holt fa teljes elkorhadásáig. A kolonizáció, a dekompozíció és a hukifikáció. A korhadási folyamat hosszát a fafaj, a hőmérséklet, a relatív páratartalom és a fa tápanyagtartalma befolyásolja. Ez a sok változó az oka annak, hogy a korhadás lefolyása lehet 45 év vagy akár több száz év is. (Bobiec et al. 2005; Tóth 2011)

2.4. Xilofág rovarok

Szűkebb értelemben azokat a rovarokat nevezzük xilofágnak, melyek valamilyen fás szárú növény fatestében táplálkoznak. De ide sorolhatunk minden olyan rovar, amely fák, cserjék törzsében, ágaiban, tuskóiban él és táplálkozik. (Csóka és Kovács 1999)

A már elpusztult fatestben élő rovarokat szaproxilofágnak nevezzük. Szerepük az elhalt fásszárú növények lebontásában nélkülözhetetlen. Csak ezek a rovarok képesek a kemény, tömör faanyag felaprózását megkezdeni. Az így kialakított járatokon már más élőlények is be tudnak hatolni a fatest belsejébe és megkezdhetik a lebontást. (Csóka és Kovács 1999)

Az élő növényben táplálkozó rovarok kis egyedszámban nem jelentenek kockázatot a tápnövényre nézve, viszont mint más rovarfajok, ezek is képesek a tömegszaporodásra. Ekkor az egyed egészségét már veszélyeztetik, akár el is pusztíthatják. Azonban ilyen veszély ritkán következik be egészséges, természeteshez közeli állapotú erdőkben. Gradáció általában a nem optimális termőhelyre telepített, monokultúra jellegű, elegyetlen, egykorú állományokban söpörhet végig. (Csóka és Kovács 1999)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Erdőrezervátum magterület

A rezervátum teljes területe 94,7 ha. Ebből a magterület 13,2 ha és a védőzóna 81,5 ha. Az utolsó üzemterv szerint a magterület déli részét képező 13 I erdőrészlet 6,7 ha, az északi 13 B erdőrészlet pedig 4,4 ha. A maradék területet a két erdőrészletet elválasztó rét adja, ami 13 TI-ként van nyilvántartva. A magterület jellemző erdőtársulása nyugat-dunántúli erdeifenyő-elegyes gyertyános-tölgyes. A védőzóna nagy részét telepített erdeifenyő és lucfenyő állományok alkotják. 1998-as szemlézés adatai szerint a magterület régen felhagyott öreg gazdasági erdő, a védőzónába eső erdők pedig kezelt gazdasági erdő kategóriába voltak sorolhatók. (Mázsa et al. 2014)

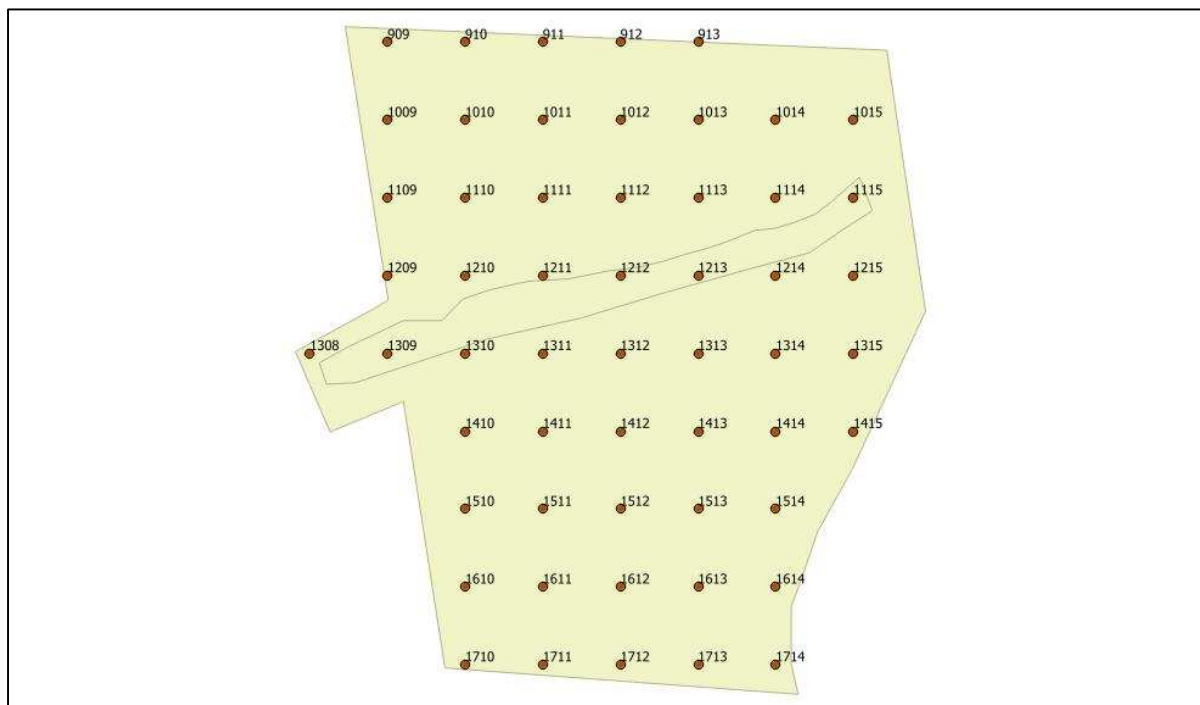
Az erdőrészlet leíró lapok szerint gyertyános tölgyes klíma, többletvízhatástól független hidrológiai viszony, lösz alapkőzeten kialakult pszeudoglejes barna erdőtalaj, mély termőréteg, vályog fizikai talajféleség és átlagos 300 m tengerszint feletti magasság jellemzi a terület termőhelyi viszonyait. A területen teljes korlátozás és faanyagtermelést nem szolgáló üzemmód van érvényben.

A magterületen előforduló legfontosabb fafajok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* L.), a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.), a bükk (*Fagus sylvatica* L.), az erdei fenyő (*Pinus sylvestris* L.), a gyertyán (*Carpinus betulus* L.), a bibircses nyír (*Betula pendula* ROTH), a madárcseresznye (*Cerasus avium* L.) és a rezgő nyár (*Populus tremula* L.) (Mázsa et al. 2014).

A területet délies kitettség jellemzi, északon és nyugaton nyiladék, keleten pedig erdészeti út határolja. Állandó vízmosás nincs a területen (Bors 2009; Mázsai et al. 2014).

Az erdőrezervátumok országos szintű, egységes felmérése hosszú távú vizsgálatssorozat (ER HTV) keretében valósul meg. Az ER HTV célja, hogy az erdőállományok mintázata, szerkezete és ezek időbeli változása finom térbeli felbontásban legyenek feltárva. Ezért volt szükség a faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő hálózat az ún. ERDŐ h+á+l+ó kitérésére. Ez egy 50x50 m-es állandósított rácshálót jelent a magterületen (3.1.1. térkép). Ezek a pontok bármikor visszakereshetők, így az időbeli változások is vizsgálhatók ugyan azon a ponton, ill. biztosítja az egyes felmérések egységes geometriai alapját. Az ERDŐ h+á+l+ó –t Király Géza, Bóka Zoltán és Csernyi Róbert tűzték

ki, majd ezt Bors László bővítette ki. Ezt a hálózatot használtam én is a holtfa felvételezésekor és a csapdák kihelyezésekor. (Bóka és Csernyi 2005; Bors 2009; Király 2014; Mázsa et al. 2014)



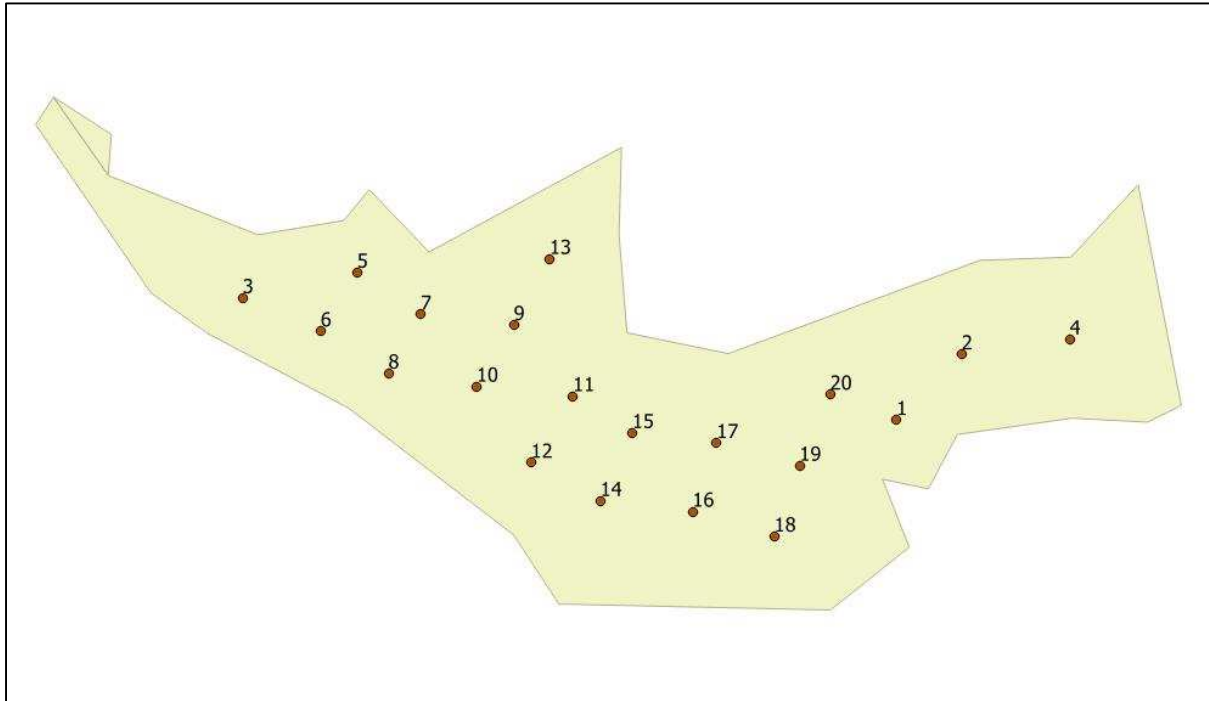
3.1.1. térkép: Erdőrezervátum magterülete az ERDŐ+h+á+l+ó pontokkal

3.2. Gazdasági erdő (Szalafő 12 K)

Nehéz feladat volt a másik terület kiválasztása. Olyan gazdasági erdőt kerestem ami fafajösszetételben, szerkezetben, korban hasonlít a magterülethez és nincs túl messze az erdőrezervátumtól. Így esett a választás a Szalafő 12 K erdőrészletre.

Az erdőrészlet leíró lapok szerint gyertyános tölgyes klíma, többletvízhatástól független hidrológiai viszony, lösz alapkőzetten kialakult pszeudoglejes barna erdőtalaj, mély termőréteg, vályog fizikai talajféleség és átlagos 300 m tengerszint feletti magasság jellemzi a terület termőhelyi viszonyait. Átalakító üzem mód és részleges korlátozás van érvényben. Vegetációs időszakban fakitermelés csak a természetvédelmi hatóság engedélyével végezhető. Használati mód szálalóvágás.

Érthető okokból a magterülethez hasonló ERDŐ+h+á+l+ó pontok itt nem voltak kitűzve, ezért egy hasonló rácshálót fektettem le a térképre (3.2.1. térkép), később ezeket kerestem fel a felvételezések során.



3.2.1. térkép: Szalafő 12 K erdőrészlet mintapontokkal

3.3. Holtfa felvételezése

Az álló és fekvő holtfa minőségi és mennyiségi becslésére az Ódor (2005) által megadott módszereket alkalmaztam.

A fekvő holt faanyag mérésére vonal menti mintavételt (line intercept sampling), az álló holt fa mérésére mintaterület alapú mintavételt (sample plot inventory) használtam. Mindkét mérés kapcsolódhat azonos tereppontokhoz és készülhet egy időben. Ezek a tereppontok a magterületen a már kijelölt és állandósított ERDŐ+h+á+l+ó pontokból kerültek ki (3.1.1. térkép). A gazdasági erdőben pedig az általam kijelölt rácshálót használtam a felvételezések során (3.2.1. térkép).

Az átmérőcsoport szerinti eloszláshoz három kategóriát definiáltam. 5-10 cm-ig, 11-39 cm-ig, 40-50 cm-ig. A középső kategória jóval nagyobb intervallumot foglal magába, de szavakkal megfogalmazva (igen vékony, közepes, igen vastag) látszik igazán, hogy milyen csoportokat akartam felállítani.

A korhadási fázist a 3.3.1. táblázat alapján csak a fekvő faanyagnál állapítottam meg, mivel a jelenlegi korhadási fázis rendszerek csak ezt tudják osztályozni.

Korhadási fázis	Kéreg	Ágak	Faanyag puhasága	Faanyag felülete	Fa és talaj határa	Ø alakja
1	intakt, csak foltonként hiányzik, borítása >50%	megvannak	kemény, kés 1-2 mm-re hatol	sima, többnyire kéreggel fedett	éles	kör
2	hiányzik, vagy borítása <50%	csak 3 cm-nél vastagabbak	kemény, kés max. 1 cm-re hatol	sima	éles	kör
3	hiányzik	hiányzik	kezd puha lenni, kés 1-5 cm-re hatol	sima, vékony repedések	éles	kör
4	hiányzik	hiányzik	puha, kés 5 cm-nél mélyebbre hatol	vastag repedések, kis darabok hiányoznak	éles	kör vagy ellipszis
5	hiányzik	hiányzik	puha, kés 5 cm-nél mélyebbre hatol	nagyobb darabok hiányoznak	részben elmosódott	lapos ellipszis
6	hiányzik	hiányzik	puha, kés 5 cm-nél mélyebbre hatol	faanyag megjelenése szigetszerű, humifikálódott	elmosódott	teljesen lapos vagy lapos ellipszis

3.3.1. táblázat: Korhadási fázisok és jellemzőik (Ódor 2005 után)

3.3.1. Fekvő faanyag becslése

A vizsgálat első lépéseként egy rögzített pontból adott irányba, adott hosszúságú vonalat jelöltem ki. A vonal által metszett fekvő faanyag átmérőjét rögzítettem, ha az elért egy minimum átmérőt (5 cm). Az átmérő adatok alapján az alábbi képlettel számolható a területre vonatkoztatott térfogat:

$$V = \frac{\pi^2 \sum d^2}{8L}$$

ahol, V az egységnyi területre vonatkoztatott térfogat, d a fák átmérője, L a vonal hossza. Számoláskor a mértékegységeknek meg kell egyeznie. Tehát ha a végeredményt m^3/ha -ban szeretnénk megkapni akkor az L és a d értékét is méterben kell megadni, ekkor azonban még csak m^3/m^2 a mértékegység. Ezt 10 000-el szorozva kapjuk meg a hektárra vetített köbtartalmat. (Kirby et al. 1998; Stahl et al. 2001; Ódor 2005)

A módszer elve, hogy egy egy-dimenziós objektum (vonal) a fákban két-dimenziós felületeket (kör, ellipszis) metsz ki, amelyeket térfogatként értelmezhetünk. A fák nem véletlen dőlésirányából származó hiba a minimálisra csökkenthető, ha a pontból 3 db, egymástól 60^o-ra elhelyezkedő vonalat húzunk ki. Korábbi vizsgálatok eredménye szerint 1-1,5 ha-ra egy mintavétel elegendő 60 m-es vonallal számolva. (Ódor 2005)

A gyakorlatban ez úgy zajlott, hogy a pontra felállva 3db, 20 méter hosszú vonal (mérőszalag) mentén, azok a törzsek, ágak lettek felvéve, amelyeket a mérőszalag elmetszett. A 3 db vonal az északi irányhoz képest 0^o, 120^o és 240^o irányba lettek kihúzva. A minimális átmérő 5 cm volt. Az átmérő a metszésponthoz lett lemérve átlalóval, cm-es pontossággal. A korhadási fázis a metszés fél méteres régiójában lett vizsgálva. Az adatok rögzítésekor a 3 vonalat nem kell elkülöníteni és számoláskor is egyetlen 60 m-es egyenesnek tekinthető. A kiértékelés során számoltam a hektárra vonatkoztatott térfogatot, a térfogat átmérő osztályok szerinti megoszlását, a térfogat korhadási fázisok szerinti megoszlását.

A felvételezés során csak a durva fa törmeléket (CWD) mértem fel. Ide minden 5 cm-nél nagyobb átmérőjű faanyag beletartozott. A finom fatörmelékre (FWD) becslést nem végeztem.

3.3.2. Álló faanyag becslése

Mintaterület alapú mintavétel szükséges az álló holt fa felméréséhez, mivel nagy részük különböző magasságban eltört csonk. A felvételezés során az állandósított pontra felállva egy adott távolságon (mintaterület sugara) belülről eső fák kerülnek a mintába. Minimum átmérő és magasság megadása itt is szükséges. A fák térfogatát két mérés alapján, kapjuk meg a következő képlettel:

$$V = \frac{\pi(r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2)h}{3}$$

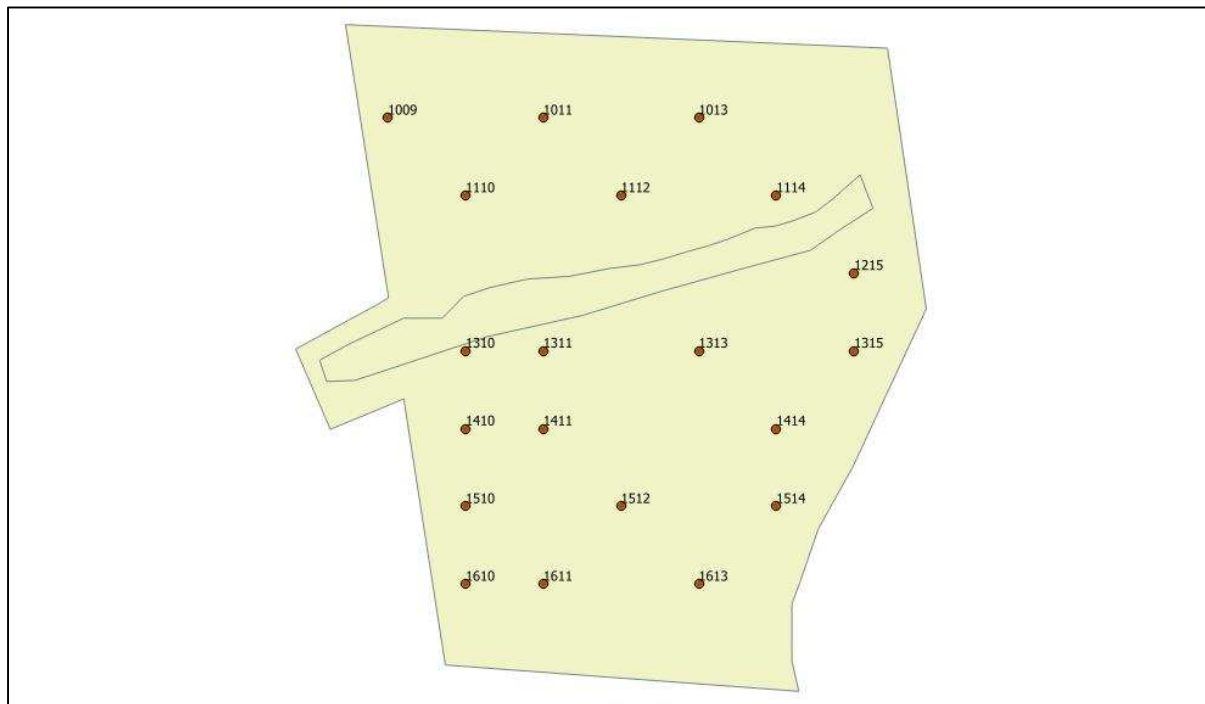
ahol, V a csonka kúp térfogata, h a magassága, r_1 az alsó, r_2 a felső sugara. A fa térfogata két csonka kúp térfogatának az összege. Facsonkok esetében rögzítjük az átmérőt a tönél, a mellmagasságnál és a tetején, valamint a magasságot. Koronával rendelkező fák esetében a felső átmérőt nem mérjük, hanem a magasságot addig mérjük, amíg a törzs 5 cm-re keskenyedik. Számolásnál a felső átmérő helyére 5 cm-t írunk. (Stahl et al. 2001; Ódor 2005; Horváth 2012)

A munkálatok során a pontra felállva (ahol a fekvő holt fa felmérése is történt) azok az álló holt fák lettek felvételezve, melyek a ponttól mért 20 m sugarú körben helyezkedtek el. Magasságuk minimum 0,5 m, mellmagassági vagy felső átmérőjük minimum 5 cm. Minden esetben rögzítve lett a fafaj, magasság (m), alsó átmérő (cm), mellmagassági átmérő (cm). Facsonkok esetén plusz adat a felső átmérő (cm). Koronával rendelkező fák esetén nem mértem felső átmérőt, hanem 5 cm-el számoltam. A kiértékelés során külön határoztam meg a mellmagasság alatti és a fölötti rész térfogatát.

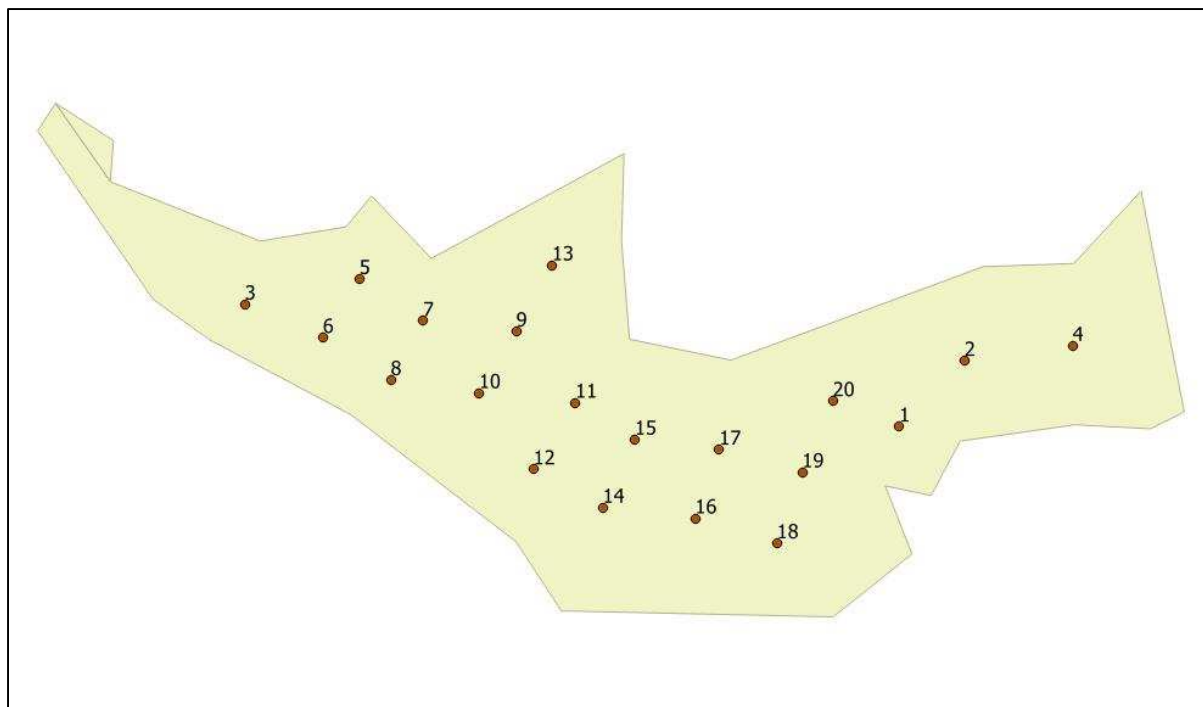
A munkát nagyban könnyítette a TruPulse lézeres távolságmérő és a Criterion RD 1000 lézeres relaszkóp (9.4. ábra). A két műszer összekapcsolásával egy menetben tudtam mérni a fatörzs ponttól való távolságát, magasságát és a felső átmérőt. Az alsó és a mellmagassági átmérőt a pontosság kedvéért átlalóval mértem. Az állandósított pontokat DigiTerra futtatására alkalmas GPS segítségével kerestem fel.

Mindkét területen 20-20 ponton (3.3.2.1. térkép; 3.3.2.2. térkép) felvételeztem a fekvő és az álló holt fa mennyiségét. Az erdőrezervátum magterületén az állandósított pontok egy részét nem találtam, ezért nem egyenletes a felvételi pontok eloszlása. De a 20 minta így is megfelelő eredményt ad.

A kapott eredményeket és megoszlásokat diagramon ábrázoltam.



3.3.2.1. térkép: Erdőrezervátum magterület mintavételi pontjai



3.3.2.2. térkép: Szalafő 12 K mintavételi pontjai

3.4. Rovarcsapdázás

Rovarok csapdázására sokféle elterjedt módszer és csapda létezik. Ezek fajtája függ a vizsgálat céljától és a rovarától. Alapvetően két csoportra bonthatók: ölvé-, és élvefogó szerkezetek. Használhatják csalogatóanyaggal vagy nélküle. (Aguilar 2010)

A repülő rovarok csapdázására használt eszközök legtöbbje nagy ütközési felülettel rendelkezik. Ennek nekirepülve a rovar beleesik az üres vagy ölüanyagot tartalmazó edénybe (Aguilar 2010).

Az általam használt egyik csapda az ún. tölcséres keresztablakos csapda. Két egymásra merőleges műanyaglap adja a nagy ütközési felületet. A kisebb lemez mérete 29 cm x 50 cm, a nagyobb mérete 37 cm x 50 cm. Ebből kiszámolható a teljes ütközési felület, ami ebben az esetben 660 cm². Időjárásálló kialakításúak, gyorsan szétszedhetők. Az ütközési felületek aljára egy tölcsér kapcsolódik, ebbe esnek a rovarok. Használják feromonnal illetve nélküle is. (Aguilar 2010; Lakatos ex verb.)

A ragacslapos csapdák, ahogy nevük is mutatja ragacsos ütközési felülettel rendelkeznek, ez fogja meg a rovarokat. A ragacslap nagysága szerint osztályozhatók,

kapacitásukat is ez határolja be. Lepkék, molyok mennyiségi, szúbogarak minőségi vizsgálatára alkalmas. Csalogatóanyaggal kiegészíthető. (Tóth et al. 2005; Aguilar 2010)

A csapdák kiválasztásánál fontos szempont volt az egyszerűség, kezelhetőség, költséghatékonyság, hogy, egész vegetációs időszak alatt használható legyen és, hogy egy ember is elvégezhesse a kijuttatást és az ürítéseket. Bár a holt faanyaghoz kötődő rovarok vizsgálatára legjobb megoldás a fogófás mintavételezés, ezen okok miatt ezt kizártuk. Nehéz lett volna a fogófák kijuttatása, beszedése és az utólagos kezelés is. (Lakatos 1997; Vörös 2010; Pataki 2012)

A fénycsapdák igen elterjedtek és jól használhatók. Ezt jól mutatja az országos fénycsapda hálózat, viszont xilofág rovarok és főleg a szúbogarak felmérésére csak korlátozottan használhatók. Utóbbiak egyik fontos tulajdonsága hogy, képesek illatanyagokkal kommunikálni (pl. sex- és aggregációs feromon). Ezért a feromonos csapdák kiválóan alkalmazhatók, viszont nagyon fajspecifikusak, így nem kapunk átfogó képet a szúbogarak populációjáról. Másik hátrányuk a hatékonyságukban rejlik. Ha egy ilyen csapdát egy állomány belsejébe raknánk, akkor azzal a környező területekről odacsalogatnánk a bogarakat és megfertőznénk az erdőt. Ezért csak megfelelő nagyságú biztonsági távolság mellett használhatók. (Lakatos 1992; Lakatos 1997; Vörös 2010; Pataki 2012)

Tehát számunkra a legfontosabb követelmények a kis méret, egyszerű kialakítás, könnyű kezelhetőség, egyszerű kijuttatás és ürítés volt. Illetve, hogy ne legyen túlzott csalogató hatása és átfogó képet adjon a bogár-populációról.

Három féle csapda került kiválasztásra. A CsalomoN ragacsos csapda (RAG), a tölcséres keresztblakos csapda és egy házilag PET-palackból elkészíthető vörösboros csapda.

3.4.1. CsalomoN ragacsos csapda

Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézete (MTA ATK NÖVI) forgalmazza.

Korábbi kutatások eredményei azt mutatják, hogy a szúbogaraknál kiválóan alkalmazhatók attraktánsként különböző alkoholok, az etanol, a metanol vagy akár a terpentin (Phillips et al. 1988; Byers 1992; Tóth és Szarukán 2007). Az is kiderül az eredményekből, hogy etanolnál már 20 %-os koncentráció is elég a megfelelő csalogató hatás kiváltására.

Viszont nem okoz olyan tömeges megjelenést, mint a feromonok, ezért hatékonyan alkalmazhatók szűbogarok minőségi vizsgálatára (Tóth és Szarukán 2007).

Kialakítását tekintve egy háromszög alakú két oldalról átjárható csapdatest, belül ragacs-lappal. Ürítése a ragacs-lap cserélésével történik. Ebben a csapdában etil alkohol oldatát használtam csalogatóanyagként, ami a csapda belsejében lógó lyukacsos dobozban volt tamponban felitva. Kb. 30 %-os előre bekevert etanolt alkalmaztam. Tóth és Szarukán (2007) szerint az ilyen koncentrációjú alkohol akár egy hónapig is megőrzi csalogató hatását, így a két hetes ürítési idők megfelelőek voltak. 3-3 db került kihelyezésre mindkét területre.

3.4.2. Vörösboros csapda

Segítségével főleg cincéreket szerettem volna fogni, mivel a bor csersav tartalma erősen vonzó hatású erre a csoportra (Tuba és Lakatos ex verb.).

A csapdatest műanyag PET-palackból lett kialakítva, úgy hogy az aljában 2-3 dl bor elférjen. A legmelegebb hónapokban is elég volt ez a mennyiség, a kritikus szint alá egyszer sem süllyedt. Egy háló akadályozta meg a rovarokat abban, hogy elsüllyedjenek a borban, de még engedte a táplálkozást. A palack teteje a jobb szellőzés érdekében több helyen ki volt lyukasztva, az oldalán egy nagyobb „bejárat” volt kialakítva. Ezen még betaláltak a bogarak, a kirepüléshez viszont már kicsinek bizonyultak. 3-3 db került kihelyezésre mindkét területre.

3.4.3. Tölcséres keresztblakos csapda

Leírását lásd 3.3.2.4. fejezet. Csalogató anyag nélkül használtam, így minden az útjába kerülő rovar megfogott. 2-2 lett kijuttatva mindkét területre.

Összesen 8 csapda lett kihelyezve egy területre. Mindegyik madzag segítségével lett felhúzva fák ágaira. Igyekeztem minden esetben a kijelölt pont környezetében elhelyezni a csapdákat. De ez néhány helyen nem sikerült, mivel a pontok körül nem mindig volt megfelelő méretű fa. Ilyenkor a legközelebbi alkalmasat kerestem meg. Törekedtem arra, hogy, elkerüljem az erdőszegélyeket és a csapdák az állomány belsejében legyenek.

3.5. Kiértékelések módszerei

A statisztikai elemzéseket a Past programcsomag (Hammer et al. 2001) segítségével végeztem el.

3.5.1. Dominancia-viszonyok, közösségi dominancia index

A minták dominanciaviszonyait elemezve 4 kategóriába soroltam az eredményeket. Domináns kategóriának tekintetem a 10 % feletti, szubdominánsnak az 5-10 % közötti, akcesszóriusnak az 1-5 % közötti és rarus-nak az 1 % alatti dominancia értékkel rendelkező csoportokat. Mindkét erdőre kiszámoltam az ún. közösségi dominancia-indexet (*KDI*). Ez a karakterisztika megmutatja, hogy a dominancia-sorrendben elől álló két faj dominancia-összege hány százaléka az összdominanciának. (Krebs 1978)

3.5.2. Diverzitás

A diverzitás-indexekkel egy számértékkel tudjuk jellemezni az adott élőhely közösségét és ezzel közvetve magát az élőhelyet is. A legelterjedtebb indexek közül a Shannon & Weaver (1949) által leírt összefüggést (H') és a Simpson-féle diverzitás-indexet (D) (Simpson 1949) alkalmaztam.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

ahol

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad \text{és} \quad \sum_{i=1}^S p_i = 1$$

ahol

- H' : diverzitás
- S : össz fajszám
- p_i : az i -edik faj relatív gyakorisága
- N : összes egyedszáma
- n_i : az i -edik faj egyedszáma.

3.5.3. Kiegyenlítettség

A kiegyenlítettséggel vagy más néven egyenletességgel a közösséget alkotó fajok, családok mintában való eloszlására lehet következtetni.

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

ahol

- J : egyenletesség
- H' : Shannon-Weaver diverzitás
- S : fajszám

Értéke 0 és 1 között változik. A magasabb érték a fajok arányos egyedi eloszlását jelenti, ez azonban lehet az alacsony fajszám következménye is. Ebben az esetben nem azt a jelentést hordozza magában, hogy a vizsgált közösség kedvező összetételű (Izsák 2001).

3.5.4. Diverzitások összehasonlítása

A két mintaterület közösségének diverzitás összehasonlítását Hutcheson (1970) által módosított t-próbával végeztem el.

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\left[\text{var}(H'_1) + \text{var}(H'_2)\right]^{1/2}}$$

ahol, H_1 és H_2 : a két összehasonlítandó diverzitás, továbbá:

$$\text{var } H' = \frac{\sum_{i=1}^s p_i \ln^2 p_i - \left(\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)^2}{N} + \frac{s-1}{2N^2}$$

$$df = \frac{\left[\text{var}(H'_1) + \text{var}(H'_2)\right]}{\frac{\text{var}(H'_1)^2}{N_1} + \frac{\text{var}(H'_2)^2}{N_2}}$$

Az összehasonlított két diverzitásérték szignifikánsan különbözik egymástól, ha t értéke nagyobb, mint az adott szabadságfokhoz, valamint adott szignifikancia szinthez tartozó érték (Kovács 2012).

3.5.5. Hasonlósági elemzések

A két mintaterület közösségének hasonlóságát Bray-Curtis és Jaccard indexek segítségével vizsgáltam. A Bray-Curtis előnye, hogy a mennyiségi viszonyokat is figyelembe veszi (Kovács 2012).

$$C_{BC} = \frac{\sum_{i=1}^S (n_{1i}, n_{2i})}{\sum_{i=1}^S (n_{1i} + n_{2i})}$$

ahol: S : fajszám

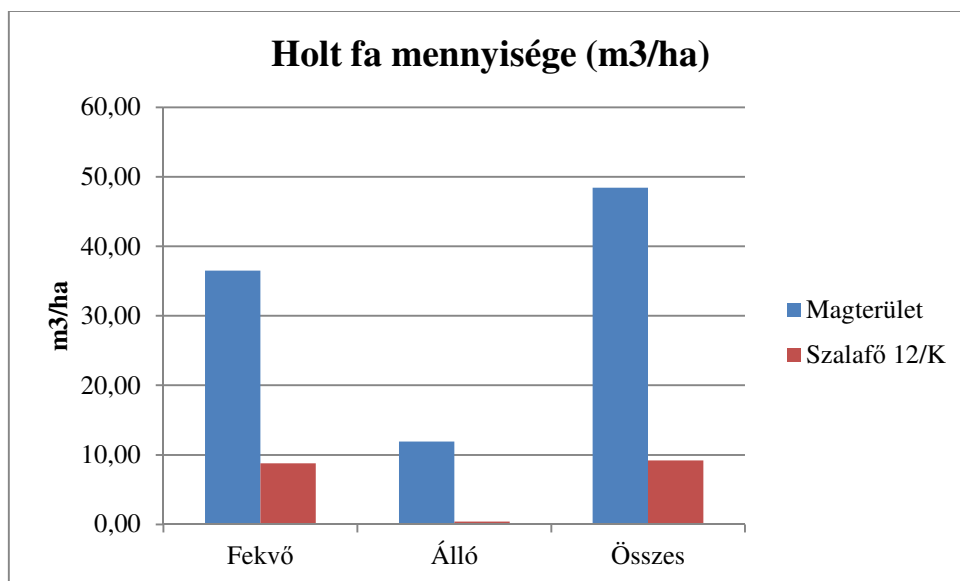
n_{1i} : i -edik faj egyedszáma az 1 sz. közösségben

n_{2i} : i -edik faj egyedszáma az 2 sz. közösségben

4. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉS

4.1. Holtfa

A felvételezés során a magterület és a gazdasági erdő 20-20 pontján vizsgáltam a holt faanyag mennyiségét és különböző tulajdonságait. A teljes holtfa térfogatot a 4.1.1. ábra mutatja.

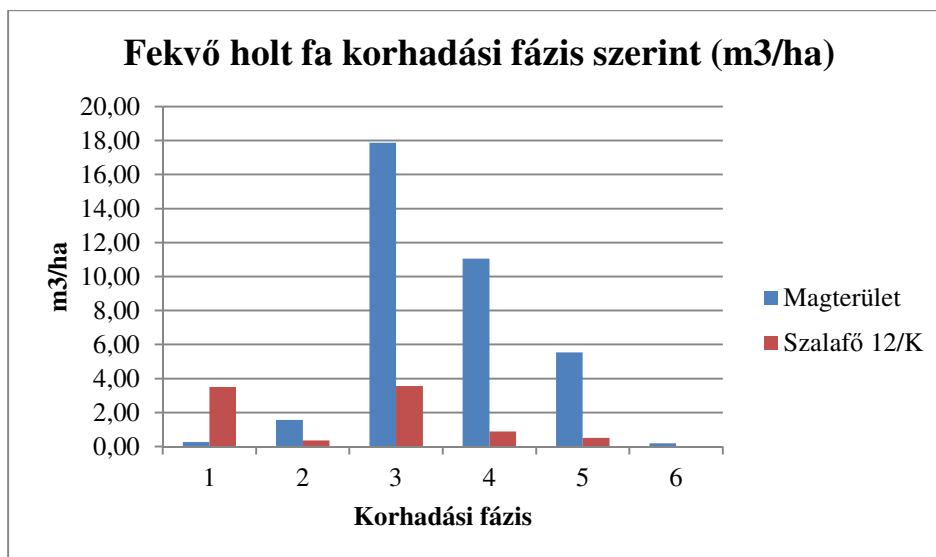


4.1.1. ábra: A holtfa mennyisége a két mintaterületen

Az erdőrezervátum magterületén (48,43 m³/ha) tapasztalt holtfa mennyisége mintegy ötszöröse a Szalafő 12 K (9,20 m³/ha) erdőrészletének (4.1.1. ábra). Siitonen (1994) Lappföldi vizsgálata során hasonló eredményeket kapott az őserdő jellegű (32 m³/ha) és egy kezelt erdő (8 m³/ha) összehasonlításakor. A holtfa mennyisége nagyban függ a fafajtól és a fatermőképességtől (Christensen et al. 2003), ezt jól mutatja, hogy a Bükki Őserdő magterületén végzett elővizsgálatok során a fekvő holtfa mennyiségére 137 m³/ha jött ki (Ódor 2005). Az általam becsült mennyiség töredéke ennek. Oka a két terület eltérő fafaj összetételében és fatermőképességében keresendő. Tinya et al. (2008) szerinti az Őrségre meghatározott átlag holt fatérfogatnál (23,3 m³/ha) magasabb az értéke, de a maximumot (79 m³/ha) nem éri el.

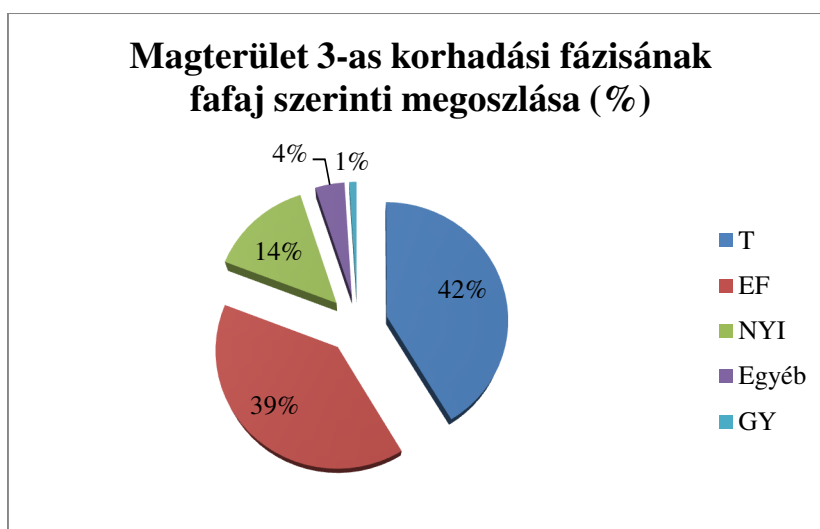
A területek alapos bejárása során a durva fa törmelék (CWD), és a finom fatörmelék (FWD) közti nagy mennyiségi különbség tűnt fel. A magterületen az utóbbinak elenyésző a nagysága, viszont a Szalafő 12 K erdőrészletben az erdőhasználatból eredő és visszamaradó

jelentős mennyiségű faanyag (ágak, gallyak) kupacokba van fölhalmozva. Ez az erdészeti szempontból hasznosíthatatlan, értéktelen része a fának a finom fatörmelék kategóriába tartozik. A későbbiekben ezzel nem foglalkoztam.

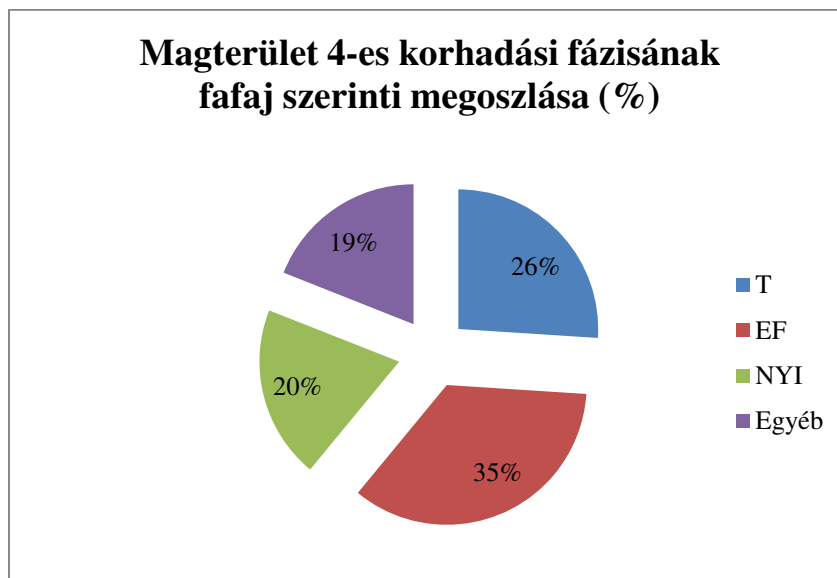


4.1.2. ábra: A fekvő holtfa eloszlása korhadási fázis szerint

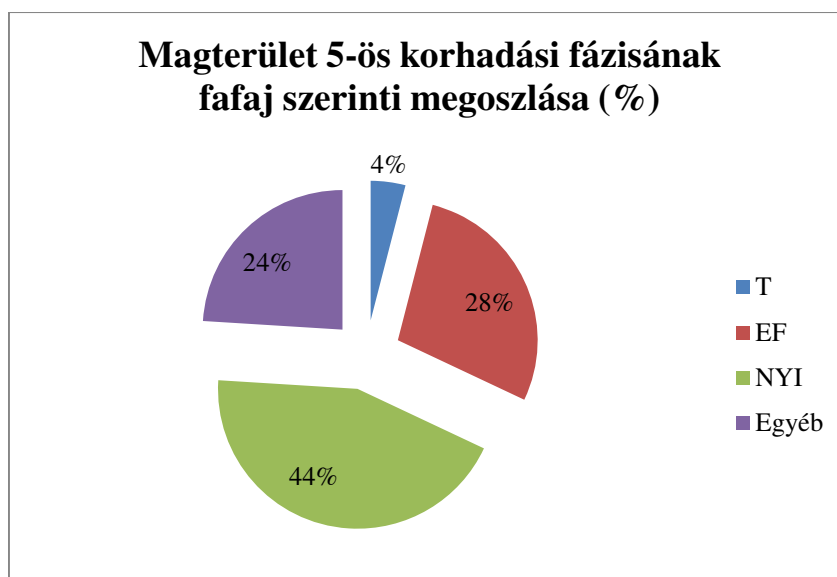
A fekvő holtfa korhadási fázis szerinti eloszlását a 4.1.2. ábra mutatja. A magterületen a nagyobb tömeg a kategóriák második felére esik. Felmerült a kérdés, hogy mely fafajok dominálnak ezekben a fázisokban. A korhadási fázisokon belüli fafaj eloszlást a 4.1.3.; 4.1.4. és 4.1.5. ábrák mutatják.



4.1.3. ábra: Magterület 3-as korhadási fázisának fafaj szerinti megoszlása



4.1.4. ábra: Magterület 4-es korhadási fázisának fafaj szerinti megoszlása

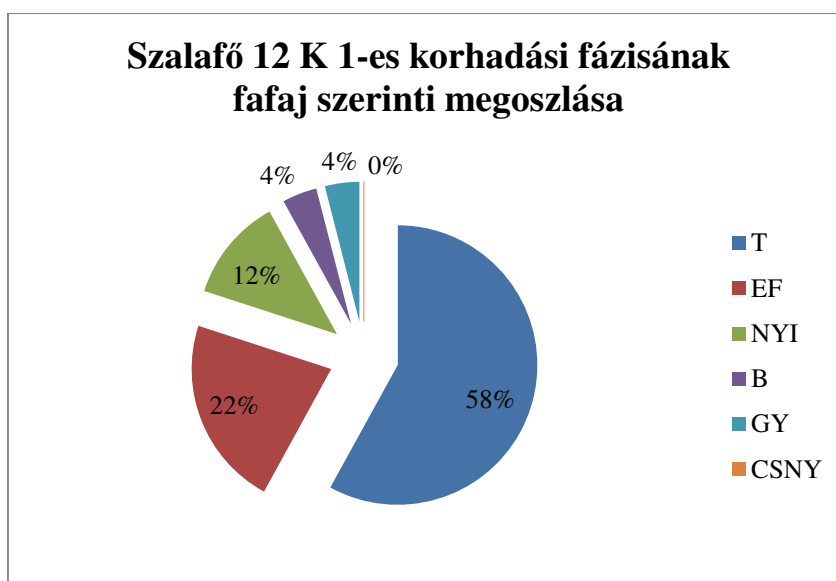


4.1.5. ábra: Magterület 5-ös korhadási fázisának fafaj szerinti megoszlása

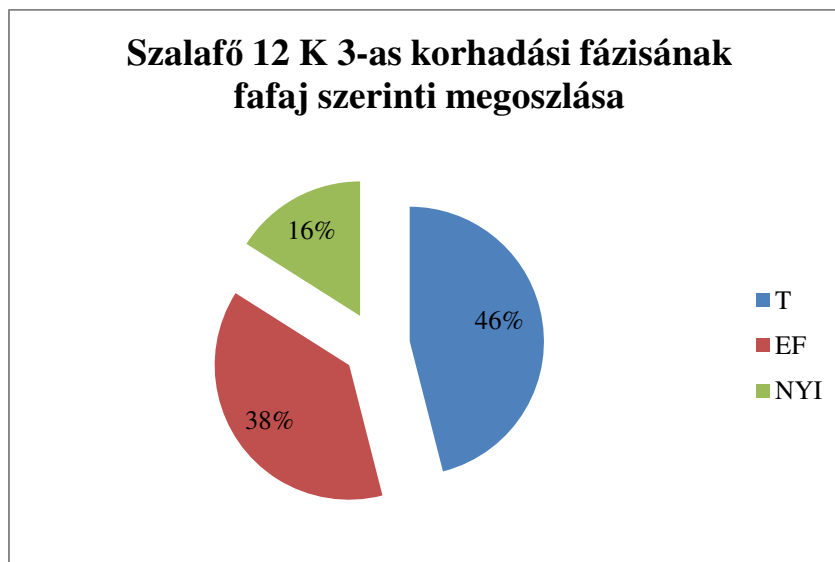
A 3-as korhadási fázisban a magterületen, a lassú bomlású tölgyek (42 %) és az erdei fenyő (39 %) közel azonos értékkel szerepelnek, ezt a bibircses nyír (14 %) követi jelentős aránnyal. Utóbbi kettő már sokkal gyorsabban korhad (Bobiec 2005). A 4-es, ill. 5-ös fázisokra ezek az eloszlások meg fordulnak. A nyír (20 ill. 44 %) és a fenyő (35 ill. 28 %) megelőzi a tölgyeket (26 ill. 4 %), utóbbiból az 5-ös fázisban már alig találunk. Ennek magyarázata a korhadás sebességében és a szukcessziós stádiumban keresendő. A gyorsabb bomlású pionír fafajok hamarabb átlépik a kategóriákat, nagyobb tömegben találjuk meg őket a 4-es, 5-ös, 6-os fázisban, mivel gyorsabban el is érik azt. Ezzel szemben a tölgyek lassabban

mennek végig a korhadás szakaszain, többet időznek a 2-es, 3-as, 4-es állapotban. A tölgyek magasabb korhadási fázisokból való hiánya azt engedi feltételezni, hogy a magterület a szukcessziós sorban elfoglalt helye alapján fiatal közösségnek számít.

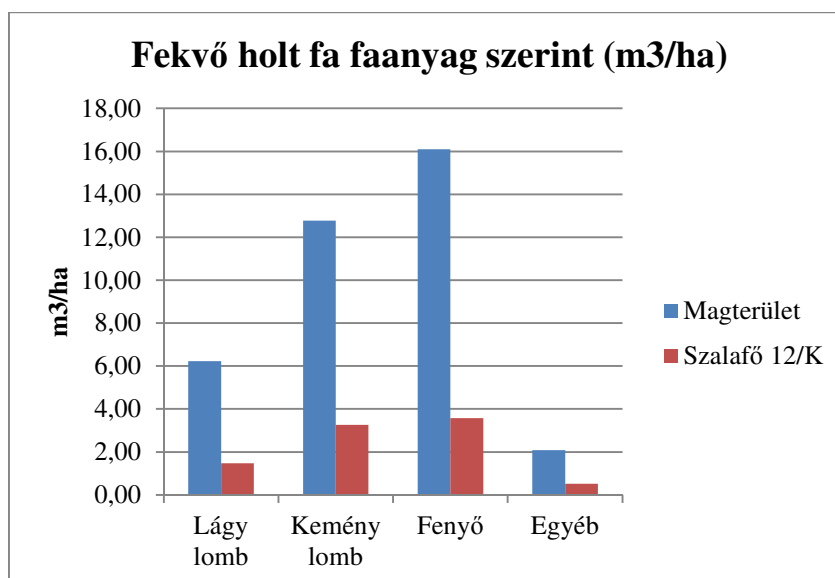
Korhadási fázis szerint mérvadó fatömeg a Szalafő 12 K erdőrészletben csak az 1-es (4.2.6. ábra) és a 3-as (4.2.7. ábra) kategóriában van. A terepi megfigyelések alapján elmondható, hogy az itt jelenlévő holt faanyag legnagyobb része a fahasznalatokból maradt vissza. Ha ezt összevetjük az erdőrészlet leíró lapjával és a korhadási fázisok eloszlásával, akkor valószínűsíthető, hogy a 3-as kategória faanyaga a 2005-ös egészségügyi termelésből, az 1-es kategóriáé pedig a legutóbbi fahasznalatból visszamaradt anyag. (4.1.2. ábra)



4.1.6. ábra: Szalafő 12 K 1-es korhadási fázisának fafaj szerinti megoszlása

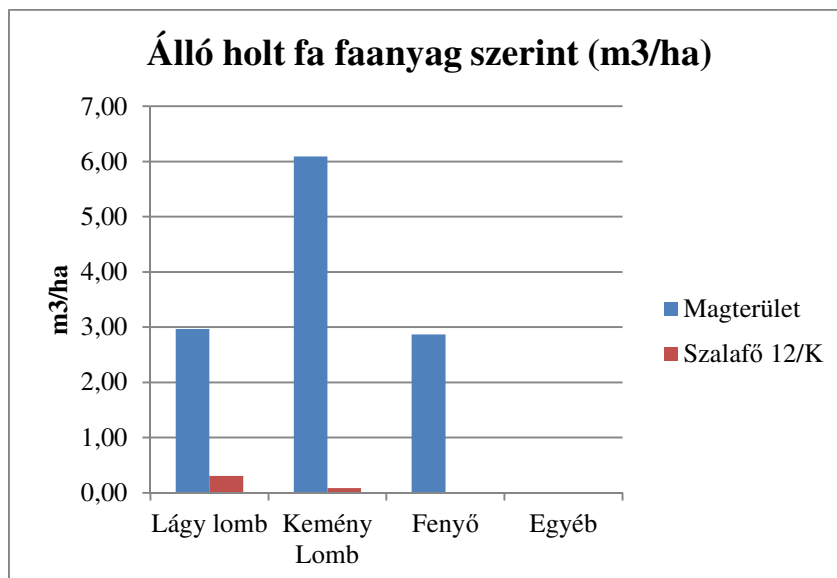


4.1.7. ábra: Szalafő 12 K 3-as korhadási fázisának fafaj szerinti megoszlása



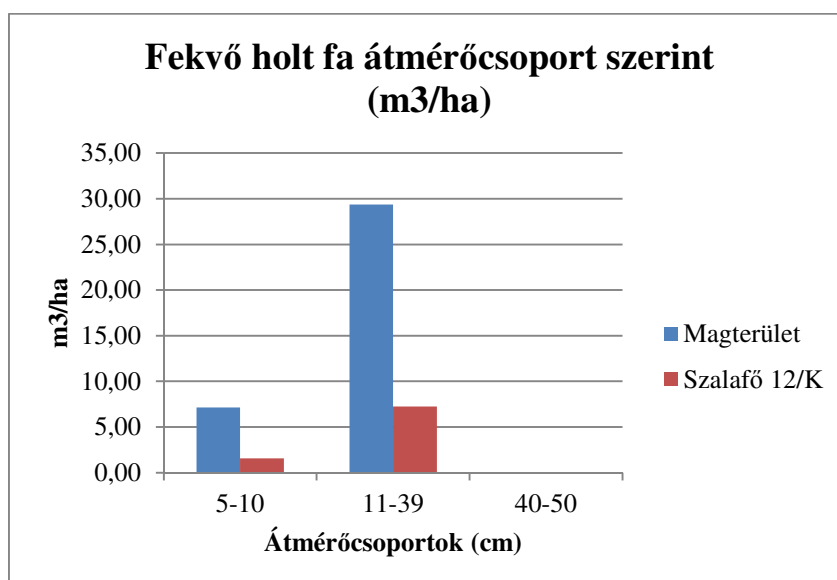
4.1.8. ábra: Fekvő holt fa faanyag szerint

A faanyag minősége szerint a fekvő holtfánál a fenyők (16 %), ezen belül is az erdeifenyő (90 %) a domináns a magterületen (4.1.8. ábra).

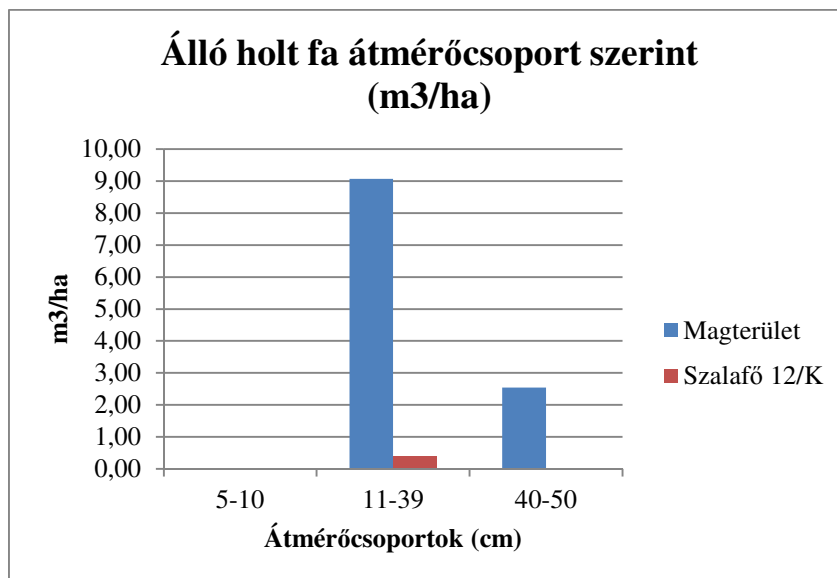


4.1.9. ábra: Álló holt fa faanyag szerint

Az álló holt fa a 12 K erdőrészletben nem ad értékelhető mennyiséget (4.1.9. ábra). A magterületen viszont jelentős a tömege, több mint 10 m³/ha, ami kb. 30-40 db faegyedet jelent hektáronként. A kemény lombos fafajok (6 m³/ha) vannak többségben (ez főleg a tölgyeket jelenti), hiszen a másik két csoport a puha faanyag miatt hamar elveszíti állékonyságát és átalakul fekvővé.

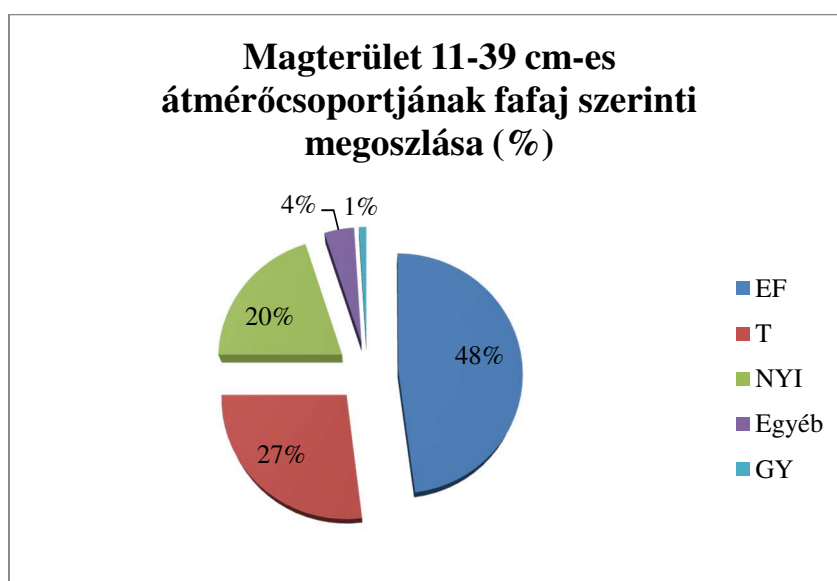


4.1.10. ábra: Fekvő holtfa átmérőcsoport szerint

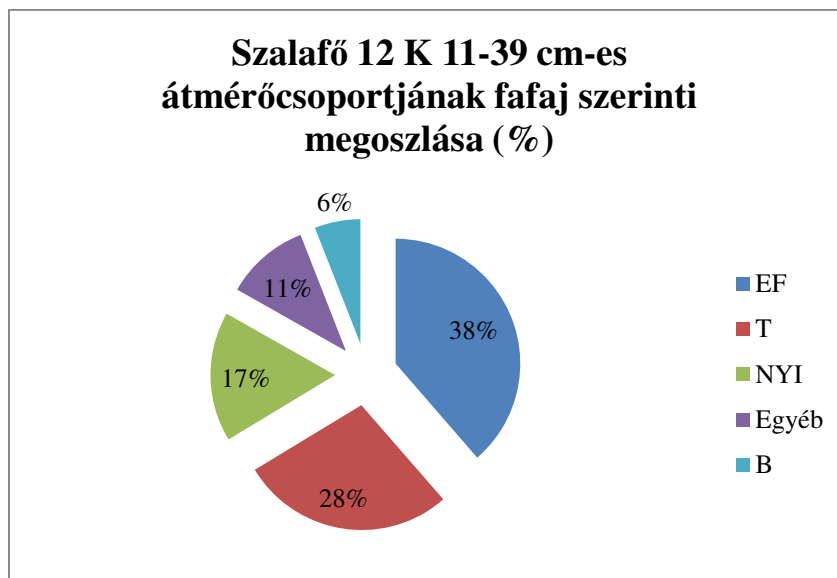


4.1.11. ábra: Álló holtfa átmérőcsoport szerint

Átmérőcsoport szerinti megoszlásban mind a fekvő (4.1.10. ábra), mind az álló (4.1.11. ábra) holtfánál a középső kategóriába esik a legnagyobb fatömeg. Fontos megjegyezni, hogy a legvastagabb osztály mindkét területen hiányzik a fekvő holtfából.



4.1.12. ábra: Magterület középső átmérőosztályának fafaj szerinti megoszlása



4.1.13. ábra: Szalafő 12 K középső átmérőosztályának fafaj szerinti megoszlása

A középső átmérőosztály fafaj szerinti megoszlásában mindkét területen hasonlóak az arányok (4.1.12. és 4.1.13. ábra). Az erdeifenyőé a legmagasabb érték (48 ill. 38 %), amit a tölgy (27 ill. 28 %) és a bibircses nyír (20 ill. 17 %) követ.

4.2. Bogarak

4.2.1. Faunisztikai eredmények

A vegetációs időszak során 384 egyedet fogtam és határoztam meg. Ez az egyedszám 26 család 55 fajából került ki. (4.2.1.1. táblázat)

4.2.1.1. táblázat: A két mintaterületen fogott xilofág rovarok és egyedszámuk

Magterület										Szalafő 12 K									
	1313	1411	1412	1414	1511	1512	1612	1613	Σ	1/1	1/2	1/3	2/1	2/2	2/3	3/1	3/2	Σ	
Alleculidae									1									3	
sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
Anobidae									0									3	
sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	
Buprestidae									1									0	
Agrilus sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carabidae									1									1	
Calosoma inquisitor (Linne 1758)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Cerambycidae									6									3	
Anaesthetis testacea (Fabricius 1781)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Grammoptera abdominalis (Stephens 1831)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptura sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Leptura quadrifasciata Linnaeus 1758	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Phymatodes sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	
Phymatodes testaceus (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cerylonidae									3									1	
Cerylon ferrugineum Stephens 1830	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cerylon histeroides (Fabricius 1792)	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Chrysomelidae									1									0	
sp	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cleridae									1									0	
Clerus mutillarius Fabricius 1775	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Colydiidae									0									1	
Colydium elongatum (Fabricius 1787)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Curculionidae									0									11	
Crypturgus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
Orchestes fagi (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	1	8	
sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Dermestidae									3									5	
Attagenus pellio (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Attagenus punctatus (Scopoli 1772)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	3	
Megatoma undata (Linnaeus 1758)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

Elateridae									12								13
<i>Elateridae sp.</i>	0	3	3	2	0	2	1	1	12	5	1	1	2	0	0	1	3
Geometridae									0								1
<i>Campaea margaritata</i> (Linnaeus 1761)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Histeridae									1								0
<i>sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Latridiidae									25								6
<i>Corticicara gibbosa</i> (Herbst 1793)	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	4	0	0	0	0	1	5
<i>Enicmus rugosus</i> (Herbst 1793)	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>sp.</i>	0	0	11	0	0	10	0	0	21	0	0	0	0	0	0	1	1
Mordellidae									5								0
<i>sp.</i>	1	0	3	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Mycetophagidae									1								0
<i>Mycetophagus sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitidulidae									33								34
<i>Epuraea guttata</i> (Olivier 1811)	1	0	0	0	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cryptarcha strigata</i> (Fabricius 1787)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	3
<i>Glischrochilus quadriguttatus</i> (Fabricius 1776)	3	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i> (Linnaeus 1758)	3	0	0	0	6	0	0	3	12	1	2	8	0	0	0	2	13
<i>Soronia grisea</i> (Linnaeus 1758)	1	0	0	0	2	4	0	7	14	5	1	7	0	0	0	0	13
Salpingidae									0								1
<i>Salpingus planirostris</i> (Fabricius 1787)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Scarabaeidae									1								0
<i>Cetonia aurata</i> (Linnaeus 1761)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Scolytidae									99								71
<i>Ernoporus fagi</i> (Fabricius 1798)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
<i>Hylastes opacus</i> Erichson 1836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Hylastes sp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pityogenes chalcographus</i> (Linnaeus 1761)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3
<i>Pityophthorus sp.</i>	1	0	0	0	1	4	0	0	6	1	2	1	0	0	0	0	4
<i>Taphrorychus bicolor</i> (Herbst 1793)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	3
<i>Tomicus minor</i> (Hartig 1834)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
<i>Xyleborus dispar</i> (Fabricius 1792)	21	3	0	1	27	20	0	17	89	8	6	28	3	3	0	1	49
<i>Xyleborus saxeseni</i> Nijima 1909	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
Silphidae									0								1
<i>Dendroxena quadrimaculata</i> (Scopoli 1772)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Staphylinidae									18								7
<i>sp.</i>	1	0	0	0	6	6	1	4	18	1	1	3	0	0	0	1	7
Tenebrionidae									5								3
<i>Diaperis boleti</i> (Linnaeus 1758)	2	0	0	0	1	0	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Platydemia violaceum</i> (Fabricius 1790)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Tilloidea									0								1

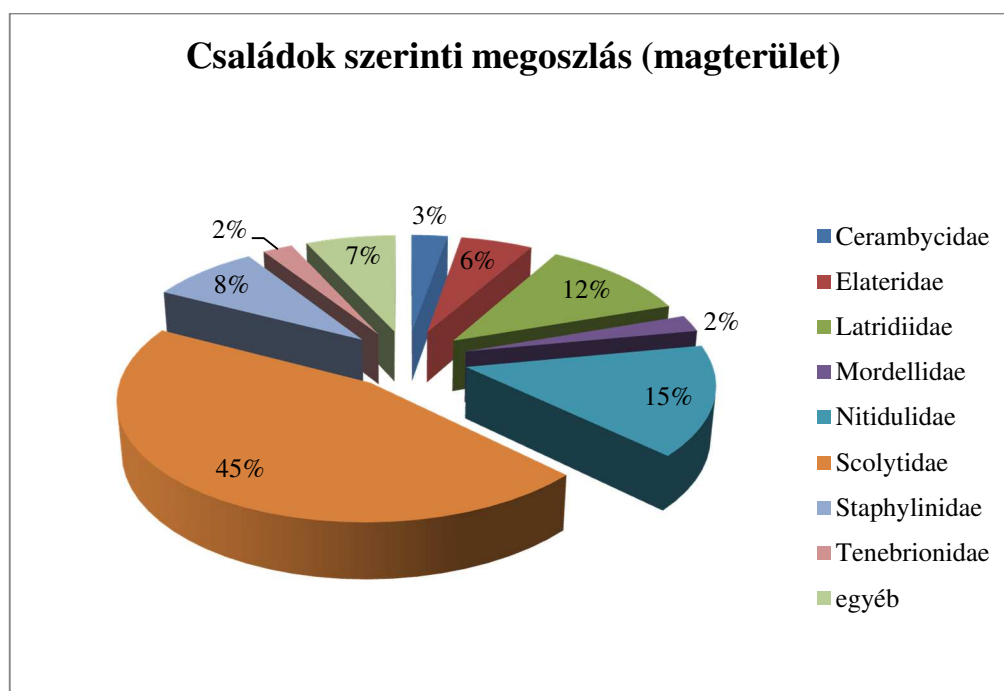
<i>Tilloidea unifasciata</i> (Fabricius 1787)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Σ	40	6	24	3	47	55	2	40	217	32	22	57	12	4	2	24	13	166	

Legnagyobb egyedszámmal mindkét területen a *Scolitydae* család van jelen 10 fajjal. Ezt követi a *Nitidulidae* család 5 fajjal és kisebb egyedszámmal. Érdekes eredmény, hogy a szuperdomináns *Xyleborus dispar* egyedeinek nagy része nem a CsalomoN csapdákból volt jelen, hanem a vörösborosban.

4.2.2. Rovar közösségek élőhelyek szerinti kiértékelése

4.2.2.1. Szalafői erdőrezervátum magterülete

18 család 36 fajának 217 egyedét gyűjtöttem. A családok egyedszám szerinti eloszlását a 4.2.2.1.1. ábra szemlélteti. A dominanciastruktúrát a 4.2.2.1.2. ábra mutatja be, a határ vízszintes vonallal jelölve a domináns/szubdomináns és az akcesszórius/rarus kategóriák között.



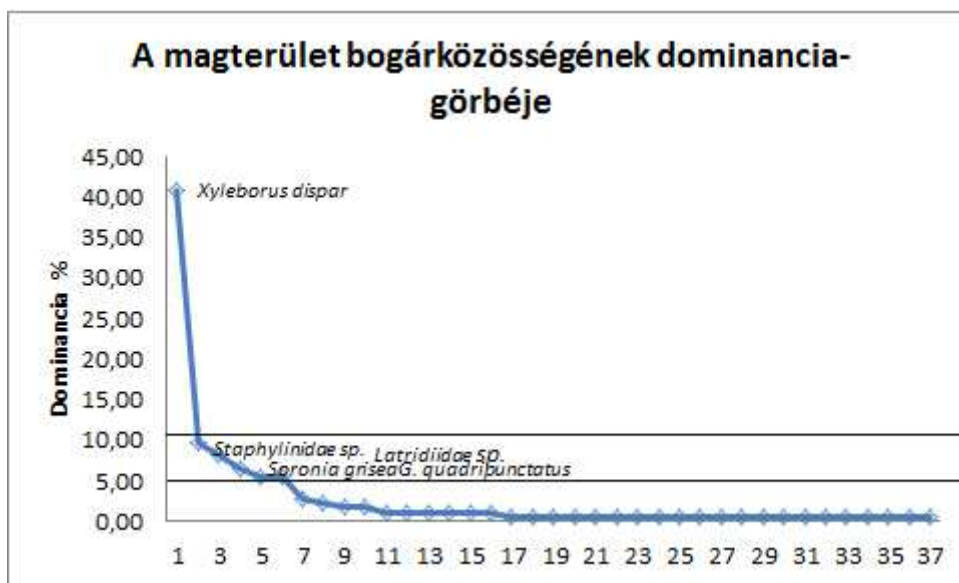
4.2.2.1.1. ábra: Családok egyedszám szerinti megoszlása

Az egyedek 45 %-a a *Scolytidae* család fajaiból került ki. Ezek közül a *Xyleborus dispar* domináns, a többi *Scolytidae* faj a rarus kategóriába tartozik. A *Nitidulidae* családból *Glischrochilus quadripunctatus* és a *Soronia grisea* került ki említésre méltó egyedszámmal.

Ezek már a szubdomináns kategóriába tartoznak. Előbbit gyakran megtalálhatjuk szűbogarak által megtámadott fenyők kérge alatt, mivel az ivadékaikat szívesen fogyasztja (Merkl 2009). Utóbbi is gyakori, kertekben és hazánk erdeiben általános (Merkl 2009). A *Xyleborus dispar* Európában általánosan elterjedt faj, tápnövényei a lombfákon kívül még *Pinus*ok lehetnek. Helyenként károkat okozhat (Lakatos és Szabó 2012).

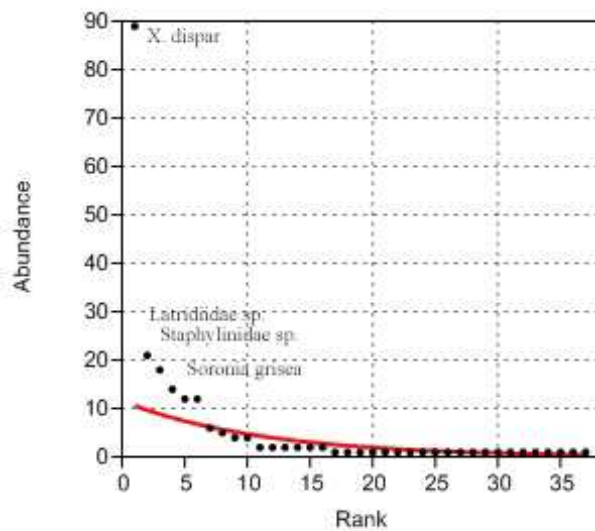
Latridiidae család egyedeit nem tudtam faji szinten meghatározni. A pudvabogarak legtöbbje közönséges, mindenhol előfordul (Merkl 2009). Korhadó, gombás fák kérge alatt gyakoriak (Merkl 2009).

A *Staphylinidae* család fajai szinte egész évben jelen voltak a csapdákbán, legtöbb fajuk bomló, korhadó növényi anyagban, törmelékben tartózkodik (Merkl 2009).



4.2.2.1.2. ábra: A magterület bogárközösségének dominancia-görbéje

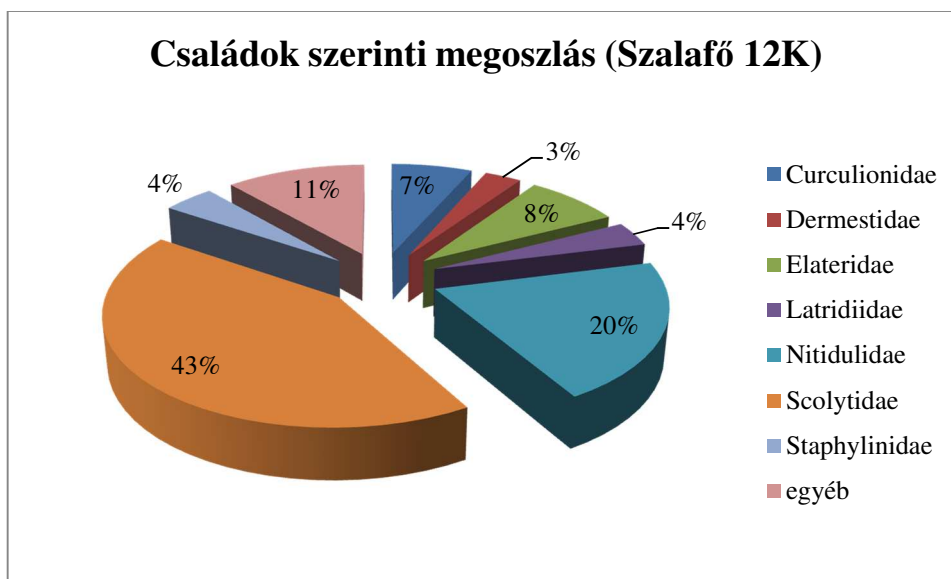
A rang-abundancia-görbék elvi típusai mind más összetételű közösséget feltételeznek. Ebben az esetben a geometrikus modell illeszkedett a legjobban az adatokra. Ez a fejlődés korai szakaszában lévő, fajszegényebb közösségekre jellemző. (4.2.2.1.3. ábra).



4.2.2.1.3. ábra: Magterület rang-abundancia görbéje

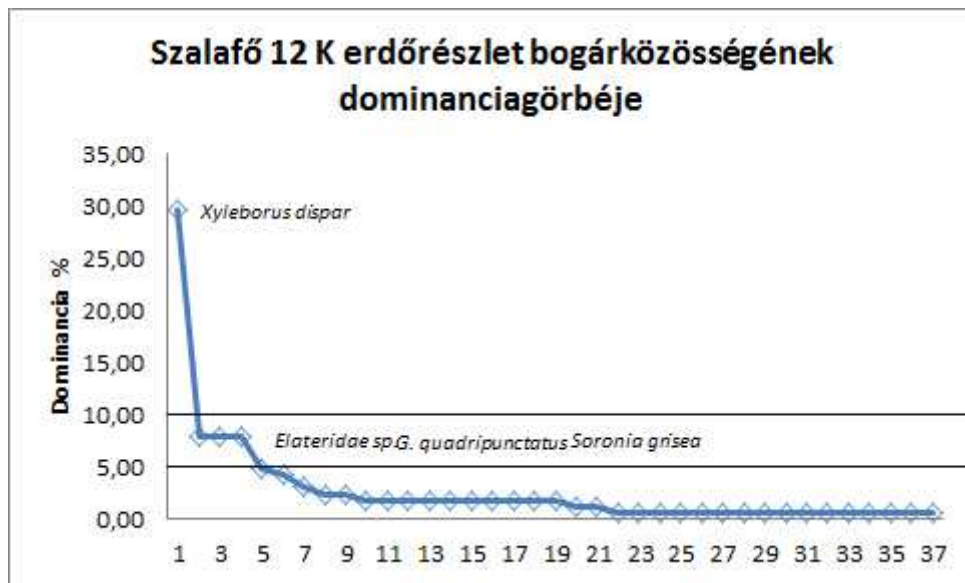
4.2.2.2. Szalafő 12 K

18 család 37 fajának 166 egyedét gyűjtöttem. A családok egyedszám szerinti megoszlását a 4.2.2.2.1. ábra szemlélteti. A dominanciastruktúrát a 4.2.2.2.2. ábra mutatja be, a határ vízszintes vonallal jelölve a domináns/szubdomináns és az akcesszórius/rarus kategóriák között.



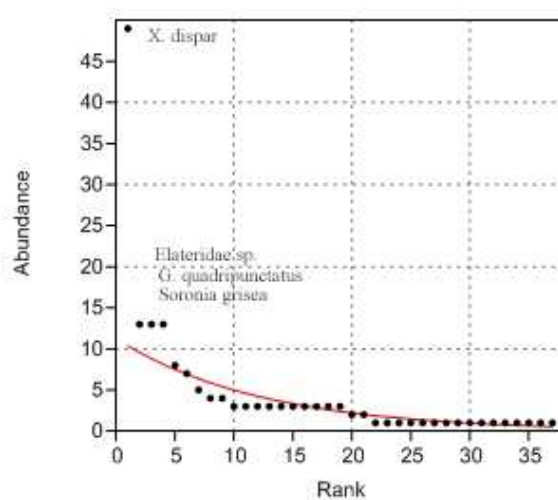
4.2.2.2.1. ábra: Családok egyedszám szerinti megoszlása

Az egyedek 43 %-a a *Scolytidae* család fajaiból került ki. A *Xyleborus dispar* itt is domináns fajként van jelen. A következő család a *Nitidulidae*, szintén a *Glischrochilus quadripunctatus* és a *Soronia grisea* szubdomináns jelenlétével. Továbbá meg kell említeni a *Latridiidae* és a *Staphylinidae*, valamint az *Elateridae* családot.



4.2.2.2.2. ábra: Szalafő 12 K erdőrézlet bogárközösségének dominancia-görbéje

A rang-abundancia görbe ebben az esetben is a geometrikus modellel írható le, ami itt is egy fajszegény, még fejlődő közösséget feltételez. (4.2.2.2.3. ábra).



4.2.2.2.3. ábra: Szalafő 12 K erdőrézlet rang-abundancia görbéje

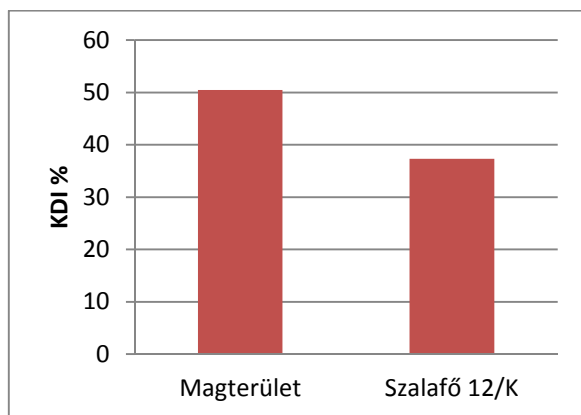
4.2.3. Közösség-ökológiai eredmények

A legfontosabb paramétereket a 4.2.3.1. táblázat tartalmazza.

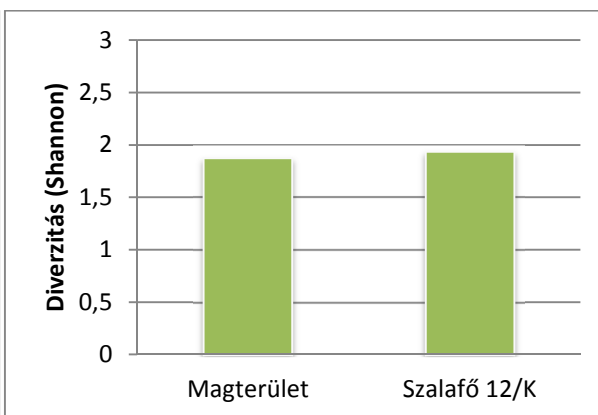
	<i>S</i>	<i>H'</i>	<i>D</i>	<i>J</i>	<i>KDI</i>
Magterület	19	1,87	0,7455	0,6353	50,46
Szalafő 12/K	18	1,932	0,759	0,6684	37,35

4.2.3.1. táblázat: A két mintaterület bogárközösségének struktúra paraméterei
S – fajszaám, *H'* – Shannon-diverzitás, *D* – Simpson index
J – kiegyenlítetttség, *KDI* – közösségi dominancia index (%)

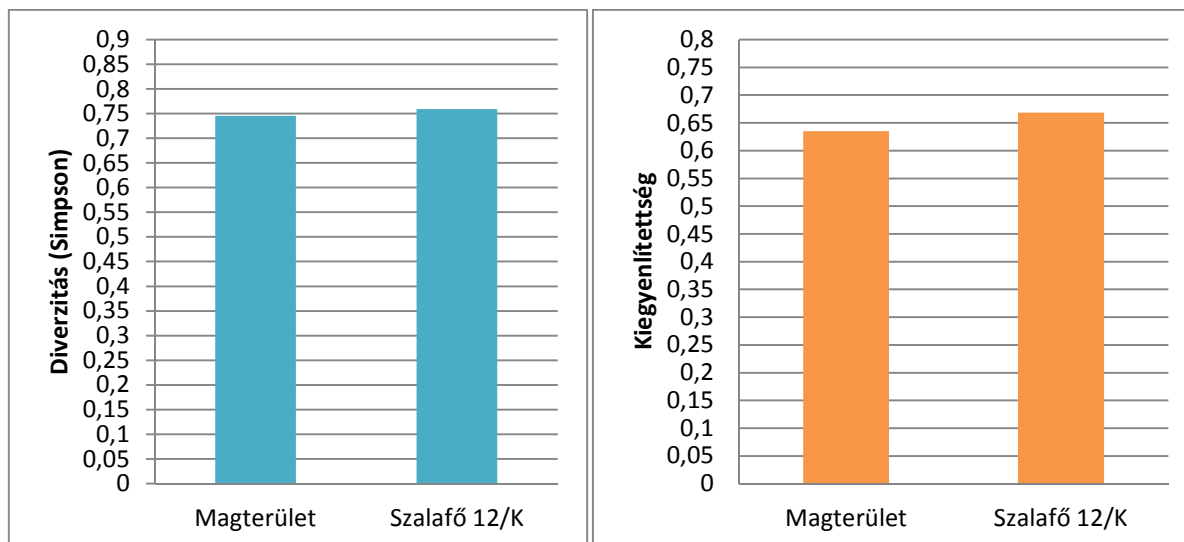
Mindkét területen azonos fajszaámot tapasztaltunk (37). A fajösszetétel kis mértékben ugyan, de eltér egymástól. Közösségi dominancia-index (4.2.3.2. ábra) esetében is csekély különbséget tudunk kimutatni a két terület között, az itt tapasztalható eltérést csak a *Xyleborus dispar* szuperdominanciája okozza.



4.2.3.2. ábra: Közösségi dominancia-index



4.2.3.3. ábra: Shannon-diverzitás



4.2.3.4. ábra: Simpson index

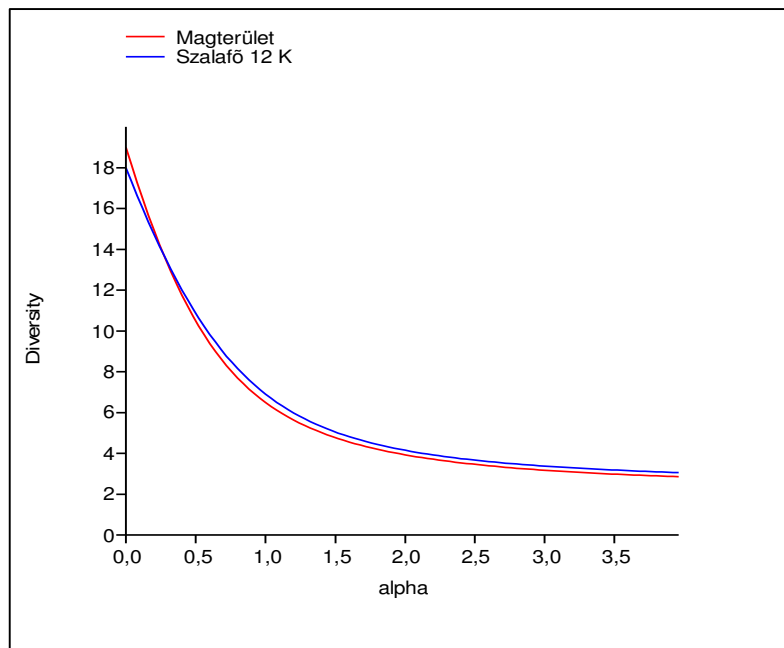
4.2.3.5. ábra: Kiegyenlítettség

A Shannon-diverzitás (4.2.3.3. ábra) és a Simpson-diverzitás (4.2.3.4. ábra) értékei sem térnek el lényegesen egymástól.

A kiegyenlítettség (4.2.3.5. ábra) megmutatja, hogy az egyedszámok hogyan oszlanak el az egyes taxonok között. Itt sincs nagy különbség a két terület között. A magas érték a fajok arányos egyedi eloszlását jelenti, a jelen esetben ez lehet az alacsony fajszaám eredménye is. Ezért az egyenletesség értékeit nem vettem figyelembe a későbbiek során.

A két terület Shannon-diverzitásának összehasonlítása Hutcheson által módosított t-próbával történt. Ez alapján a két terület diverzitásában nincs szignifikáns különbség ($t = -0,39722$; $p > 0,05$).

A Rényi-féle diverzitás rendezés (4.2.3.6. ábra) eredményén látszik, hogy a két terület közösségének diverzitási profiljai metszik egymást, ami azt jelenti, hogy a két közösség diverzitás alapján egyértelműen nem rangsorolható.



4.2.3.6. ábra: A két terület diverzitási rendezése

A bogárközösségek hasonlóságának számszerűsítésére Bray-Curtis (4.2.3.7. ábra) és Jaccard (4.2.3.8. ábra) indexet is számoltam.

	Magterület	Szalafő 12/K
Magterület	1	0,73
Szalafő 12/K	0,73	1

4.2.3 7. ábra: Hasonlósági elemzés Bray-Curtis index alapján

	Magterület	Szalafő 12/K
Magterület	1	0,42
Szalafő 12/K	0,42	1

4.2.3.8. ábra: Hasonlósági elemzés Jaccard index alapján

A Bray-Curtis index a fajazonosság mellett a mennyiségi viszonyokat is figyelembe veszi, ezért jobb a két közösség összehasonlítására. Jól látszik az értékből a két terület bogárközösségének nagyfokú hasonlósága (73 %).

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A magterület holt fatömege ($48,43 \text{ m}^3/\text{ha}$) ötszöröse a gazdasági erdőben tapasztaltnak (Szalafő 12 K- $9,20 \text{ m}^3/\text{ha}$). Ez az eredmény arányaiban megegyezik más hasonló kutatások eredményeivel (Siitonen 1994). Fontos megjegyezni – mivel a diagramokról nem leolvasható –, hogy amíg a magterületen a fekvő faanyag nagy része teljes fákból, illetve hosszú letört ágakból tevődik össze, addig a másik területen ezek aránya alacsony. Többségében a fakitermelések során visszamaradó 1– 2 m hosszú, választékolt faanyag maradt ott. A természetes bolygatásokból vagy idős elpusztult egyedekből képződő holtfa aránya kicsi. Ez az erdőgazdálkodás eredménye, mivel az erdőnevelési munkák során először a beteg, száradó egyedeket távolítják el az állományból (Christensen et al. 2003). Ezt bizonyítja az is, hogy a 12 K erdőrészletben álló holtfa csak elvétve fordul elő. Ez az odulakó madarak szempontjából nem megfelelő (Csóka et al. 2001, Barbácsi 2006).

A leginformatívabb adatokat talán a fafajok korhadási fázis szerinti megoszlásai szolgáltatják (4.1.3 – 4.1.5. ábra). A tölgyek (és más kemény lombosok) utolsó kategóriákból való hiánya azt mutatja, hogy az erdőrezervátum magterülete egy, a szukcessziós fejlődés elején járó erdő. A pionír fafajok most tűnnek el és veszik át az uralmat a zárótársulást alkotó fajok (Bobiec 2005, Stokland et al. 2012). A gazdasági erdőnél jól megfigyelhető az egyes korhadási fázisok hiánya (4.1.2. ábra). Ez tipikus jele az erdőhasználatoknak (Christensen et al. 2003). A leírólapokkal összehasonlítva megfigyelhető a 2005. évi egészségügyi gyérítésből visszamaradó és az utolsó fahasználatból visszamaradó faanyag.

Az egyik legfontosabb szempont, ha holtfát vizsgálunk, hogy milyen átmérőosztályhoz tartozik. Ugyan az egyes rovar fajoknak eltérő igényeik vannak, de elmondható, hogy az egyenletes eloszlás jellemző egy fejlődése maximumát elért közösségnek. (Lakatos 2006; Csóka 2011)

Egyes fajok csak a vékony ágakat, mások csak a vastag törzseket keresik. Viszont a nagyobb felületet gyorsabban és többen tudják kolonizálni. Ezért a holt fatömegnek a nagyobb átmérőosztályok felé kellene eltolódnia (Bobiec 2005; Stockland et al. 2012). Ez a nagyobb átmérő egyik területen sem található meg értékelhető mennyiségben, a holtfa legnagyobb része a második átmérőosztályba volt sorolható (11-39 cm).

Kutatások eredményei szerint a holt faanyag mennyisége és a xilofág rovarok faj-, és egyedszáma között szoros összefüggés van. Több holtfa, több rovar jelent (Siitonen 1994,

Bobiec et al. 2005). Ez azonban nem ilyen egyszerű. Bár az erdőrezervátum magterületén ötször több holtfa található, a két bogárközösség között szignifikáns különbség nem mutatkozott, sőt a 12 K erdőrészlet diverzitásértékei valamivel nagyobbak mutatkoznak. Ez a különbség annyira kicsi, hogy a két terület diverzitása közel azonosnak mondható. Ennek oka valószínűleg az, hogy mindkét erdő erősen változó, bolygatott társulás. Csak amíg a 12 K erdőrészlet főleg mesterséges bolygatásnak van kitéve, a magterület a gyors szukcesszióból eredő „bolygatástól” szenved. Ezt igazolja az is, hogy a két mintaterület család és faj szerint nagyon hasonló. Bray-Curtis index szerint ez 73 %-os hasonlóságot jelent. A szakirodalmak alapján várt eredménytől ez nagyban eltér (Siitonen 1994; Csóka 2011). Hozzá kell tenni azonban azt is, hogy a Rényi- féle diverzitásrendezés szerint egyértelműen nem rangsorolható egyik közösség a másik elé bogárfauna szempontjából.

Bobiec et al. (2005) szerint minden korhadási fázisnak megvannak a hozzá kötődő bogár csoportjai. Az első fázisra jellemző a *Scolytidae*, *Cerambycidae*, *Lymexylidae*, a másodikra a *Buprestidae*, a harmadikra a *Formicidae*, *Elateridae*, a negyedikre a *Tenebrionidae*, *Staphylinidae* az ötödikre a *Myriadapoda*, *Collembola*, *Carabidae*. Ezek a családok domináltak a vizsgálatom során is. Legnagyobb faj és egyedszámmal a *Scolytidae* család volt jelen, ezt követte a *Nitidulidae* és a *Latridiidae*. A fogott fajok többsége gyakori, polifág faj.

A magára hagyott, nagyobb holt-fa fatömeggel rendelkező magterület nagyobb diverzitást, sok védett, ritka fajt feltételez a kezelt erdővel szemben, ahol a holtfa mennyisége kicsi. Védett faj azonban csak a *Calosoma inquisitor* volt, ill. az *Elateridae* család tartalmazhatott védett fajt, de azt meghatározni nem tudtam. A korhadó faanyag a magterületen tömegében és átmérő szerinti eloszlásában megfelelne egy diverzebb közösségnek. A korhadási fázis első két osztályába viszont igen kevés faanyag tartozott, pedig ez lenne fontos a sok védett fajt tartalmazó *Cerambycidae* és az erdővédelmi szempontból kockázatot jelentő *Scolytidae* családnak (Lakatos 2003; Lakatos 2006; Bobies et al. 2005). A harmadik, negyedik fázisban jelentős fatömeget találunk, ezért a jellemző *Elateridae*, *Tenebrionidae*, *Staphylinidae* család fajai egész évben jelen voltak a csapdákban.

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy az erdőrezervátum magterülete és a Szalafő 12 K erdőrészlet csak a holtfa mennyiségi és minőségi megjelenésében tér el egymástól jelentősen. A bogárközösségben nincs szignifikáns különbség. Hiába mentes minden emberi beavatkozástól a magterület már évtizedek óta, szukcessziós sorban elfoglalt helye alapján

fiatal erdőnek számít. A fafajok elegyarány változása is erre enged következtetni (Horváth és Sivák 2014). Erősen és gyorsan fejlődik, a fafajok lecserélődnek, kiszorulnak a gyorsan bomló pionír fajok. Helyüket átveszik a klimax társulást alkotó taxonok. Ennek következményeképp az erdő élőlényközösségei is változásban vannak, nagyobb arányban vannak jelen a tág tűrésű, generalista, polifág fajok a specialistákkal szemben. Ahogy halad a társulás a klimax állapot felé, úgy nő a stabilitása és ezzel együtt megjelennek a zárótársulás jellemző elemei és a számunkra fontos védett, különleges fajok. El

A korhadási fázist vizsgálva elmondható, hogy erdővédelmi szempontból nem jelent veszélyt még a magterületre jellemző magasabb holt fatömeg mennyisége sem. A gradációhoz és tömeges károsításhoz a szűbogaraknak friss faanyagra van szükségük, ezért a korhadásban előrehaladott anyag már nem okoz kockázatot, viszont olyan fajoknak ad otthont, amik növelik az erdő fajgazdagságát (Lakatos 2003; Lakatos 2006).

A fentiek alapján az erdő diverzitásának növelése érdekében ajánlatos tudatosan emelni az erdők holtfa mennyiségét és figyelni az egyenletes térbeli és átmérőcsoportonkénti eloszlásra. Erdővédelmi védekezés szempontjából elég csak a friss, kezdeti korhadási fázisban lévő anyag megfelelő kezelése. (Dudley & Vallauri 2004)

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az alábbi tanulmányban a xilofág rovarközösség és a holtfa mennyiségi és minőségi paramétereit hasonlítottuk össze egy őrségi erdőrezervátumban (Szalafői Erdőrezervátum) és egy gazdasági erdőben (Szalafő 12 K).

Az alábbi kérdésekre kerestünk a választ: (1) Van-e számottevő különbség az erdőrezervátum magterülete és a gazdasági erdő bogárközössége között? (2) Ha van különbség, akkor ez köthető-e a holtfa mennyiségéhez, illetve minőségéhez?

Az eredményekből kiderül, hogy a két terület holtfa viszonyai nagyban különböznek egymástól. A magterületen található holt fa közel ötszörös fatömeggel bír a gazdasági erdőhöz képest, valamint a korhadási fázisa is magasabb. A gazdasági erdőben, hiányoznak egyes korhadási fázisok és az álló holtfa mennyisége is csekély. A korhadási fázisok hiánya elsősorban az erdőhasználatra visszavezethető.

A két erdő bogárközössége között nem mutatható ki szignifikáns különbség. Bray-Curtis index alapján ez 73 %-os hasonlóságot jelent. Továbbá bogárfauna szempontjából a Rényi-féle diverzitás rendezés szerint nem rangsorolható a két terület.

Summary

In this study we compared the relationships between xylophagous insect community and dead wood parameters in unmanaged (Szalafői Forest Reserve) and managed forest stand in Őrség, Western Hungary.

Our questions were: (1) Are there differences in the beetle community? (2) Are these differences depend on to a dead wood parameters?

Our results suggested that, there are big differences between the managed and the unmanaged forest in the amount of the dead wood. There are 5 times higher volume and higher decay class of the dead wood in the unmanaged forest. Some decay class is missing in the managed forest, and the standing dead wood volume is narrow here. The forest utilization is the main reason of the missing decay classes.

There are no significant differences between the beetle community of the different type forests. The similarity of the two site beetle community is 73 % by Bray-Curtis index. Additionally there are no differences by Rényi diversity profiles.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

TDK dolgozatom elkészítésében nyújtott segítségükért szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Prof. Dr. Lakatos Ferencnek és Dr. Tóth Viktóriának, akik ötleteikkel, észrevételeikkel, kritikájukkal és türelmükkel segítették dolgozatom elkészítését.

Köszönet illeti külső konzulensemét Dr. Szentirmai Istvánt az Őrségi Nemzeti Park Természetmegőrzési Osztályának vezetőjét a munkám alatt nyújtott segítségéért.

Szeretném megköszönni az Erdőrendezéstani Tanszéknek, hogy biztosította a fatömegméréshez szükséges eszközöket. Tuba Katalinnak, Horváth Tamásnak és Winkler Dánielnek a szóbeli javaslatokat, ötleteket.

Továbbá köszönöm Bender Boglárkának a térképek elkészítésében és Vajai Dánielnek a csapdák kihelyezésében nyújtott segítségét.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Aguilar, C. J. (2010): Methods For Catching Beetles. Naturalia Scientific Collection. Montevideo. Uruguay
- Barbácsy Z. (2006): A szalafői Őserdő madárközösségének összehasonlító elemzése 1994-ben és 2006-ban végzett felmérés alapján. Aquila 113: 9-19.
- Bartha D. (1998): Szalafő Őserdő Erdőrezervátum (53). Erdőrezervátumok 1998. évi szemlézése. Kézirat. Vácrátót ER Archívum (1998/D-047)
- Bobiec, A.; Gutowski, M. J.; Laudenslayer, F. W.; Pawlaczyk, P. & Zub, K. (2005): The afterlife of a tree. WWF Poland. Wisniowa
- Bóka Z. & Csernyi R. (2005): A Szalafő „Őserdő” Erdőrezervátum felmérése és vizsgálata. Diplomamunka. Nyugat- Magyarországi Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Földmérési és Távérzékelési Tanszék. Sopron.
- Bonczó K-né. (1981): Az Őrségi Tájvédelmi Körzet növénykórtani kérdéseinek vizsgálata. Növényvédelmi szakmérnöki szakdolgozat. Erdészeti és Faipari Egyetem Erdővédelemtani Tanszék. Sopron
- Bors L. (2009): A Szalafői „Őserdő” Erdőrezervátum É-i részének felmérése, valamint az ERDŐ+H+Á+I+Ó kitűzése. Diplomamunka. Nyugat- Magyarországi Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Földmérési és Távérzékelési Tanszék. Sopron.
- Byers, A. J. (1992): Attraction of bark beetles, *Tomicus piniperda*, *Hylurgops palliatus*, and *Trypodendron domesticum* and other insects to short-chain alcohols and monoterpenes. Journal of Chemical Ecology. 18. 2385-2402.
- Christensen, M.; Hahn, K.; Mountford, E. P.; Wijdeven, S. M. J.; Manning, D. B.; Standovar T.; Ódor P. & Rozenbergar, D. (2003): A Study On Dead Wood In European Beech Forest Reserves. Nature-based Management of beech in Europe (NAT – MAN)
- Csóka Gy. & Kovács T. (1999): Xilofág rovarok- Xylophagous insects. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest
- Csóka Gy.; Dobrosi D.; Frank T.; Kovács T. & Traser Gy. (2001): Holt fa az élő erdő szolgálatában. Erdészeti Lapok. 136(7-8): 246-248

- Csóka Gy. (2011): A holtfa erdő- és természetvédelmi szerepe magyarországi keménylombos erdőkben. Kézirat. OTKA K68618 sz. pályázat zárójelentése
- Dudley, N.; Vallauri, D. (2004): Deadwood- living forests. WWF International. Gland. Switzerland
- Halász G. (ed.) (2005): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest
- Horváth F. (2012): Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához. Doktori PhD értekezés Kézirat,- NYME Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola- Sopron.
- Horváth F. & Sivák K. (2014): A Szalafői Őserdő Erdőrezervátum magterületének (Szalafő 13I) faegyed szintű faállomány szerkezeti felmérése 2004-2005. Kézirat
- Hutcheson, K. (1970): A test for comparing diversities based on the Shannon formula. Journal of Theoy Biology 29: 151–154.
- Izsák J. (2001): Bevezetés a biológiai diverzitás mérésének módszertanába. Sciencia Kiadó. 101 pp.
- Király G. (2014): Geodéziai munkálatok a Szalafői Őserdő Erdőrezervátumban. In: Bartha Dénes, Puskás Lajos (ed.) Silva naturalis: a folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron. pp.45-55. (3.)
- Kirby, J. K.; Reid, M. C.; Thomas, C. R. & Goldsmith, B: F: (1998): Preliminary Estimates of Fallen Dead Wood and Standing Dead Trees in Managed and Unmanaged Forest sin Britain. Journal of Applied Ecology. 35. (1). 148-155.
- Kovács Gy. (2012): A Balaton déli partjának vizimadár monitoringja. Doktori PhD értekezés. NYME Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola. Sopron.
- Krebs, C. J. (1978): The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Second Edition. Harper and Row, New York. 678 pp.
- Lakatos F. (1992): A betűzőszú (*Ips typographus* L.) csapdázásának első eredményei. Növényvédelem. 28. 4: 159-162. p.

- Lakatos F. (1997): Feromonos szúcsapdák alkalmazhatósága az erdészeti gyakorlatban. *Növényvédelem*. 33. 4: 165-172. p.
- Lakatos F. (2003): Hagyni vagy nem hagyni? avagy Gondolatok az elpusztult és/vagy kitermelt faanyag szerepéről a hazai fenyőerdőkben. *Erdészeti Lapok*. 137- 138: 12-13. p.
- Lakatos F. & Kovács K. (2006): A Budafapusztai arborétumban fellépett szúkárosítás. *Növényvédelem* 45 (1): 25-30. p.
- Lakatos F. (2006): Fenyőállományokban végrehajtott egészségügyi termelések szerepe védett és/vagy veszélyeztetett fában és kéregben költő bogárfajok esetén (*Coleoptera*). *Természetvédelmi Közlemények* 12: 123-131.
- Lakatos F. & Szabó I. (2012): *Növényvédelem az erdőgazdálkodásban*. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. Budapest
- Mázsa K.; Ódor P.; Tinya F.; & Horváth F. (2014): Az erdőrezervátum program és szerepe a Szalafői Őserdő kutatásában, aljnövényzet és cserjeszint felmérése. In: Bartha Dénes, Puskás Lajos (ed.) *Silva naturalis* (3): Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron. pp.11-28.
- Merkli O. & Vig K. (2009): *Bogarak a Pannon régióban*. Szignatúra Nyomda és Kiadó Kft. Szombathely
- Ódor, P. & Standovár, T. (2001): Richness of bryophyte vegetation in a near- natural and managed beech stands. The effects of management-induced differences in dead wood. *Ecological Bulletins* 49: 219-229.
- Ódor P. (2005): *Javaslat a fekvő holt fa szisztematikus mérésére az erdőrezervátumokban*. Kézirat.
- Pataki B. (2012): *Kocsánytalan tölgyön és bükkön előforduló, fában és kéregben költő bogarak az Őrségben*. Diplomamunka Kézirat,- Nyugat- Magyarországi Egyetem. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet- Sopron
- Phillips, W. T.; Wilkenning, J. A.; Atkinson, H. T.; Nation, L.J.; Wilkinson, C. R. & Foltz, L. J. (1988): Synergism os turpentine and ethanol on attractans for certain piner infesting beetles (*Coleoptera*). Department of Entomology and Nematology. University of Florida. Gainesville

- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana, Illionis, University Illionis Press.
- Siitonen, J. (1994): Decaying wood and saproxylic *Coleoptera* in two old spruce forest: a comparison based on two sampling methods. *Annales Zoologici Fennici* 31: 89–95
- Simpson, E. H. (1949): Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Somogyi Z. (1998): A bolygatás jelensége, szerepe az erdei ökoszisztémában és erdőművelési jelentősége. *Erdészeti Kutatások Vol. 38*.
- Stahl, G.; Ringvall, A. & Fridman, J. (2001): Assessment of coarse woody debris – a methodological overview. *Ecological Bulletins*. 49: 57-70.
- Stockland, N. J.; Siitonen, J. & Jonsson, G. B. (2012): Biodiversity in dead wood. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 524 pp
- Tinya, F.; Márialigeti, S.; Király I.; Németh, B. & Ódor, P. (2009): The effect os light conditions on herbs, bryophytes and seedling of temperate mixed forests in Őrség, Western Hungary. *Plant Ecology* 204: 69–81
- Tóth M.; Kádár F. & Imrei Z. (2005): Ragacsos és varsás feromoncsapda- típusok hatékonyságának összehasonlítása a gyapjas lepke (*Lymantria dispar* L.) fogására. *Növényvédelem* 41 (6). 267-271.
- Tóth M. & Szarukán I. (2007): A púposzú (*Xyleborus dispar* F.) csapdázása. *Agrofórum extra* 19. 68-69.
- Tóth V. (2011): Holt faanyag szerepe az erdőkben. Szigorlati dolgozat kézirat. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar. Sopron
- Vörös M. B. (2010): Erdeifenyőn előforduló szűbogarak az Őrségi Nemzeti Park területén. Diplomamunka. Nyugat- magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar. Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet. Sopron

9. MELLÉKLETEK

9.1. táblázat: Holtfa mennyisége

	Holtfa mennyisége V (m3/ha)		
	Fekvő (m3/ha)	Álló (m3/ha)	F+Á (m3/ha)
Magterület	36,52	11,92	48,43
Szalafő 12/K	8,81	0,39	9,20

9.2. táblázat: Holtfa korhadási fázis szerinti megoszlása

	Fekvő korhadtsági fok szerint V (m3/ha)					
	1	2	3	4	5	6
Magterület	0,27	1,55	17,87	11,06	5,54	0,19
Szalafő 12/K	3,50	0,36	3,56	0,88	0,51	0,00

9.3. táblázat: Fekvő holtfa átmérőcsoportonkénti megoszlása

	Fekvő átmérőcsoport szerint (cm) V (m3/ha)		
	5-10	11-39	40-50
Magterület	7,15	29,37	0,00
Szalafő 12/K	1,57	7,23	0,00

9.4. táblázat: Fekvő holtfa faanyag minősége szerinti megoszlása

	Fekvő faanyag szerint V (m3/ha)				
	Lágy lomb	Kemény lomb	Fenyő	Egyéb	
Magterület	6,23	12,78	16,09	2,09	
Szalafő 12/K	1,47	3,25	3,57	0,51	

9.5. táblázat: Fekvő holtfa fafaj szerinti megoszlása

	Fekvő fafaj szerint V (m3/ha)									
	KTT	NYI	EF	GY	LF	MÉ	B	CSNY	Egyéb	
Magterület	12,22	6,16	16,05	0,19	0,04	0,07	0,00	0,00	2,09	
Szalafő 12/K	2,85	1,06	3,57	0,03	0,000	0,000	0,569	0,781	0,51	

9.6. táblázat: Álló holtfa fajaj szerinti megoszlása

	Álló fajaj szerint V (m3/ha)		
	KTT	NYI	EF
Magterület	6,08	2,95	2,87
Szalafő 12/K	0,08	0,31	0,00

9.7. táblázat: Álló holtfa átmérőcsoport szerinti megoszlása

	Álló átmérőcsoport szerint (cm) V (m3/ha)		
	5-10	11-39	40-50
Magterület	0,02	9,08	2,54
Szalafő 12/K	0,00	0,39	0,00

9.8. táblázat: Álló holtfa faanyag minősége szerinti megoszlása

	Álló faanyag szerint V (m3/ha)			
	Lágy lomb	Kemény Lomb	Fenyő	Egyéb
Magterület	2,97	6,09	2,87	0
Szalafő 12/K	0,31	0,08	0,00	0



9.1. ábra: Tölcséres keresztalakos csapda



9.2. ábra: Vörösboros csapda



9.3. ábra: CsalomoN ragacsos csapda



9.4. ábra: TruPulse lézeres távolságmérő és Criterion RD 1000 lézeres relaszóp