

SOPRONI EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI KAR

KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVÉDELMI INTÉZET

Bokorerdők spontán regenerálódása feketefenyvesek helyén a Keszthelyi-hegységben

Készítette: Zsiga András

Témavezetők: Dr. Korda Márton

Dr. Zagyvai Gergely

Sopron

2022

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés.....	-3-
2. A vizsgált terület természet- és tájföldrajzi bemutatása.....	-3-
2.1. A Keszthelyi-hegység elhelyezkedése, tájföldrajzi besorolása	-3-
2.2. A Keszthelyi-hegység dolomitvonulatának felépítése, klimatikus viszonyai	-4-
2.2.1. Domborzat	-4-
2.2.2. Éghajlat	-4-
2.2.3 Talajok	-5-
2.2.4.. A Keszthelyi-hegység természeti adottságai	-5-
3. Pannon molyhos tölgyesek	-6-
4. A feketefenyvesítés története a Keszthelyi-hegységbe	-7-
4.1. A kopárfásítások szükségessége a Keszthelyi-hegységben.....	-7-
4.2. A fenyőpusztulás okai, a helyzet kezelése.....	-8-
5. A regenerációs folyamatok monitorozása	-9-
5.1. A monitorozás módszertana	-9-
5.1.1 Terepi mintavételezés	-9-
5.1.2 Ortofotó elemzése	-10-
5.1.3 Kiértékelés során alkalmazott statisztikai módszerek, szoftverek.....	-11-
5.2. A terepi mintavételezés eredményei.....	-11-
5.2.1 Az 1-es csoportba tartozó mintapontok elemzése.....	-19-

5.2.2 A 2-es csoportba tartozó mintapontok elemzése	-23-
5.2.3 A 3-as csoportba tartozó mintapontok elemzése	-26-
5.2.4 A 4-es csoportba tartozó mintapontok elemzése	-30-
5.3. Az eredmények értékelése, következtetések	-33-
5.3.1. Virágos kőris dominancia	-33-
5.3.2. A molyhos tölgy újulatának helyzete.....	-34-
5.3.3. Referencia állapot elérésének lehetőségei, hosszú folyamatú talajregenerálódás.....	-35-
5.3.4. A regenerációt jelentősen hátráltató inváziós faj	-36-
5.3.5. Dolomitsziklagyepek hiánya a területen	-37-
5.4. Javaslatok	-38-
6. Összegzés	-39-
7. Köszönetnyilvánítás	-40-
8. Irodalomjegyzék.....	-41-

1.Bevezetés

A 2012-es 2013-as években jelentős mértékű feketefenyő pusztulás ment végbe a Keszthelyi-hegységben. A sok esetben elegyetlen kultúrállományok az egészségügyi termelés után jelentősen felnyíltak, vagy akár teljesen el is tűntek. Ennek hatására keletkeztek kopár foltok, azonban voltak olyan területek is főleg a nyíltabb állományokban, ahol már a termelés előtt is találhattunk említésre méltó cserjeszintet, sőt nem volt ritka az sem, hogy a második lombkoronaszintbe számottevő virágos kőris elegy jelent meg. Mivel a terület felújulását az erdőgazdálkodó a természetes folyamatokra alapozza, így nem meglepő, hogy sok helyen elkezdett visszatérni magától a termőhelyre jellemző természetes vegetáció. Ez elsősorban a bokorerdő jellegű élőhelyek nagy területű spontán regenerálódásában szembetűnő. A gyepekkel mozaikoló bokorerdők kialakulása biodiverzitás-védelmi szempontból pozitívként értékelhető, de a folyamatot komolyan veszélyeztető tényező a bálványfa gyors terjedése.

Mindezek miatt szükség van az élőhely monitorozására, hiszen egy ilyen nagy intenzitású beavatkozás után, a regeneráció sikeressége nem garantált. De ha figyelemmel kísérjük a szukcessziót, akkor amennyiben szükséges, a cél érdekében könnyebben kidolgozhatunk működőképes élőhelykezelési tervet.

2. A vizsgált terület természet- és tájföldrajzi bemutatása

2.1. A Keszthelyi-hegység elhelyezkedése, tájföldrajzi besorolása

A meredek letörések által határolt Keszthelyi-hegység erdészeti táj a Dunántúli-középhegység délnyugati csücskében található. Összterületét nézve 29 210 ha, de ez két közzétanilag is eltérő tájrészletre osztható. Az északi részen a bazaltból felépülő Tátika-csoport területe 11 985 ha, a déli tájrészlet pedig a Keszthelyi-dolomitvonulat, aminek 17 985 ha a kiterjedése. A két tájrészletet elválasztó határt hordalékokkal és üledékekkel feltöltött medencék alkotják (Várvölgyi- és Vindornyai-medence) (FÜHRER, 2019).

2.2. A Keszthelyi-hegység dolomitvonulatának felépítése, klimatikus viszonyai

2.2.1. Domborzat

A Keszthelyi-hegység déli felében elhelyezkedő Keszthelyi-dolomitvonulat nagyfokú lejtőváltozékonyságával és sűrű völgyhálózatával aprólékosan felszabdalt domborzatot mutat. A sasbércszerűen kiemelkedő hegycsúcsai a tengerszint felett 350-440 m magasságban helyezkednek el, melyeket árkos süllyedékek és mélytörésekhez kapcsolódó szerkezeti vonalak határolnak (Hévízi-törés, Edericsi-törés). A tájrészletet túlnyomórészt triász kori dolomit és kisebb részt mészkő alkotja. A felszín formálásában az egykori és jelenleg működő kőbányák is szerepet játszanak (DÖVÉNYI 2010, FÜHRER 2019).

2.2.2. Éghajlat

Éghajlatát tekintve mérsékeltén hűvös-mérsékeltén nedves kistájnak mondható.

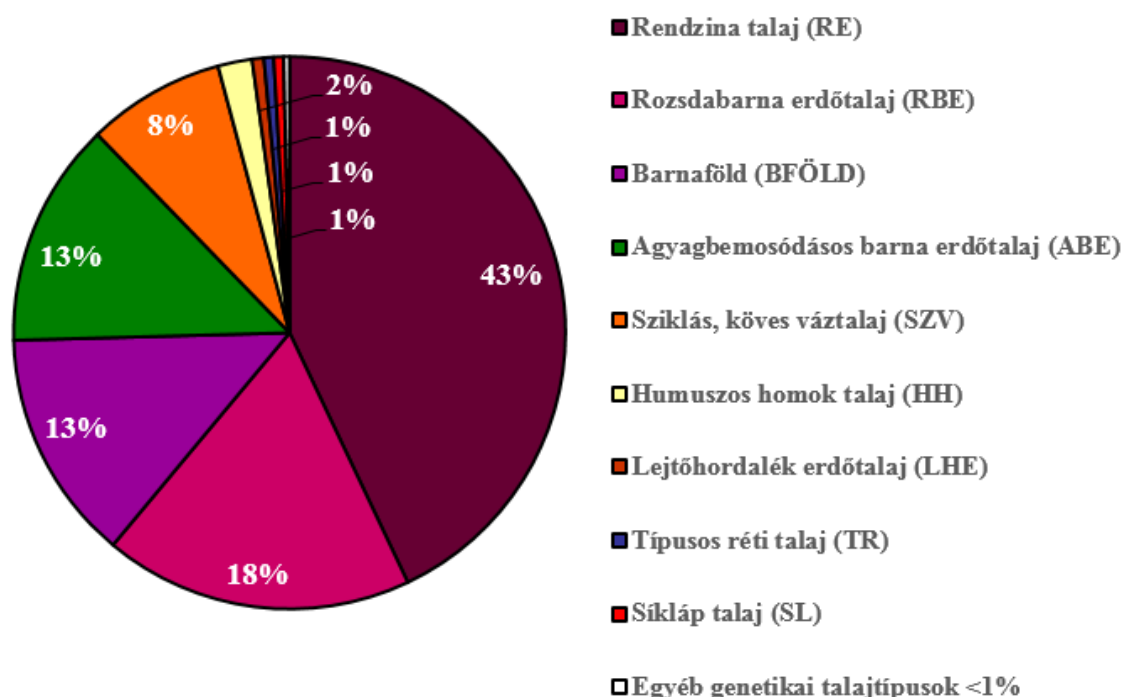
1. táblázat: Keszthelyi-hegység éghajlatának főbb adatai (DÖVÉNYI, 2010)

Napsütéses órák száma	kb. 2000
Évi középhőmérséklet	kb. 10,0 °C
Évi abszolút hőmérsékleti maximumok átlaga	33,0 °C
Évi abszolút hőmérsékleti minimumok átlaga	-15,0 °C
Csapadék évi mennyisége	680-720 mm
Csapadék mennyisége vegetációs időszakban	kb. 400 mm

Az Országos Erdőállomány Adattárban nyilvántartott adatok szerint a táj erdőterületén (az egész Keszthelyi-hegységet nézve) három erdészeti klímakategória fordul elő. Eszerint a terület mintegy fele (49%) a gyertyános tölgyes, 28%-a cseres, 23%-a pedig bükkös klímába tartozik. Az erdészeti szárazsági mutató (FAI: Forestry Aridity Index) szerint az 1961-től 2010-ig terjedő időszak adatai alapján, azonban átlagában az erdőterületek teljes egészén gyertyános-tölgyes klíma uralkodik (FÜHRER, 2019).

2.2.3 Talajok

A Keszthelyi-hegységben a klimatikus viszonyok mellett meghatározó szerepe van a talajok kialakulásában az alapkőzetnek is (1. diagram). A meredek dolomitlejtőkön kialakult sekély termőréteget általában fekete rendzina vagy esetleg köves-sziklás váztalaj alkotja. Ezek a talajok a vizet nehezen tartják meg és a fatermőképességük is gyenge. A szélsőséges termőhelyi viszonyok a kialakuló növényzet jellemzőit is alapvetően befolyásolják. Ennek megfelelően magas az edafikus erdőtársulások aránya (FÜHRER, 2019).



1. diagram: A Keszthelyi-dolomitvonulat genetikai talajtípusainak megoszlása (Soproni Egyetem)

2.2.4.. A Keszthelyi-hegység természeti adottságai

A Keszthelyi-hegység a Dunántúli-középhegység (*Bakonyicum*) flóraidék balatoni (*Balatonicum*) flórajárásához tartozik. Hasonlít a középhegység egyéb dolomitterületeinek növényzetéhez (Bakony és a Balaton-felvidék keleti és a Vértes délkeleti része), de a vegetációtípusok arányában vannak különbségek (FÜHRER, 2019).

A résztáj északkeleti részén főként bükkösöket, gyertyános kocsánytalan tölgyeseket találunk, tehát az üde erdők fordulnak elő nagyobb számban. A 19. században még nagyobb kiterjedésű bükkösök helyét ma már részben származékerdők, és faültetvények vették át, ahol a bükk már

csak elegyben van jelen. A délebbi területeken az üde erdők már nem fordulnak elő minden kitettségben (mint ahogy északkeleten), hanem a völgyek aljára és az északias oldalakra szorulnak vissza. Az üde erdők elegyfajfajai között találkozhatunk hársakkal, juharokkal, magas kőrissel (FÜHRER, 2019).

A déli és délnyugati részeken már jobban érvényesülnek az edafikus tényezők, így ott nagyrészt fényben gazdag, száraz tölgyesek kerülnek előtérbe. A sok átmeneti állománynak köszönhetően az aljnövényzetben az üde és szárazabb erdők fajai is fellelhetők. A legmeghatározóbb fafaj a csertölgy, ami a mélyebb talajú részeken kocsánytalan tölgygyel, a sekélyebb termőrétegeken pedig molyhos tölgygyel és virágos kőrissel társul. Elegyfaként megjelenik még a barkócaberkenye és a mezei juhar is (FÜHRER, 2019).

Ahol már a túl sekély a termőréteg zárt erdők kialakulásához, ott az erdők száraz gyepekkel alkotott mozaikjait találjuk (molyhos tölgyes bokorerdők). A hegységben a nyílt és zárt sziklagyepes is előfordulnak, illetve a bokorerdők gyepes komponensében is fellelhető a fajkészletük. (FÜHRER, 2019).

3. Pannon molyhos tölgyesek

„Kifejezetten gyenge növekedésű (4-12 m magas), felnyíló lombkoronaszintű vagy gyepfoltokkal mozaikos, molyhos tölgy (*Quercus pubescens*) – kisebb arányban csertölgy (*Qu. cerris*) és kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) alkotta, közepesen elegyes, erős cserjeszintű, xerotherm, részben bokorerdő jellegű erdők” (HARASZTHY, 2014). A mész- és melegkedvelő tölgyesek valamint a molyhos tölgyes bokorerdők is beletartoznak ebbe az élőhelytípusba (HARASZTHY, 2014).

A kialakulásuk hátterében minden esetben edafikus tényezők állnak, hiszen a tölgyes övnek a száraz, meleg délies kitettségű meredek lejtőkön, vagy köves gerinceken találhatóak meg. De a vízszintes közetrétegződés miatt megjelenhetnek platókon vagy kevésbé meredek domborzaton is (pl. Balaton-felvidék) (HARASZTHY, 2014). Mésztartalmú alapkőzeteken jelennek meg elsősorban, de vulkáni alapkőzeteken (pl. andezit) vagy akár homokkövön is előfordulhatnak (BÖLÖNI és mtsai, 2011). A talajhidrológia minden esetben többletvízhatástól független. A genetikai talajtípust tekintve közethatású talajokon (rendzina, humuszkarbonát talaj, erubáz, ranker) vagy sziklás-köves váztalajokon alakulnak ki (SZMORAD és mtsai, 2018).

Az állományok szerkezetét az alacsony, akár letörpülő lombkoronaszint és a vátozatos záródás jellemzi (gyakoriak a sarj eredetű faegyedek is). Ha alacsonyabb a lombkoronaszint és gyengébb záródása, akkor nem minden esetben különíthető el egyértelműen a felső cserjeszinttől, így azok egymással összefolynak. Sokszor cserje- és gyepterületekkel mozaikolnak (SZMORAD és mtsai, 2018).

A lombkoronaszintben az élőhelytípus névadóján a molyhos tölgyön (*Quercus pubescens*) kívül a csertölgy (*Quercus cerris*), a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a sajmeggy (*Cersus mahaleb*), a mezei juhar (*Acer campestre*), a berkenyék (*Sorbus spp.*), és a hársak (*Tilia spp.*) is megjelennek. Még az elegyfák közül északon gyakoribb a magas kőris (*Fraxinus excelsior*), Dunántúlon pedig a virágos kőris (*Fraxinus ornus*) jellemző (BÖLÖNI és mtsai, 2011).

A cserjeszintben megtalálható a húsos som (*Cornus mas*), a fagyal (*Ligustrum vulgare*), a sóska borbolya (*Berberis vulgaris*), az ostorménbangita (*Viburnum lantana*), a bibircses kecskerágó (*Eunymus verrucosus*), kökény (*Prunus spinosa*), egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), és a varjútövis benge (*Rhamnus catharticus*). A bokorerdő jellegű állományok fajkészletében egyéb (leginkább erdőszegélyekre jellemző) növények is szerepelnek, mint a csepleszmeggy (*Cerasus fruticosa*), ajrózsa (*Rosa spinosissima*), madárbirsek (*Cotoneaster spp.*), szirti gyöngyvirág (*Spirea media*), vagy mint a cserszömörce (*Cotinus coggygria*). (SZMORAD és mtsai, 2018)

4. A feketefenyvesítés története a Keszthelyi-hegységben

4.1. A kopárfásítások szükségessége a Keszthelyi-hegységben

A 19. században a hegység nagybirtokain általában már szakszerű erdőgazdálkodás folyt, azonban a kisbirtokokon jellemzően nem foglalkoztak az erdő felújításával. Ez általában leromlott állapotú, sarj eredetű erdőket, „bozótokat” eredményezett. Az ilyen állományokat sok helyen átalakították legelővé, hiszen így nagyobb hasznot hoztak (DANSZKY, 1963). Az erdőkben jellemző volt a rendszeres makkoltatás is egészen a második világháborúig. Ennek a rablógazdálkodásnak mondható tevékenység jelentős talajerózió lett a következménye, ami gyakran porviharokat is eredményezett a térségben (HOFFMANN 2014).

A jelentkező problémát a kialakult dolomitkopárok fásításával kívánták megoldani. Ez az esetek döntő többségében feketefenyvesek telepítését jelentette. A folyamatot első hullámban

az 1860–1870-es években kezdték el a Festeticek. A második telepítési hullám az 1950–1970-es évekre tehető, ahol a kopárfásítások mellett már (főleg leromlott állapotú) lombos állományokat is átalakítottak fenyvesekké. Ebben az időszakban a kopárfásítás mellett már a trianoni döntés után kialakult fenyőhiány mérséklése is cél volt (HOFFMANN 2014).

4.2. A fenyőpusztulás okai, a helyzet kezelése

A feketefenyőről érdemes megjegyezni, hogy hazánkban az itt található éghajlat, és a telepített állományok szerkezete is eltér a balkáni területeken tapasztalhatóaktól, ahol a növény őshonos elterjedésű.

A feketefenyő természetes előfordulási területein elegyes szerkezetű ligetes állományokat alkot lombhullató fajokkal együtt, illetve a cserje és gyepszintje is jól fejlett. A nálunk létrehozott monodomináns állományok teljesen más képet mutatnak, a sűrű záródás miatt kevés fény jut az alsóbb szintekre, ezáltal az eredeti növényzet nagyon elszegényedik, ami kihatással van a faunára is (CSONTOS, 2007).

A magyarországi klíma természetes előfordulásánál kontinentálisabbnak mondható, ami a feketefenyőnek komoly erőpróbát jelenthet. A nálunk előforduló hosszabb nyugalmi időszakokra, az őszi korai és tavaszi kései hidegbetörésekre a fa nincs berendezkedve. A csapadék adatait tekintve, az évi abszolút mennyisége mellett fontos annak eloszlása is. A feketefenyő őshazájában két jelentős csapadékmaximum jellemző: a tavasz végi, és az őszi. Ha az időjárás a kontinentális hatások révén nagy mértékben eltér a feketefenyő klimatikus optimumától, akkor ez ebből következő legyengülés a fában utat nyithat a biotikus károsítóknak, melyek egy elegyetlen kultúr állományban sokkal könnyebben terjednek. (LENGYEL, 1963)

Az eddig felvázolt tényezők járulhattak hozzá a Keszthelyi-hegységben is a 2010-es évek elején tapasztalt pusztulásokhoz is. A folyamatnál a *Cenangium ferruginosum* és a *Sphaeropsis sapinea* kórokozó gombák voltak jelen legnagyobb mértékben, melyek a fenyőkön tűvörösödést okoztak. A probléma megoldását a szakemberek a feketefenyvesek őshonos lombállományokká átalakításában látták. Azokat a fenyő egyedeket távolították el, melyeknél a tűvörösödés a lombkorona több mint 50%-át érintették. Ebben az időszakban a Keszthelyi Erdészet területen bejelentett jelentősebb fenyő vagy lombos pusztulások 4090 ha-t érintettek (HOFFMANN 2014).

5. A regenerációs folyamatok monitorozása

Az általam végzett kutatás a feketefenyvesek helyén regenerálódó növényzetre fókuszál, és az abban bekövetkezett változásokra, amiket hosszútávú szukcessziós vizsgálattal lehet megfigyelni. Ezért is esett a választásom a Pető-hegy nyugati oldalára (Berzsenyi-kilátó környéke), mert itt jelentős mértékű egészségügyi termelést hajtottak végre a 2010-es évek elején, de emellett találhatóak itt olyan pannon molyhos tölgyes állományok is, melyek referenciaként szolgálhatnak.

Jelenleg még csak az alapállapot felvételezése történt meg, így a folyamatok értékelésére egyelőre korlátozottan nyílik lehetőség. Tekintve, hogy erdőszukcesszióról beszélünk, így a monitoring hosszú távú folytatásától várhatók pontosabb, a természetvédelmi és erdészeti gyakorlat számára is hasznosítható eredmények.

A feketefenyvesek nyomán feljövő őshonos növényzetről készültek már más kutatások is a Keszthelyi-hegységben (BAUER ÉS MTSAI, 2019), (HORVÁTH, 2020), (GÁSPÁR, 2020) melyekből ötletet tudtam meríteni a saját kutatásomhoz.

5.1. A monitorozás módszertana

5.1.1 Terepi mintavételezés

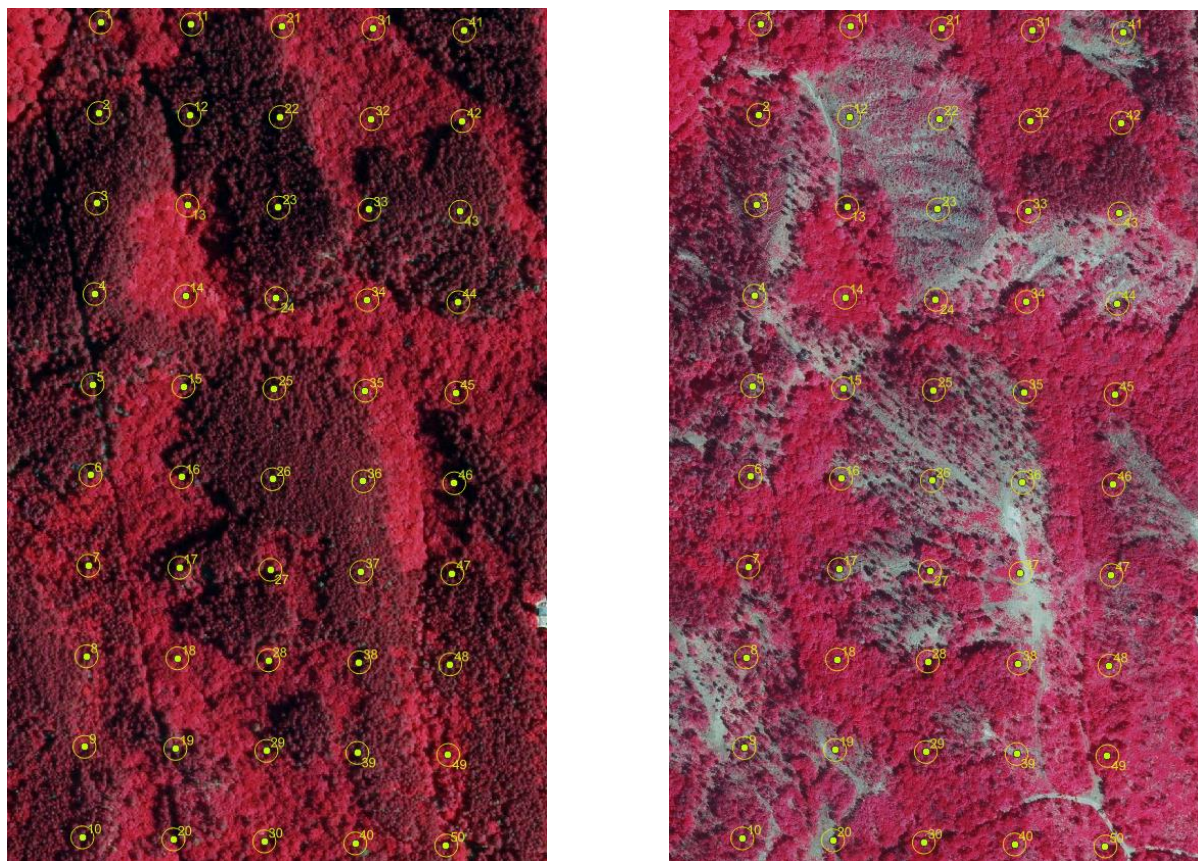
A növényzetet 50 db 12,6 m sugarú mintakörben (500 m^2) vizsgáltam, melyek a Pető-hegy nyugati oldalán találhatóak. A mintapontok egy rácshálón helyezkednek el, egymástól 68 m-re, így kb. 17 ha-t fednek le. Ezeket GPS koordináták alapján kerestem fel a Qfield nevű alkalmazás segítségével. A rácsháló teszi lehetővé a pontok állandósítását, és annak újra felkereshetőségét, azonban a GPS pontatlansága miatt minden mintakörnél leírtam és lefotóztam mi jelöli a középpontot pl.: lisztes berkenye borókától északra, (igyekeztem olyan leírásokat adni, hogy az a körön belül csak egy pontra legyen jellemző). A mintakör szélességét mérőszalagot több irányba kihúzva határoztam meg.

A körben található növényzet borítását az alábbi 4 szintben összesen és fajonként is megbecsültem, lombkoronaszint (5 m felett), felső cserjeszint (5-2 m), alsó cserjeszint (2-0,5 m), gyepszint (0,5 m alatt) de a gyepszintben csak a fásszárúak adatait vettem fel külön. A százalékokat az alapján határoztam meg, hogy egy adott faj ténylegesen mekkora területet fed le, tehát nem elegyarányt becsültem. A cönológiai felvételezés során az alábbi változókat is

rögzítettem szintek borítása, lejt-fok, kőborítás, avarborítás, holtfa borítása, földes foltok borítása, kitétség. Illetve ha valamilyen érdekes jelenséget fedeztem fel, azt a megjegyzés rovatba írtam le.

5.1.2 Ortofotó elemzése

A Keszthelyi-dolomitvonulatra jellemzően a mintaterület rendkívül változatos képet mutatott a terepi adottságok és a növényzet terén is. A letermelés előtt nagy részarányt elfoglaló feketefenyvesek mellett a természetes lombos állományok is jelentős arányban képviseltették magukat. Ebből következik, hogy az élőhelyeket érintő változások mértéke eltérő a mintapontok között is, így nem beszélhetünk minden esetben regenerálódó növényzetről.



1. ábra: Mintapontok a 2008-as (balra) és a 2015-ös (jobbra) ortofotón

Hogy a mintakörökben történő változás mértékéről pontosabb képet kapjunk, megvizsgáltam a 2008-as (letermelés előtti állapot) és a 2015-ös (letermelés utáni állapot) infraszínes ortofotókon (1. ábra) is a területem. Mivel a felvételek csak bizonyos mértékig élesek, így ilyen kis sugarú körökben csak közelítő pontossággal lehet megadni a feketefenyő záródását, tehát a

hozzájuk társított százalék is csak közelítő értékű. A feketefenyő záródásán kívül figyelembe vettem az összes növényzet borítását a körön belül, aminél viszont nem feltétlenül lehet elkülöníteni, hogy melyik szint növényeit is látjuk, éppen ezért csak egy százalékos adat van feltüntetve.

A GPS pontatlanságából adódó probléma volt, hogy a helyszíni felvételezés tapasztalatai esetenként jelentősen eltértek az ortofotón megállapított kategóriától. Az általam felvett lomkoronaszint adatait (különös tekintettel a feketefenyőét) összevettem a 2015-ös fotón látottakkal, így 2 mintakörben találtam jelentős eltérést. Ezeket nem vettem figyelembe az ortofotó alapján történő elemzésnél.

5.1.3 Kiértékelés során alkalmazott statisztikai módszerek, szoftverek

A terepen készített felvételi jegyzőkönyv adatait Microsoft Excel programba vittem fel, melynek segítségével rendszereztem és elemeztem azokat. A program diagramm és függvény funkcióit a csoportosításhoz, és a terepen nem mért, de abból következtethető adatok kiszámolására használtam. Ezután a rendszerezett adatokat a PAST nevezetű statisztikai elemzésre alkalmas program segítségével dolgoztam fel. A feldolgozást minden esetben szintenként végeztem, először az összes mintakört együtt nézve, aztán külön csoportonként is. Első körben a sokváltozós statisztika egyik módszereként ismert főkomponens analízis (PCA) módszert használtam, mely alkalmas a vizsgált mintakörök és a növényzetet alkotó fajok összefüggésének egyidejű elemzésére, és az eredmények biplottal történő megjelenítésére. Majd a főkomponens analízist is figyelembe véve informatív boxplot-okat hoztam létre, melyek a változók értékeinek eloszlását szemléltetik. A grafikus ábrán látható doboz az interkvartilis terjedelmet mutatja, mely ábrázolja a mediánt és a kvartiliseket. A talpak a minimum és a maximum értéket szimbolizálják. A medián helyzete a dobozon belül, és a doboz elhelyezkedése a teljes talphoz képest információt ad az eloszlásról. A maximum, minimum és medián értékeken kívül láthatóak még kiugró és extrém értékek. A kiugró érték körrel, az extrém érték pedig csillaggal van illusztrálva.

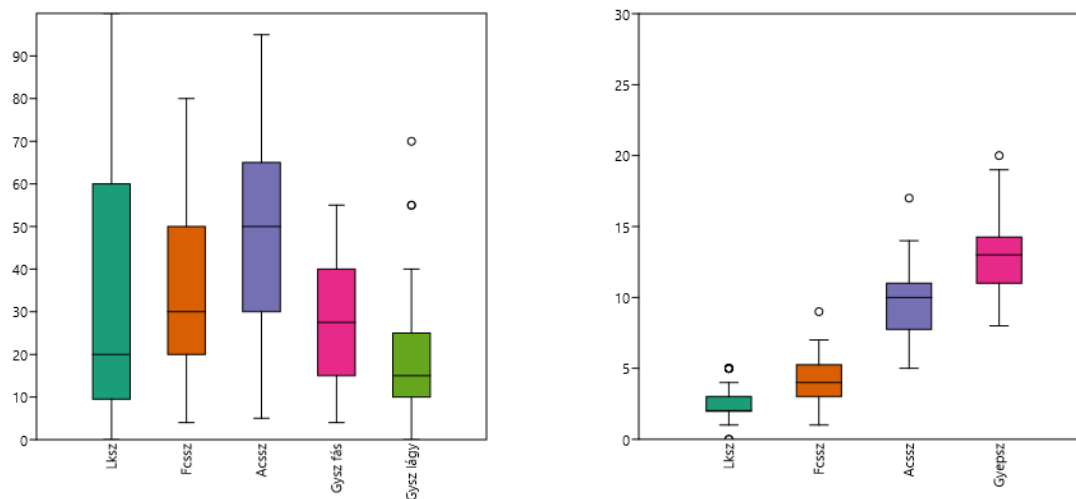
5.2. A terepi mintavételezés eredményei.

A mintaterületről megállapítható, hogy nagyon változatos élőhelynek tekinthető mind a termőhelyi viszonyok, mind a növényzet tekintetében. A lejtők és a kőborítás értékei is széles skálán mozognak, meghatározva a vegetáció változatosságát. A terület fásszárú fajokban

gazdagnak mondható, összesen 40 különböző fajt sikerült beazonosítani (berkenye kisfajok nélkül).

2. táblázat: Jelmagyarázat a diagramokon feltüntetett fajokhoz

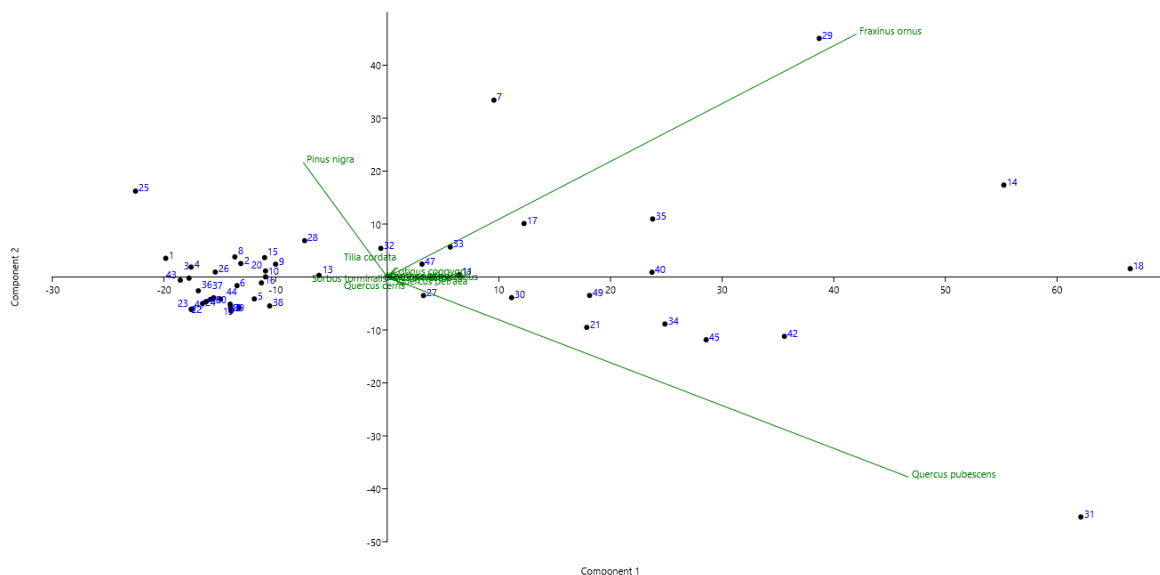
VK	<i>Fraxinus ornus</i>	MO	<i>Corylus avellana</i>
FF	<i>Pinus nigra</i>	HJ	<i>Acer pseudoplatanus</i>
MOT	<i>Quercus pubescens</i>	HS	<i>Cornus mas</i>
BF	<i>Ailanthus altissima</i>		



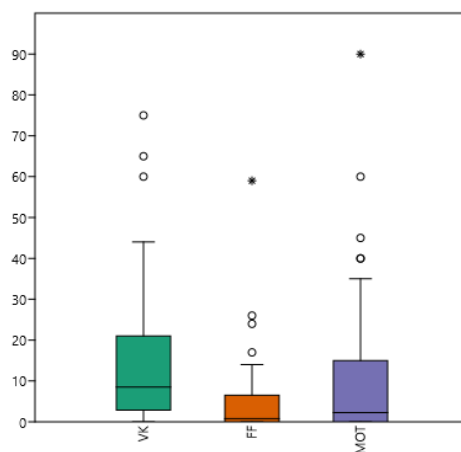
2. diagram: Növényzet szintenkénti borítása (balra), Növényzet szintenkénti fajszáma (jobbra)

A fajszám szintenkénti megoszlása (2. diagram) nem meglepő módon lefelé haladva növekszik, a borítás terén pedig mivel bokorerdőkről és regenerálódó élőhelyekről van szó, nem feltétlenül a lombkoronaszint dominál, illetve általában ezek a fák nem is nőnek 10-15 m-nél magasabbra. Előfordult olyan mintakör is, ahol a lombkoronaszint egybefolyt a felső cserjeszinttel, így azok egyedei együtt alkották a legfelső szintet, de a magasságbeli határvonalat figyelembe véve mégis külön lettek feljegyezve. Az alsó cserjeszint borítás adatainak mediánja a legmagasabb, ami köszönhető a sok regenerálódó mintapontnak, ahol a növényzet még csak pár éve indult növekedésnek. A mintakör nagysága miatt olyan is előfordult, hogy két egészen eltérő állomány

határán kellett felvenni a növényzetet, ezek leginkább olyan erdőszegélyhelyzetek voltak, ahol lombos állomány mellől termelték le a fenyőt.

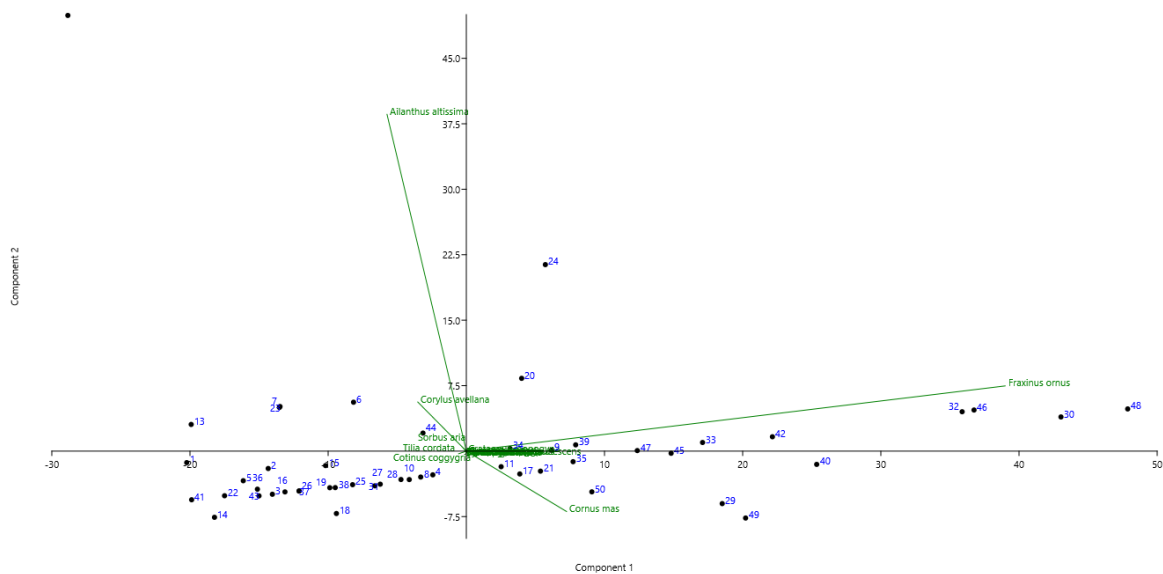


2. ábra: A mintakörök ordinációja főkomponens analízis (PCA) szerint, a lombkoronaszint fajaira vonatkozóan

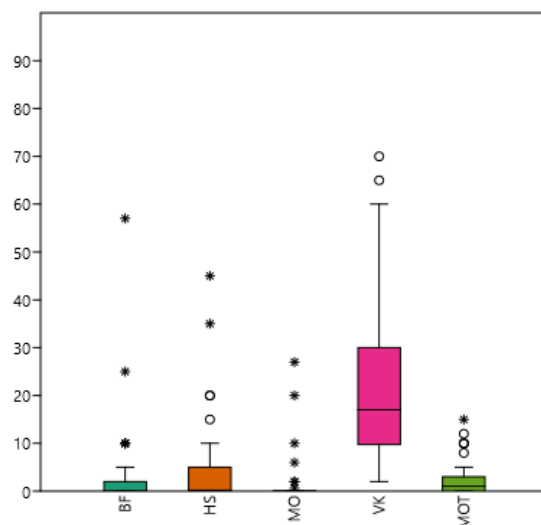


3. diagram: A lombkoronaszint főbb fajainak záródása

Ha szintenként megvizsgáljuk a borítást(2. ábra), akkor a lombkoronaszint ábráján kivehető 3 domináns faj: a virágos kőris (*Fraxinus ornus*), a molyhos tölgy (*Quercus pubescens*) és a feketefenyő (*Pinus nigra*). Jól látható, hogy a feketefenyő és a molyhos tölgy vonala szinte teljesen ellentétes irányba mutatnak, mivel a két faj együttes előfordulása egy mintakör lombkoronaszintjében csak ritka esetekben (mint pl.: erdőszegélyhelyzeteknél) fordul elő. A virágos kőrissel viszont a molyhos tölgy sok helyen együtt alkotja a növényzetet, a feketefenyő jelenléte pedig a hiányosabban záródó állományokra jellemző, és összeségében is a legkevesebb területet foglalja el a 3 faj közül (3. diagram).

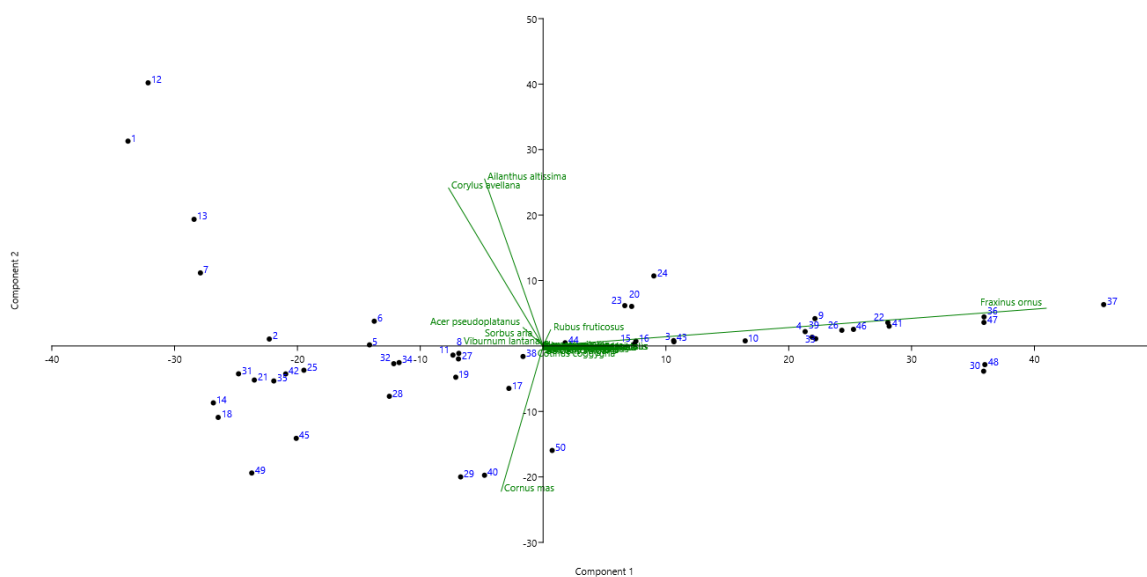


3. ábra: A mintakörök ordinációja főkomponens analízis (PCA) szerint, a felsőcserjeszint fajaira vonatkozóan

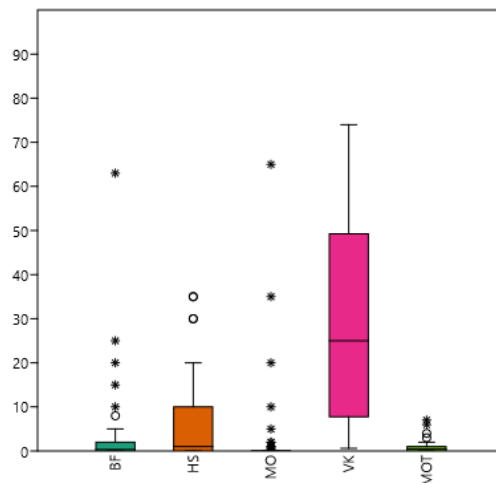


4. diagram: A felsőcserjeszint főbb fajainak borítása

Ha megtekintjük a felsőcserjeszint összetételéről készült ábrát (3. ábra), akkor 4 jelentősebb borítással rendelkező faj rajzolódik ki: a virágos kőris (*Fraxinus ornus*), a húsos som (*Cornus mas*), a közönséges mogyoró (*Corylus avellana*) és az inváziós mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*). Utóbbi 2 fajról általánosságban elmondható, hogy leginkább a fenyőletermelésekkel érintett, bolygatott területeken figyelhetők meg, míg a virágos kőris szinte mindenhol jelen van. Az ábrán még az is jól kirajzolódik, hogy a pontok elhelyezkedését leginkább a kőris borítása határozza meg, hiszen annak tengelyéhez közel helyezkednek el. A kőris jelentőségét igazolják a box plot-on feltüntetett adatok is (4. diagram): míg a többi faj magas arányú borításai csak extrém kiugróértéknek tekinthetők, addig kőris széles tartománnyal rendelkezik. Szemléltetésképp még a molyhos tölgyet is feltüntettem a grafikonon mint célállományt alkotó fafajt, de láthatjuk, hogy felsőcserjeszintbeli értékei jóval visszafogottabbak a lombkoronaszintbeliektől.



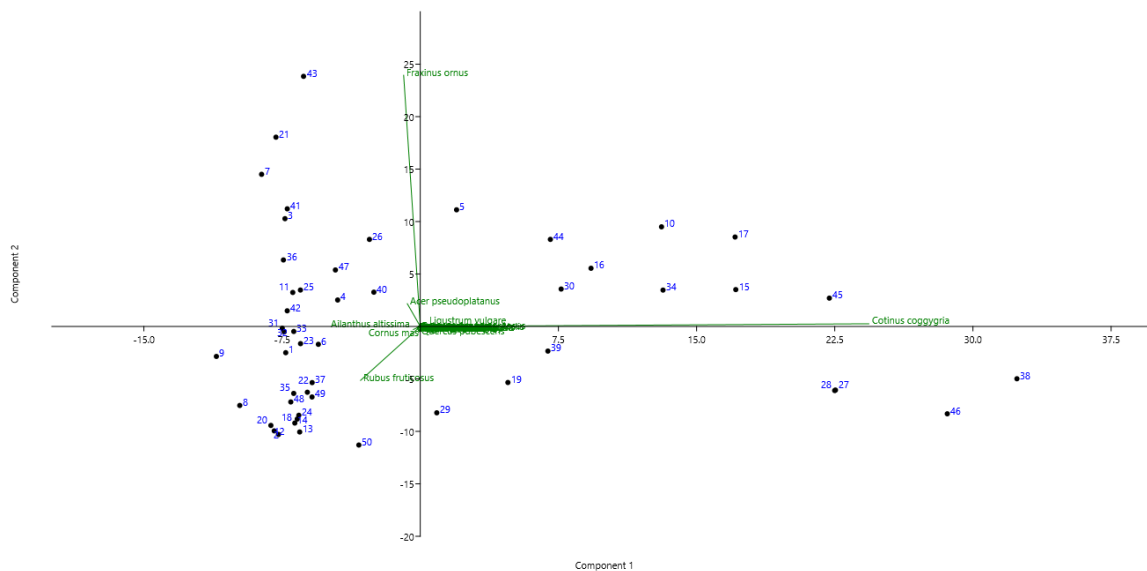
4. ábra: A mintakörök ordinációja főkomponens analízis (PCA) szerint, az alsócserjeszint fajaira vonatkozóan



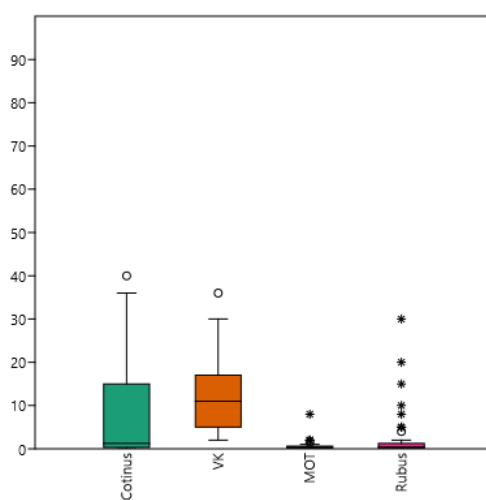
5. diagram: Az alsócserjeszint főbb fajainak borítása

Az alsócserjeszint ábrái nagy hasonlóságot mutatnak a felsőcserjeszintjével (4. ábra), tehát az előbb tett megállapítások itt is érvényesek. Viszont azt azért érdemes megjegyezni, hogy az alsócserjeszint borítása általánosságban nagyobb a területen, és nagyobb a fajkészlete is, mint

a felsőcserjeszintnek. A molyhos tölgy értékei itt még alacsonyabbnak mondhatók, a virágos kőrisé pedig még jelentősebbnek (5. diagram).



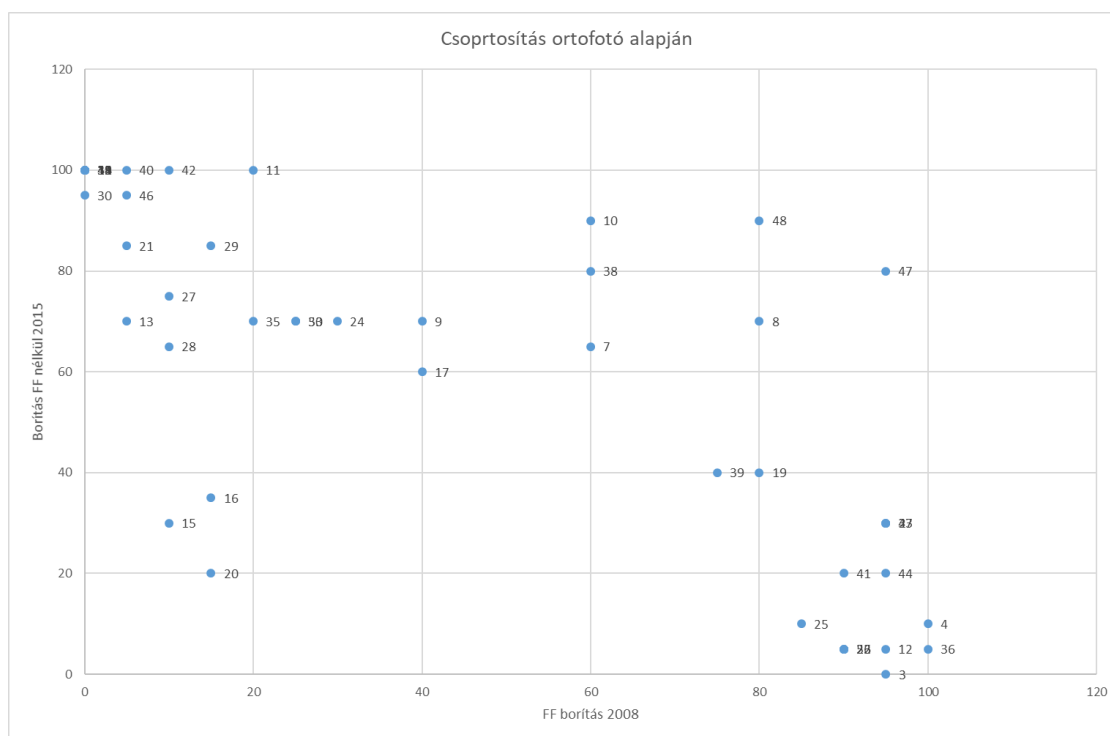
5. ábra: A mintakörök ordinációja főkomponens analízis (PCA) szerint, a gyepszint fajaira vonatkozóan



6. diagram: A gyepszint fásszáru főbb fajainak borítása

A gypszintben található fásszárú fajok közül a virágos kőris, a cserszömörce (*Cotinus coggygria*) és mellettük még a földi szeder (*Rubus fruticosus*) is dominánsabbnak mondható (5. ábra). Azonban míg az első kettő fajnak több az olyan előfordulása, ahol nagyobb részt borítanak, addig a szeder százalékait főleg extrém kiugró értéként láthatjuk (6. diagram). A molyhos tölgy újulata nincs jelen tömegesen, a virágos kőris pedig ebben a szintben is a legnagyobb területet elfoglaló faj.

Mivel az 50 mintapont növényzete nagy változatosságot mutat, ezért csoportosítottam őket az ortofotós elemzés alapján. Az eltérések legfőbb okát a bolygatás (fenyőletermelés) különböző mértéke okozza, aminek hatására a regeneráció szükségessége sem egyforma. A csoportosításhoz a 2008-as fotóról leolvasott feketefenyő borítást (x tengely), és a 2015-ös fotoról leolvasott összborítás fenyő nélküli értékét (y tengely) vettem alapul.



7. diagram: Mintapontok csoportosítása pontdiagram alapján

A 7. diagramon látható pontok viszonylag jól elkülönülnek 4 csoportra, mindkét tengelyt elfeleztem, így negyedekre osztottam a grafikon területét, azonban a bal felső sarokban elhelyezkedő adatoknál kiemeltem még egy csoportot. Az ortofotós elemzés során 8 mintapontnál egyáltalán nem láttam feketefenyőt a körön belül, így ezeket a pontokat külön

egységként kezeltem, így létrehoztam a referencia csoportot amit 1-es számmal jelöltem (a grafikonon kitakarják egymást ezért nem látszódik mind).

A grafikon bal felső sarkában elhelyezkedő pontok alkotják a 2-es csoportot (15 db pont), az itt található élőhelyekre kisebb mértékű letermelés, ezáltal kisebb mértékű bolygatás is jellemző. Feltételezhetően itt gyorsabb regenerációra számíthatunk.

A grafikon jobb alsó sarkában azokat a pontokat találhatjuk, melyekben nagyobb mértékű fenyő letermelést hajtottak végre, így a bolygatás mértéke is nagyobb volt, és kevés növényzet maradt fenn. Ezek a pontok alkotják a 3-as csoportot (16 db pont).

Ha a grafikon bal felső sarkából kiindulva húznánk egy egyenest a jobb alsó sarkába, azt a tengely jelölhetné a bolygatás, vagyis a regeneráció szükségességének mértékét. Ettől a tengelytől viszonylag félreeső helyen találhatóak a 4-es csoport pontjai (6 db). Itt a viszonylag magasabb 50% feletti fenyőborítás ellenére a letermelés után maradó fenyő nélküli növényzet borítása is 50% felett van. Ez leginkább annak köszönhető, hogy itt már a fenyő alatt elkezdtek visszatérni a lombos fajok. A 3-as és a 4-es csoportot az elemzésben az x tengely (FF borítás 2008) alapján különítem el, de azért az y tengelyen (Borítás FF nélkül 2015) is észrevehető némi elkülönülés a 80 % körüli értéknél, bár van pár kivétel. Az elhelyezkedés fő okaként a fény állomány alá bejutó mennyisége jelölhető meg.

Az 5-ös csoport 3 pontja a 20% alatti feketefenyő borítás ellenére 40% alatti összborítással rendelkezik a 2015-ös képen. Ennek a jelenségnek az okait leginkább pontonként lehet feltárni, ennek és a kevés mintaszámnak (3 db pont) tükrében, erre a csoportra nem is készítettem külön statisztikai elemzést. Azonban a többi csoportot részletesebben megvizsgáltam.

5.2.1 Az 1-es csoportba tartozó mintapontok elemzése

Ennél a csoportnál az ortofotók alapján nem történt bolygatás, azonban nem tudhatjuk pontosan, mikor és milyen módon (természetesen vagy mesterségesen) alakultak ki ezek az állományok ebben a formájukban. Így referenciának csak óvatos kijelentéssel tekinthetjük őket.

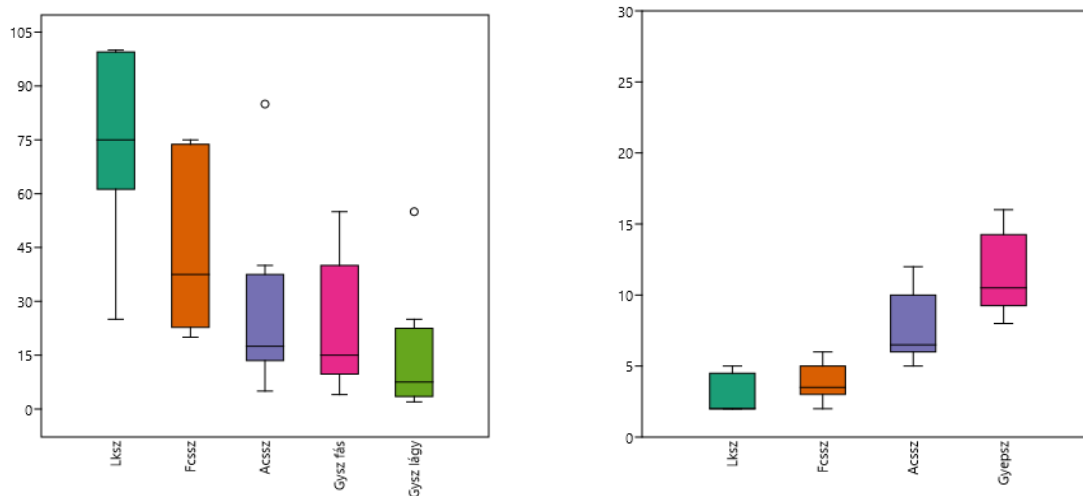


6. ábra: 14-es mintapont



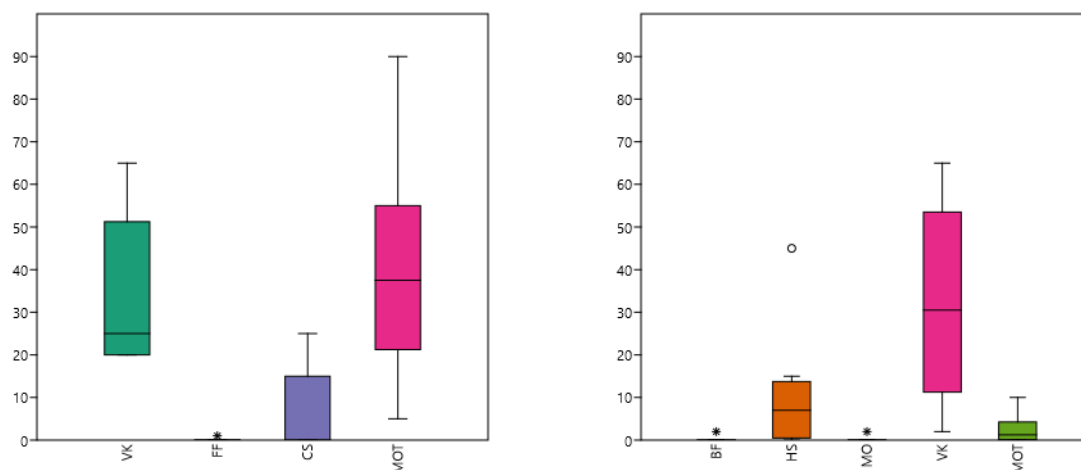
7. ábra: 32-es mintapont

A közös csoportba sorolás ellenére az ott látható növényzetek jelentősen különbözhetnek egymástól, a 32-es ponton (7. ábra) például egy sokkal gyengébb növekedésű alacsonyabb állomány található a 14-es ponthoz képest (6. ábra). Fenti két ábrán látható mintapontok ugyanúgy 30°-os lejtőn helyezkednek el.



8. diagram: 1-es csoport növényzetének szintenkénti borítása (balra), 1-es csoport növényzetének szintenkénti fajszáma (jobbra)

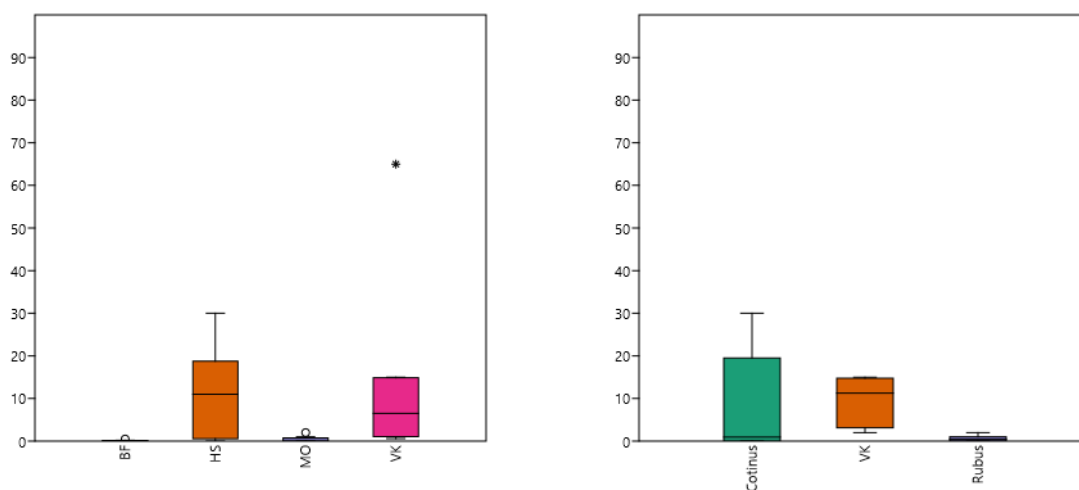
Ha a két fenti grafikont (8. diagram) összehasonlítjuk az egész területre készített elemzéssel, akkor láthatjuk, hogy itt jóval magasabb a lombkoronaszint borításának medián értéke az összes területhez képest, aminek hatására az alsócserejszinté jelentősen kisebb értékkel rendelkezik. Fajszám tekintetében a két alsó szintben figyelhetünk meg valamivel alacsonyabb értéket.



9. diagram: A lombkoronaszint főbb fajainak záródása (balra), A felsőcserejszint főbb fajainak borítása (jobbra) az 1-es csoportban

A lombkoronaszintben itt is a virágos kőris és a molyhos tölgy dominál (9. diagram), a csertölgy (*Quercus cerris*) is megjelenik magasabb borítással, azonban csak abban a két mintakörben, melyeknek a lejtőfoka 5°. A feketefenyő jelenléte anomáliának tekinthető ebben a csoportban, de mivel a terepen felvett 30-as pont középpontja pár métert eltérhet az ortofotón feltüntetettével (a GPS pontatlansága miatt), ezért a terepen beleesett az a fa a mintakörbe, ami a térképen is látható. De mivel terepen megjegyzésként felírtam a feketefenyő tuskók hiányát, és a kör környezetében is hasonló a növényzet képe az ortofotón, ezért emiatt az apró eltérés miatt nem zártam ki ezt a pontot az elemzésből.

A felsőcserjeszintben a virágos kőris a meghatározó, a sorban következő húsos som borítása már jóval kevesebb, a molyhos tölgy pedig leginkább csak szálanként jelenik meg. A bálványfa és a mogyoró csak egy-egy kisebb extrém értékkel rendelkezik (két külön mintakörben), tehát a stabilabbnak mondható 1-es csoport állományjaiban nem számottevőek.



10. diagram: Az alsócserjeszint főbb fajainak borítása (balra), A gyepszint főbb fűszárú fajainak borítása (jobbra) az 1-es csoportban

Az állományok zártabb jellegét mutatja, hogy az átlaghoz képest sokkal kisebb ebben a csoportban a virágos kőris borítása az alsó cserjeszintben (extrém érték 30-as pontban), a húsos som pedig meghatározóbb szerephez jutott (10. diagram). A molyhos tölgy aránya ebben a szintben már elenyésző.

A gyepszintben a cserszömörce mutatja a legnagyobb borítás értékeket, viszont ez a különböző mintáknál nagyon eltérő.

5.2.2 A 2-es csoportba tartozó mintapontok elemzése

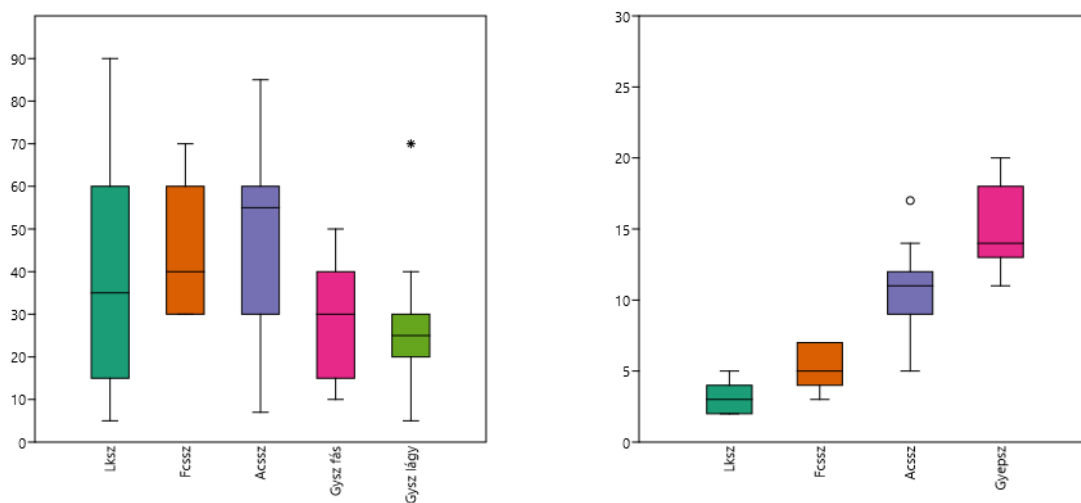
Ebben a csoportban (8. és 9. ábra) a mintakörökben az ortofotós elemzés alapján a feketefenyő aránya a letermelések előtt is csak 50% alatti volt, a növényzet feketefenyő nélküli borítása pedig 50% feletti volt a 2015-ös képről leolvasva. Tehát ezek a területek kisebb mértékű bolygatáson mentek át.



8. ábra: 9-es mintapont



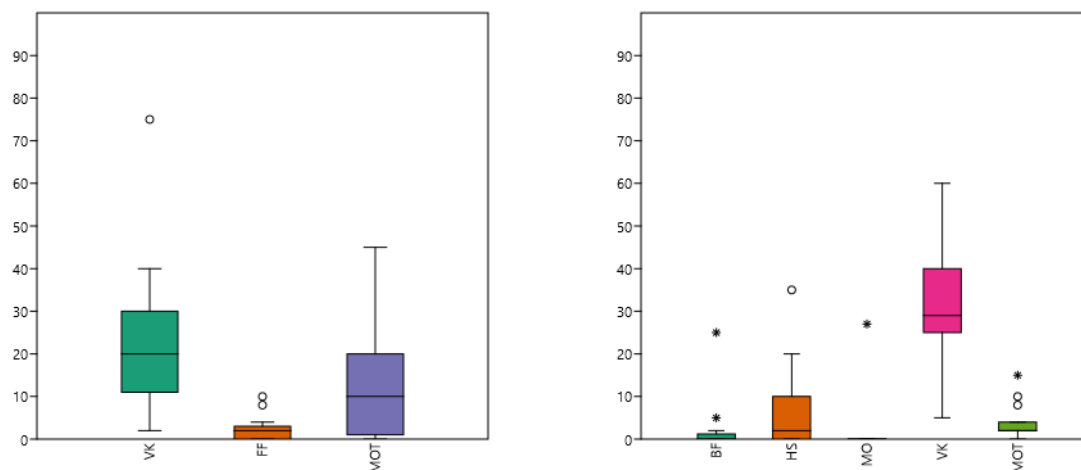
9. ábra: 33-as mintapont



11. diagram: 2-es csoport növényzetének szintenkénti borítása (balra), 2-es csoport növényzetének szintenkénti fajszáma (jobbra)

A cserjeszint széles eloszlású és magas mediánú borítása mellett, az összterülethez képest magasabbnak mondható lombkoronaszint záródás miatt is feltételezhető (11. diagram), hogy a 2-es csoport mintaköreiben a feketefenyő után felújuló növényzet mellett valamivel idősebb faegyedek is jelen vannak. Ez az ortofotók alapján nem a fenyő alatt már megjelenő növényzetnek, hanem az állományokban jelenlévő lombelegynek köszönhető. Csak a

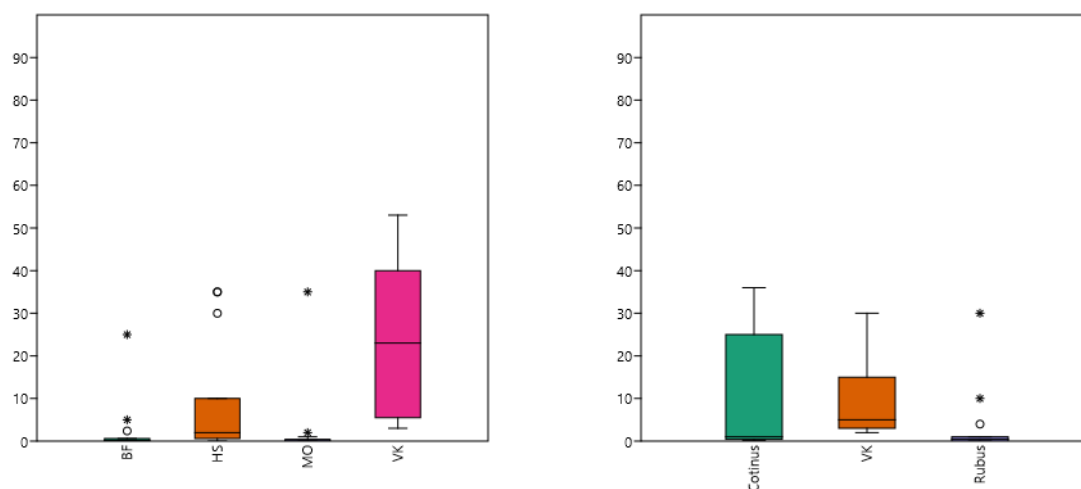
diagramra tekintve következtethetnénk arra, hogy a magasságbeli eloszlás szimplán edafikus okokkal magyarázható, tehát egyes helyeken csak alacsony cserjemeretűre tudott megnőni a növényzet, azonban a feketefenyő jelenléte és eltűnése miatt más a helyzet.



12. diagram: A lombkoronaszint főbb fajainak záródása (balra), A felsőcserjeszint főbb fajainak borítása (jobbra) a 2-es csoportban

A lombkoronaszintben az 1-es csoporthoz képest a záródás csökkenésén kívül, fajok arányát tekintve a molyhos tölgy és a virágos kőris hasonlóan képviseltetik magukat (itt már kicsit utóbbi felé billen a mérleg), illetve a feketefenyő ha már csak szálanként is, de jelen van (12. diagram).

A felsőcserjeszintben szembeűnő a bálványfa 25%-os extrém értéke, ami jelzi az ilyen kisebbnek mondható bolygatások (jelen esetben 30%-ot adó fenyő teljes eltávolítása) során fellépő veszély lehetőségét. A virágos kőris és a húsos som arányai hasonlítanak a 1-es csoportéhoz.



13. diagram: Az alsócszerjeszint főbb fajainak borítása (balra), A gyepszint főbb fásszárú fajainak borítása (jobbra) a 2-es csoportban

A 13. diagramon látható, hogy az alsócszerjeszintben 1-es csoporthoz képest a virágos kőris adja az ott jelentkező többlet nagy részét. A bálványfáról érdemes megemlíteni, hogy a 15 pontból 7-ben jelen van ebben a szintben.

A gyepszintben főbb fásszárú fajok hasonló képet mutatnak a diagramon, mint az 1-es csoportnál, csak néhány bolygatott területen nagyobb arányban megjelent a szeder.

5.2.3 A 3-as csoportba tartozó mintapontok elemzése

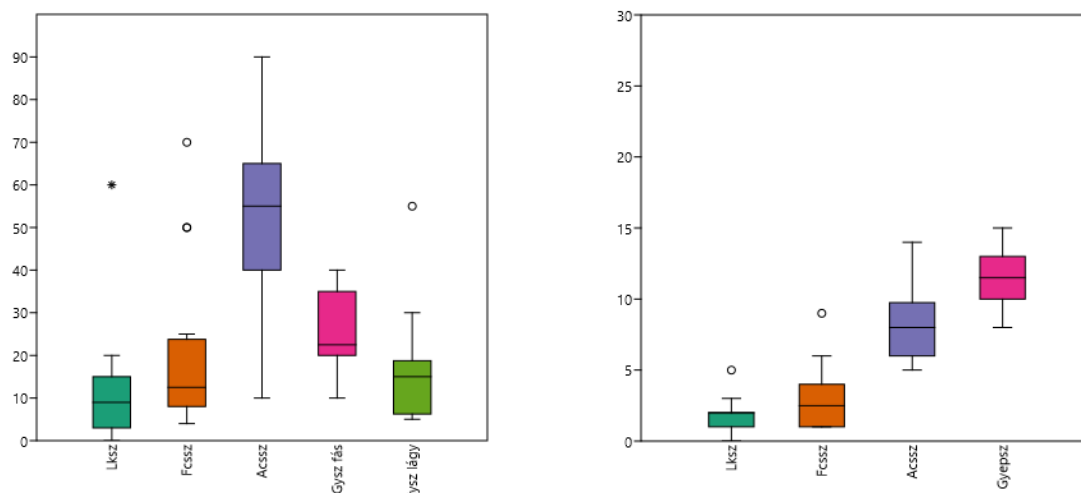
Ebbe a csoportba tartoznak azok a minták, ahol a fenyőborítás a 2008-as ortofotó alapján nagyobb volt mint 50%, azonban a letermelések után fennmaradó fenyő nélküli növényzet 50% alá csökkent (10. és 11. ábra).



10. ábra: 22-es mintapont

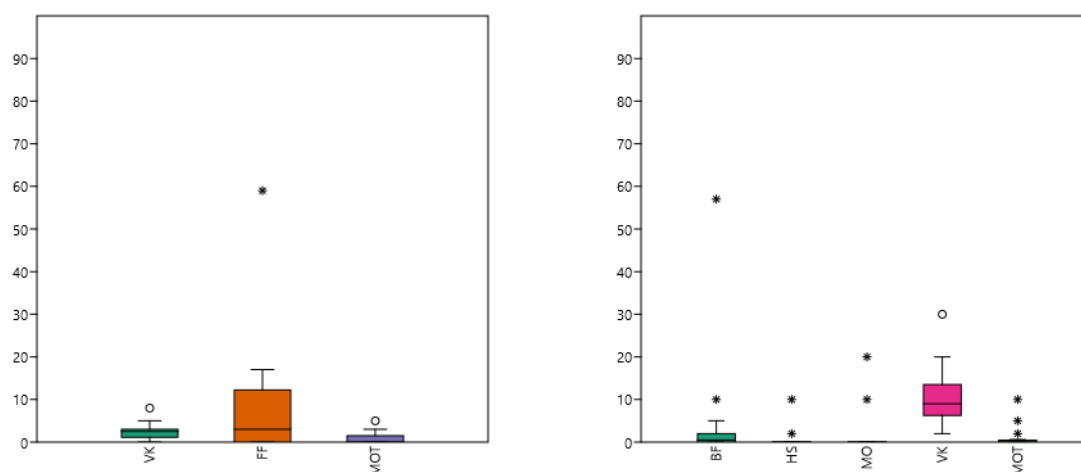


11. ábra: 5-ös mintapont



14. diagram: 3-as csoport növényzetének szintenkénti borítása (balra), 3-as csoport növényzetének szintenkénti fajszáma (jobbra)

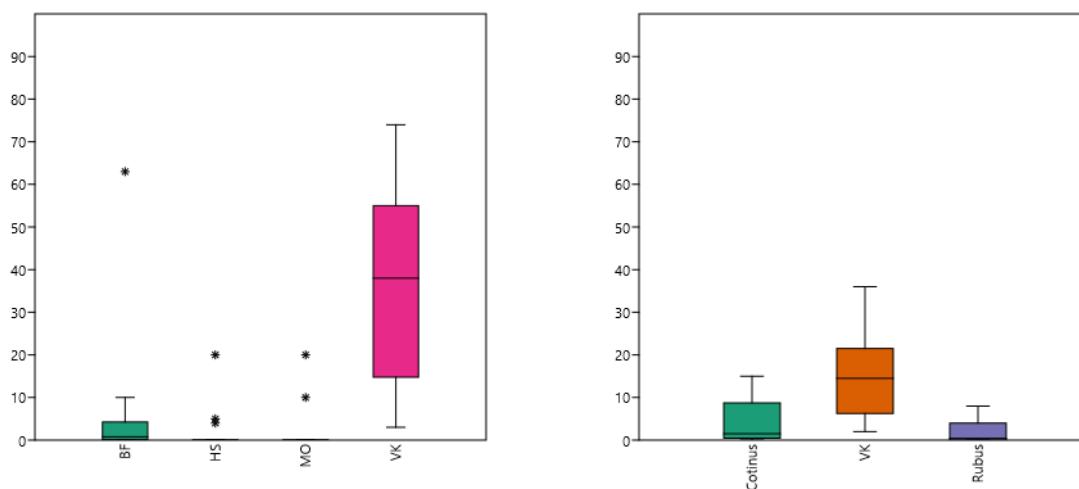
A bal oldali box ploton (14. diagram) is láthatjuk, hogy az alsó cserjeszint borítása meghatározó, ebből is következtethetünk regenerálódó élőhelyekre, ahol az újulat a többi cserjeméretű növényvel együttesen borítja a legtöbbet. A fajszámban itt sem láthatunk jelentős eltérést.



15. diagram: A lombkoronaszint főbb fajainak záródása (balra), A felsőcserjeszint főbb fajainak borítása (jobbra) a 3-as csoportban

Már az összes szint borítását ábrázoló box ploton is észre lehet venni egy 60%-os extrém értéket, ami a megmaradt feketefenyő állománynak köszönhető a 25-os mintakörben. Egyéb esetekben is főleg fenyővel találkozhatunk a lombkoronaszintben, azonban leginkább csak 20% alatti záródással és szálanként (15. diagram).

A felsőcserjeszint ritkább borítás értékét az összes területhez képest a fajoknál is látható, de itt is a virágos kőris dominál. A húsos som aránya az előző két csoporthoz képest jelentősen kisebb, és csak extrém értékekkel jelentkezik, de ez érvényes az alsó cserjeszintre is. A bálványfának is hasonló képe mutatkozik a 2 cserjeszintben, és a 12-es pontban elég jelentős mértékben uralkodóvá vált az alsó és felső szintben is a 60%-os borításértékével. Ami viszont szembetűnő, hogy a regenerálódó területeket szinte kizárólag a virágos kőris tudta csak visszahódítani nagy borításértékekkel.



16. diagram: Az alsócserjeszint főbb fajainak borítása (balra), A gyepszint főbb fászfűfajainak borítása (jobbra) a 3-as csoportban

A gyepszintben is a virágos kőris terjedése figyelhető meg (16. diagram). A csereszömörce a 3-as csoport mintaköreiben kevésbé tudott magas borítással megjelenni, mint azt az előző két csoportban mutatta. A szeder pedig itt tudott több mintában is valamivel nagyobb számban megjelenni.

5.2.4 A 4-es csoportba tartozó mintapontok elemzése

Az ide tartozó mintaköröknél a 2008-as ortofotóról leolvasott értékek alapján a feketefenyő záródása 50% feletti volt, a letermelések utáni 2015-ös fotóról viszont a fenyő nélküli növényborítás mértéke meghaladta az 50%-ot. Feltételezhetően ez a fenyő alatt már megjelenő újulatnak köszönhető.

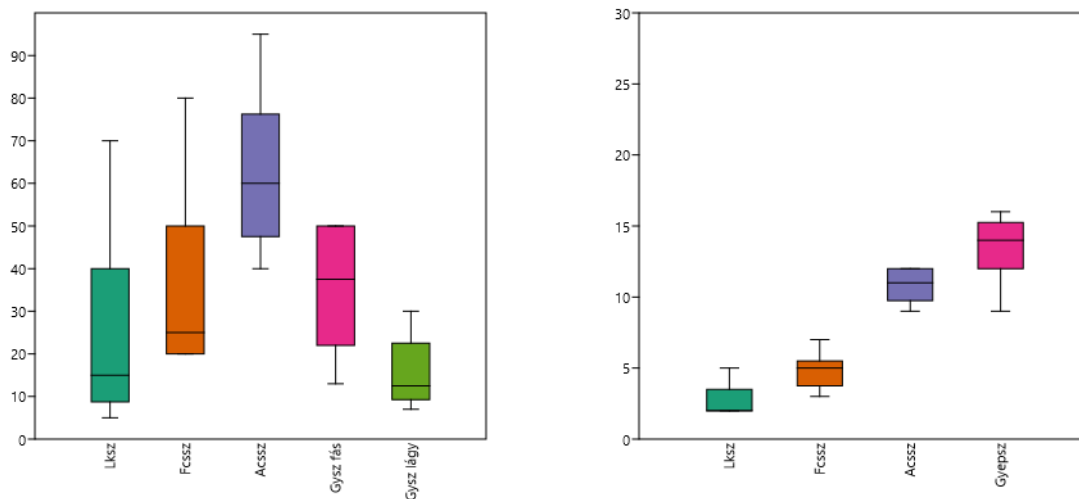


12. ábra: 8-as mintapont

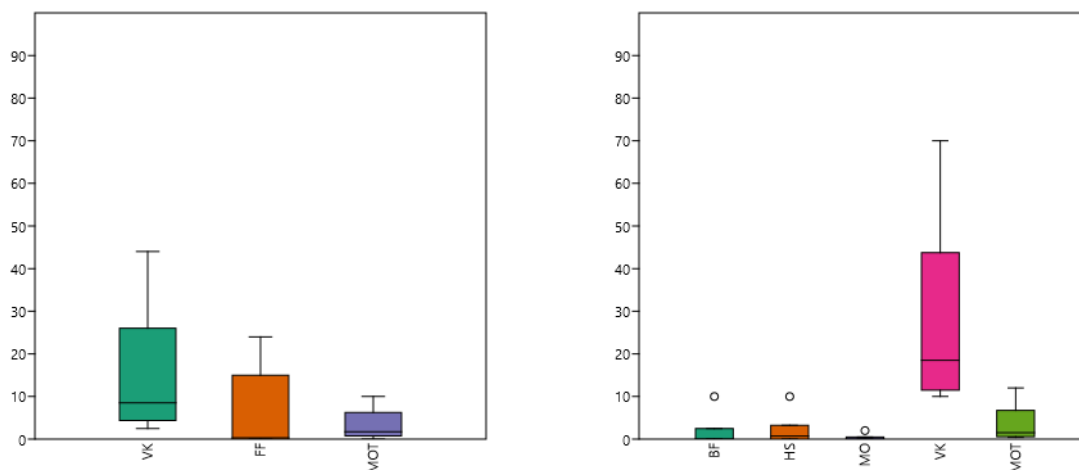


13. ábra: 38-as mintapont

A képeken (12. és 13. ábra) két eltérő állományt láthatunk, az egyik magasabb virágos kőrissel, a másikon pedig sűrű cserszömörce borítást.



17. diagram: 4-es csoport növényzetének szintenkénti borítása (balra), 4-es csoport növényzetének szintenkénti fajszáma (jobbra)

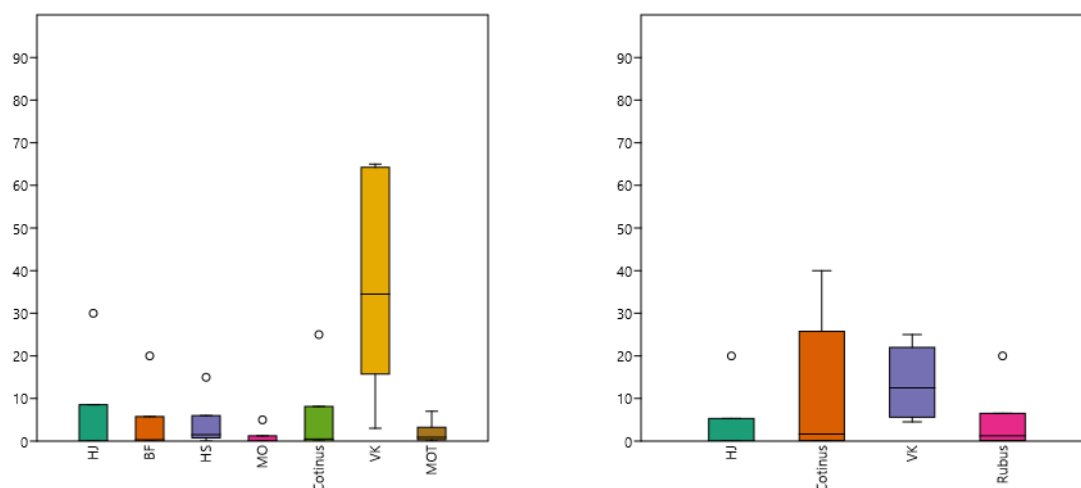


18. diagram: A lombkoronaszint főbb fajainak záródása (balra), A felsőcserjeszint főbb fajainak borítása (jobbra) a 4-es csoportban

A szintek borításánál (17. diagram) látható, hogy a lombkoronaszint és a felsőcserjeszint mediánja itt is alacsony, de azért valamivel magasabb, mint a 3-as csoportnál, a terjedelmük viszont nagyobb, ez is azt mutatja, hogy a fenyő alatt megjelent növényzet fény hatására gyorsabb növekedésnek indulhatott. A fajsza szám tekintetében itt is hasonló a helyzet.

A feketefenyőről ugyanaz mondható el itt is, mint a 3-as csoportban, a virágos kőris itt viszont már több helyen elérte a lombkoronaszintet jelentős arányban (18. diagram).

A felsőcserjeszintben csak a virágos kőris jutott igazán meghatározó szerephez, a molyhos tölgy és a húsos som is csak kisebb elegyben van jelen. A bálványfa csak a 7-es pontban található, ahol 10%-ot borít.



19. diagram: Az alsócsérjeszint főbb fajainak borítása (balra), A gyepszint főbb fűszárú fajainak borítása (jobbra) a 4-es csoportban

Az alsócsérjeszintben feltüntettem két olyan fajt is, amit az eddigi diagramokon még nem (19. diagram), mivel az előző csoportoknál nem rendelkeztek magasabb értékekkel. Azonban a cserszömörce a 38-as pontban 25%-al van jelen, a hegyi juhar pedig a 7-es pontban a mintaterület 30%-át fedi le, és ugyanebben a pontban a gyepszintben is 20%-ot ér el. Ezen kívül még a molyhos tölgy is jelen van egy kivételével az összes mintában.

A gyepszintben a cserszömörce rendelkezik a legszélesebb skálával és a legnagyobb maximum értékkel, de a virágos kőrisnek magasabb a mediánja, tehát egyenletesebben jelen van a mintákban.

5.3. Az eredmények értékelése, következtetések

5.3.1. Virágos kőris dominancia

A terület egészen nézve is a virágos kőrist tekinthetjük a legdominánsabb fajnak, de ez legfőképpen a regenerálódó élőhelyeken igaz (14. ábra), ahol az alsó cserjeszintben összefüggő újulatot képez sok helyen. A hódításának sikere a terjedési stratégiájának és szárazságtűrésének köszönhető, nagy mennyiségű lependék termését a szél könnyen szétterjeszti a környéken, a csemeték pedig képesek megmaradni gyenge vízgazdálkodású termőhelyeken is (BARTHA, 2012). Egy molyhos tölgyes virágos kőrises célállomány esetén a sűrű újulatnál az elegyesség is egy fontos szempont, tehát a virágos kőris sikerével önmagában még nem tekinthetjük összességében is kielégítőnek a folyamatot. Azonban ha kisebb arányban is, de jelen van a molyhos tölgy is és olyan elegyfajok is, amelyek a 3-as csoportban is képesek voltak 1% feletti borítást elérni mint a sóskaborbolya (*Berberis vulgaris*), húsos som (*Cornus mas*), cserszömörce (*Cotinus coggygria*), vesszős fagyal (*Ligustrum vulgare*), némely fajok pedig előfordultak szálanként mint a molyhos madárbirs (*Cotoneaster tomentosus*), barkócaberkenye (*Sorbus torminalis*) és a berkenye kisfajok (*Sorbus spp.*).

Így láthatóan ezek a fajok is képesek voltak megtelepedni a regenerálódó területeken, és a későbbiekben remélhetőleg nagyobb arányt is elérnek majd.



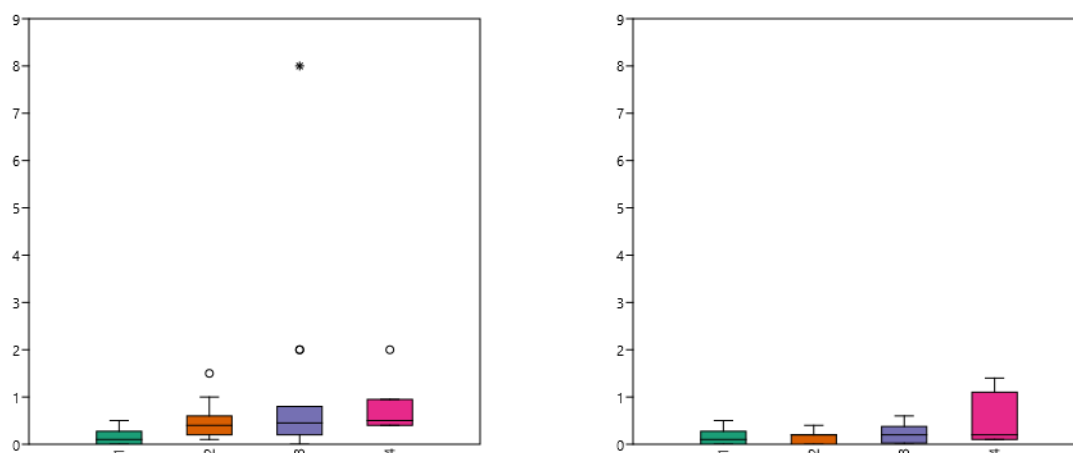
14. ábra: Virágos kőris újulat a feketefenyő alatt

5.3.2. A molyhos tölgy újulatának helyzete

A Keszthelyi-hegység olyan sekély, gyenge vízgazdálkodású termőhelyein, mint amilyen a mintaterületem is, a virágos kőris mellett a molyhos tölgy tekinthető uralkodó fafajnak (JAKUCS, 1961). Azonban ahogy a regenerálódó csoportok diagramjain látható volt, ezeken a területeken nincsenek meghatározó arányban jelen, maximum csak szórványosan. Ha kizárólag a gyepszintben vizsgáljuk meg a különböző mintapontokban becsült borítását (20. diagram), akkor megállapítható, hogy a pár kivételtől eltekintve minden mintában találhatunk legalább 1-2 molyhos tölgy csemetét. Viszont ez az arány a legtöbb helyen meg is reked ezen a szinten, és csak 5 olyan mintakör van, ahol 1%-nál nagyobb területet fed le a gyepszintben (ebbe még beleszámíthatnak sarjcsokrok is). A tölgy terjedési stratégiájából kifolyólag nem is várhatjuk el tőle a területek gyors elfoglalását. A területen szétszórva találhatunk több magzó korú egyedet, így a magbank adott lenne, viszont a molyhos tölgy csak ritkán (8-10 évente) terem nagyobb mennyiséget, továbbá még nehezítő tényező, hogy a vad előszeretettel fogyasztja a makkját, tehát a molyhos tölgy természetes úton nehezen újul fel, viszont kiváló a sarjadó képessége tuskóról (KOLOSZÁR 2010).

A molyhos tölgy esetében az 50 mintából 44 esetében megtalálhatjuk a gyepszintben, és a csertölgy sem marad le sokkal, ebben a tekintetben, hiszen őt is megtalálhatjuk 36 mintában. A cser borításértékei a medián tekintetében már jobban elmaradnak, de ezek mindkét fajnál mindkét esetben 1% alattiak. Ami érdekesebb a cser szempontjából, hogy mintaterületen csak

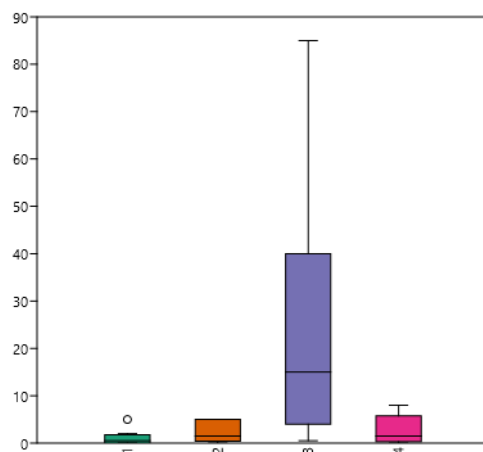
5 mintakörben (molyhos tölgy 33-ban) található meg a lombkoronaszintben (csak két esetben 5% feletti), de mégis 36 mintakörben találhatunk csemetét. Ez az eredmény csak úgy jöhetett létre, hogy a szomszédos területekről került be a szaporítóanyag, ami nagy valószínűséggel a szajkó (*Garrulus glandarius*) tevékenységének köszönhető. A szajkó jelenléte nagy segítség lehet a molyhos tölgy számára is a regenerálódó területeken való terjedésben. A csertölgy csemeték szempontjából pedig kérdés, hogy milyen arányban fognak fennmaradni és növekedni.



20. diagram: százalékos borítás az egyes csoportok gyepszintjében a molyhos tölgyre (balra), és a csertölgyre (jobbra) vonatkozóan)

5.3.3. Referencia állapot elérésének lehetőségei, hosszú folyamatú talajregenerálódás

A regenerálódó területektől hosszútávon elvárható cél pannon molyhos tölgyesekre jellemző állománykép kialakulása, ami elsősorban gyepekkel mozaikoló bokorerdőket jelent, de ahol a termőhely engedi akár melegkedvelő tölgyesek is kialakulhatnak. Azonban a jelenlegi állapotokat nézve, különös tekintettel a felszín kőborítás értékeit tekintve (21. diagram) sok helyen (különösen a 3-as csoportban) a növényzet regenerációjával párhuzamosan a talaj nagymértékű regenerációjára is szükség lesz a referenciához közeli állapot eléréséhez.



21. diagram: kőborítás százalékos értékeinek eloszlása az egyes csoportokban

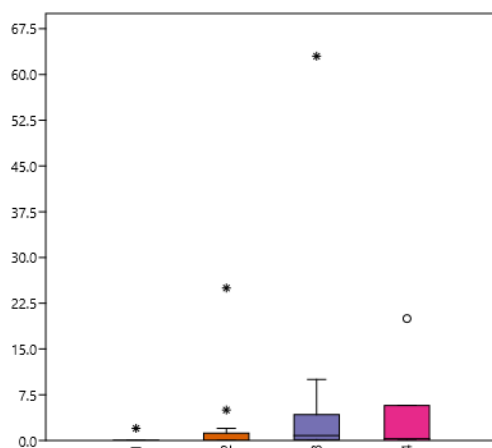
5.3.4. A regenerációt jelentősen hátráltató inváziós faj

A bálványfa egy nagyon agresszívan terjedő inváziós fafaj (BARTHA, 2012), ami a fenyőletermelések helyén is megmutatkozik, nagyon sok helyen felütötte a fejét ahol valamiféle bolygatás jelentkezett. Azokon a részeken, ahol kötélpálya működött különösen nagy arányban van jelen, ez lehet az oka a 12-es mintában (15. ábra) becsült 60%-os bálványfa borításnak mindkét cserjeszintben.



15. ábra: 12-es mintapont, ebben a mintában volt a legmagasabb a bálványfa borítása

Az 50-ből 33 mintában találtam bálványfát, de nagyon változatos arányban volt jelen, jellemzően az alsócserjeszintben volt a legmeghatározóbb, így a csoportokat is ez alapján hasonlítottam össze (22. diagram). Látható, hogy jellemzően 10% alatti értékekről van szó, de a bálványfa agresszív terjedése (bő lependék termés és jó sarjadzó képesség) miatt ezek az értékek potenciálisan növekedhetnek.



22. diagram: A bálványfa borításértékeinek megoszlása az alsócserjeszintben egyes csoportokban

5.3.5. Dolomitsziklagyepek hiánya a területen

Ha megnézzük a 2008-as ortofotón a mintaterületet, akkor nem lehet rajta látni nagyobb gypes foltot, hanem csak fenyő és lombos állományokat. Letermelések utáni kopár területeken esély lehet nagyobb kiterjedésű dolomitsziklagyepek kialakulására, főleg hogy legnagyobb mértékben pont ennek a társulásnak a potenciális élőhelyeire telepítettek feketefenyveseket. Azonban jelenleg szinte minden ilyen helyen találhatunk fás szárú cserjéket, ami inkább bokorerdők kialakulására utal, de kérdéses lehet a megmaradásuk egy-egy erősen aszályos év után, ami után a gypet alkotó növények kerülhetnek újra előnybe.

5.4. Javaslatok

Az kétségtelen, hogy a letermelés után magára hagyott területeken megindult a természetes szukcesszió, zajlik az élőhelyek regenerációja. Úgy gondolom, hogy ebbe a folyamatba csak korlátozott módon kell beavatkoznunk csak akkor, ha az mindenképp szükséges. A Bakonyerdő Zrt. és Balaton-felvidéki Nemzeti Park álláspontja egységes abban a kérdésben, hogy ezeket az állományokat faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódban kell kezelni, így jobban érvényesülhet a talajvédelmi és természetvédelmi rendeltetésük. Ez a megoldás gazdasági szempontból is kézenfekvő, mivel a meredek területeken történő költséges használatból maximum tüzelőanyag minőségű választék kerülne ki.

A közeljövőben a molyhos tölgy terjedésének segítését lehetséges feladatnak, a bálványfa terjedésének visszaszorítását pedig mindenképp szükséges beavatkozásnak tartom, hogy elkerüljük az őshonos fajok visszaszorulását a bálványfa inváziója nyomán.

A molyhos tölgy természetes úton domináns fajjá válásának sikere a regenerálódó élőhelyeken egyelőre még kérdéses, bár hosszú távon várható ez a tendencia. Azonban ahol lehetséges, érdemes lehet makk alávetéssel felgyorsítana ezt a folyamatot, amikor bő termést hoznak a környék fái. Viszont akkor ezeket a területeket el kell keríteni a vad elől, hogy ne egye fel a makkot, és ne rágja le a friss csemetéket. A mintaköreimben elsősorban a természetes folyamatokat kísérem figyelemmel, így oda nem javaslok pótlásokat.

Jelenleg a legfontosabb és legsürgősebb élőhelykezelési feladat a bálványfa visszaszorítása, ami -jelen tudásunk szerint- sajnos csak vegyszer használatával érhető el, azonban különböző fejlődési szakaszaiban más-más technológiát kell rá alkalmazni. A magoncok kézzel történő kihúzása esetén nem kell vegyszert használnunk, de az csak a legfiatalabb egyedeknél működik hatékonyan, később már könnyen beszakad a gyökér egy darabja, és akkor ugyanúgy kisarjadhat a növény (BÁRÁNY, 2018). A fiatal egyedek és sarjak esetében hatékony megoldás lehet a permetezés, vagy a lomb- és kéregkenés, de a permetezést nem javaslom, mivel ennek a módszernek a legrosszabb a szelektivitása. A kéreg kenését bizonyos esetekben a kéreg sebzésével egybekötve végzik, ami növelheti a sikerességet. Az idősebb egyedeknél már az injektálás javasolt, illetve ha magzó kort elérő egyedekről van szó, akkor számítanunk kell a későbbiekben tömegesen megjelenő magoncokra is (CSISZÁR ÉS KORDA, 2015). A bálványfa irtása, a vizsgált mintakörökben is minden esetben szükséges.

A nagy területen zajló szukcesszióknak köszönhetően, lehetőség van egy különleges erdődinamika megfigyelésére, amit érdemes kihasználni a monitorozás folytatásával. Az általam terepen felvett mintapontok GPS koordinátáit szükséges lenne a valós helyükhöz aktualizálni egy pontosabb készülékkel, mert a telefon sok helyen a 3-4 m-es hibahatárnál is pontatlanabbnak bizonyult. A későbbi felkereséseket valamiféle jelölés (pl.: karó leverése, fa megjelölése) is nagymértékben megkönnyíthetné.

6. Összegzés

A 2012-es 2013-as években jelentős mértékű feketefenyő pusztulás ment végbe a Keszthelyi-hegységben. A sok esetben elegyetlen kultúrállományok az egészségügyi termelés után jelentősen felnyíltak, vagy akár teljesen el is tűntek. Mivel a terület felújulását az erdőgazdálkodó a természetes folyamatokra alapozza, így nem meglepő, hogy sok helyen elkezdett visszatérni magától a termőhelyre jellemző természetes vegetáció. Ez elsősorban a bokorerdő jellegű élőhelyek nagy területű spontán regenerálódásában szembetűnő. A gyepekkel mozaikoló bokorerdők kialakulása biodiverzitás-védelmi szempontból pozitívumként értékelhető, de a folyamatot komolyan veszélyeztető tényező a bálványfa (*Ailanthus altissima*) gyors terjedése.

A növényzetet 50 db 12,6 m sugarú mintakörben (500 m²) vizsgáltam, melyek a Pető-hegy nyugati oldalán találhatók. A körben található növényzet borítását 4 szintben összesen és fajonként is megbecsültem, de a gyepszintben csak a fásszárúak adatait vettem fel külön. Hogy a mintakörökben történő változás mértékéről pontosabb képet kapjunk, megvizsgáltam a 2008-as (letermelés előtti állapot) és a 2015-ös (letermelés utáni állapot) infraszínes ortofotókon is a területem. Ezután a rendszerezett adatokat főkomponens analízis (PCA) és informatív boxplot-ok segítségével elemeztem ki.

A letermelés után magára hagyott területeken megindult a természetes szukcesszió, zajlik az élőhelyek regenerációja. A mintaterületen a virágos kőrist (*Fraxinus ornus*) tekinthetjük a legdominánsabb fajnak, de ez legfőképpen a regenerálódó élőhelyeken igaz, ahol az alsó cserjeszintben összefüggő újulatot képez sok helyen. Azonban ha kisebb arányban is, de jelen van a molyhos tölgy (*Quercus cerris*) is, és olyan elegyfajok is, amelyek a regenerálódó élőhelyeken is előfordultak szórványosan vagy szálánként.

7. Köszönetnyilvánítás:

Szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek Dr. Korda Mártonnak és Dr. Zagyvai Gergelynek, hogy a munkám során segítettek engem szakmai tanácsokkal, tanácsokkal láttak el a terepi felvételezéshez, és végig rendelkezésemre álltak a munka során.

Köszönöm Dr. Csiszár Ágnesnek a megosztott terepi tapasztalatait.

Köszönettel tartozom még Hoffmann Pál Erdészeti igazgatónak, és a Bakonyerdő Zrt. azon munkatársainak, akik bármilyen formában a segítségemre voltak.

8.Irodalomjegyzék:

Bauer N., Bódis. J., Horváth M. (2019). Erdőátalakítás hatásainak kutatása a Keszthelyi-hegységben a feketefenyő pusztulás miatt elrendelt egészségügyi termelésekkel érintett erdőrészekben kutatás a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság ,megbízásából. Budapest: Magyar Természettudományi Múzeum.

Bárány G. (szerk) (2018): Inváziós növények elleni védekezés lehetőségei a Peszéri-erdőben, Kecskemét

Bartha D. (2012): Dendrológia, Sopron.

Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI

Csiszár Á., Korda M. (szerk.) (2015): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai, Budapest: Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság

Csontos P., Anton A., Bózsing E., Cseresnyés I., Halbritter A., Tamás J. (2007). Feketefenyveseink Kutatása. Budapest: MTA-ELTE

Danszky I. szerk. (1963): Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai, Budapest: Országos Erdészeti Főigazgatóság

Dövényi Z. (szerk) (2010): Magyarország kistájainak katasztere, Második, átdolgozott és bővített kiadás, Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet

Führer E. (szerk) (2019): Magyarország erdészeti tájai III. Dunántúli-középhegység Erdészeti tájcsoporthoz, Budapest: Nemzeti Földügyi Központ

Gáspár B. (2020): Feketefenyő állományok átalakítása a Keszthelyi-hegységben, Sopron: Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar

Haraszthy L. (szerk) (2014): Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon, Csákvár: Pro Vértességi Közalapítvány

Hoffmann P. S. (2014). A feketefenyő pusztulása a Keszthelyi-hegységben. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar

Horváth M. (2020): A feketefenyő telepítéssel érintett területek növényzeti változásai a Keszthelyi-hegységben légifotók alapján (1959-2016), Keszthely: Szent István Egyetem Georgikon Campus

Jakucs P. (1961): Die phytozoologischen Verhältnisse der Flaumeichen Buschwälder Sudostmitteleuropas, Budapest: Akadémiai Kiadó

Lengyel Gy. (1963): Fekete-fenyőhajtáspusztulása Magyarországon az 1960-62. években – Erdészeti Kutatások

Szomorad F., Frank T., Korda M., (szerk) (2018): Erdőgazdálkodás és Erdőkezelés Natura 2000 területeken, Natura 2000 kézikönyv erdőgazdálkodóknak, Budapest: Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság

Linkek:

<http://climited.uni-sopron.hu/keszthelyi-hegyseg-talaj>