

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola

A Pannon régió természetserű ártéri keményfás ligeterdői faállomány-szerkezetének és dinamikájának

történeti értékelése

PhD értekezés

Demeter László

Témavezető:

Dr. Molnár Zsolt, az MTA doktora

Tudományos tanácsadó

Társtémavezető:

Horváth Ferenc, PhD

Intézeti mérnök

.....

Témavezető aláírása

Dr. Molnár Zsolt

.....

Iskolavezető aláírása

Dr. Gábrriel Róbert

PÉCS, 2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1. Természetszerű ártéri keményfás ligeterdők kutatása a Pannon régióban, különös tekintettel a faállomány-szerkezetre	6
2.2. Természetes erdők és faállomány-szerkezetük	7
2.3. Az erdőgazdálkodás és a gazdálkodás felhagyásának hatása a faállomány-szerkezetre	11
2.4. A természetes erdődinamika és felújulás néhány kérdése síksági erdőkben	12
2.5. Ártéri keményfás ligeterdők természetes dinamikája.....	15
2.6. A különböző tudásrendszerek ismeretanyaga és az elfelejtett ökológiai tudás	17
2.6.1. Paleoökológia és növénykórtan.....	17
2.6.2. Történeti táj- és erdőökológia mint multidiszciplináris megközelítés	18
2.6.3. Helyi ökológiai tudás és történeti tudás	19
2.6.4. Elfelejtett és újrafelfedezett tudás	20
3. CÉLKITŰZÉSEK	21
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
4.1. A kutatás folyamatának áttekintése	22
4.2. Terepi vizsgálat.....	23
4.2.1. Pannon ártéri keményfás ligeterdők jellemzése	23
4.2.2. Kutatási terület	24
4.2.3. A táj- és erdőhasználat története.....	27
4.2.4. A vizsgált erdőgazdálkodási rendszerek	27
4.2.5. Mintavétel és faállomány-szerkezeti változók.....	29
4.2.6. A faállomány-szerkezet felvételezésének módszere.....	30
4.2.7. Statisztikai elemzések	31
4.3. Történeti erdőökológiai megközelítés.....	32
4.4. A különböző tudásrendszerek ismeretanyagának szintézise szakirodalmi elemzéssel.....	34
5. EREDMÉNYEK	35
5.1. Recens természetszerű öreg keményfás ligeterdők faállomány-szerkezeti indikátorai	35
5.2. A gazdálkodási rendszer és a felhagyás hatása a keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetére	42
5.3. A keményfás ligeterdők faállomány-szerkezete a történeti erdészeti irodalom tükrében	44
5.4. A kocsányos tölgy természetes felújulása/felújítása a történeti erdészeti irodalom tükrében	54
5.5. A jövevénylisztharmat elmélete.....	57
5.5.1. A korabeli és jelenkori tapasztalatok ellentmondása a kocsányos tölgy természetes felújulásának kérdésében	57
5.5.2. A jövevénylisztharmat eredete, megjelenése és elterjedése.....	57
5.5.3. A jövevénylisztharmat hatása a kocsányos tölgy csemetéjére	60
.....	60

6. MEGVITATÁS	62
6.1. A Pannon régió recens, öreg ártéri keményfás ligeterdői faállomány-szerkezetének természetessége.....	62
6.2. Az erdőgazdálkodási rendszer és a felhagyás hatása az öreg ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének természetességére és dinamikájára.....	64
6.3. A faállomány-szerkezet változásainak tájtörténeti hajtóerői az elmúlt 150 évben.....	67
6.3.1. Őserdők, száraló és vágásos erdők a 19. században és ma	67
6.3.2. A főfafajok elegyarányának változása a lombkoronaszintben.....	69
6.3.3. A kocsányos tölgy természetes felújulása a jövevénylisztharmat előtt és után.....	71
6.4. Az erdőökológia és társtudományágainak elszigeteltsége okozta tudáshiány	74
6.5. Az ártéri keményfás ligeterdők természetvédelmi célú erdőkezelése.....	77
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	80
8. SUMMARY	82
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	84
SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE	107
MELLÉKLETEK.....	115
KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	134

1. BEVEZETÉS

„Valóban fájdalmas gondolat, hogy a természet e remeke [szlavón ártéri keményfás őserdő] is már halálra van ítélve, napjai meg vannak számlálva.” Anonymus, 1911

Az ártéri keményfás ligeterdő egyike Európa legveszélyeztetettebb erdei élőhelyeinek (Schnitzler 1994; European Commission 2016). Az ETC/BD (2013) jelentés szerint az élőhely természetvédelmi állapota Európa-szerte kedvezőtlen, különösen az élőhely „structure and function” szempontú megítélése szerint, amelynek elsődleges okai a természetes vízjárástól az árvízmentesítés érdekében eltérített, megváltoztatott vízjárási viszonyok, az intenzív erdőgazdálkodás, a fragmentáció és az inváziós fajok terjedése (vö. Schnitzler 1994; Molnár és mtsai 2008; Petrášová és Jarolínek 2012; European Commission 2016; Petrášová-Šibíková és mtsai 2017). A MÉTA-program eredményei szerint az élőhelyet Magyarországon leginkább az inváziós fafajok elszaporodása, a homogenizáló erdőgazdálkodás; a túltartott vadállomány kedvezőtlen hatása, a termőhely más fafajokkal történő hasznosítása és a termőhely kedvező vízjárását lerontó vízelvezetés (vagy ármentesítés) veszélyeztetik (Molnár és mtsai 2008).

A folyószabályozások, gátépítések, valamint a települések és a mezőgazdasági területek folyamatos terjeszkedése az elmúlt két évszázadban az élőhely mintegy 90%-ának eltűnéséhez vagy jelentős átalakulásához vezetett Európában (Peterken és Hughes 1995; Klimo és mtsai 2008; Király és mtsai 2011; Biró és mtsai 2018). Ártéri keményfás őserdők így gyakorlatilag már nem léteznek (Sabatini és mtsai 2018). Természetszerű állományaik a legnagyobb kiterjedésben a Pannon flórarégió (Soó 1947; későbbiekben egyszerűen Pannon régió, 3. ábra) nagy folyói és azok mellékfolyói árterén maradtak fenn (Hughes és mtsai 2012; Sabatini és mtsai 2018) a kíméletes erdőgazdálkodás (Drescher és mtsai 2003; Prots 2010; Demeter 2016) és erdőrezervátumok létrehozásának eredményeként (Bobinac 2000; Vrška és mtsai 2006; Klimo és mtsai 2008; Horváth és mtsai 2012a; 2012b; Mikac és mtsai 2018). A természetszerű állományok fajgazdagság és szerkezeti sokféleség szempontjából is a legértékesebb erdei élőhelyeink közé tartoznak, az európai biodiverzitás kulcsfontosságú területei (Schnitzler 1994; Schnitzler és mtsai 2005; Klimo és mtsai 2008). Ezek az állományok természeti örökségünk különösen fontos részei, melyek megismerésére és megóvására jobban oda kell figyelnünk.

Ez az élőhely-, ill. erdőtípus azonban nem csak természetvédelmi szempontból jelentős, hanem a kitermelhető tölgy mennyisége és minősége miatt, gazdálkodási szempontból is, hiszen a nagy produktivitás és a magas értékű piacképes faanyag egyértelműen, nagyon nyereséges gazdálkodást tesz lehetővé. Az erdőgazdálkodás jelenleg is alkalmazott, többnyire vágásos rendszerű módja ugyanakkor egyre élesebb konfliktusba kerül a természetvédelem elvárásaival és a fenntartható tájgazdálkodás, kíméletes erdőgazdálkodás elveivel (Bauhus és mtsai 2009; Csépanyi 2017; Mölder és mtsai 2019). Az élőhely megóvásában a kivezető utat a természetközeli és természetes folyamatokra épülő erdőgazdálkodás jelenti (Bauhus és mtsai 2009; Frank és Szmorad 2014). A hosszú távú erdőökológiai és erdődinamikai kutatásokkal vagy kísérletekkel megszerezhető az a tudás, amellyel megalapozható lenne a természetközeli erdőgazdálkodás (Leibundgut 1959; 1969; Albrecht 1990; Brang

2005; ETC/BD 2013). Az európai erdőrezervátum-kutatási összefogáshoz (Schuck és mtsai 1994; Parviainen 1999; Parviainen és mtsai 2000; Standovár 2002a) csatlakozva, Magyarországon az Erdőrezervátum-kutatási Program egyik fő célkitűzése ennek a tudásnak a megszerzése (Mátyás 1993; Czajlik 1994a; 1994b; Horváth és mtsai 2001; Horváth és Borhidi 2002; Somogyi 2003).

A természetközeli erdőgazdálkodás vagy a restaurációs ökológia számára fontos annak ismerete, hogy mennyire természetszerűek a fennmaradt öreg állományok, hol tartanak az erdőfejlődés folyamatában, milyen szerkezeti elemek tekintetében térnek el a természetes állapotoktól, és milyen táj- és erdőtörténeti tényezők befolyásolják az állományok fejlődését. Természetes referenciaállományként szolgáló ártéri keményfás őserdők és az azokban végzett hosszútávú erdődinamikai kutatások hiányában viszont korlátozottak a lehetőségeink, hogy megválaszoljuk ezeket kérdéseket. Doktori dolgozatomban ezekre a kérdésekre úgy kíséreltem meg válaszokat keresni, hogy a terepi vizsgálat, a retrospektív történeti erdőökológiai megközelítés és az egymással rokon tudományterületeken belül felhalmozott tudás (interdiszciplináris) szintézisének módszertanát együtt alkalmaztam.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

„S itt látjuk legnagyobb pompájukban diszteni a kocsános tölgy (*Quercus pedunculata*) többféle fajait, elegendesen szilfával, kőrissel, gyertyán- és hársfával (*Tilia pauciflora*), melyek között az *Ulmus effusa*, *Acer campestre* és *Populus tremula* egyes példányaira is gyakran akadunk. A síkság legnagyobb részét borító körül belül 200 éves állabokban a tölgy, szil és kőris átlagos átmérője 24—30 hüvelyk — magassága pedig 100—120 láb.” Erdődi Adolf, 1866

2.1. Természetszerű ártéri keményfás ligeterdők kutatása a Pannon régióban, különös tekintettel a faállomány-szerkezetre

Természetszerű ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezeti jellegeiről, felújulási dinamikájáról és az erdőgazdálkodás ezekre gyakorolt hatásairól kevés elemzés/publikáció áll rendelkezésünkre, ezeknek is egy jelentős része egy-egy erdő elemzésére koncentrál. A regionális összehasonlító munkák hiányoznak.

A botanikai és cönológia szakirodalmak, bár nagy számban elérhetőek, ám ezek a fajösszetétel aktuális állapotán vagy a fajösszetétel időbeli változásain túl nem nyújtanak betekintést a faállomány-szerkezet egyéb fontos térbeli jellegzetességeibe, dinamikájába, és gyakran a vizsgált állományok történetével sem foglalkoznak. Az európai ártéri erdők cönoszisztematikai vizsgálatát és a keményfás ligeterdők elhelyezését a cönoszisztematikai rendszerben Douda és mtsai (2016) végezték el. A magyarországi öreg állományok cönológiai vizsgálatával és osztályozásával legmélyrehatóbban Kevey Balázs foglalkozott (Kevey 2008), továbbá a Pannon régió számos természetszerű állományában készültek növényzeti felvételezések, melyekről a következő, a teljesség igénye nélkül felsorolt publikációkban olvashatunk: Spačva medence és Posavina (Horvátország és Szerbia, Horvat 1938; Glavač 1961; Rauš 1975; Cestarić és mtsai 2016), Szlovákia (Petrášová és Jarolímk 2012; Petrášová és mtsai 2013), ukrainai Beregi-sík (Hargitai 1943; Шеляг-Косонко és mtsai 2010; Drescher és mtsai 2003), magyarországi Beregi-sík (Simon 1950; 1951; 1952; 1954; 1957; Fintha 1994), Bodroghöz (Soó 1938; Hargitai 1939), Hanság és Szigetköz (Zólyomi 1937; Kevey 2016), Dél-Tiszántúl és Körösvidék (Magyarország, Máthé 1936; Soó és Máthé 1938; Kertész 1989; 1998; Molnár 1998; Bölöni és mtsai 1998; 2000a; 2000b; Demeter és Molnár 2020; Románia, Simonkai 1893; Nyárádi és mtsai 1952-1976; Karácsonyi és Negrean 2012), Rába-völgyi erdők (Mesterházy 2013), Dráva-sík (Kevey 2007), Tisza ártere (Molnár 1996; Kevey 2019), Nyírség (Soó 1937; 1938) és Duna ártere (Kárpáti 1958). A néhány évtized elteltével megismételt cönológiai felvételek kiértékelése azt mutatja, hogy mind a felújulási szintben, mind pedig a lombkoronaszintekben megnövekszik a borítása az elöntéseket és a magas talajvizet kevésbé vagy egyáltalán nem tűrő fafajoknak, mint például a mezei juhar (*Acer campestre* L.) vagy a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus* L.), az élőhely homogenizálódik és a gyertyános-tölgyes fajösszetétel irányába mozdul el a szárazodás következtében (Schnitzler 1994; Cestarić és mtsai 2016). A mezei szil (*Ulmus minor* Mill.) borítása és gyakorisága a faállományban jelentősen csökken, míg a felújulási szintben növekszik (Cestarić és mtsai 2016).

A természetszerű ártéri erdők faállomány-szerkezetének dokumentálása, tér- és időbeli dinamikájának kutatása csak az elmúlt évtizedekben kapott nagyobb figyelmet, ezek mindegyike egyes erdők vizsgálatára fókuszál. A legelőrehaladottabb kutatások a Morva és Dyje folyók árterén Csehországban található Cahnov-Soutok és Raňšpurk erdőrezervátumok területén zajlanak (Pruša 1974; Vrška 1997; 1998; Vrška és mtsai 2006; 2015; Janík és mtsai 2008; 2011; 2016; Král és mtsai 2014; 2018), ahol a több évtizedes, idősoros adatokra alapozva a faállomány fejlődésének, a fafajok természetes felújulásának és a holtfa lebomlásának dinamikáit vizsgálják. Az egykori szlavóniai határőrvidék még fennmaradt, öreg, keményfás ártéri erdői közül a Spacva-medencében (Horvátország) Mikac és mtsai (2018), míg a Száva és Boszut folyó (Szerbia) árterének öreg állományaiban Stojanović és mtsai (2015) dendrokronológiai módszerekkel vizsgálták az aszály hatását a fő fafajok éves növedékére és természetes felújulására 200-250 éves időablakban. A Száva és Boszut menti erdőkben Bobinac és mtsai (2000) végeztek faállomány-felvételezéseket. Meg kell jegyeznünk, hogy a csehországi, horvátországi és szerbiai erdők is – bár valóban öreg (~300 év körüli) állományok – a néhány évtizeddel ezelőtt történő felhagyás előtt intenzíven legeltetett erdők, legelőerdők voltak.

Az 1990-es években Magyarországon létrehozott erdőrezervátum-hálózatnak 5 db ártéri keményfás ligeterdő a része vagy várományosa. Az erdőrezervátum-kutatások részeként a 2000-es évek elejétől mind az öt természetszerű ártéri keményfás ligeterdőben megtörténtek az alapállapot-felmérések és egyéb a természetes dinamikákat vizsgáló kutatások zajlottak: Bükkhát Erdőrezervátum (ER) a Dráva-síkon (Ortmann-Ajkai 1999; 2002; Ortmann-Ajkai és mtsai 2012; 2017; Csicsek és mtsai 2022), Bockereki-erdő ER (Horváth és mtsai 2015a; 2015b; Mázsa és Horváth 2016) és Dédai-erdő ER (Mázsa és Horváth 2015) a Beregi-síkon, Fényi-erdő ER a Nyírségben (Horvát és mtsai 2018a; 2018b; 2021) és részben a Csörnyeberek ER a Zalai-dombságban (Horváth és mtsai 2023).

Az erdészeti kutatások főleg az éves növedéket, fatermést és a felújulást befolyásoló tényezők hatására összpontosítanak. A Beregi-síkon található Bockerek-erdő természetszerű állományainak termőhelyi és faállomány-szerkezeti viszonyairól és változásairól Bartha és Vidéki (2008) szerkesztésében megjelent monográfia több fejezetében, Veperdi és mtsai (2008) és Kovács és mtsai (2008) munkájában olvashatunk. Szalacsi és mtsai (2015) a Bockerek-erdő gazdálkodás alatt álló állományaiban végzett lékes felújítógázás tapasztalatait adja közre. A szerzők megállapítják, hogy a talajvízszint csökkenése okozta vízhiány következtében csökkent az állományok vitalitása, a keményfás ligeterdők termőhelye átalakulóban van, szárazodik és egyre nagyobb teret nyer a közönséges gyertyán a faállományban.

2.2. Természetes erdők és faállomány-szerkezetük

A természetes erdőknek a biológiai sokféleség megőrzésében betöltött szerepe széleskörűen elfogadott és bizonyított (Peterken 1996; Spies és Franklin 1996; Bartha 2005; Paillet és mtsai 2010; Watson és mtsai 2018). Változatos szerkezetükkel számos élőlény számára szolgáltatnak olyan élőhelyeket (pl. faóriások, odvas álló holtfa, nagyméretű korhadt fekvőholtfa), melyek a gazdálkodás alatt álló erdőkből hiányoznak (Lindenmayer és McCarthy 2002; Lindenmayer és mtsai 2012). A természetes erdők számos más ökoszisztéma-szolgáltatást is nyújtanak, pl. a nagyméretű idős fák alkotta állományok és a talajuk több szén-tárolnak, mint a gazdálkodott erdők, ezzel mérsékelve az

éghajlat felmelegedését (Lutz és mtsai 2018; Leuschner és mtsai 2022, Keith és mtsai bíráló alatt), továbbá a természetes erdődinamikai kutatások és a természetes folyamatokra alapozott erdőgazdálkodás fontos referenciaterületei (Bauhus és mtsai 2009; Král és mtsai 2014). Mindezek ellenére a területük világszerte csökken (Sabatini és mtsai 2018; O'Brien és mtsai 2021).

A magas természeti értéket képviselő természetes erdőknek a nemzetközi szakirodalomban számos, jelenleg is fejlődő, sok nézőpontot (ökológiai, erdészeti, kulturális stb.) magába foglaló, gyakran átfedő meghatározása létezik (Buchwald 2005; Wirth és mtsai 2009; O'Brien és mtsai 2021). Az erdőtermészetesség megállapításához két főbb, széleskörben elterjedt megközelítés létezik. Az első megközelítésben arra a kérdésre keressük a választ, hogy a vizsgált erdő mennyire hasonlít egy természetes, emberi hatástól mentes erdőre. Peterken (1996) megfogalmazásában egy erdő akkor tekinthető természetesnek, ha arról megállapítható, hogy közvetlen emberi tevékenység (pl. kezelés vagy kitermelés) teljes hiányában fejlődött. Az ilyen erdők tulajdonságait kizárólag a természetes jellemzők és folyamatok alakítják, mint például az éghajlat, geológiai, hidrológiai viszonyok és a természetes bolygatások (Bartha 2005 és Zoltán 2023 munkáiban szintén lefordították a fogalmakat). Bár Peterken (1996) gondolatilag letisztult és egyszerű fogalomnak tekinti saját megfogalmazását, ugyanakor gyakorlatban alkalmazhatatlannak gondolja két fontosabb okból: 1) az emberi hatások már legalább 5000 éve jelen vannak Európa erdőiben, ezért a napjainkban természetesnek tűnő erdőkben sem lehet azokat teljesen kizárni; 2) még az emberi hatásoktól mentes, a holocén korai szakaszában meglévő természetes erdők is változtak a klíma változásával, így ezek nem tekinthetők jó referenciáknak a mai erdők számára. Ezért Peterken (1996) öt minőségében eltérő kategóriát javasol a természetes erdő definiálásához:

1. Eredeti természetesség (original-naturalness): az az állapot, ami azelőtt létezett, hogy az ember lényeges tényezővé vált a tájban.
2. Jelenlegi természetesség (present-naturalness): az az állapot, amely az emberi hatások nélkül alakulhatott volna ki, más környezeti változások hatására.
3. Múltbéli természetesség (past-naturalness): az erdő, melynek bizonyos elemei az eredeti természetesség állapotából maradtak fenn. Az eredeti természetesség és a jelenkori természetesség kombinációja.
4. Potenciális természetesség (potential-naturalness): az az állapot, mely akkor fejlődne ki, ha az emberi behatást teljesen megszüntetnénk és a szukcesszió a jelenlegi vegetáció zárótársulásával végződne.
5. Jövőbeni természetesség (future-naturalness): az az állapot, amely akkor fejlődne ki a jövőben, ha az emberi tevékenység azonnal megszűnne.

Természetes erdő fogalma gyakorlatban való alkalmazásának áthidalására Angliában, az 1940-es években, az ökológusok elkezdtek alkalmazni a „természetszerű” (semi-natural) fogalmat, mely alatt kezdetben olyan erdőket értettek, amelyek az eredeti természetes erdők emberi hatások által módosított maradványai, természetes úton keletkezett honos fafajú erdők vagy olyan ültetett erdők, melyek a termőhelyen és tájban honos fajokból állnak (Peterken 1996). A „természetes” erdő fogalmát inkább elméleti és történeti állapotokra kezdték alkalmazni. Ma a „természetszerű” fogalmat már inkább, mint a mesterségesen létrehozott/ültetett erdő antitéziseként alkalmazzák, mintegy a relative természetes és

a relative mesterséges kategóriák elkülönítésére. Peterken (1996) a természetességre úgy tekint, mint egy folytonos változóra, ahol a skála egyik végén a teljesen természetes (100% természetesség) és a másik végén pedig a teljesen mesterséges (0% természetesség) erdők helyezkednek el. Az olyan köztes kategóriákat, mint a „természetszerű” szubjektívnek és problémásnak, de szükségszerűnek gondolja. Az angol *semi-natural* megnevezés Bartha (2005) fordításában a „természetszerű” erdőnek felel meg, mely elnevezés később szakmai közbeszédbe és közírásba is elterjedt.

A ma használatban lévő fogalmak között Peterken (1996) megkülönbözteti azokat a magas természetességű erdőket, melyek a faállományuk alapján ősiek/öregek és olyanokat, amelyek esetében az erdei élőhely folytonossága nem szakadt meg, tehát történelmileg idősek (vö. Bartha 2005). Az első csoportba az alábbi fogalmak tartoznak:

- 1) *Őserdő (virgin forest)*: olyan természetes erdők, melyek fejlődését soha nem szakította meg jelentős emberi hatás. Az igazi őserdők magukon hordozzák az eredeti, a jelenlegi és a múltbeli természetes állapotok jegyeit is.
- 2) *Old-growth forest*: olyan erdők, amelyek elérték bizonyos kort (öregek/idősek) és valamelyik kései szukcessziós fejlődési fázisban vannak, ám az emberi zavarások nyomát változó mértékben még magukon hordozhatják. Az *old-growth forest* definíció használata elsősorban Észak-Amerikában terjedt el (Spies és Franklin 1996; Wirth és mtsai 2009), ám az utóbbi időben Európában is egyre szélesebb körben alkalmazzák (O'Brien és mtsai 2021). Ezek a kategóriák gyakran egyféle fiziognómiai típust, erdőképet takarnak, amelyek bizonyos szerkezeti elemeket foglalnak magukba (többszintes, elegyes, többkorú állomány, hatalmas idős fák, álló- és fekvő holtfa, letört odvas csonkok, ritka állat- és növényvilág stb.) és melyek kompozíciós szempontból és szerkezetiileg jól elkülöníthetők a korábbi fejlődési fázisoktól (Franklin és Spies 1991). Wirth és mtsai (2009) szerint ez az típus egy kevésbé tudományos megfontolás eredménye, sokkal inkább a mérsékelt övi erdők – ahol az erdőökológusok zöme tevékenykedik – kései fejlődési fázisainak állományképe.

A második csoportba tehát azok a fogalmak tartoznak, amelyek az élőhelyfolytonosságra utalnak:

- 1) *Történelmileg idős erdők (ancient woodland)*: olyan erdőterület, melyen bizonyíthatóan az 1600-as évek előtt is erdei vegetáció volt található és azóta nem szakította meg semmi az erdei termőhely folytonosságát.
- 2) *Récens erdők (recent woodland)*: olyan erdőterület, mely bizonyíthatóan az 1600-as évek után jött létre (pl. felhagyott legelőn).
- 3) *Elsődleges erdő (primary woodland)*: olyan erdőterület, mely az eredeti természetes állapotok ideje óta folytonosan erdő.
- 4) *Másodlagos erdő (secondary woodland)*: olyan erdőterület, mely az eredeti természetes állapotok megszűnését követően jött létre.

A második megközelítés alapján arra a kérdésre lehet választ adni az erdőtermészetességet illetően, hogy milyen mértékben befolyásolta a vizsgált erdőt az emberi tevékenység. Ez a hemeróbia alapú megközelítés, mely tehát az átalakítottság mértékére koncentrálna, így nem alkalmas a természetes állapotok leírására. Illetve arra a legalkalmasabb, hogy megállapítsuk milyen mértékben távolodott el a vizsgált erdő a teljes mértékben átalakított állapotoktól. A szakirodalom a hemeróbia alapú

megközelítést egységesebbnek tartja, mint a természetesség alapú megközelítést és gyakorlatban könnyebben alkalmazhatónak (Winter és mtsai 2012).

A természetes erdők meghatározásának kritériumairól és a definíció problematikájáról bővebben Franklin és Spies (1991), Buchwald (2005), Wirth és mtsai (2009) vagy O'Brien és mtsai (2021), míg Magyarországon Mátyás (1998), Bartha és mtsai (1998), Solymos (2004), Bartha (2005), Standovár 2005, Zoltán (2023) munkáiban olvashatunk. Összességében elmondható, hogy a gyakorlatban alkalmazható általánosan elfogadott erdőtermészetesség-értékelő módszertant ezidáig nem dolgoztak ki (Zoltán 2023). Európa egyes országokban eltérő módszertanok alapján végzik az értékeléseket. A magyarországi értékelési módszertan fejlődésére az osztrák hemeróbia alapú megközelítés gyakorolt nagy hatást (Bartha 2005, Zoltán 2023). Zoltán (2023) munkájában a gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából a cseh, jogszabályban is rögzített erdőtermészetességi fogalomrendszert és módszertani megközelítést tartja követendő példának (1. melléklet).

Az erdőtermészetesség mértékének meghatározásánál a kompozíciós (fafajösszetétel) és funkcionális (pl. produktivitás vagy szervesanyag-lebomlás ideje) sajátosságok mellett kulcsszerepe van a faállomány-szerkezet jellegzetességeinek és a kései szukcessziós fázisok megjelenésének (Franklin 1988; Bartha 2005; O'Brien és mtsai 2021). A fák korának és méreteinek térbeli eloszlása, a horizontális és vertikális színteztettség mértéke, a fafajdiverzitás, a mikrohabitatok mennyisége és minősége, a holtfa mennyiségi és minőségi mutatói vagy éppen a lékdinamikához köthető felújuló foltok mintázata a leggyakrabban használt természetességi (*old-growthness*) indikátorok (Wirth és mtsai 2009; O'Brien és mtsai 2021). Ugyanakkor ezek az indikátorok nem tekinthetők általános érvényűnek minden bióm minden erdőtípusára, hiszen a boreális erdőkben a rendszeres nagy térléptékű erdőtüzek korlátozzák a nagyméretű idős fák és kései szukcessziós fázisok kialakulását (Wirth és mtsai 2009), vagy például a mérsékelt öv melegkedvelő tölgyeseiből szintén hiányoznak az igazán méretes fák (Bölöni és mtsai 2021).

A faállomány szerkezetét általánosan elfogadott módon definiálják az állományban fellelhető horizontális és vertikális szerkezeti jellegekkel (színteztettség, lombkorona borítása, mellmagassági átmérők eloszlása, állománymagasság, fafajösszetétel stb.) és ezek térbeli összetettségével (McElhinny és mtsai 2005). Az erdők faállomány-szerkezetének definícióiról és a szerkezeti elemek kvantitatív mérésének módszereiről bővebben többek között Franklin (1988), McElhinny és mtsai (2005) vagy Horváth (2012) munkáiban olvashatunk. Dolgozatomban (fa)állománynak a főbb tulajdonságaiban (pl. fafajösszetétel, kor- és átmérőeloszlás) a környezetétől elkülönülő és többé-kevésbé belső homogenitással rendelkező vagy homogénnek feltételezett, térben lehatárolható egységet nevezem (vö. Horváth 2012), mely a faállomány-szerkezet foltmintázati egysége. Ez a mintázat térben és időben dinamikusan változik, ciklikus és véletlenszerű jellegzetességei vannak (Peterken 1996, Czajlik 1997). Horváth (2012) szerint a legkisebb foltméretet, amelyben a vizsgálandó faállomány-szerkezeti sajátosságok és elemi folyamatok már meg tudnak nyilvánulni a lékdinamika/lékjelenségek hatóköre jelöli ki, amely az uralkodó famagasság 1-1,5-szeres sugarú körzetének faállományát jelenti. Egy-egy ilyen egységet nem lehet kiszakítani a környezetéből, ha a tágabb erdőállomány működését szeretnénk megérteni. Horváth (2012) 0,1-0,5 hektáros állományméretet tartja a minimálisan elégségesnek a faállomány-szerkezeti (lék)dinamikák tanulmányozásához.

A természetszerű erdőnek egy egyszerű és tág megfogalmazását használom. Azokat az állományokat tekintem természetszerű erdőnek: a) amelyek történetileg idősek, az elmúlt 250 évben erdők voltak; b) melyeknél az elmúlt 60 évben nem fordult elő állománykicserélő természetes vagy mesterséges bolygatás; c) állományaikat őshonos fafajok alkotják. Az általam használt definíció meglehetősen messze van a fent bemutatott nemzetközi szakirodalom által használt természetes vagy *old-growth* definícióktól. A csehországban alkalmazott erdőtermészetességi osztályozási rendszerben az általunk vizsgált erdők az alábbi három kategóriába tartoznak: 1) természetközeli; 2) spontán fejlődésre újonnan hagyott és 3) gazdasági erdők (1. melléklet, Zoltán (2023) cseh nyelvről fordította a fogalmakat). A magyarországi törvényben előírt erdőtermészetességi kategória-rendszerben állományaink a természetes vagy a természetszerű kategóriák valamelyikébe sorolhatók.

2.3. Az erdőgazdálkodás és a gazdálkodás felhagyásának hatása a faállomány-szerkezetre

Az európai erdőgazdálkodás szemléletét mintegy 200 éve a német-francia erdészeti gondolkodásban gyökerező vágásos erdőgazdálkodás uralja (Jacobsen 2001; Messier és mtsai 2015). Ennek következtében az erdők közel 70%-a egykorú, és a koros erdők (értsd: idősebb, mint az üzemtervezett vágáskor 90%-a) az összes erdőterület alig több mint 13%-át teszik ki (Forest Europe 2020). Európa erdőinek természetvédelmi állapota a szerkezet és funkció szerinti szempontok alapján túlnyomó részt kedvezőtlen (EEA 2014).

A vágásos, gyors, egyszeri felújításra alapozott és különféle nevelővágásokat és gyéritéseket alkalmazó erdőgazdálkodás csökkenti a faállomány-szerkezet változatosságát, teljes mértékben megakadályozva a kései erdőfejlődési fázis kialakulását (öregedési és összeomlási fázis; 1. ábra). A fák méretei, a fafajok sokfélesége, az óriásfák egyedsűrűsége, a mikrohabitatok száma és az öreg erdők szerkezeti komplexitásához kötődő biológiai sokféleség mind olyan mutatók, melyek jelentősen alacsonyabbak a vágásos, egykorú erdőkben (Bauhus és mtsai 2009; Dieler és mtsai 2017; Percel és mtsai 2018).

Az erdei biológiai, faállomány-szerkezeti és funkcionális sokféleség további drasztikus csökkenésének mérséklése érdekében új lendületet kaptak az erdőrezervátumok létrehozására irányuló törekvések, amely rezervátumokban minden emberi használatot abbahagynak, hogy az állományokban a természetes folyamatok juthassanak érvényre (Parviainen és mtsai 2000). Az ilyen rezervációs szemléletű természetvédelmi törekvések jelentősen hozzájárultak a természetes erdőkre jellemző szerkezeti elemek megőrzéséhez és helyreállításához (Saniga et al. 2005; Horváth és mtsai 2012a; Burrascano és mtsai 2013; Paillet és mtsai 2015). Ugyanakkor számos kutatás igazolta, hogy az intenzív vágásos gazdálkodásból felhagyott erdőkben a természetes erdőkre jellemző szerkezeti elemek/tulajdonságok (pl. az átmérőeloszlás alakja, az óriásfák egyedsűrűsége, az előrehaladott korhadtságú, vastag holtfa mennyisége) csak nagyon lassan regenerálódnak (Vandekerkhove és mtsai 2009; Horváth és mtsai 2012; Paillet és mtsai 2015; Vrška és mtsai; 2015; Sabatini és mtsai 2018). A korábban intenzív vágásos szemléletben gazdálkodott erdők hosszútávú felhagyása vagy hosszú vágásforduló és a megfelelő természetközeli gazdálkodás alkalmazása elkerülhetetlennek tűnik, ha ezekben az erdőkben természetvédelmi célokat is meg szeretnénk valósítani, és hozzá szeretnénk

járulni a természetes erdőkre jellemző szerkezeti elemek helyreállításához (Parviainen és mtsai 2000; Bauhus és mtsai 2009).

Bár a rezervációs szemlélet jelentősen hozzájárul a természetszerű erdők megőrzéséhez és helyreállításához, ugyanakkor ezeknek az élőhelyeknek a rohamos csökkenése és elenyésző területe miatt önmagában nem elégséges az öreg erdőkhez kötődő biológiai sokféleség megőrzéséhez (Bauhus és mtsai 2009). Ennek a ténynek a felismerése motiválja az olyan integratív, alternatív erdőgazdálkodási módok terjedését, mint a természetközeli erdőgazdálkodás gazdasági erdőkben, melynek egyszerre célja a változatos erdőszerkezet és a természetes erdőkre jellemző szerkezeti elemek fenntartása, valamint a faanyagtermelés (Bauhus és mtsai 2009; Varga 2009, Messier és mtsai 2015; Csépanyi 2017). Az örökerdő-gazdálkodás, a szálaló erdőgazdálkodás, a *retention forestry* (hagyásfa, hagyásfa csoportok és holtfa visszahagyása) vagy éppen az aktív faállomány-szerkezeti restauráció (Keeton 2006; Bauhus és mtsai 2009; Mölder és mtsai 2019) terjedőben lévő alternatív megközelítések, ugyanakkor a vágásos szemléletben kezelt erdők dominanciája csak nagyon lassan változik Európa jelentős részén (Jacobsen 2001; Puettmann és mtsai 2015; Messier és mtsai 2015).

A természetközeli erdőgazdálkodás, mint például a szálaló gazdálkodás, faállomány-szerkezetre és az öreg erdőkre jellemző szerkezeti elemekre gyakorolt hatását egyre szélesebb körben kutatják (pl. Boncina 2011), ám a kutatások túlnyomó többsége a boreális régióra vagy hegyvidéki bükkös és lucos erdőkre korlátozódik (Dieler és mtsai 2017). Ezek a szálaló erdők kevesebb óriásfát és holtfát tartalmaznak, mint az őserdők hasonló fázisban lévő állományai (Motta és mtsai 2014; Pach és Podlaski 2015), ugyanakkor gyakoribbak bennük a nagyméretű lékek és a természetes újulat foltjai, mint a vágásos vagy a felhagyott vágásos erdőkben (Dieler és mtsai 2017; Keren és mtsai 2017; Mölder és mtsai 2019). A szálaló erdő faállományának mellmagassági átmérőeloszlása nagymértékű hasonlóságot mutat az őserdők hasonló fázisban lévő állományaival (Boncina 2000; Keren és mtsai 2017). Magyarországon bükkösökben, cseresekben és gyertyános-tölgyesekben végzett erdészeti kutatások arra mutattak rá, hogy a korábban vágásos üzemmódban kezelt állományok szerkezete a szálaló erdő-szerkezet irányába terelhetőek (Molnár és mtsai 2016; Csépanyi 2007; 2008; 2017). A bükkösök esetében reális cél az állomány és erdőtömb szintjén is teljesen vegyes koreloszlás, míg Csépanyi (2017) szerint a tölgyesekben különböző méretű és 2–3 korú felújuló csoportok alakíthatóak ki. A szálaló erdőgazdálkodás iránti érdeklődés korántsem újkeletű. Az erdész szakma már a 19 század végén a szálaló gazdálkodás vágásos gazdálkodás szembeni előnyeiről értekezik. Vadas (1898), Fekete (1899) vagy valamivel később Kaán (1921) és Roth (1923; 1935) mind az árnyéktűrő, mind pedig a fényigényesebb fafajok állományainak esetében is a minőségi faanyag termelésének egyik legjobb módjának tartja a szálaló erdőgazdálkodást.

2.4. A természetes erdődinamika és felújulás néhány kérdése síksági erdőkben

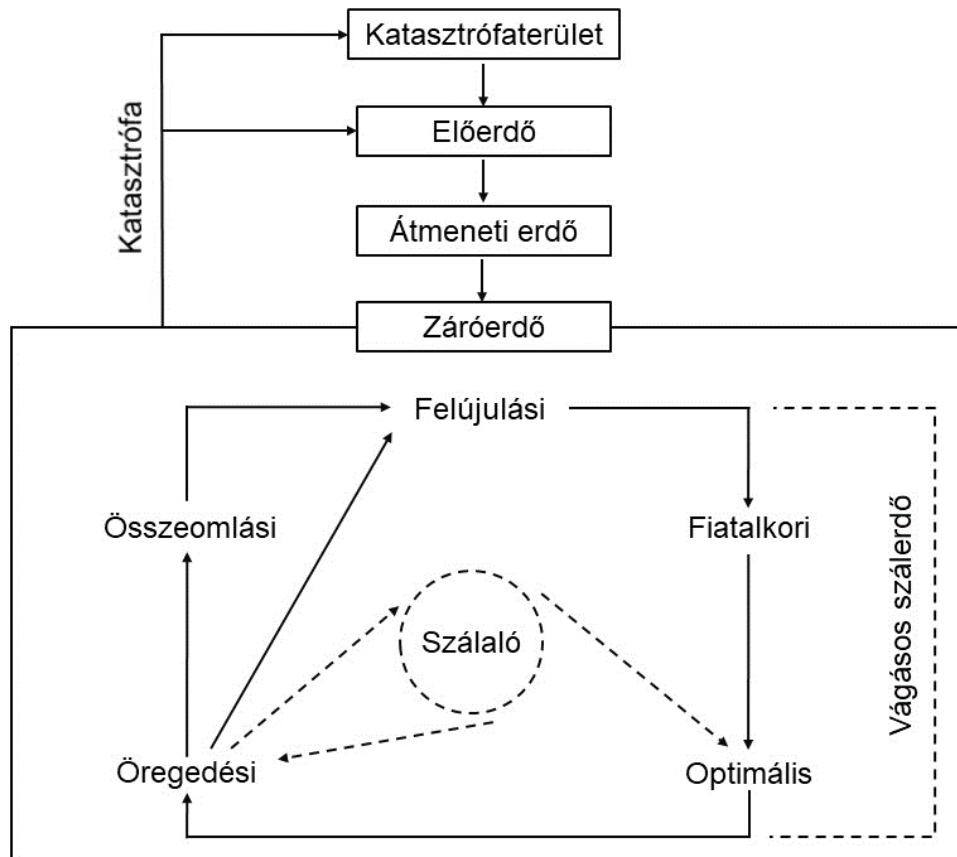
Európa ember által nem vagy kevésbé befolyásolt síksági erdőinek természetes szerkezetéről és dinamikájáról máig élénk tudományos vita zajlik. Két markánsan különböző elméleti és koncepcionális modell terjedt el széleskörben. Az egyik a „zárt erdők”, a másik a „legelőerdők” elmélete (Vera 2000; Birks 2005; Mitchell és mtsai 2005; Szabó 2009).

A „zárt erdők” elmélete szerint Nyugat-, Közép- és Észak-Európa mérsékelt övi síkságain a humid klíma előbb-utóbb erdős vegetáció kialakulásához vezet. Az emberi beavatkozástól mentes (ős)erdőben az egyes fejlődési fázisok foltokban, mozaikosan és térben elkülönülten vannak jelen (Mozaikciklus Koncepció, Watt 1947; Korpel 1958; Leibundgut 1959; Zukrigl és mtsai 1963, Czajlik 1997, Markovics 2009; vagy más néven kis és nagy erdőciklus elmélete, Emborg és mtsai 2000). Az erdők fejlődési fázisai olyan típusú ciklikus változás jellegzetes stádiumainak tekinthetők, amelyek egy hosszabb ideje magára hagyott erdőtársulás sajátos belső dinamikájának eredményei (Standovár 1997). Az egyes fejlődési fázisok eltérő méretűek és a fázisok hossza is változó, ám mindegyik fázisnak jól meghatározható szerkezeti jellegzetességei vannak (pl. kor- vagy átmérőeloszlás, nagyméretű fák mennyisége, holtfa mennyisége; Czajlik 1997, Markovics 2009, Král és mtsai. 2018). Az elmélet elsősorban a montán és szubmontán mérsékelt övi erdők dinamikai folyamatainak leírására született meg. Czajlik (1997) az emberi beavatkozástól aránylag mentes, közel háborítatlan magyarországi bükköseinkben az erdőállomány fejlődésének legalább két lehetséges fejlődési sorát írja le, amelyet a termőhelyi tényezők, illetve az egyéb abiotikus külső hatások (pl. széldöntés, hókár stb.) határoznak meg (1. ábra). Mindkét lehetséges fejlődési sor/ciklus az állomány optimális szakaszának kialakulásához vezet, melyet zárt, érett faállomány, magas élőfakészlet, aránylag alacsony mortalitás és a faóriások (>80 cm mellmagasságban mérve) alacsony törzsszáma jellemez. Kedvező termőhelyen 180-220 éves állományok is alkothatnak optimális szakaszt. Az állomány fejlődésének következő fázisa az öregedési szakasz, melyben az állományt alkotó idős fák növekedési erélye erősen lecsökken, a természetes mortalitás és a bolygatások hatására előbb kisebb, majd mozaikosan akár nagyobb méretű lécek is keletkezhetnek és az állomány fokozatosan átmegegy az összeroppanási/összeomlási fázisba. Az első fejlődési sorozat gyengébb termőhelyen akkor zajlik le, ha nagyobb területen hirtelen következik be az összeroppanási fázis és az állományt alkotó idős fák záródása 50% alá csökken. Ezt követően előbb pionír fafajokból álló előerdő vagy átmeneti erdő keletkezik, majd ismét kialakul az optimális szakasz. A második fejlődési sorozat jobb termőhelyeken megy végbe, ahol az optimális szakaszban a bolygatások következtében kisebb nagyobb lécek alakulnak ki, melyekben szálanként vagy csoportonként megindul a természetes felújulás, lassan az egész erdő vegyes korú állománnyá alakul és kifejlődik a szálaló erdő. Az állomány fokozatosan visszatér az optimális szakaszba, melynek fafajösszetétele többé-kevésbé megegyezik a kiunduló fafajösszetétellel (Czajlik 1997).

Itt meg kell említenünk, hogy az egyes fejlődési fázisok számának, nevének vagy éppen területe méretének meghatározása szubjektív alapokon nyugszik, így erősen függ a kutató meglátásaitól (Král és mtsai 2010). Egy-egy folt területének mérete Czajlik (1997) szerint néha alig haladja meg az 50 m-es átmérőt (1200-1900 m²). Král és szerzőtársai (2014) megállapították, hogy az egyes fejlődési fázisú foltok átlagos mérete 570-800 m² között változhat, független a vizsgált erdőtípustól (montán és szubmontán elegyes őserdők és természetszerű ártéri keményfás ligeterdők) és a legkritikábbak és legkisebb méretűek az összeroppanó foltok (250-720 m²).

Mérsékelt övi őserdőkben és természetszerű erdőkben végzett hosszútávú (néhány évtizedes) kutatások alapján kirajzolódott, hogy a ciklikus dinamikai megközelítés túlságosan leegyszerűsíti a faállomány fejlődésének folyamatát. Czajlik (1997), Christensen és mtsai (2007), Král és mtsai (2018)

kimutatták, hogy az egyes fejlődési fázisú foltok jelentős része eltérhet a ciklikus fejlődési menettől, sőt visszafejlődés is megfigyelhető. A makroklima, az erdő geobotanikai helyzete, a domborzati kitettség, alapkőzet és más környezeti tényezők mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az erdő szerkezetét érő természetes és emberi eredetű bolygatások és zavarások is (az erdőtörténet vagy erdőgazdálkodás-történet), melyek a faállomány-szerkezet fejlődését a ciklikus és predikálható fejlődési irányból aciklikus és sztochasztikus fejlődési utakra tereli (Czajlik 1997, Standovár 2002b, Král és mtsai 2018).



1. ábra A mérsékelt övi, elegyes, lombhullató erdők faállományának fejlődési fázisai a mozaikciklus-modell szerint. Az ábrát Bartha (2005) alapján szerkesztettem.

A „zárt erdők” elméletének központi eleme a megújulási dinamika. A fafajok természetes felújulása az elmélet szerint a lombkorona bolygatásai (pl. széldöntés) és a természetes öregedés hatására keletkező lékekben történik. Az olyan fényigényes fafajok alkotta erdőkben, mint az ártéri kocsányostölgyesek a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) természetes megmaradó-túlélő újulata (dolgozatomban: a faállományba belenövő, 5 cm mellmagassági átmérőt elérő kocsányostölgy-egyedek) azonban szinte teljesen hiányzik Eurázsia-szerte. Ez a jelenség mindenképpen magyarázatra szorul. A természetes tölgyújulat hiányának okát az eddigi kutatások az alábbiakban látják: fényhiány (Watt 1919; Von Lüpke 1998; Čater és Batič 2006), erős vadrágás (Watt 1919; Petersson és mtsai 2020), alacsony talajnedvesség (Čater és Batič 2006), az elegyfajokkal és a magaskórós növényzettel (pl. *Rubus* spp., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L.) szembeni gyenge versenyképesség (Harmer és Morgan 2007; Janík és mtsai 2008; Jensen és Löff 2017). A

leggyakrabban viszont több tényező összeadódó hatását okolják a kutatók (Vadas 1917; Watt 1919; Bobiec és mtsai 2018).

A „legelőerdő” elmélete megkérdőjelezi, hogy a kocsányos tölgy természetes felújulásának a helye az anyaállomány zárt lombkoronájában keletkező lékek lennének (Vera 2000; Bakker és mtsai 2004). Az elmélet egyik alapja az a jól dokumentált jelenség, hogy a kocsányos tölgy sikeresen újul spontán olyan nyílt élőhelyeken, mint például a felhagyott legelők, fáslegelők, kaszálók, gyümölcsösök vagy erdőszegélyek (Vera 2000; Bobiec és mtsai 2018). Ezért az elmélet kidolgozói felvetik, hogy a kocsányos tölgy spontán regenerációjának természetes környezetét nem az erdő lombkoronájának lékjeiben kell keresni, hanem az erdőn kívül (Vera 2000; Bakker és mtsai 2004; Bobiec és mtsai 2018). A kutatók feltételezik, hogy a kocsányos tölgy uralta erdők szerkezetét a múltban (a Holocénben végig) nyitva tartották a nagytestű, vadon élő növényevők, majd ezeket felváltva olyan hagyományos tájhasználati formák, mint az erdei legeltetés és/vagy a száraló erdőgazdálkodás (Vera 2000; Kirby és Watkins 2015; Petersson és mtsai 2020). Ezeknek a hatásoknak az eredményeként elegendő fény jutott az erdők felújulási szintjére, így nem volt akadálya a kocsányos tölgy természetes felújulásának (Vera 2000; Bakker és mtsai 2004; Kirby és Watkins 2015).

A Pannon régió ártéri keményfás erdeiben végzett (a dolgozatban nem elemzett) terepi kutatásaim alapján az a meglátásom, hogy a fenti két, nagyobb erdődinamikai elmélet, illetve a kocsányos tölgy természetes felújulását vizsgáló nagyszámú erdészeti és ökológia vizsgálat együttesen sem képesek koherens és megnyugtató módon magyarázatot adni arra a jelenségre, hogy miért nem képes a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulata létrejönni a faj számára látszólag alkalmas lékekben sem (pl. vadkerítéssel körbe vett lékek, vagy olyan tájakban, ahol alacsony a vadnyomás) a faj teljes elterjedési területén (Eurázsiai léptékben). Ezzel szemben miért képes olyan fényben limitált helyeken jól újulni, mint az egyéb, nem tölgy uralta, lombhullató vagy fenyőelegyes erdők? Továbbá miért tud homokbuckák száraz délies oldalán cserjések alatt megmaradni (saját terepi tapasztalatok; Molnár 2018; lásd a dolgozat 6.3.3 fejezetét). A fenti elméletek erősen dominálják az ökológia és erdész szakma a kocsányos tölgy uralta erdők dinamikájáról alkotott elképzeléseit, ám egy nagyon fontos tényezőt figyelmen kívül hagynak: a jövevénylisztharmat hatását a magoncok és csemeték fejlődésére.

A jövevénylisztharmat (a leggyakoribb fajok Európában az *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. és az *E. quercicola* S. Takam. & U. Braun) járványszerű fellépését először 1907-ben említik Franciaországból (Hariot 1907). Ezt követően gyorsan végigsöpört egész Európán (Kövessi 1910; Woodward és mtsai 1929). Annak ellenére, hogy a járványos fellépését követő első években gyorsan és nagy mennyiségű tudás halmozódott fel a kocsányos tölgy magoncra és csemetére gyakorolt hatásáról (5.5.3. fejezet), mai napig nem sikerült ezt a tudást megfelelően integrálni a kocsányos tölgyesek természetes erdődinamikáját vizsgáló ökológiai és természetvédelmi kutatásokba és gondolkodásba.

2.5. Ártéri keményfás ligeterdők természetes dinamikája

Az ártéri keményfás ligeterdők táji- és állomány léptékű dinamikai folyamataiban természetes körülmények között a víz és folyó felszíninformáló tevékenysége játszik a döntő szerepet (Peterken 1995; Schnitzler 1997; Fintha 1976; Kárpáti és mtsai 1961). A nagy, szabályozatlan folyók az áradások során egyszerre bontják és építik, formálják árterüket szigeteket, holtágakat, morotva-tavakat és teraszokat

létrehozva. Az organogén (pangóvízes) és mineralogén (frissvízes) szukcesszió révén az ártér egyes pontjai térben és időben folyamatosan távolodnak a víztől, mely távolság alapvetően határozza meg az ártéri növényzet mintázatát (Simon 1957; Kárpáti és mtsai 1961). A mineralogén szukcesszió során a friss iszap- vagy homokfelszíneken beindul a pionír növénytársulások megtelepedése, majd a folyóvízi hordalékkal és szerves növényi maradványokkal (pl. holtfa) való folyamatos feltöltődés előbb puhafás majd az ártéri szukcessziós sorozat zárótársulását képező keményfás ligeterdők vagy gyertyános-tölgyesek kialakulásához vezethet. A folyamat időléptékéről kevés biztosat tudunk. Schnitzler (1997) 250-300 évre becsli a keményfás zárótársulás kialakulását a Rajna árterén, ám ezt követően akár néhány ezer évig is állandó összetevője lehet az ártérnek, ha katasztrófaszerű zavarás nem érinti a területet. A Rajna árterén végzett paleogeomorfológiai vizsgálatok rámutattak arra, hogy a Holocénben 500-800 évente történt olyan katasztrófaszerű áradás, mely minden fejlődési fázisban lévő foltot elpusztíthatott, újraindítva a szukcessziót (Schnitzler 1997). Észak-Amerikai folyóártereken végzett szukcessziós kutatások kimutatták (Egger és mtsai. 2015), hogy az óriástuja (*Thuja plicata*) dominálta zárótársulás 200 évvel a pionír felszínnek létrejötte után kialakulhat, ám a folyópart erózió, meder áthelyeződés és a rendszeres katasztrófaszerű áradások miatt a klímataársulás kialakulása ritka jelenség. Ugyanakkor pionír és a középső fejlődési fázisok nyáras állományai (*Populus trichocarpa* és *P. tremuloides*) ritkán 300 éves kort is megérhetnek. A katasztrófaszerű zavarások után (pl. áradás) a biomassza jelentős része elpusztul és *P. trichocarpa* megtelepedésével beindul a másodlagos szukcesszió (Egger és mtsai. 2015).

Az ártéri keményfás zárótársulás önfenntartó és állományfejlődési/megújulási dinamikáiról, és az ezeket befolyásoló természetes bolygatási tényezőkről őserdők hiányában alig vannak ismereteink (Schnitzler 1997). Peterken (1996) és Schnitzler (1997) a természetes ártéri erdőkben a legfontosabb bolygatási tényezőnek a rendszeres áradást és a széldöntéseket tartja. Meglátásuk szerint a rendszeres áradás és a magas talajvízszint fellazítja a talajt, melyben a fajok zöme sekély, elterülő gyökérzetet fejleszt, így az erős szél könnyen kidöntheti az idős, nagyméretű fákat. A Száva szabályozása előtt rendszeres elöntést kapó szlavóniai öreg tölgyesekből ugyanezt a jelenséget írják le a korabeli erdészek (Gelinek 1880, Fekete 1895, Kuzma 1911). Ezek alapján feltételezhetjük, hogy a kis térléptékű lékdinamika része lehetett a természetes erdődinamikai folyamatoknak. Král és mtsai (2014) két csehországi ártéri keményfás erdőrezervátumban kimutatták, hogy azok faállomány-szerkezetét térben elkülönülő fejlődési fázisokkal (pl. felújulási, optimális, öregedési, összeomlási) le lehet írni. A három évtizedet átölelő (1973-2006) adatsoron azt is kimutatták, hogy az egyes fejlődési fázisok mérete és arányai eltérőek és időben változnak.

Czajlik (1997) szerint más európai, mérsékelt övi, domb- és hegyvidéki erdőtípusokban (pl. bükkösökben) végzett kutatások eredményei csak hazai bükkösökben alkalmazhatóak, a tölgyesek erdődinamikai kutatásainak más elméleti és módszertani alapokon kellene elindulnia. Terepi tapasztalataim és a szakirodalom alapján az a meglátásom, hogy a nagy folyók ártereinek magasabb térszínein kialakuló üde erdőtípusok zárótársulásának mintázatát és faállománydinamikáját – legalább részben – le lehet írni a bemutatott mozaik-ciklus modellel és a finom léptékű lékdinamikával. A különböző fejlődési fázisban lévő foltok méretének, időbeni egymásutániségának, a lehetséges

fejlődésmenetek irányainak társulás specifikus jellegeiről ártéri keményfás őserdők és hosszú távú vizsgálatok hiányában csak feltételezéseink lehetnek.

2.6. A különböző tudásrendszerek ismeretanyaga és az elfelejtett ökológiai tudás

A tudományos szintézisek feladata nem merülhet ki annyiban, hogy a tudományterületeken belül (pl. metaanalízis) vagy társtudományágaik (pl. erdőökológia, paleoökológia és vegetációdinamika) által felhalmozott tudást összefoglalja. Kísérletet kell tennünk arra is, hogy bizonyos kérdések megválaszolásához felhasználjuk a távoli tudományterületek (pl. archeológia, történettudományok, molekuláris taxonómia, növénykórtan) vagy éppen más tudásrendszerek (hagyományos/helyi ökológiai tudás) ismeretanyagát is (Borsos 2004).

2.6.1. Paleoökológia és növénykórtan

Az olyan típusú tudományos kérdések megválaszolása, mint például, hogy milyen lehetett a Holocénben az ártéri erdők szerkezete és milyen hatások alatt változott, szinte elképzelhetetlen anélkül, hogy a távoli társtudományok tudásanyagát szintetizálnánk. Lindbladh és mtsai (2007) megállapítják, hogy az erdők összetétele történeti léptékű változásainak dokumentálására egyféle módszertan használata csak nagyon korlátozott megismerési lehetőséget biztosít. Az erdők fajösszetétele évezredes és táji léptékű változásainak vizsgálatában a paleoökológiai kutatások eredményei nyújthatnak betekintést (Sümegei és mtsai 1999; Magyarai 2015). Északkelet-Magyarország árterein végzett pollenelemzések alapján feltételezik, hogy a kora újkőkor (ezelőtt 8000–7000 év között) ártereit közönséges mogyoró (*Corylus avellana*), szilek (*Ulmus* spp.), magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*) és *Quercus robur/pubescens* fajok uralta elegyes erdők foglalták el, melyekben szórványosan a közönséges lucfenyő (*Picea abies*) is előfordulhatott (Magyarai és mtsai 2008). A paleoökológiai kutatásokat archeológiai evidenciákkal kiegészítve a szerzők arra a következtetésre jutnak, hogy már ebben az időszakban hatással lehetett az ember az ártéri erdők szerkezetére, a települések közelében száraló (főleg tölgy) és sarjerdő (főleg mogyoró és szil esetén) gazdálkodást végezhetett (Magyarai és mtsai 2008; 2012). Az ártéri erdők fajösszetételének legjelentősebb változását 3700 évvel ezelőtre datálják. Ekkor egyrészt a növekvő csapadék és csökkenő nyári hőmérséklet hatására a szilfajok és a közönséges mogyoró dominanciája visszaszorult, és a közönséges gyertyán, európai bükk (*Fagus sylvatica*) és *Quercus robur/pubescens* típusú fajok mennyisége jelentősen megnövekedett, másrészt az emberi eredetű erdőirtások területe növekedett.

A molekuláris taxonómiai és növénykórtani kutatások számos idegenhonos gombafaj esetében dokumentálták azoknak az egyes fafajok hosszútávú dinamikáját meghatározó hatásait a mérsékelt övi lomhullató erdőkben. A szilfajok visszaszorulását okozó szilfavész (*Ophiostoma* spp.) Európában és Észak-Amerikában (Rackham 1986; Brunet és mtsai 2014), az amerikai gesztenye (*Castanea denata*) és az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) pusztulását okozó *Cryphonectria parasitica* (Davis, 1981; Castello és mtsai 1995), vagy legújabban Európában a kőrispusztulást előidéző *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Gross és mtsai 2014) vagy Észak-Amerikában és Európában is tölgypusztulást előidéző *Phytophthora ramorum* mind olyan kórokozók, melyek inváziójáról, fertőzési mechanizmusáról és élettani hatásáról az említett tudományterületek jelentős tudást halmoztak fel. Az erdőökológiai, erdészeti és erdődinamikai kutatások sikeresen beépítették ezt a tudásanyagot modelljeikbe, és

megállapították, hogy ezek az idegenhonos kórokozók jelentősen megváltoztatták a honos erdők szerkezetét és természetes dinamikáját.

2.6.2. Történeti táj- és erdőökológia mint multidiszciplináris megközelítés

Az elmúlt 200–250 év vegetációs változásainak feltárása a történeti tájökológiai rekonstrukciók multidiszciplináris módszertanával végezhető el. A történeti tájökológia alapvetése, hogy a múlt ismeretének hiányában nem érthetjük a jelenben zajló folyamatokat, s így a jövő tervezése is gátakba ütközhet (Sheail 1983; Rackham, 1986; Szabó 2010). A tájhasználat és az abban bekövetkezett változások hatásának vizsgálatával foglalkozó kutatások mindegyike a megfelelő történeti rekonstrukcióból indul ki (Hermý és Verheyen 2007). Mindezeknek a megállapításoknak is köszönhetően a történeti tájökológiai kutatások eredményeinek felhasználása az utóbbi három évtizedben egyre szélesebb körűvé vált a vegetáció recens és múltbeli mintázatainak és változásainak értelmezéséhez (Molnár 2008; Molnár és Biró 2010).

Az 1970-es években kialakult történeti ökológia és annak kutatási módszerei az erdő- és erdészettörténeti kutatásokban is hatékonyan alkalmazhatóak. A tudományág módszertanának lényege, hogy a táj történeti változásainak kutatása során egyenrangú partnerként kezeli a természetet és az embert, tehát a természettudományos és történeti forrásanyagot, a levéltári és a terepmunkát (Szabó 2009).

Az erdőtörténeti kutatások nagy hagyománnyal bírnak Európában (Agnoletti 2000). Az erdőtörténet mint tudományterület kialakulásáról, trendekről és irányzatokról, melyek az erdei ökoszisztémák és az ember kölcsönhatásának következményeit magyarázzák, illetve az erdőtörténet kutatási módszereiről az Agnoletti és Anderson (2000) által szerkesztett tanulmánykötet ad részletes leírást. Az európai erdészet történetéről 2006-ban jelent meg összefoglaló publikáció (Agnoletti 2006).

A Kárpát-medence erdeinek – főleg középkori – történetéről, az erdőborítás változásának alakulásáról, a hagyományos erdőgazdálkodás történeti vonatkozásairól és a történeti kutatások módszertani kérdéseiről Szabó Péter munkáiban olvashatunk átfogóan (Szabó 2003; 2005; 2008a; 2008b). Magyarország erdeinek történeti szempontú leírásaiból az 1960-as évekig meglehetősen kevés áll rendelkezésünkre (Csőre 1966). Ezek közül a legjelentősebbek Tagányi (1896) és Lesenyi (1936) munkái. A kutatott témák jelentős része az erdőtörténet és erdészettörténet tudományterülete köré csoportosulnak. Csőre (1966) és Kolossváry (1965) a két irányzat európai és hazai kialakulásáról, fogalmi kérdéseiről és az égiszűk alatt megjelent publikációkról készítettek összefoglaló tanulmányt. Ez az az időszak, amikor az erdő történeti szempontú leírásaival foglalkozó tudományterületek megnevezése, fogalmi tisztázása végbement. Csőre (1966) még az erdőtörténetet nevezi meg mint bizonytalan gyűjtőfogalmat, mely magába foglalja az erdészettörténetet, erdőtörténetet és az erdőgazdálkodás történetét. Ezt követően az Országos Erdészeti Egyesület Erdészettörténeti Szakosztályának megalakulásával, majd kicsit később a történeti ökológia kialakulásával az erdőtörténeti és erdészettörténeti kutatásoknak egyre jelentősebb irodalma látott napvilágot. Az OEE Erdészettörténeti Szakosztályának 1972-ben megjelent beszámolójában már az erdészettörténetet nevezte meg gyűjtőfogalomként. A szakosztály gondozásában 1965 óta jelenik meg az Erdészettörténeti Közlemények periodika, melyben általában a szakosztály munkatársai jelentetik meg

Kárpát-medencei vonatkozású tanulmányait. Az azóta eltelt csaknem 60 év alatt számos kutató járult hozzá a hazai erdészettörténeti irodalom bővüléséhez, melyek közül Márkus László, Csöre Pál, Kollwecz Ödön, Nagy Domonkos Imre, Oroszi Sándor és Bartha Dénes munkássága a legkiemelkedőbb. A fent felsorolt munkákban az erdőgazdálkodástörténet és annak társadalmi-gazdasági hajtóerői táji és országos léptékben részletesen dokumentálva van (lásd még Kolossváry 1975), ám az erdődinamikai és -ökológiai szempontok hiányoznak.

Az elmúlt két évtizedben számos erdészeti-botanikai és vegetációdinamikai kutatást végeztek, melyek történeti forrásokat elemezve mutatnak be új eredményeket az egyes tájak erdőinek területi változásairól, valamint a fafajösszetétel és az alkalmazott gazdálkodás eredményeként létrejövő főbb erdőalakok (szálerdő, sarjerdő, középerdő) változásáról (Király 2001; Tímár 2002; Szmorad 2010). Bíró és Molnár (2009) illetve Molnár (2008) az Alföld erdővel való borítottságának alakulásáról szóló irodalmakat szedi egy csokorba, illetve egészíti ki új adatokkal a témát, főleg Kitaibel Pál útinaplójának és az I. katonai felmérés térképlapjainak és országleírásának feldolgozásával. Lokálisan a Pannon régió egy-egy kisebb tájegységnek erdeiről készült történeti értékelésre szintén található irodalmi példát (Oroszi 1990; Czajlik 2009; Mázsa és mtsai 2009; Szabó 2010; Bartha és Oroszi 2011). A Pannon régió keményfás ligeterdőinek erdő-történeti elemzéseivel foglalkozó publikációk már jóval szerényebb számúak, szintén lokális jelleggel (Vrška 1998; 1999; Bartha és Vidéki 2008). Szinte mindegyikük írott forrásokat, történeti térképeket, üzemterveket használ a történeti rekonstrukció során. A természetszerű ártéri keményfás erdők faállomány-szerkezeti dimenzióiba a szlávön tölgyesek „legendáját” feltáró Oroszi (1990) mutat be adatokat, különös tekintettel az azokban tenyésző kocsányostölgy-egyedek méreteire.

2.6.3. Helyi ökológiai tudás és történeti tudás

A tájban élő ember hagyományos vagy helyi tudása az erdei ökoszisztémákról különösen felértékelődött az elmúlt évtizedben. Az erdőhöz kapcsolódó hagyományos ökológiai tudás (EKHÖT) fogalma (Traditional Forest-related Knowledge) csak az elmúlt években vált széleskörűen elterjedté (Trosper és Parrotta 2012). A definíciót az Egyesült Nemzetek Erdői Fórumán (UNFF, 2004) dolgozták ki és fogadták el Berkes és mtsai (2000) HÖT-ről alkotott fogalma nyomán. Ez alapján az erdőhöz kapcsolódó hagyományos tudás nem más, mint az élőlények (köztük az ember) egymáshoz és erdei környezetükhöz fűződő viszonyát leíró, adaptív folyamatok által folyamatosan gyarapodó tudás, gyakorlat és világnézet, ami generációról generációra kulturálisan öröklődik. Ez a tudás magába foglalja a tájban élő, az erdővel szoros kapcsolatban lévő ember tudását: a) az erdő fájáról, fakitermelési folyamatokról és a fa megmunkálásáról; b) a mellékhaszonvételekről; és c) az erdő történeti fejlődéséről. Ezért kiemelten fontos ez a tudásforrás a vegetációs mintázatok és azok változásainak megértéséhez (Gimmi és Bürgi 2007; Gimmi és mtsai 2008; Roturier és Roué 2009; Bürgi és mtsai 2013). Számos olyan kutatás eredményét publikálták az elmúlt évtizedben, melyekben a hagyományos ökológiai és a tudományos tudásrendszerek ismeretanyagának szintézisével új ökológiai felismerés született (pl. Kárpátok kaszálórétjeinek fajgazdagsága mögötti hajtóerők, Babai és Molnár 2014 vagy az Amazonas-medence esőerdei természetességének mértéke, Levis és mtsai 2017).

A helyi ökológiai tudás egyik formája a szakképzett erdészek tudása, akik bár tudományos ismereteket tanulnak a képzésük során, ugyanakkor munkájuk során sok időt töltenek el az erdőben

közvetlen megfigyeléssel és tanulással. Ennek a hatalmas tudásanyagának egy része dokumentálva van az erdészeti irodalomban, hasonlóan a néprajzi szakirodalom által dokumentált hagyományos tudáshoz (Biró és mtsai 2019). A történeti erdészeti írott forrásokban (1930 előtt) közreadott tudás elemzése fontos eszköze lehet az olyan élőhelyek természetes szerkezete és dinamikája megismerésében, mint az ártéri keményfás erdők, melyekből mára nem maradt fenn természetes állomány, de a leírások időszakában még jelentős területeket boríthattak ilyenek.

2.6.4. Elfelejtett és újrafelfedezett tudás

Gyakori jelenség a tudományban, hogy bizonyos elméletek vagy kutatási eredmények, még ha publikálják is őket, feledésbe merülnek, nem vernek gyökeret a fő tudományos diskurzusokban (Tjørve és mtsai 2018). MacArthur és Wilson (1963; 1967) nevéhez fűződő, szigetbiogeográfiai elméletek központi elemének számító „egyensúlyi elméletet” például mintegy 20 évvel korábban egy amerikai zoológus már megfogalmazta, de nem tudta egy koherens elméletbe összerakva publikálni (Tjørve és mtsai 2021). MacArthur és Wilson (1963; 1967) publikációit követően a faj-area összefüggéseket leíró matematikai modellek a tudományos diskurzus központi részei lettek, ugyanakkor norvég és finn botanikusok már 40 évvel korábban megalkották számos elemét ezeknek a modelleknek (Tjørve et. al. 2018; 2021). Tudományos eredményeik viszont nem kaphattak széleskörű figyelmet, mert nem angol nyelven adták azokat közre. Az ember nagyléptékű tájatalakító és természetkárosító hatásáról George Perkins Marsh geográfus már a 19. század közepén publikálta korszakos meglátásait, melyek széleskörben elterjedtek és idézettek voltak (Marsh 1867), ám a 20. század elejére legendásan elfelejtődtek, majd újrafelfedezték őket (Koelsch 2012). Ebben az esetben szakmai féltékenységet és tudatos mellőzöttséget feltételeznek a tudománytörténészek. Mindezek az esetek arra engednek következtetni, hogy a tudományos publikációs közeget hajtó „újszerűség” kényszerű hajszolása közben fontos, hogy elég időt szánjunk a történeti és multidiszciplináris tudás felkutatására, hiszen addig valójában nem tudhatjuk, mennyire és milyen tekintetben újszerű, amit felfedeztünk. A történeti és recens erdészeti, ökológiai és növénykórtani irodalom áttekintésével szeretném bemutatni a jövevénylisztharmat kocsányos tölgy csemete fejlődésére és túlélésére gyakorolt hatásáról felhalmozott és részben elfeledett vagy alulértékelt tudást, integrálva azt a természetes tölgyerdődinamikáról folytatott diskurzusba.

3. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatói érdeklődésem középpontjában a pannon keményfás ligeterdők szerkezetének és dinamikájának, múltjának és jelenének minél részletesebb megismerése, és az öreg erdők jövőjének kérdései állnak. Ezért a dolgozatom általános célja, hogy bemutassa, milyen lehetett és milyen most a Pannon régió természetszerű ártéri keményfás ligeterdőinek faállomány-szerkezete és felújulási dinamikája. Dolgozatomnak nem volt célja az általunk vizsgált állományok átfogó erdőtermészetességi értékelése.

Vizsgálataimmal a következő kérdésekre kerestem válaszokat:

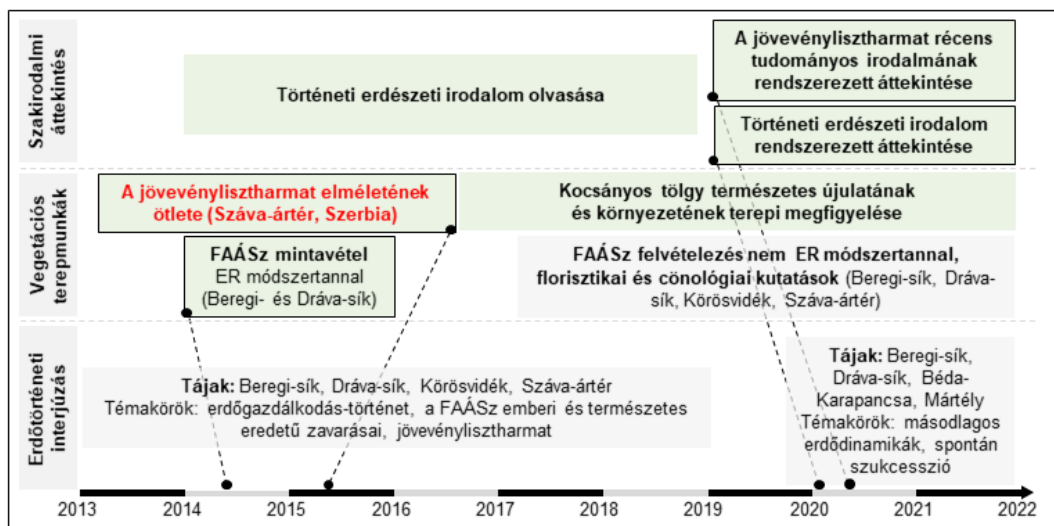
- 1) hol tart jelenleg a Pannon régió néhány reprezentatív, természetszerű keményfás ligeterdőjének faállomány-szerkezete az erdőfejlődés folyamatában?;
- 2) hogyan befolyásolta az erdőgazdálkodás szemlélete és a gazdálkodás felhagyása a természetszerű erdők szerkezetét?;
- 3) milyen faállomány-szerkezeti és természetes megújulási viszonyok jellemezték a folyószabályozások és az idegenhonos jövevénylisztharmat inváziója előtti öreg, keményfás ligeterdőket;
- 4) hogyan befolyásolja az idegenhonos jövevénylisztharmat a kocsányos tölgy természetes felújulási dinamikáját és a természetes erdődinamikát?

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

„A fennmaradt szájalóerdők túlnyomó része paraszti erdőbirtokosok erdővagyonra. Jóllehet, a tulajdonosok aligha részesültek erdészeti képzésben – legalábbis a múltban –, nekik mégis sikerült ezeket a csodálatra méltó, szép erdőket megőrizni és fenntartani.” Heinrich Reininger, 2000

4.1. A kutatás folyamatának áttekintése

Őserdők és hosszútávú erdődinamikai kutatások hiányában a dolgozatban feltett kutatási kérdések megválaszolása érdekében több tudásforrással és kutatási módszerrel dolgoztam, és a tapasztalatok szintézisét céloztam meg (2. ábra). A Pannon régió néhány természetesen keletkezett ligeterdőjében végzett terepi vizsgálattal feltártam két olyan erdőgazdálkodási gyakorlat hatását a vizsgált erdők faállomány-szerkezetének természetességére, melyek szemléletükben jelentős különbséget mutatnak (lásd az 5.1. és 5.2. fejezeteket). A történelmi erdészeti irodalom rendszerezett feldolgozásával kísérletet tettem a folyószabályozások előtt fellelhető öreg erdők gazdálkodásáról, faállomány-szerkezetéről, természetes megújulási és megújítási folyamatairól közölt kvantitatív és kvalitatív adatok összefoglalására (lásd az 5.3. és 5.4. fejezeteket). Végül áttekintettem az erdőökológia, erdődinamika és társtudományai által felhalmozott tudást az idegenhonos jövevénylisztharmatnak a kocsányostölgy-magoncok/-csemeték fejlődésére gyakorolt hatásáról, és megalkottuk a „jövevénylisztharmat-elméletet”, mely a „zárt erdők” és a „legelőerdők” elméleteket kiegészítve átfogóan megmagyarázza a kocsányos tölgy megmaradótúlélő újulatának hiányát a kocsányos tölgy uralta erdőkben (lásd az 5.5. fejezetet).



2. ábra Az ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének (FAÁSz) és dinamikájának megismeréséhez alkalmazott módszerek. A szürkével jelölt szövegdobozokban azok a vizsgálatok vannak feltüntetve, amelyek során begyűjtött adatokat nem értékeltem ki jelen dolgozatban, de tudományos cikkbe vagy kutatási jelentésben közre lettek adva (Demeter és mtsai 2017; Demeter és Molnár 2020; Molnár és mtsai 2020), publikálás alatt állnak, illetve feldolgozás alatt vannak, ugyanakkor jelentősen segítettek a dolgozatban feltett kutatási kérdések megválaszolását.

4.2. Terepi vizsgálat

4.2.1. Pannon ártéri keményfás ligeterdők jellemzése

Az ártéri keményfás ligeterdők a síkságok és dombvidékek szélesebb völgyei vízfolyásainak magasabb árterein elhelyezkedő, kiváló növekedésű faállományt fenntartó élőhelyei (Király és mtsai 2011; Király és Szmorad 2014). Natura2000-kódja és -neve: *91F0 Riparian mixed forests of Quercus robur, Ulmus laevis or minor, Fraxinus excelsior or angustifolia along the great rivers* (ETC/BD 2009). Ez a típus az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR) szerint a „J6” – keményfás ártéri erdőkkel azonos, de ide sorolhatók azok a gyertyános-kocsányos tölgyes (K1a) és az alföldi zárt kocsányos tölgyes (L5) állományok is, amelyek alapvetően a J6 nagyobb állományaiba beágyazódva jelennek meg (Király és mtsai 2011). Az ártéri termőhely magasabb térszínei felé fokozatos az átmenet az utóbbi kategóriák felé, de az átmenet a termőhely szárazodásával is kialakulhat. Napjainkban (is) leggyakrabban puhafás ártéri erdőkkel együtt fordul elő. Tájji környezetében gyakoriak még a nedves rétek és kiszáritott származékaik, valamint a jellegtelen erdők, és jelentősnek tekinthetők a nádasok, illetve – elsősorban a Dunántúlon – a gyertyános-tölgyesek is (Király és mtsai 2011).

Az idős, természetszerű állományok lombkoronája többszintes, a felső lomb szint fájának magassága meghaladhatja a 40 m-t is. A lombkoronaszint domináns fafajai a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.), a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *danubialis* Pouzar), ez utóbbi fajt a Kisalföld egyes részein helyettesítheti a magas kőris (*Fraxinus excelsior* L.) (Király és mtsai, 2011, Király és Szmorad, 2014). Az alsó lombkoronaszintet mezei juhar (*Acer campestre* L.), közönséges gyertyán (*Carpinus betulus* L.), madárcseresznye (*Prunus avium* (L.) L.), hársak (pl. *Tilia platyphyllos* vagy *Tilia cordata*), vénic-szil (*Ulmus laevis* Pall.) vagy ritkábban mezei szil (*U. minor* Mill.) alkotják, mely fafajok ritkán a felső lombkoronaszintbe is fel nőhetnek. A puhafás ligeterdők felé átmenetet képező keményfás ligeterdőkben gyakran a fehér nyár (*Populus alba* L.), szürke nyár (*Populus × canescens* (Aiton) Sm.), fekete nyár (*Populus nigra* L.) vagy akár fehér fűz (*Salix alba* L.) is előfordulhat. A természetszerű állományok cserjeszintje fajgazdag, melynek jellemző fajai az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna* Jacq.), csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus* L.), veresgyűrűsom (*Cornus sanguinea* L.), ritkábban a kányabangita (*Viburnum opulus* L.). A gyepszint borításának mértéke erősen függ a megvilágítottság mértékétől. A fajkészletét a ligeterdei (pl. *Carex remota* L., *Circaea lutetiana* L., *Cucubalus baccifer* L., *Scilla bifolia* L.) és üde erdei fajok (pl. *Asarum europaeum* L., *Carex sylvatica* Huds., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Paris quadrifolia* L., *Sanicula europaea* L., *Viola reichenbachiana* Boreau) magas aránya jellemzi. A természetszerű állományok gyepszintjének jellemző fajai lehetnek különböző zavarástűrő fajok is (pl. *Galium aparine* L., *Rubus caesius* L., *Urtica dioica* L.). Az élőhely biogeográfiai jelentősége nagy, mert számos olyan védett hegyvidéki fajnak a menedéke, melyek az Alföld egykori hűvösebb-csapadékosabb időszakának reliktumai (pl. *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs, *Leucojum vernum* L., *Fritillaria meleagris* L.) (Simon 1951; Kevei 2008; Király és mtsai 2011, Király és Szmorad 2014).

A keményfás ártéri ligeterdők a folyószabályozások előtt Magyarország mintegy 20%-át (kb. 2 millió hektár) boríthatták (Király és Szmorad 2014). Ma a legalább közepes természetességű állományok összterülete mintegy 15 ezer hektár. A jellegtelen állományokkal együtt is mindössze 20–25 ezer hektárt foglal el az élőhely, ami egykori kiterjedésének kb. 1%-a (Király és Szmorad 2014). Bíró és mtsai (2018)

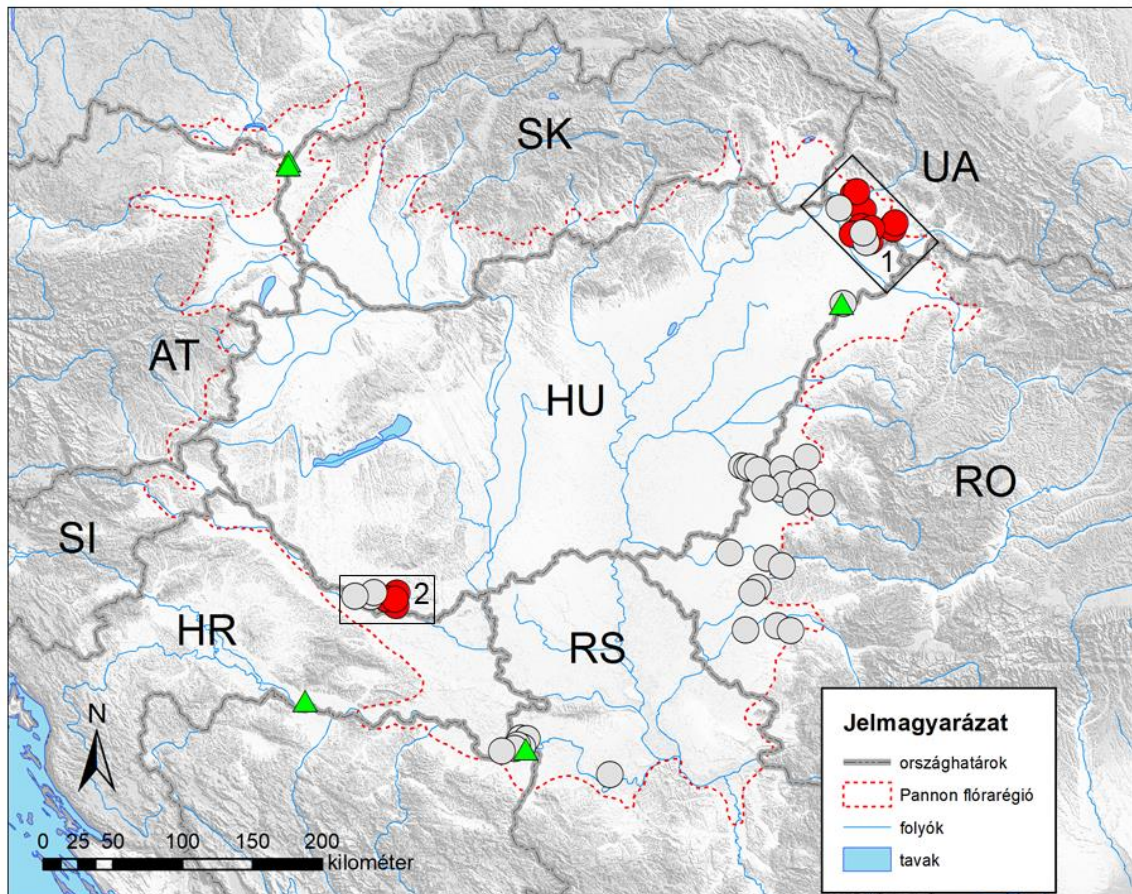
becslése szerint a 18. század végéhez viszonyítva az élőhely mintegy 4%-a marad fenn. Az összefüggő, jó természetességű állományoknak ma öt kulcsterülete van Magyarországon: Bereg–Szatmári-sík, Körösvidék, Alsó-Duna-ártér, Drávamenti-síkság, valamint Szigetköz (Király és mtsai 2011).

4.2.2. Kutatási terület

Faállomány-szerkezeti terepi vizsgálatainkat a Pannon régió két tájában, a Beregi-síkon és a Dráva-síkon, összesen 16 keményfás ártéri ligeterdőben végeztük (3. ábra; 1. táblázat). A Beregi-síkon Ukrajnában és Magyarországon található erdőkben dolgoztunk. A Beregi-sík a Tisza folyó, míg a Dráva-sík a Dráva folyó árterének a része. Minkét vizsgált táj a mérsékelt éghajlati övben fekszik, a tengerszint felett 96–120 méter közötti magasságban. Az éves átlaghőmérséklet 9,5–10,4 °C között, míg az éves csapadékátlag 600–750 mm között változik. A holocénkori folyóvízi kavicsos, homokon és agyagon öntés réti és öntéstalajok alakultak ki (Pásztor és mtsai 2018).

A Dráva-sík növényföldrajzi szempontból az Alföld (Eupannonicum) flóraidékének Dél-Alföld (Titelicum vagy más szerzők szerint Dravense) flórajrásába tartozik (Kevey 2007), de csapadékosabb éghajlata miatt klímazonális növényzete nem erdőssztyepp, hanem zárt tölgyes, sőt, nyugati része már a gyertyános-tölgyes zónához közelít. Ennek köszönhető a hegy- és dombvidéki növényfajok szokatlanul nagy faj- és egyedszámban fordulnak elő (Kevey 2007). A Beregi-sík a Pannon flóratartomány, Eupannonicum flóraidékének, Samicum flórajrásához tartozik, melynek növényzetén szintén jelentős montán hatás érezhető (Hargitai 1943; Simon 1957). A vizsgált erdőterületek fő növénytársulásai a síkvidéki gyertyános-tölgyesek (*Circaeo-Carpinetum* Borhidi 2003 em. Kevey 2008) és ártéri keményfás ligeterdők (*Fraxino pannonicae-Ulmetum* Soó in Aszód 1935), illetve ezek finoman mozaikoló állományai. A Beregi- és Dráva-sík növényföldrajzi jellegének egyik legmarkáns különbsége, hogy míg a Dráva-sík jelentős szubmediterrán hatás alatt fejlődött, addig a Beregi-sík növényzetén ez a hatás nem mutatható ki (Kevey 2007).

A Beregi-sík kárpátaljai oldalán található mintaterületek a Tisza mellékfolyóinak (Borzsa és Latorca) árterén fekszenek, míg a magyarországi állományok a Csaronda-patak, illetve Szipa- és Dédai-főcsatorna mentén. A Dráva-síkon kiválasztott erdőterületek a Kónica-patak és a Fekete-víz mentén helyezkednek el. Rendszeres, évi 1–3 hetes elöntést csak az alábbi kárpátaljai állományok kapnak: Atak, Masonca, Kiserdő, Nagyerdő, Kazutto, Györke. A többi mintaterület mentett ártérben helyezkedik el, s csak kivételesen magas árvíz idején kaphatnak elöntést (pl. 1999–2000-es tiszai árvíz).



3. ábra A vizsgált állományok elhelyezkedése a Pannon flórarégióban. Piros körök – a dolgozatban kiértékelte faállomány-szerkezeti mintavételek helyszínei a Beregi-síkon (1) és a Dráva-síkon (2); szürke körök – faállomány-szerkezeti és cönológiai kutatások helyszínei, melyek adatait nem értékeltük ki jelen dolgozatban; zöld háromszög – természetszerű állományok, melyek faállomány-szerkezetéről és erdődinamikai folyamatairól recens szakirodalom érhető el. A Pannon flórarégió lehatárolása Soó Rezső munkáján alapszik (Soó 1947; vö. Fekete és mtsai 2016).

1. táblázat A vizsgált állományok földrajzi helyzete, gazdálkodási rendszere és általános szerkezeti jellemzőik. GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos; FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos; GazdVag – gazdálkodott vágásos; FelhVag – felhagyott vágásos; DBH – mellmagassági átmérő; VZ – védőzóna; MT – magterület.

Erdő	Ország	Földrajzi szélesség (É)	Földrajzi hosszúság (K)	Gazdálkodási rendszer	Mintavételi pontok száma	Üzemtervi kor	Az élő fák törzsszáma (db/ha)	Az élő fák körlopősszege (m ² /ha)	A DBH négyzetes középértéke (cm)	A lombkorona összborítása (%)	A felső lombkoronaszint	Az alsó lombkoronaszint	A cserjeszint borítása (%)	A gyepszint borítása (% _A)	Élőfakészlet (m ³ /ha)	Összes holtfa (m ³ /ha)	Fekvő holtfa (m ³ /ha)
Atak	UA	48°13'34,14"	22°47'44,92"	GazdSzal	8	189	418	32	31	81	63	40	7	42	563	5	41
Masonca	UA	48°26'4,61"	22°25'33,32"	GazdSzal	8	150	644	34	26	76	70	51	27	56	584	32	21
Kiserdő	UA	48°24'57,36"	22°26'45,72"	GazdSzal	8	116	347	31	35	91	74	52	9	21	504	13	0
Nagyerdő	UA	48°12'9,88"	22°47'15,03"	GazdSzal	6	65	384	35	34	90	81	31	20	6	572	21	10
Rafajna	UA	48°19'49,60"	22°30'42,83"	GazdSzal	8	110	449	26	27	79	73	38	29	89	389	4	5
Kazutto	UA	48°27'7,16"	22°27'19,47"	GazdSzal	4	120	562	36	29	86	74	73	20	46	561	0	7
Györke	UA	48°14'16,86"	22°48'38,13"	FelhSzal	16	179	466	33	30	77	68	35	23	67	556	32	82
Dédai	HU	48°14'9,00"	22°30'44,11"	FelhSzal	8	99	493	35	30	89	81	37	4	51	546	27	31
Öreg	HU	48°7'43,82"	22°35'27,22"	FelhSzal	8	170	264	32	39	91	83	33	2	35	602	52	25
Bockerek VZ	HU	48°10'48,26"	22°24'10,62"	GazdVag	8	105	617	33	26	78	69	55	5	16	509	8	5
Bükkhát VZ	HU	45°53'14,90"	18° 2'39,70"	GazdVag	8	75	522	31	28	82	78	27	23	51	474	2	11
Salánki	UA	48°12'32,93"	22°47'19,36"	GazdVag	5	65	776	36	24	81	76	42	15	46	511	0	5
Sámod VZ	HU	45°52'2,09"	18° 1'37,07"	GazdVag	4	111	498	31	28	80	70	43	40	56	510	52	42
Bockerek MT	HU	48°10'48,50"	22°23'49,43"	FelhVag	12	104	548	34	28	77	68	45	5	26	515	44	25
Bükkhát MT	HU	45°52'20,38"	18° 2'4,84"	FelhVag	12	85	691	33	25	75	67	58	33	55	475	23	40
Döngör MT	HU	45°52'15,17"	18° 0'46,97"	FelhVag	12	110	472	32	29	75	71	58	51	58	523	32	59

4.2.3. A táj- és erdőhasználat története

E téma a dolgozat egyik kutatási célja, így a szokásos rövid történeti összefoglaló helyett az 5.2., 5.3. és 6.3. fejezetekben lehet a vizsgált térség erdőhasználat-történetéről részletesen olvasni.

4.2.4. A vizsgált erdőgazdálkodási rendszerek

Két erdőgazdálkodási rendszerben (vágásos és egészségügyi szálalóvágásos) aktívan gazdálkodott és a gazdálkodásból felhagyott erdőket mintáztunk meg, négy a priori gazdálkodástörténeti kategóriát létrehozva: gazdálkodott vágásos (GazdVag), gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos (GazdSzal), felhagyott vágásos (FelhVag) és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos (FelhSzal) (1. táblázat; 4. ábra).



4. ábra A vizsgált gazdálkodástörténeti csoportok állományfotói. A – Gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos (Atak-erdő, Beregi-sík, Ukrajna); B – Felhagyott egészségügyi szálalóvágásos (Györke, Beregi-sík, Ukrajna); C – Gazdálkodott vágásos (Bockerek-erdő, Beregi-sík, Magyarország); D – Felhagyott vágásos (Bükkhát Erdőrezervátum, Dráva-sík, Magyarország).

A gazdálkodott vágásos (GazdVag) csoportban négy erdőt vizsgáltunk (hármát Magyarországról és egyet Ukrajnából), melyek átlagos kora 88 év (1. táblázat). Ezeknek az állományoknak a véghasználata tarvágással történt, és mesterséges úton, csemeteültetéssel erdősítették a vágásterületeket. A nevelővágásokat és gyérítéseket az üzemtervnek megfelelően végezték el, melyek keretében a nem célfajokat, illetve a kiszáradt vagy száradófélben lévő és a nem megfelelő törzsalakú

kocsányos tölgyeket igyekeztek eltávolítani, hogy növényteret biztosítsanak a legjobb minőségű – többnyire kocsányostölgy- – egyedeknek. A potenciálisan magas gazdasági értékkel bíró kocsányostölgy-egyedeket a vágásforduló (80–100 év) teljes hosszában és mindegyik nevelővágás alkalmával pozitív szelekcióban részesítették (vö. Roth 1935; Solymos 1993).

A felhagyott vágásos (FelhVag) csoportban három Magyarországon található erdőt vizsgáltunk, melyek átlagos kora 99 év (1. táblázat). Ezeket az állományokat a vágásos csoport erdőivel megegyező nevelővágásokkal és erdőgazdálkodási megközelítéssel gazdálkodták. A fahasználatot és minden egyéb haszonvételt 25 éve abbahagytak. Ezek az erdők részei a magyarországi erdőrezervátum-hálózatnak.

A gazdálkodott szálalóvágásos (GazdSzal) csoportban hat Ukrajnában található erdőt vizsgáltunk, melyek kora átlagosan 128 év (1. táblázat). A csoportban vizsgált erdők között vannak tarvágás után, mesterséges felújítással (ültetés vagy makkvetés által) erdősített területek és nem ismert eredetű területek is. A legöregebb állományokat valószínűleg több száz éve szálalóvágással gazdálkodják. A vizsgált állományokban, a Nagyerdőt kivéve, 1959-től csak egészségügyi szálalást végeztek. A Nagyerdő a levéltári források és tájörténeti interjúk alapján eddig az időszakig legelőerdőként szolgált, majd a változatos záródású, nagyfákat (50–80 cm DBH) tartalmazó foltokat lábon hagyva, tarvágást nem végezve erdősítették a területet 1949 körül. Az erdősítés módja bizonytalan. Az első szovjet üzemterv (1959) már üzemtervezett részletként jelöli (10 éves). A vizsgált egészségügyi szálalóvágásos erdőkben nincs pozitívan megkülönböztetve a két cél fafaj (kocsányos tölgy és magyar kőris). Az egészségügyi szálalóvágás célja, hogy az éves növedéket gyakori, de alacsony erélyű vágásokkal növelje. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy minden tíz évben visszatérnek az adott állományokba és „kiszálalják” az elhalt (álló és fekvő holtfát egyaránt) és a pusztulóban lévő egyedeket fafajra való tekintet nélkül. Az egészségügyi szálalóvágás (вибіркові санітарні рубки) egy gazdaságilag jelentős fakitermelési mód Ukrajna erdőiben (Erdővédelmi szabályzat 1995). Az egészségügyi szálalóvágás kivitelezéséről szóló rendelet szerint az elsődleges célja az, hogy megóvják és fenntartsák a túlkoros erdők egészségi állapotát, ameddig csak lehet. Így célját tekintve nem azonos az Európában egyre terjedő, folyamatos erdőborításra törekvő szálaló gazdálkodással (Csépanyi 2007; 2017; Varga 2009), vagy az erdészeti irodalomból ismert szálalóvágással sem (Roth 1935, Jablanczy 1953). Ukrajna Erdőkódexének rendelkezése szerint az Ukrajna területén található összes ártéri keményfás erdő, köztük a vizsgált terület erdői is a védelmi erdők közé tartoznak, melyeknek elsődlegesen talaj és vízvédelmi rendeltetése van (Erdőkódex 1994; Storozhuk 2014). A tarvágás tiltva van, amíg az állomány egészséges.

A felhagyott egészségügyi szálalóvágásos (FelhSzal) csoportban egy Ukrajnában és két Magyarországon található erdőt vizsgáltunk (1. táblázat). Az erdők kora átlagosan 156 év volt. Az Ukrajnában található állományban (Györke) 20 éve hagyták abba az erdőgazdálkodást. A felhagyás előtt a fent jellemzett szálalóvágásos gazdálkodást alkalmazták. Az erdő eredete bizonytalan. Nagy valószínűséggel a Fekete Lajos (1890a) által leírt Atak erdő része, melyet rendszertelen szálalással gazdálkodtak a 19. század végén. Ennek a túlszalalt és természetesen újuló foltokat is tartalmazó erdőnek a maradéka, mely 1945-ben szintén a szovjet erdőgazdálkodási szemlélet része lett. A két, Magyarországon található állományban 1991-ben hagyták abba az erdőgazdálkodást. Ezeket az

erdőket 1950-ben a Beregi Tájvédelmi Körzet részeivé nyilvánították, és az állományokban csak egészségügyi szálalóvágást végeztek 1991-ig. A szálalóvágásos gazdálkodás fő célja a túlkoros állomány egészségi állapotának megőrzése. A szálalóvágás során csak az álló és fekvő holt faanyagot, illetve a pusztulóban lévő egyedeket távolították el. Az állományok tarvágásos eredetűek, és az erre a rendszerre jellemző nevelővágásokat (Erdőtörvény, 2009) végezték el rajtuk, mielőtt a területet védetté nyilvánították.

A kialakított gazdálkodástörténeti csoportok belső heterogenitása nagyon eltérő és szisztematikus, közvetlenül az erdőgazdálkodási rendszertől nem függő egyedi erdőhasználat-történet jellemezheti az egyes csoportokat alkotó erdőket. Továbbá meg kell említenünk, hogy a gazdálkodott és felhagyott vágásos erdők tendenciózusan fiatalabbak az egészségügyi szálalóvágásos erdőknél, mely különbség a gazdálkodási rendszerek sajátosságából adódik, azoktól elválasztani nem lehet.

Az összes mintavételi pontból (135) leválogattuk azokat a pontokat (9), amelyekben feljegyeztük a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulatát (5–20 cm DBH). Ezekből a mintavételi pontokból önálló csoportot (Újulótölgyek) képeztünk és mindegyik vizsgált változó esetében kiszámítottuk az átlgaikat. A csoportok páronkénti összehasonlításából ezt a csoportot kihagytuk, mivel a többi csoport mintájától nem független mintát alkottak, így a statisztikailag is szignifikáns vagy nem szignifikáns különbséget nem lenne értelme értékelni.

4.2.5. Mintavétel és faállomány-szerkezeti változók

A faállomány-szerkezeti felvételezést 2011–2016 között végeztük a doktori dolgozat alapjául szolgáló cikk tásszerzőivel közösen. A kijelölt 16 erdőben az erdészeti üzemtervek alapján kiválasztottuk a legidősebb állományokat tartalmazó erdőrészeket, melyekben 4, 6, 8, 12 vagy 16 mintavételi pontból álló lineáris vagy négyzetes mintavételi hálózatot jelöltünk ki (1–4 hektáros részek). Az erdőrészeknek, amelybe a mintavételi hálózat került, az alábbi *a priori* feltételeknek kellett megfelelnie: 1) homogén gazdálkodástörténet (pl. kor, gazdálkodási rendszer, gyérítések időzítése, gazdálkodás felhagyásának időpontja); 2) kellő térbeli kiterjedés, hogy legalább 4 mintapont elhelyezhető legyen benne úgy, hogy az erdő szegélye legalább 50 méter távolságra legyen mindegyiktől; 3) nagyméretű fákat tartalmazó lékesedő lombkoronaszerkezet (GoogleEarth 2013-ban legfrissebb felvételei alapján). Ezekkel a feltételekkel olyan állományokat szerettünk volna kijelölni, amelyekben feltételezhető a lékdinamikai folyamatok beindulása és a felújulási/öregedési, esetleg az összeomlási fejlődési fázisok jelenléte. Összesen 135 mintavételi pontban végeztünk faállomány-szerkezeti felvételezést.

Az általános faállomány-szerkezeti jellegeken (pl. lombkoronaszintek borításán) túl olyan szerkezeti jellegeket is vizsgáltam, amelyek a természetszerű erdők szerkezeti és biodiverzitásindikátorai (Nilsson és mtsai 2002; Bauhus és mtsai 2009; Ziaco és mtsai 2012; Burrascano és mtsai 2013). Összesen 26 faállomány-szerkezeti jellegen végeztem elemzéseket (2. táblázat): 2 db lékekhez kapcsolódó (LFI), 9 db holtfához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (HFI) és 15 db élő faállomány-szerkezeti indikátor (ÉFI). Olyan faállomány-szerkezeti indikátorokat választottam vizsgálatomhoz, melyekre feltételezhetően erős hatással lehet az erdőgazdálkodási rendszer és a felhagyás, mint például: 1) a lékekhez kapcsolódó faállomány-szerkezeti változókról vagy a

megmaradó-túlélő újulat sűrűségéről (5–20 cm DBH) feltételeztem, hogy magasabb értékeket mutatnak az egészségügyi szálalóvágásos erdőkben, mivel a szálalóvágás folytán lécek keletkeznek, melyekben megindulhat a felújulás; 2) az élő fák elegyarányára feltételezhetően erős hatással lehetnek a vágásos gazdálkodásban alkalmazott, tölgyre szelektáló nevelővágások; 3) a holtfához kapcsolódó faállomány-szerkezeti és faóriások (>80 cm DBH) törzsszáma változókra feltételeztem, hogy a felhagyásnak lesz hatása.

4.2.6. A faállomány-szerkezet felvételezésének módszere

Az előzetesen kiválasztott erdőrészekben állandó mintavételi pontokat jelöltünk ki, melyekben a faállomány-szerkezet és a holtfa felmérését az Erdőrezervátum Program Hosszútávú Vizsgálatainak (ER-HTV) egységesített tartalmú protokollja alapján végeztük el (Horváth 2012; Horváth és mtsai 2012). A mintavételi pontok középpontját földbeszűrt fémrúddal és fémcímkével jelöltük meg, illetve rögzítettük ennek földrajzi koordinátáit.

A felmérés során az alábbi modulok alapján gyűjtöttünk adatokat:

1. *A faállomány-szerkezet általános jellemzése.* A lombkoronaszintek, a cserje- és felújulási szint záródását és a lékesség mértékét a mintakör területén belül becsültük meg. Lékességnek tekintettük, ha a felső lombkoronaszintből legalább egy uralkodó helyzetű és méretű fakorona, hiányzott és azt a szomszédos koronák vagy a betöltődő alsó szint fiatal fái még nem helyettesítették (Horváth 2012). A lékességet az alábbi kategóriák alapján jellemeztük: L0 – nincs lék; L1 – egy fakoronányi lék, megközelítőleg 10%-át borítja a mintaterületnek; L2-3 – két-három fakoronányi lék, megközelítőleg 25%-át borítja a mintaterületnek; LX – háromnál több fakoronányi lék, a mintaterületnek legalább 50%-át lék borítja. A lombkorona magasságát az uralkodó szintben mért néhány egyed magasságának átlagából számoltuk (1-4 fát mértünk meg átlagosan mintavételi pontonként).
2. *Élő, álló holtfák és törzstörött csonkok felmérése.* A lokális faállomány tulajdonságainak (pl. fafajösszetétel, átmérőeloszlás, körlapösszeg) megismeréséhez a felmérés során kettős kombinált mintavételezést végeztünk, vagyis felvételeztük a 250 m²-es (r = 8,92 m sugarú) mintakörön belül található, 5 cm mellmagassági átmérő feletti fákat, és a mintakörön kívül található, de a szögszámláló próba szerint a minta részét képező egyedeket. A fák egy része, a $d_{130} < 25,2$ cm átmérőjű fák, az r = 8,92 m sugarú mintakör alapján kerülnek a mintába. A vastagabb fák ($d_{130} \geq 25,2$ cm) pedig k = 2-es szorzótényezővel, a szögszámláló próba alapján (Bitterlich 1952; Horváth és mtsai 2012). A mintába kerülő minden egyednél megállapítottuk a fafajt, a szociális helyzetet (kimagasló, uralkodó, közbeszorult, alászorult), és megmértük a mellmagassági átmérőjét (130 cm magasságban). Az élő- és holtfakészlet számításához az átmérő- és magasságmérés adatait felhasználva a Király-féle fatérfogatfüggvényt alkalmaztam (Veperdi 2008b). Azoknak a mintába került élő- és állóholtfa-egyedeknek a magasságát, melyeket terepen nem mértünk meg, fafajonkénti magassági görbék rajzolásával becsültük meg, az alábbi függvény segítségével: $H = A * \ln\{DBH\} + B$, ahol A és B helyi paraméterek. A törzstörött csonkok magasságát minden esetben a helyszínen becsültük meg. A fafajok

elegyarányát mintavételi pontonként és átmérőosztályonként a körlapösszeg alapján számoltuk ki. Az állományok korát az erdészeti üzemtervek alapján állapítottuk meg.

3. *A fekvő holtfa felmérése.* A kidőlt holtfákat és -ágakat, mint fekvő holtfát, vonal menti mintavétellel mintázzuk meg (Warren és Olsen 1964; Ståhl és mtsai 2001). A mintavételi pontból kiindulva 3, egyenként 20 m hosszú képzeletbeli mintavételi vonalat fektetünk sugárirányban a talaj felszínén. A vonalakat északra, valamint 120 fokonként vezettük, tehát 0°, 120° és 240°-ra. Minden olyan 5 cm-nél vastagabb és 1 m hosszúságot elérő/meghaladó fekvő holtfa belekerült a mintába, amely keresztezte a mintavételi vonalat. Minden ilyen keresztezett fekvőholtfa-szakasz külön holtfamintát ad, akkor is, ha több minta ugyanazon törzshöz tartozik. Az egyes minta esetében megállapítottuk a fafajt (ha lehetséges volt) és megmértük/megbecsültük (1–5 cm-es pontossággal) a keresztezett pontban az aktuális körátmérőjét.

4.2.7. Statisztikai elemzések

A vizsgált erdőállományokat 26 faállomány-szerkezeti változóval jellemeztük a vizsgált természetszerű, ártéri keményfás ligeterdők lokális faállományát, melyeket az 2. táblázatban foglaltunk össze. Mindegyik változó esetében a mintavételi pontban mért vagy a mintavételi pontra számított értékekből gazdálkodástörténeti csoportonként kiszámoltuk a csoportátlagot. Az erdőgazdálkodási rendszer és a gazdálkodás felhagyásának hatását a 26 faállomány-szerkezeti változó átlagainak páronkénti összehasonlításával, egyszempontos varianciaelemzés (ANOVA) és Tukey-féle post hoc tesztet (Tukey 1949) alkalmazva végeztük el $\alpha = 0,05$ szignifikanciaszint alkalmazása mellett. A 26-ból 22 változón sokváltozós elemzéseket (PCA és NMDS) végeztünk. A sokváltozós elemzésekből kihagytunk 4 változót ($V_{\text{élő}}$ - élőfakészlet, $V_{\text{állóHF}}$ - álló holtfák mennyisége, $V_{\text{összesHF}}$ - összes holtfa mennyisége, V_{csonk} - törött törzscsonkok mennyisége), melyek erős korrelációt mutattak más változókkal, amelyekből ezek levezethetők ($G_{\text{élő}}$ - élő fák körlapösszege, $G_{\text{állóHF}}$ - álló holtfák körlapösszege, $V_{\text{fekvőHF}}$ - álló holtfák mennyisége, G_{csonk} - törött törzscsonkok körlapösszege). A korrelációk mértékének feltárását a változók páronként összehasonlításával, Pearson-féle korrelációs elemzéssel végeztük.

Annak érdekében, hogy feltárjuk, mely változóknak van hatása a mintában tapasztalható varianciára, főkomponens-elemzést (PCA) végeztünk a megtartott 22 faállomány-szerkezeti változón, a változók ordinációs térhez illesztésekor 1000 permutációt alkalmazva. Nemmetrikus többdimenziós skálázással (NMDS) vizsgáltuk, hogy a gazdálkodási rendszernek és a felhagyásnak volt-e hatása a mintavételi pontok faállomány-szerkezetére (22 változó alapján), és a gazdálkodástörténeti csoport elkülönültek-e a kétdimenziós ordinációs térben. Az NMDS elemzéshez Bray–Curtis-távolságfüggvényt alkalmaztunk. Az algoritmust számos (legfeljebb 100) véletlen állásból indítottuk, hogy konvergálhasson nemlokális optimumba. Az NMDS elemzést megelőzően a 22, eltérő skálájú változót átskáláztuk (az értékeket elosztottuk négyzetgyökükkel), hogy elkerüljük az egyes változók alul- vagy túlreprezentáltságát. Az ordináció ábrázolásakor centrálással, átskálázással és főkomponensekhez való forgatással éltünk.

Csoportonként és fafajonként kiszámoltuk az egyes átmérőosztályokba (5 cm-enként) tartozó egyedek hektáronkénti tőszámainak átlagát, és megszerkesztettük az egyes csoportok átmérőeloszlás-

diagramját. A négy gazdálkodástörténeti és a megmaradó-túlélő tölgyújulatot tartalmazó csoport élő fái mellmagassági átmérőeloszlásának természetességét lineáris regresszióval vizsgáltuk Shimano (2000) átmérőeloszlási „tile” modelljét alapul véve. A regressziószámításhoz negatív hatványfüggvényt alkalmaztuk (törzsszám = ax^{-2} , ahol x: átmérőosztály, és a: az x átmérőosztály sűrűsége). A függvényt -2-es hatványkitevővel logaritmikusan transzformált adatokra illesztettük, ahol az y-tengelyen bemutatott törzsszám adatsorának és az x-tengelyen bemutatott átmérőosztályok középértékének is 10-es alapú logaritmusát használtuk.

Shimano (2000) összesen 22 természetes erdő átmérőeloszlását vizsgálva megállapította, hogy a természetes mortalitás, öngyérülés és a mozaikciklus dinamikája szabályozta mérsékelt övi, lombhullató, természetes erdők átmérőeloszlása a -2-es meredekségű hatványfüggvénnyel jól leírható. Más tapasztalati átmérőeloszlást leíró statisztikai modellek (fordított J-alakú vagy elforgatott szigmoidalakú; vö. Westphal és mtsai 2006) és matematikai modellek (negatív exponenciális; Meyer 1952) is elérhetőek a szakirodalomban. Shimano (2000) szerint a statisztikai modellek csak „utánozzák” az átmérőeloszlás lefutását, míg a negatív exponenciális modell feltételezi, hogy az átmérőosztályok között egyenlő a mortalitási ráta, így ezek nem megfelelőek a természetes erdők átmérőeloszlásának elméleti/matematikai leírásához és modellezéséhez. Az általa javasolt -2-es meredekségű hatványfüggvény vagy, ahogy ő nevezi, „tile model” vagy „cserépmozaik-modell” mögötti ökológiai összefüggés azt mondja ki, hogy: 1) a természetes, mérsékelt övi, lombhullató erdők eltérő fejlettségi fázisú mozaikokból/foltokból épülnek fel; 2) az egyes foltokban a törzsszámot a növtér és a fénytér való küzdelem szabályozza az öngyérülésen keresztül; 3) a foltot alkotó egyedek lombkoronájának mérete és törzsének mellmagassági átmérője arányos egymással; 4) ahhoz, hogy az egyedek növekedhessenek, az egyedsűrűségnek csökkennie kell; 5) ha a foltban az egyedek lombkoronájának vagy a törzsátmérőjének mérete megkétszereződik, a folt törzsszáma négyszeresen csökken.

Az elemzéseket R statisztikai környezetben végeztük (R Core Team 2017). A PCA és NMDS elemzéseket a „vegan” (Oksanen és mtsai 2016), a Tukey-féle post hoc tesztet a „agricolae” (de Mendiburu 2016), az adattranszformációkat a „tidyr” (Wickham 2017) függvénycsomagok segítségével végeztük el, míg az ábrákat a „ggplot2” (Wickham 2017) csomag segítségével szerkesztettük.

4.3. Történeti erdőökológiai megközelítés

A természetszerű ártéri keményfás ligeterdők területi kiterjedésére jelentős hatást gyakorolt a folyókat éltető és alakító fokgazdálkodás megszűnése (16-17. század), a 18. század második felétől a 20. század első harmadáig véghezvitt folyószabályozási munkálatok, az erdőirtás, tájidegen fafajok alkalmazása, valamint a mezőgazdasági célú alagcsövezés is (Andrásfalvy 2007; Biró és Molnár 2009; Schindler és mtsai 2016; Ujházy és Biró 2016; Biró és mtsai 2018). Az élőhely természetes vízjárásának megváltoztatása és a vágásos erdőgazdálkodási szemlélet terjedése erős hatással lehetett az állományok szerkezetére is (Trémolières és mtsai 1998; Janík és mtsai 2008; 2011; 2016; Cestarić és mtsai 2016). Így feltételezhetjük, hogy e két, Pannon régió léptékű tájhasználat-változást megelőzően vagy környékükön a még lábon álló, öreg állományok szerkezete természetszerűbb lehetett a mai állományokénál. Az ilyen történeti források alapján rekonstruálható állományok jó referenciaterületek lehetnek számos erdőszerkezeti indikátor tekintetében. Ezért a történeti források, különösen az írott

források felkutatása és elemzése jelentősen segítheti a recens ökológiai és vegetációdinamikai folyamatok megértését (Szabó 2009; Biró és mtsai 2019).

Az Erdészeti Lapokban az erdész szakma képviselői 1862-től rendszeresen közölnek táji, erdő- és állományléptékű erdőleírásokat a Pannon régió számos tájából. Dolgozatomban elvégeztem a történeti erdészeti irodalom szisztematikus áttekintését, hogy beazonosítsam az 1930 előtt még lábbon álló, öreg (>70 éves) keményfás erdőket. Az 1862-től 1930-ig megjelent összes lapszám tartalomjegyzékét átolvasva letöltöttem azokat a cikkeket, melyek címe ártéri keményfás erdőkre vagy olyan tájak erdőire utalt, melyekben nagy eséllyel előfordul az élőhely (összesen 130 cikk). A folyóirat összes száma szabadon elérhető és kereshető online (<http://epa.niif.hu/01100/01192>). Mindegyik cikket alaposan átolvastam, és szűkítettem az elemzésre alkalmas cikkek számát. Azokat a szakcikkeket tartottam meg, amelyekben kvalitatív leírást és/vagy kvantitatív adatot találtam az alábbi témákban:

1. faállomány-szerkezeti jellemzők (pl. elegyarány, hektáronkénti törzsszám vagy fatérfogat, faóriások törzsszáma),
2. az erdőgazdálkodási rendszer és
3. a természetes erdőfelújulás és természetes újulatra alapozott vagy mesterséges felújítás.

Az Erdészeti Lapokból a fenti szűrő alapján kiválasztott szakcikk (65 cikk) mellett az elemzésbe bevontam más, a saját irodalmi adatbázisomban megtalálható cikket is, melyek releváns adatot tartalmaztak (összesen 4 cikk). Kvantitatív adatnak tekintettem az olyan információt, amely jól definiált területegységre vonatkoztatva közöl mért vagy becsült adatot. Kvalitatív adatnak tekintettem azokat az idézeteket, melyekben nagyobb erdőterületet vagy gazdálkodási egységeket jellemeznek (több tíztől akár több ezer hektárig). A kvantitatív adatokat a recens publikációkból kigyűjtött és a saját felmérések során gyűjtött adatokkal együtt táblázatos formába rendeztem, vagy a szöveggörnyezettel együtt rövidebb idézetek formájában közlöm. A kvalitatív adatokat/idézeteket témájukat tekintve két részre bontottam, és az 2. illetve 3. számú mellékletben egy válogatást újraközölök (erdőszerkezet – 2. melléklet; felújulás – 3. melléklet). A teljes adatbázis az Erdőrezervátum Program honlapján érhető el (Http1). Az idézeteket eredeti, a szerzők által megfogalmazott formában közlöm újra, néhol kapcsos zárójelben kisebb megjegyzésekkel magyarázva a könnyebb megértés érdekében. A faállomány-szerkezettel és felújulással kapcsolatos adatokat az eredmények fejezetben, míg a változásukkal kapcsolatos történeti hajtóerőket a megvitatás fejezetben mutatom be.

Meghatároztam a történeti természetszerű állományok földrajzi lokalitását, amilyen pontosan csak lehetett. Amennyiben a forrás konkrét erdőt vagy erdőrészt említett, úgy azt a második katonai térlepen lokalizáltam (pl. Csála-erdő a Maros árterén Aradtól nyugatra). Ha nem sikerült megtalálnom az említett erdőt, akkor a legközelebbi említett település határában helyeztem el a pontot (pl. Lőretin-erdő valahol Nagyberegtől (Ukrajna) északkeletre)). Amennyiben csak a település volt megnevezve a forrásban, amely határához tartozott az erdő, úgy a települést jelöltem meg (pl. Vajszlói-erdő a Dráva-síkon). Előfordult, hogy egyben nagyobb erdőtesteket jellemeztek a forrásokban, melyek esetében csak a tulajdonformát nevezték meg. Ekkor a birtoktest központi települését jelöltem meg. (pl. Bródi határezred erdői a Száva árterén). A lokalitásokat térképen ábrázoltam az eredmények fejezetben.

4.4. A különböző tudásrendszerek ismeretanyagának szintézise szakirodalmi elemzéssel

Az idegenhonos jövevénylisztharmat (1) kocsányostölgy-magonc/-csemete fejlődéséről és (2) a természetes újulatra gyakorolt hatásáról szóló recens és történeti irodalom azonosítása két irányból történt. Először a személyes és a doktori disszertáció alapját képező szakcikk társszerzőinek szakirodalmi adatbázisában azonosítottuk a kulcsirodalmakat. Majd az ezekben hivatkozott további forrásokat „hólabdamódszerrel” kutattam fel. A másik megközelítésben kereshető online szakirodalmi adatbázisokban kulcsszavas kereséssel azonosítottam a releváns szakirodalmat. A potenciálisan fontos történeti szakirodalmat két, magyar nyelven megjelenő erdészeti folyóirat adatbázisában kerestem: 1) Erdészeti Lapok (<http://epa.niif.hu/01100/01192>) és 2) Erdészeti Kísérletek (https://adt.arcanum.com/hu/collection/BME_ErdeszetiKiserletek/ – megjelent 1900 és 1930 között). A kereséshez az alábbi kulcsszavakat használtam: „tölgy” ÉS „lisztharmat”. Az Erdészeti Lapokban 189 olyan HTML állományt, míg az Erdészeti Kísérletek folyóiratban 27 olyan cikket találtam, amiben együtt fordul elő a két szó. Mindegyik találatot megnyitottam, és alaposan átolvastam a találatok szövegkörnyezetét. A továbbiakban csak azokat a szakcikkeket elemeztem, amelyekben a jövevénylisztharmat kocsányostölgy-csemetére gyakorolt hatásáról írt a szerző.

A recens tudományos szakirodalmak keresését a GoogleScholar, Scopus és Web of Science adatbázisokban végeztem. Mindhárom adatbázisban a következő kulcsszavas keresést alkalmaztam: "pedunculate oak" AND "powdery mildew". Összesen 602 szakcikket azonosítottam (GoogleScholar – 516; Scopus – 30; Web of Science – 65). A szakcikk címét és összefoglalóját átolvasva megtartottam azokat, amelyek releváns eredményeket mutattak be a jövevénylisztharmat taxonómiájáról, eredetéről, elterjedésének történetéről, evolúciójáról, a kocsányostölgy-magoncra/-csemetére gyakorolt fiziológiai-növénykórtani hatásairól, illetve az újulat túlélési esélyeiről.

Összesen 253 történeti és recens magyar, angol, német, francia és román nyelven írt szakcikket és könyvet gyűjtöttem össze és elemeztem. A releváns információkat elbeszélő (narratív) irodalomelemzés módszerével az Eredmények fejezetben mutatom be.

5. EREDMÉNYEK

„Ha a régi folyammenti őserdőket magad elé akarod varázsolni, kedves olvasó, akkor képzelj még ide egy-egy vénségtől elhalt álló faóriást, letörött csúcscsal, hulladozó száraz ágakkal, mohával és gombával fedett törzsszel; másutt egy vagy több, szél által kidöntött 1—2 méter vastag fát, mely egész utczát vágott estében, maga alá tiporva a fiatalabb fákat és facsoportokat; másutt megint régi széldöntvények helyén buján tenyésző erdei gyomokat, cserjéket és fiatalosokat.” Fekete Lajos 1895

5.1. Recens természetszerű öreg keményfás ligeterdők faállomány-szerkezeti indikátorai

A vizsgált állományok átlagos kora 120 év volt. Az élő fák (DBH \geq 5 cm) átlagos hektáronkénti törzsszáma 422 és 599 db/ha között változott. A nagy fák (N_{50–80}) átlagos hektáronkénti törzsszáma $40,71 \pm 1,92$ db/ha, míg a faóriások (N₈₀) mennyisége $5,16 \pm 0,65$ db/ha volt (minden fafajt tekintetbe véve). Az állományokat jól záródó lombkorona jellemezte, melyet helyenként kisebb lécek szakítottak meg (2. táblázat). Az összes holtfa (V_{összesHF}) mennyisége átlagosan $55,40 \pm 5,064$ m³/ha⁻¹ volt (2. táblázat), bár az egyes gazdálkodástörténeti csoportok között jelentős különbségek mutatkoztak ($24,40 \pm 6,99$ és $91,77 \pm 12,96$ közötti értékek).

A sokváltozós elemzés feltárta, hogy a mintavételi pontok túlnyomó többsége egy grádiens mentén szóródott, mely grádiens a PCA biplot jobb felső szegmensétől a bal alsóig húzódik (5. ábra). A jobb felső szegmensben található mintavételi pontok erős pozitív korrelációt mutattak a nagy fák (többnyire kocsányos tölgyek) hektáronkénti törzsszámaival (N_{50_80}) és a gyertyán körlepősszeg szerinti elegyarányával (EA_{gyertyán}), illetve erős negatív korrelációt a különböző holtfaváltozókkal (V_{összesHF}, Holt_Élő, V_{állóHF}). A grádiens másik végén, a biplot bal alsó szegmensében található mintavételi pontok erős pozitív korrelációt mutattak a faóriások hektáronkénti törzsszámaival (N₈₀), a lécek méretével (Lék) és a különféle holtfaváltozókkal (V_{összesHF}, Holt_Élő, V_{állóHF}) (5. ábra). A mintavételi pontok egy kis része ezen a grádiensen kívül helyezkedett el, pozitív korrelációt mutatva az elegyfajok körlepősszeg szerinti elegyarányával (EA_{egyéb}), a törzstörött csonkok sűrűségével (N_{csonk}), továbbá a legvékonyabb mellmagassági átmérő kategóriába tartozó egyedek (N_{5_20}) és a megmaradó-túlélő tölgyújulat (N_{tölgy5-20}) hektáronkénti törzsszámaival (5. ábra).

2. táblázat Természetszerű ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezeti változói (átlag és sztenderd hiba) és a vizsgált gazdálkodástörténeti csoportok páronkénti összehasonlítása. Az azonos betűjelet nem tartalmazó csoportok szignifikánsan eltérnek $\alpha = 0,05$ szignifikanciaszinten. Újulótölgyek – megmaradó-túlélő tölgy újulatot tartalmazó mintavételi pontok almintája; Összes minta – az összes felmért mintavételi pont. Gazdálkodástörténeti csoportok rövid nevei: GazdVag – gazdálkodott vágásos, GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos, FelhVag – felhagyott vágásos, FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos. Félkövér kiemeléssel jelöltem meg azokat a faállomány-szerkezeti változókat, amelyeknél legalább két gazdálkodástörténeti csoport között szignifikáns különbséget mutattam ki. Az egyes változókhoz tartozó mintaelemszámokat a 4. mellékletben mutatom be.

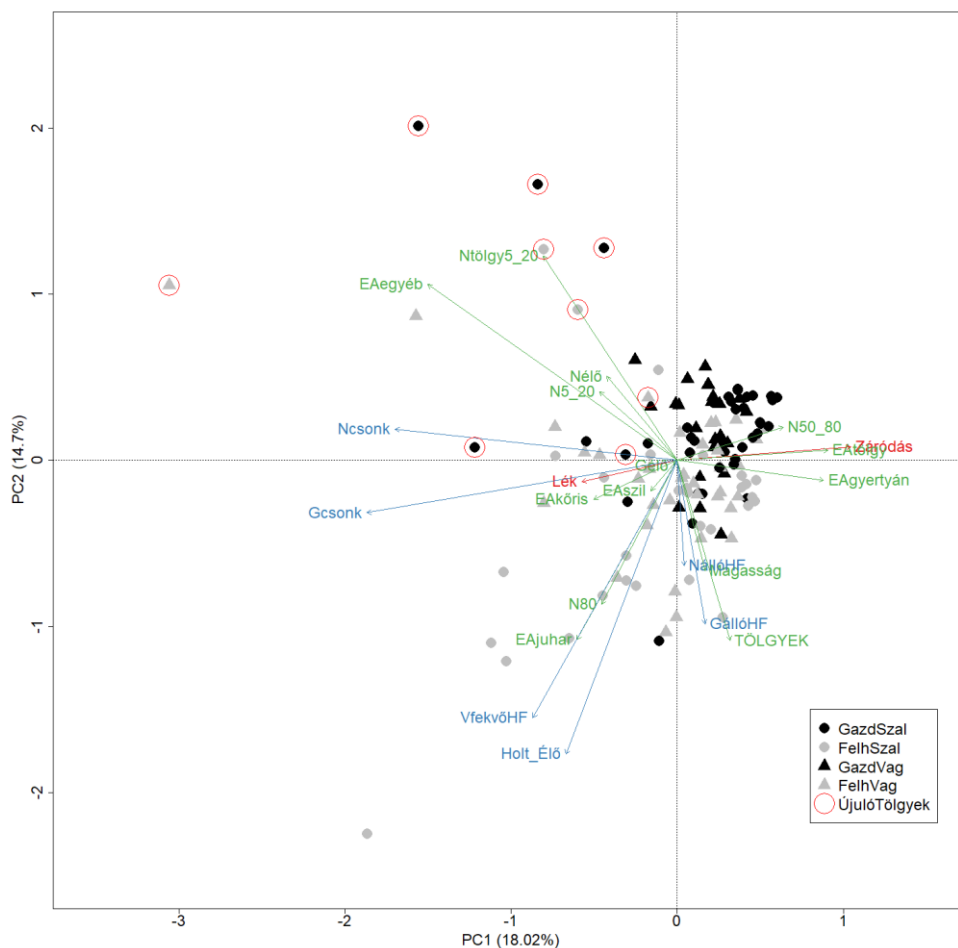
Változók	Összes minta	GazdVag	GazdSzal	FelhVag	FelhSzal	Újuló Tölgyek
Mintavételi pontok száma	135	25	42	36	32	9
Legidősebb egyedek kora (év)	120,02 ± 3,291	88,36 ± 3,748 (c)	128,33 ± 5,974 (b)	99,67 ± 1,801 (c)	156,75 ± 6,025 (a)	125,78 ± 10,150
Lékekhez kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (LFI)						
Záródás – lombkorona záródása (%)	80,70 ± 0,807	80,00 ± 1,384 (ab)	83,57 ± 1,323 (a)	75,56 ± 1,628 (b)	83,28 ± 1,674 (a)	73,33 ± 2,500
Lék – lombkorona lékek általi megszakítása (%)	10,59 ± 0,952	11,60 ± 2,340 (a)	9,05 ± 1,765 (a)	10,83 ± 1,765 (a)	11,56 ± 1,924 (a)	21,11 ± 4,392
Élő fához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (ÉFI)						
Magasság – felső lombkoronaszint magassága (m)	34,24 ± 0,385	33,46 ± 0,386 (ab)	35,49 ± 0,634 (a)	31,77 ± 0,774 (b)	35,99 ± 0,873 (a)	31,54 ± 1,239
N_{élő} – törzsszám (db/ha)	507,07 ± 20,048	599,53 ± 56,773 (a)	462,37 ± 31,545 (ab)	570,25 ± 34,397 (a)	422,42 ± 38,393 (b)	541,81 ± 50,891
G_{élő} – körlapösszeg (m²/ha)	32,73 ± 0,533	32,91 ± 1,414 (a)	31,86 ± 1,129 (a)	33,12 ± 0,863 (a)	33,33 ± 0,879 (a)	28,69 ± 3,783

2. táblázat folytatása.

Változók	Összes minta	GazdVag	GazdSzal	FelhVag	FelhSzal	Újuló Tölgyek
Élő fához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (ÉFI)						
V _{élő} – élőfakészlet (m ³ /ha)	523,76 ± 9,628	498,45 ± 20,565 (a)	523,73 ± 20,610 (a)	504,59 ± 14,805 (a)	565,16 ± 18,288 (a)	410,83 ± 54,807
EA _{tölgy} – kocsányos tölgy elegyaránya (%)	45,90 ± 2,091	52,07 ± 3,887 (a)	46,82 ± 3,938 (a)	53,68 ± 4,137 (a)	31,13 ± 3,429 (b)	38,68 ± 11,893
EA _{kőris} – magyar kőris elegyaránya (%)	27,33 ± 1,964	27,86 ± 3,786 (a)	25,13 ± 3,759 (a)	25,08 ± 3,574 (a)	32,38 ± 4,444 (a)	22,58 ± 8,885
EA _{gyertyán} – közönséges gyertyán elegyaránya (%)	14,43 ± 1,462	7,30 ± 1,730 (b)	20,88 ± 2,908 (a)	7,25 ± 1,260 (b)	19,63 ± 3,837 (a)	2,10 ± 0,938
EA _{juhar} – mezei juhar elegyaránya (%)	4,21 ± 0,601	4,12 ± 1,149 (ab)	2,55 ± 0,815 (b)	2,72 ± 0,618 (b)	8,17 ± 1,861 (a)	1,21 ± 1,151
EA _{szil} – mezei szil elegyaránya (%)	3,06 ± 0,451	5,64 ± 1,623 (a)	1,22 ± 0,496 (b)	3,66 ± 0,691 (ab)	2,82 ± 0,880 (ab)	2,22 ± 1,727
EA _{egyéb} – egyéb fajok elegyaránya (%)	5,03 ± 1,156	3,01 ± 0,820 (a)	3,39 ± 2,146 (a)	7,61 ± 2,894 (a)	5,89 ± 2,204 (a)	33,21 ± 11,712
N _{5_20} – legvékonyabb átmérő kategóriába tartozó egyedek törzsszáma (db/ha)	307,00 ± 19,925	376,05 ± 55,625 (a)	286,71 ± 35,446 (a)	352,27 ± 32,657 (a)	228,78 ± 37,732 (a)	360,05 ± 69,930
N _{tölgy5_20} – megmaradó-túlélő kocsányos tölgy újulat törzsszáma (db/ha)	9,18 ± 3,807	0,00 ± 0,000 (a)	20,96 ± 10,927 (a)	2,22 ± 1,549 (a)	8,75 ± 6,657 (a)	133,35 ± 39,446
N _{50_80} – nagy fák törzsszáma (db/ha)	40,71 ± 1,923	39,20 ± 3,521 (ab)	48,58 ± 3,523 (a)	42,01 ± 4,220 (ab)	30,14 ± 3,073 (b)	31,28 ± 7,231
N ₈₀ – faóriások törzsszáma (db/ha)	5,16 ± 0,651	0,94 ± 0,398 (c)	5,66 ± 1,252 (b)	1,12 ± 0,294 (c)	12,35 ± 1,445 (a)	3,55 ± 1,267

2. táblázat folytatása.

	Összes minta	GazdVag	GazdSzal	FelhVag	FelhSzal	Újuló Tölgyek
Holtfához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (HFI)						
TÖLGYEK – legvastagabb tölgyek átlagos mellmagassági átmérője (cm)	66,49 ± 1,929	62,70 ± 2,826 (bc)	75,12 ± 3,401 (b)	62,48 ± 2,363 (c)	94,88 ± 4,413 (a)	41,99 ± 7,313
N_{állóHF} – álló holtfák törzsszáma (db/ha)	25,80 ± 3,061	17,78 ± 4,245 (b)	9,27 ± 3,405 (b)	50,33 ± 7,091 (a)	26,17 ± 6,403 (b)	14,16 ± 5,985
G_{állóHF} – álló holtfák körlapösszege (m ² /ha)	1,50 ± 0,165	0,76 ± 0,262 (b)	0,80 ± 0,213 (b)	2,34 ± 0,365 (a)	2,05 ± 0,375 (a)	0,79 ± 0,322
V_{állóHF} – álló holtfák mennyisége (m ³ /ha)	23,53 ± 2,802	11,64 ± 4,401 (b)	13,25 ± 3,674 (b)	33,16 ± 5,636 (a)	35,50 ± 7,189 (a)	9,06 ± 3,743
V_{fekvőHF} – fekvő holtfa mennyisége (m ³ /ha)	31,02 ± 4,249	12,71 ± 3,047 (b)	14,82 ± 5,678 (b)	41,56 ± 6,661 (ab)	54,75 ± 13,021 (a)	16,93 ± 4,449
N_{csonk} – törött törzscsonkok sűrűsége (db/ha)	7,59 ± 1,580	4,80 ± 2,654 (a)	4,00 ± 1,681 (a)	12,26 ± 4,679 (a)	9,23 ± 2,635 (a)	23,72 ± 14,148
G_{csonk} – törött törzscsonkok körlapösszege (m ² /ha)	0,51 ± 0,098	0,04 ± 0,026 (b)	0,40 ± 0,169 (ab)	0,62 ± 0,214 (ab)	0,93 ± 0,234 (a)	2,03 ± 0,836
V_{csonk} – törött törzscsonkok mennyisége (m ³ /ha)	0,84 ± 0,171	0,05 ± 0,027 (b)	0,51 ± 0,257 (ab)	1,20 ± 0,403 (ab)	1,51 ± 0,416 (a)	2,37 ± 1,114
V_{összesHF} – összes holtfa mennyisége (m ³ /ha)	55,40 ± 5,064	24,40 ± 6,986 (b)	28,58 ± 6,722 (b)	75,92 ± 7,893 (a)	91,77 ± 12,961 (a)	28,35 ± 6,129
Holt_Élő – holtfa-élőfa mennyiségének aránya (%)	11,05 ± 1,126	4,94 ± 1,408 (b)	5,50 ± 1,165 (b)	15,76 ± 1,830 (a)	17,82 ± 3,285 (a)	7,16 ± 1,367



5. ábra A mintavételi pontok és faállomány-szerkezeti változók PCA ordinációja. Jelmagyarázat: GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos erdő, FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos erdő, GazdVag – gazdálkodott vágásos erdő, FelhVag – felhagyott vágásos erdő. A piros körrel megjelölt pontok a megmaradó-túlélő kocsányostölgy-egyedeket tartalmazó almintákat jelöli. A piros színnel a lékekhez, kék színnel a holtfához és zöld színnel az élő faállomány-szerkezeti elemekhez kapcsolódó változókat jelöltük. A faállomány-szerkezeti változók teljes neveit a 2. táblázatban közöljük.

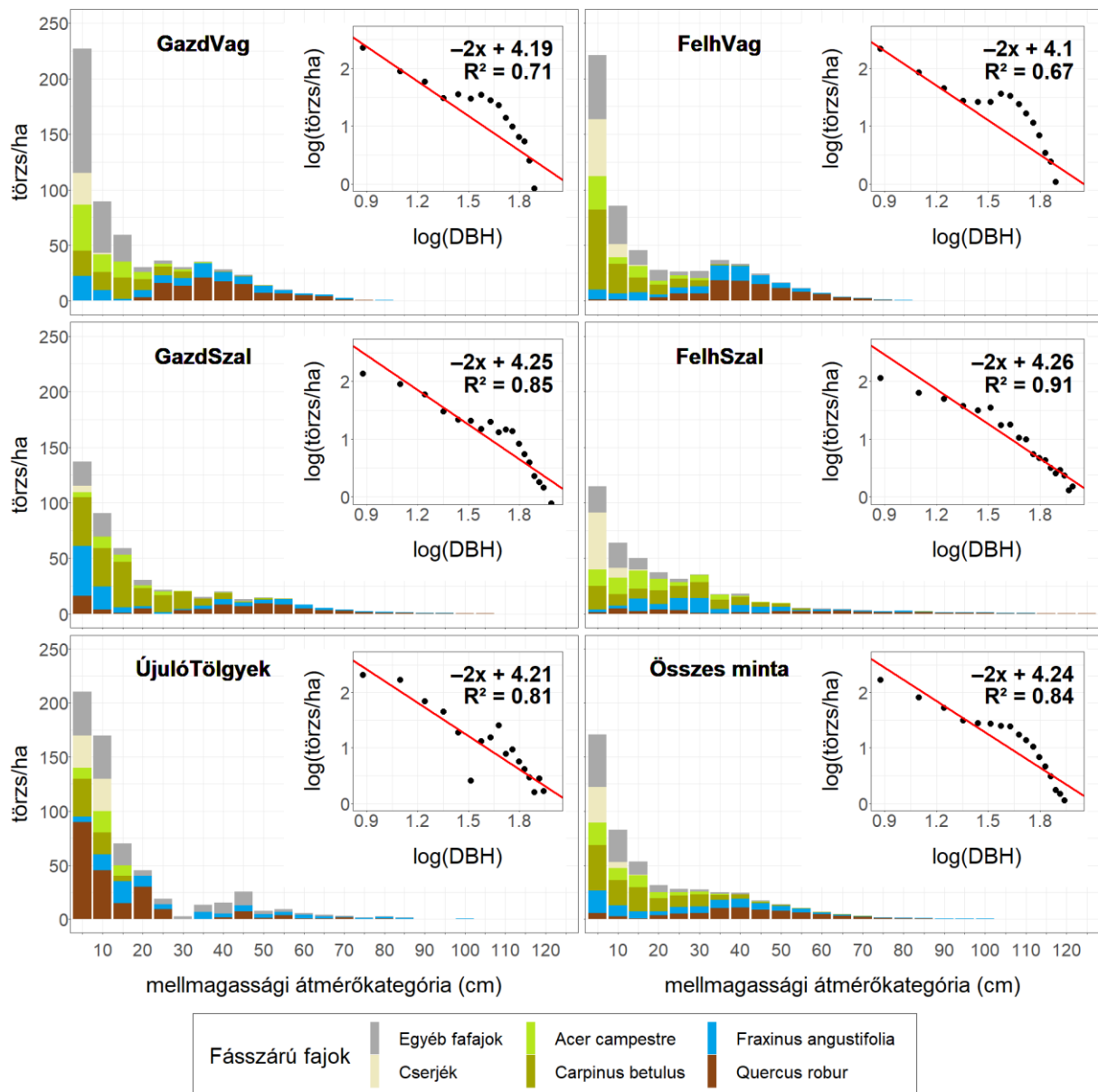
Az összes fajaj adatait tartalmazó mellmagassági átmérőeloszlás ($DBH \geq 5$ cm) elforgatott szigmoid alakot mutatott, enyhe kitüremkedéssel a 25 és 55 cm-es átmérő kategóriák között (az összes mintát lásd a 6. ábrán). Az eloszlás mindkét végénél eltérést mutatott a negatív hatványfüggvény (elméleti modell) által jelzett értékektől. A legvékonyabb és a legvastagabb átmérő kategóriákban is alacsonyabb hektáronkénti törzsszámot mértünk, mint az elméleti modell predikciója. Ugyanakkor a tapasztalati átmérőeloszlás jó illeszkedést mutatott az elméleti modellhez ($R^2 = 0.84$) (6. ábra).

A kocsányos tölgy kissé lapos normális átmérőeloszlást mutatott a megmaradó-túlélő újulat szinte teljes hiányával a legvékonyabb átmérő kategóriában. A magyar kőris mindegyik átmérő kategóriában jelen volt, egy mérsékelt csúccsal az eloszlás elején a legvékonyabb átmérő osztályoknál és egy mérsékelt csúccsal a 35–45 cm-es átmérő osztályok között. Összesen 1756 törzset mértünk fel a felső lombkoronaszintben, melyek 55%-a kocsányos tölgy és 30%-a magyar kőris volt. A felső

lombkoronaszintben mindössze 10 sziltörzset (2 db mezei szil) találtunk, melyek mellmagassági átmérője 38 és 93 cm között változott. Az alsó lombkoronaszintben (1313 törzs) a legtömegesebb fajok a közönséges gyertyán (33%), a mezei juhar (15%) és a magyar kőris (11%) volt. Ebben a szintben a törzsek 15%-a (193 törzs) valamelyik szilfafaj volt (132 db mezei szil, 61 db vénic-szil). Az alsó lombkoronaszintben talált sziltörzsek átlagos mellmagassági átmérője 13 cm volt.

A megmaradó-túlélő újulatot reprezentáló átmérőosztályokban (DBH 5–20 cm) az árnyéktűrő és a magas talajvízszintet/elöntést kevésbé tűrő elegyfajok (pl. közönséges gyertyán, mezei juhar) erős dominanciája volt megfigyelhető. Összesen 1013 törzset jegyeztünk fel ezekben az átmérőkategóriákban (5–20 cm), melyek 28%-a közönséges gyertyán, 16%-a szilfafajok (119 törzs mezei szil és 46 törzs vénic-szil), 14%-a mezei juhar, 12%-a magyar kőris, és 3 %-a kocsányos tölgy (31 törzs) volt.

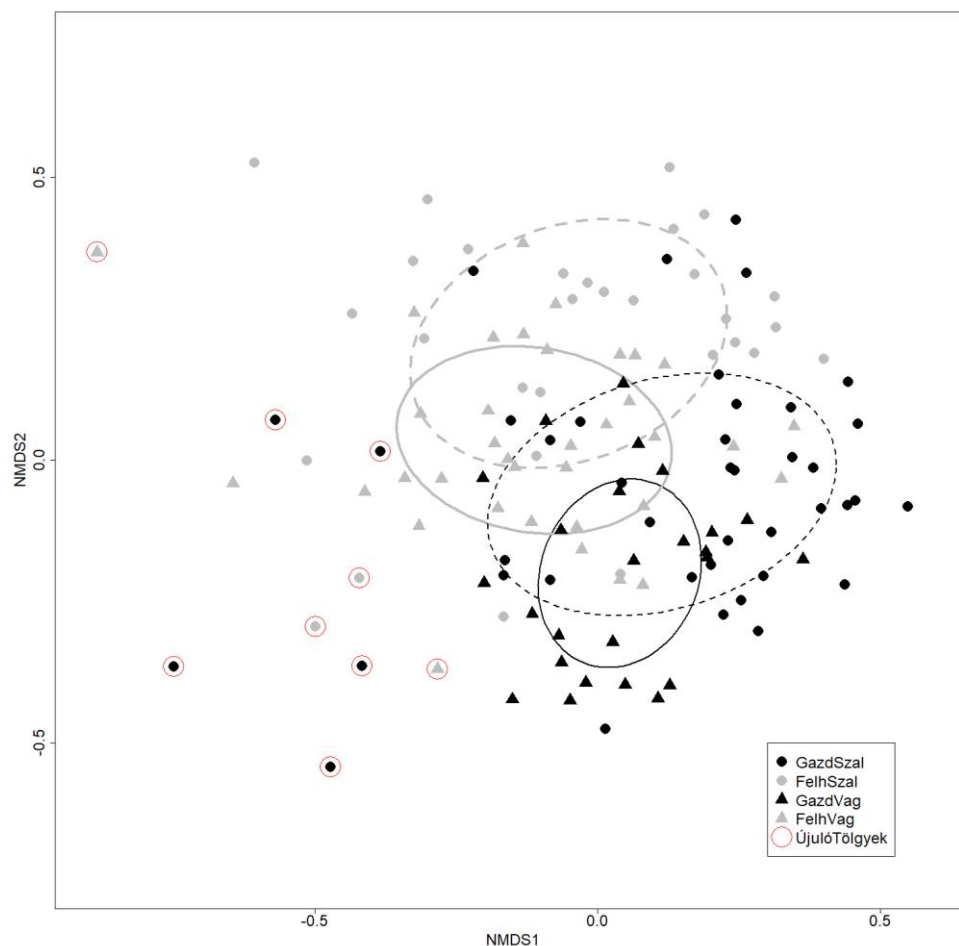
A kocsányos tölgy megmaradó-túlélő egyedeit a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos erdők 5, a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos és felhagyott vágásos erdők 2-2 mintavételi pontjában találtuk meg. Ezek a mintavételi pontok kívül helyezkedtek el a PCA ordináció által feltárt gádiens mentén szóródó pontfelhőn és erős pozitív korrelációt mutattak az elegyfajok körlapösszeg szerinti elegyarányával ($EA_{\text{egyéb}}$), a legvékonyabb átmérőosztályokba tartozó egyedek magas törzsszámával (N_{5-20}) és a vágott tuskók számával (N_{csonk}) (5. ábra). Az Újulótölgyek csoportnak, mely több fajfaállományba felnövő egyedeit is tartalmazza, egycsúcsú (DBH 5–15 cm átmérőosztályoknál) tapasztalati eloszlását figyeltük meg, egyenletesen kisszámú törzsszámmal a 25–85 cm-es átmérőosztályokban és a nagy fák szinte teljes hiányával. Az elméleti „negatív hatványfüggvénymodellhez” a tapasztalati eloszlás jó illeszkedést mutatott, ugyanakkor a DBH 5–10 cm átmérőosztályokban és a legvastagabb átmérőosztályokban ebben az esetben is alacsonyabb volt a törzsszám a modell által predikált értékektől. A megmaradó-túlélő tölgyújulatot tartalmazó csoportban az óriásfák átlagos törzsszáma jóval nagyobb (ötszöröse) volt a gazdálkodott és a felhagyott vágásos erdőkben mért értékekhez képest, de jelentősen alacsonyabb volt, mint a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos erdőkben.



6. ábra A vizsgált gazdálkodástörténeti csoportok mellmagassági átmérőeloszlása és az illesztett negatív hatványfüggvénymodell. Az ÚjlóTölgyek alminta 9 mintavételi pont adatait tartalmazza. A fekete pontok az átlagos hektáronkénti törzsszámot jelölik (db/ha) az adott átmérő kategóriában (5–125 cm). A $DBH \geq 100$ cm törzseket tartalmazó és a mért értéket nem tartalmazó átmérő kategóriákat kihagytuk abból az adatsorból, melyre a negatív hatványfüggvénymodellt illesztettük.

5.2. A gazdálkodási rendszer és a felhagyás hatása a keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetére

Az NMDS ordináció a gazdálkodás-történeti csoportok mintavételi pontjainak széles szóródását mutatta ki, jelezve az adatmátrixban lévő nagy varianciát (7. ábra). A gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos és vágásos állományok mintavételi pontjainak halmazai azonban szinte teljesen átfedő képet mutattak. Ugyanakkor a gazdálkodott és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoport mintavételi pontjai is nagyobb szórást, így nagyobb varianciát mutattak, mint a vágásos párjaik. A felhagyott és gazdálkodott erdők pontjai diffúzan váltak szét egymástól az ordinációs ábrán. A gazdálkodott vágásos és a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományok pontjai különültek el egymástól a legmarkánsabban. Bármelyik gazdálkodástörténeti csoportot is vizsgáljuk, a megmaradó-túlélő tölgy újulatot (DBH 5–20 cm) tartalmazó mintavételi pontok a csoportosító ellipszisen kívül helyezkedtek el, vagyis nem tartoztak a csoport legjellemzőbb mintavételi pontjai közé.



7. ábra A faállomány-szerkezeti minták kétdimenziós NMDS ordinációja. GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos, FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos, GazdVag – gazdálkodott vágásos, FelhVag – felhagyott vágásos, ÚjulóTölgyek – megmaradó-túlélő tölgyújulatot tartalmazó mintavételi pontok almintája. A csoportosító ellipsziseket a pontkoordináták szórása alapján rajzoltuk meg úgy, hogy az ellipszisek nagytengelyének irányát a súlyozott korreláció határozta meg. Folytonos vonal – vágásos állományok; szaggatott vonal – egészségügyi szálalóvágásos állományok.

Az faóriások hektáronkénti törzsszáma (N_{80}) szignifikánsan nagyobb volt a gazdálkodott és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportban is a vágásos párjaikhoz viszonyítva (2. táblázat). A legvastagabb tölgyegyedek 10%-ának átlagos mellmagassági átmérője (TÖLGYEK) mindkét egészségügyi szálalóvágásos állományban nagyobb értéket mutatott, mint vágásos párjaiknál, de csak a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban volt szignifikáns a különbség. Az egészségügyi szálalóvágásos állományok kora ugyanakkor szignifikánsan magasabb volt a többi gazdálkodástörténeti csoport állományainak korához viszonyítva (2. táblázat)

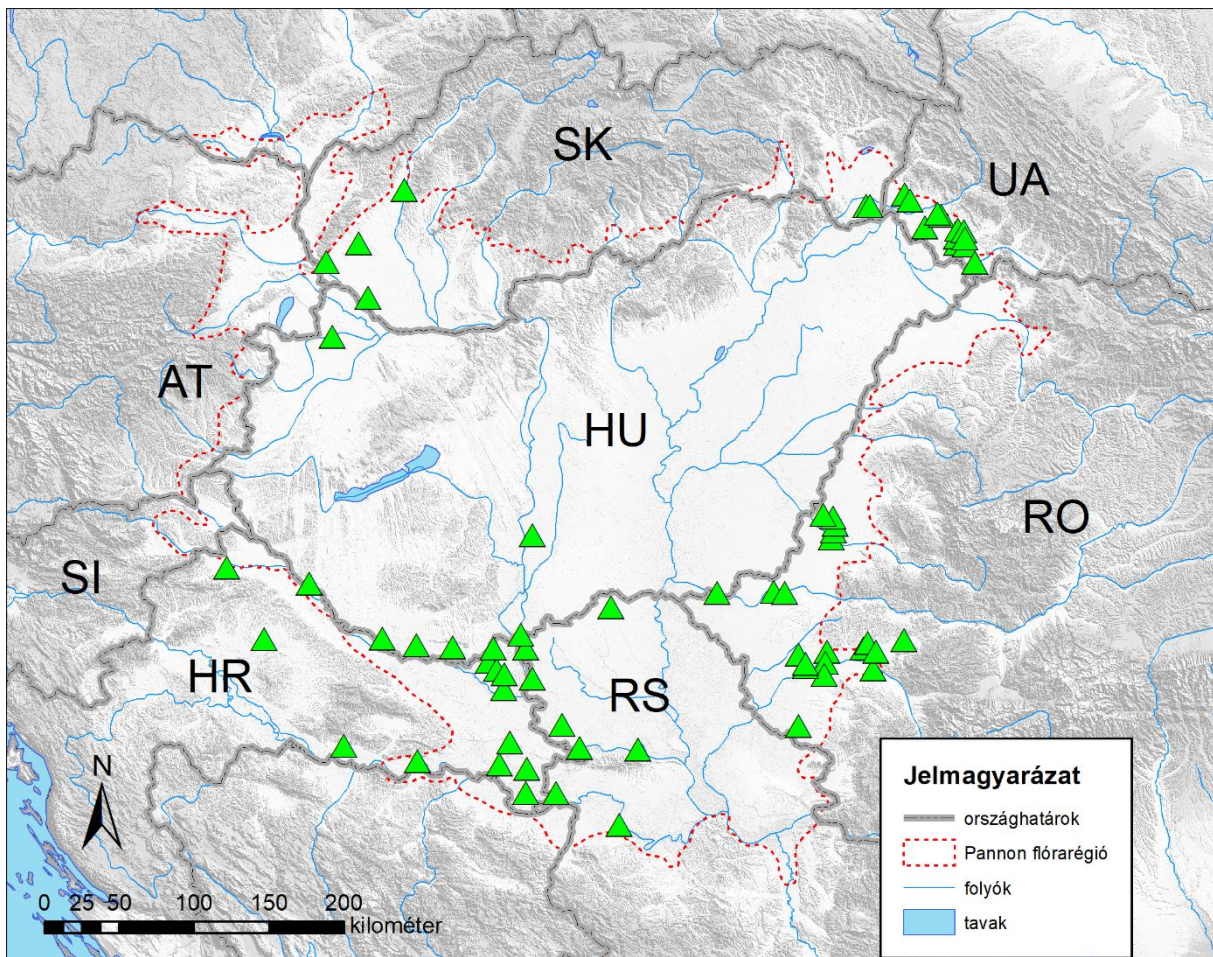
A kocsányos tölgy körlepősszeg szerinti elegyaránya ($EA_{egyéb}$) szignifikánsan alacsonyabb volt a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban a többi gazdálkodástörténeti csoporthoz viszonyítva. A hektáronkénti átlagos törzsszám ($N_{élő}$) mindkét egészségügyi szálalóvágásos csoportban alacsonyabb volt a vágásos állományokhoz képest, de csak a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban volt szignifikánsan alacsonyabb. Mindkét egészségügyi szálalóvágásos csoportban a megmaradó-túlélő tölgyújulat átlagos hektáronkénti törzsszáma többszörösen magasabb (ám még így is nagyon alacsony) volt a vágásos párjaikhoz képest, ám a nagy szórás miatt a különbségek statisztikailag nem voltak szignifikánsak.

Míg a gazdálkodott és felhagyott vágásos állományok 5 vizsgált erdőszerkezeti változó (csak HFI: $N_{állóHF}$, $G_{állóHF}$, $V_{állóHF}$, $V_{összesHF}$, $Holt_Élő$) esetében különböztek szignifikánsan, addig a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportok között 10 vizsgált változó (öt ÉFI és öt HFI) mutatott szignifikáns különbséget (2. táblázat). A legtöbb szignifikáns különbséget – összesen 13 változó esetében – a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos és a gazdálkodott vágásos állományok között mutattunk ki (2. táblázat).

Az erdőgazdálkodás hatása az átmérőeloszlásokra szembeűnő volt. Mindegyik gazdálkodástörténeti csoport átmérőeloszlása szigmoid alakot mutatott, de mindkét vágásos csoport (gazdálkodott és felhagyott) erősebb kitéremkedéssel a 25 és 55 cm-es átmérőkategóriák között. Ugyanakkor a gazdálkodott és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportok tapasztalati átmérőeloszlásai jobban illeszkedtek az elméleti negatív hatványfüggvénymodellhez (6. ábra).

5.3. A keményfás ligeterdők faállomány-szerkezete a történeti erdészeti irodalom tükrében

14 tájból (3. táblázat) összesen 67 erdőből vagy erdős területről (8. ábra) 266 kvalitatív és kvantitatív faállomány-szerkezeti, erdőgazdálkodással kapcsolatos, természetes felújulásra vagy mesterséges felújításra vonatkozó történeti leírást/adatot gyűjtöttünk összesen 69 db, 1862 és 1930 között publikált cikkből (2. és 3. melléklet). A legrészletesebben (mind kvalitatív, mind pedig kvantitatív adatok tekintetében) a Száva és mellékfolyói árterének egykori, öreg, keményfás ligeterdői faállomány-szerkezetét és erdőgazdálkodását dokumentálta az erdészeti irodalom (pl. Bielek 1862; Erdődi 1866a; 1866b; Déván 1889; Fekete 1890c; 1890d; 1895; Kozarac 1886; 1895; 1897; Ettinger 1880; Kuzma 1910; 1911). Ugyanakkor a Maros és Temes folyó (Rochel 1877; Marosi 1889; Blatny 1909; Török 1912; Tuzson 1917), illetve a Beregi-sík (Fekete 1890a; 1890b; Blatny 1909), Béga-völgy (Hoffmann 1873; Gelinek 1880; Divald 1868; 1886; 1892; Fekete 1895; Rónai 1921), Dráva-sík és Drávaköz (Hoffmann 1873; Láng 1873; Ujházy 1878; Kiss 1911; Pánczél 1914) állományairól is több forrás közölt részletgazdag adatokat (3. táblázat).



8. ábra A történeti erdészeti irodalomban leírt erdők (zöld háromszög) elhelyezkedése a Pannon flóraregíóban.

Összesen 23 erdőből találtunk valamilyen faállomány-szerkezeti kvantitatív adatot (3. és 4. táblázat). A leírt erdőkben a legidősebb korosztály kora 78–462 év között változott, illetve egy állományból leírt hagyásfa korát 800 évre becsülte a szerző (Ettinger 1880). A legtöbb adatot az

állományban elérhető maximális mellmagassági átmérőre találtuk (20 adat), melyek kettő kivételével csak kocsányos tölgyre vonatkozott (4. táblázat). Két forrás közül adatokat az állományban előforduló szil mellmagassági méreteiről. Az egyik állományban a legvastagabb szilek átlagos mellmagassági átmérője 70 cm (1265 törzs alapján) volt, míg egy másikban egy törzs 143 cm-es volt (4. táblázat). Erdődi Adolf (1866b) a Száva árterének keményfás állományairól az alábbiakat írja: „A síkság legnagyobb részét borító körül belül 200 éves állabokban a tölgy, szil és kőris átlagos átmérője 24—30” (60-76 cm) — magassága pedig 100—120 l [30-37 m]”. A faóriások hektáronkénti törzsűrűségéről csak három adatot találtunk, mindegyiket a Száva árteréről. Ezekben a forrásokban 25–61 faóriást jegyeztek fel (4. táblázat), melyek mindegyike kocsányos tölgy volt (4. táblázat).

A főfafajok elegyaránya lokálitásonként változó volt. A Száva árterének keményfás ligeterdőiben a kocsányos tölgy elegyaránya a törzsszám tekintetében 51–60% között változott (2. melléklet, Kozarac, 1886). Ezekben az erdőkben a lombkorona második leggyakoribb fafaja a szil volt. A Kuzma Gyula által leírt állományban a szil törzsszám szerinti elegyaránya akkora volt, mint a kocsányos tölgyé (23%) (2. melléklet, Kuzma, 1910). Bokor Róbert (1912) közlése szerint egy 1892-ben letermelt Szlavóniai állományban az összes kitermelt fatömeg (m³) 23%-a szilfa volt. A magyar kőris ezekben az esetekben csak alárendeltebb mennyiségben volt jelen (2. melléklet). A Maros árteréről leírt állományokban hasonló elegyarányokat ír le Rochel (1877): „Legnagyobb részét kocsányos tölgyből, kevesebb szilból, alábbrendelt arányban kőrisből és mezei juharból állanak [...]”. A Béga folyó és a Jarkos patak árterén viszont a szil már csak a harmadik-negyedik legtömegesebb fafaj a gyertyánnal együtt (20%) (2. melléklet, Török 1912; Rónai 1921).

A történeti irodalomban kvantitatív adatot sem az álló, sem pedig a fekvő holtfa mennyiségére nem találtunk.

3. táblázat A Pannon régió ártéri keményfás ligeterdőinek kvalitatív és kvantitatív leírásai a történeti erdészeti irodalomban

Táj	Cikk-szám	Tartalom	Hivatkozások
Béga-völgy	7	kvantitatív faállomány-szerkezeti adatok, kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújulás, mesterséges felújítás, köztesművelés, erdei legeltetés, szálaló erdő, sarjerdő	Anonymus, 1866; Hoffmann 1873; Gelinek 1880; Divald 1868; 1886; 1892; Fekete 1895; Rónai 1921
Beregi-sík	3	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújulás, köztesművelés	Fekete 1890a; 1890b; Blattny 1909
Bodrogköz	1	kvantitatív faállomány-szerkezeti adatok, kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújulás, szálalóerdő	Fekete 1890e
Csallóköz	3	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújulás, köztesművelés, sarjerdő	Anonymus 1874; Fekete 1888b; Blattny 1909
Dél-Alföld	1	természetes felújulás, lisztharmat	Kiss 1911

3. táblázat folytatása.

Táj	Cikk-szám	Tartalom	Hivatkozások
Drávaköz	5	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújulás, mesterséges felújítás, köztesművelés, sarjerdő, szálalóerdő, makkoltatás	Láng 1873; Kiss 1911; Anonymus 1907; 1911; Pánczél 1914
Dráva-sík	3	kvantitatív faállomány-szerkezeti adatok, kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, lizsthermat, makkoltatás, fokozatos felújítógás	Hoffmann 1873; Ujházy 1878; Pánczél 1914
Duna menti síkág	6	természetes felújulás, mesterséges felújítás, köztesművelés, erdei legeltetés	Divald 1872; Zsuffa 1892; Iványi 1913; Hirsch 1873; Wendl 1874; Hamernyik 1913
Hanság	1	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, mesterséges felújítás, köztesművelés	Erdődi 1862
Körösvidék	1	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, mesterséges felújítás, köztesművelés, erdei legeltetés, makkoltatás	Anonymus 1865
Maros síksága	4	kvantitatív faállomány-szerkezeti adatok, kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, lizsthermat, köztesművelés, erdei legeltetés, sarjerdő	Rochel 1877; Marosi 1889; Blattny 1909; Tuzson 1917
Szlavónia	28	kvantitatív faállomány-szerkezeti adatok, kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, természetes felújítás, mesterséges felújítás, lizsthermat, erdei legeltetés, makkoltatás, szálaló erdő, fokozatos felújító vágás	Bielek 1862; Erdődi 1866a 1866b; 1866c; 1866d; Lázár 1870; Gelinek 1880; Déván 1889; Fekete 1890c; 1890d 1895; Kozarac 1886 1895; 1897; Ettinger 1880; Danhelovsky 1881; Boór 1906; Anonymus 1911a; 1911b; Blattny 1909; Kuzma 1910; 1911; Bokor 1912; 1913a; 1913b; Majerszky 1915; Tuzson 1917;

3. táblázat folytatása

Táj	Cikk-szám	Tartalom	Hivatkozások
Temes síksága	4	természetes felújítás, mesterséges felújítás, liztharmat, köztesművelés, erdei legeltetés, száraló erdő, sarjerdő	Anonymus 1866; Anonymus 1881; Anonymus 1911b; Török 1912
Vág völgye	3	kvalitatív faállomány-szerkezeti leírások, száraló erdő, erdei legeltetés, sarjerdő	Anonymus 1874; Fekete 1888b; Blattny 1909
Általános	3	kvalitatív faállomány-szerkezeti adatok, természetes felújulás, liztharmat	Illés 1870; Fekete és Blattny 1913; Hamernyik 1917

4. táblázat A recens és történeti ártéri keményfás ligeterdők kvantitatív faállomány-szerkezeti jellemzői a történeti erdészeti és recens tudományos szakirodalom, illetve saját felméréseink alapján.

Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Történeti erdészeti irodalom									
Béga-völgy (RO)	Tergovesti	78	0	0	63 (tölgy)	32	326	462	Gelinek 1880
Béga-völgy (RO)	Nevrinca	93	0	0	68 (tölgy)	34	347	591	Gelinek 1880
Szlavónia (RS)	Blato, Somovác	200–250	–	–	–	–	103	515	Gelinek 1880
Szlavónia (HR)	Taova	200–250	–	–	–	–	57	498	Gelinek 1880
Szlavónia (HR)	Sočna	>200	–	–	150–180 (tölgy)	45	–	–	Anonymus 1911a
Szlavónia (HR)	Sočna	>200	–	–	110 (tölgy)	41	–	–	Anonymus 1911a
Szlavónia (HR)	Boljkovo	>200	–	–	120 (tölgy)	45	–	494	Anonymus 1911a
Szlavónia (HR)	Varažd	300	–	–	185 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880

4. táblázat folytatása.

Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Szlavónia (BHR)	Bród	236	–	–	158 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880
Szlavónia (BHR)	Bród	317	–	–	222 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880
Szlavónia (HR)	Varažd	270	–	–	164 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880
Szlavónia (HR)	Bolč	462	–	–	225 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880
Szlavónia (HR)	Péterváradi	kb. 800	–	–	300 (tölgy)	–	–	–	Ettinger 1880
Bánát (RO)	-	80–120	–	–	50-100	18-24	–	–	Anonymus 1866
Szlavónia (RS)	Grabovze- Ostrovo	350	–	–	215 (tölgy)	37	–	–	Bielek 1862
Szlavónia (RS)	Karakuscha	250	–	–	130 (tölgy)	29	–	–	Bielek 1862
Al-Duna (HR)	Béllyei	250–300	–	–	227 (tölgy)	30	–	–	Anonymus 1907

4. táblázat folytatása.

Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Lonjsko polje Nature Park (HR)	Prašnik	>200	–	–	143 (szil)	–	–	–	Bokor 1912
Szlavónia (HR)	Boljkovo	~300	25	25	70 (szil) >105 (tölgy)	–	111,3	452,63	Kuzma 1911; Boór 1906
Dráva-sík (HUN)	Lakócsa	150–250	–	–	120–145	–	–	–	Hoffmann 1873
Szlavónia (HR-RS)	Bród- Pétervárad	>200	–	55–60	200–300 cm	35–40	–	–	Déván 1889
Szlavónia (HR-RS)	Vinkovce	> 200	–	43–61	60–76 (átlagosan)	31–37 (átlagosan)	–	–	Erdődi 1866b; Kozarac 1866
Szlavónia (HR-RS)	18 állomány adatai	130–187	–	–	–	–	60-87	256-601	Danhelovsky 1881

4. táblázat folytatása.

Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Recens szakirodalom									
Morávia (CZ)	Ranšpurk National Nature Reserve (1994)	200–250	kb. 14–15	3–4 (kőris uralta állomány)	>220	35	254	550,91	Pruša 1975; Vrška 1998; Vrška és mtsai 2006
Morávia (CZ)	Cahnov-Soutok National Nature Reserve (1994)	400–450	kb. 16–17	7–8 (≥80 cm)	>200 cm	35–40 m	203	547,11	Pruša 1974; Vrška 1997; Vrška és mtsai 2006; Janík és mtsai 2008
Szlavónia (RS)	Stara Vratačna, Strict Nature Reserve	kb. 350–450	26	26	220–230 cm	>35 m 1930-ig	524	–	Bobinac 2000
Lonjsko polje Nature Park (HR)	Prašnik Forest Reserve	kb. 285	24	24	260	45	–	550	Mikac és mtsai 2018
Fényi-erdő ER (HUN)	Fényi-erdő Erdőrezervátum	>140 (hagyásfák)	4	2	159	37-42	790	439	Horváth és mtsai 2018

4. táblázat folytatása.

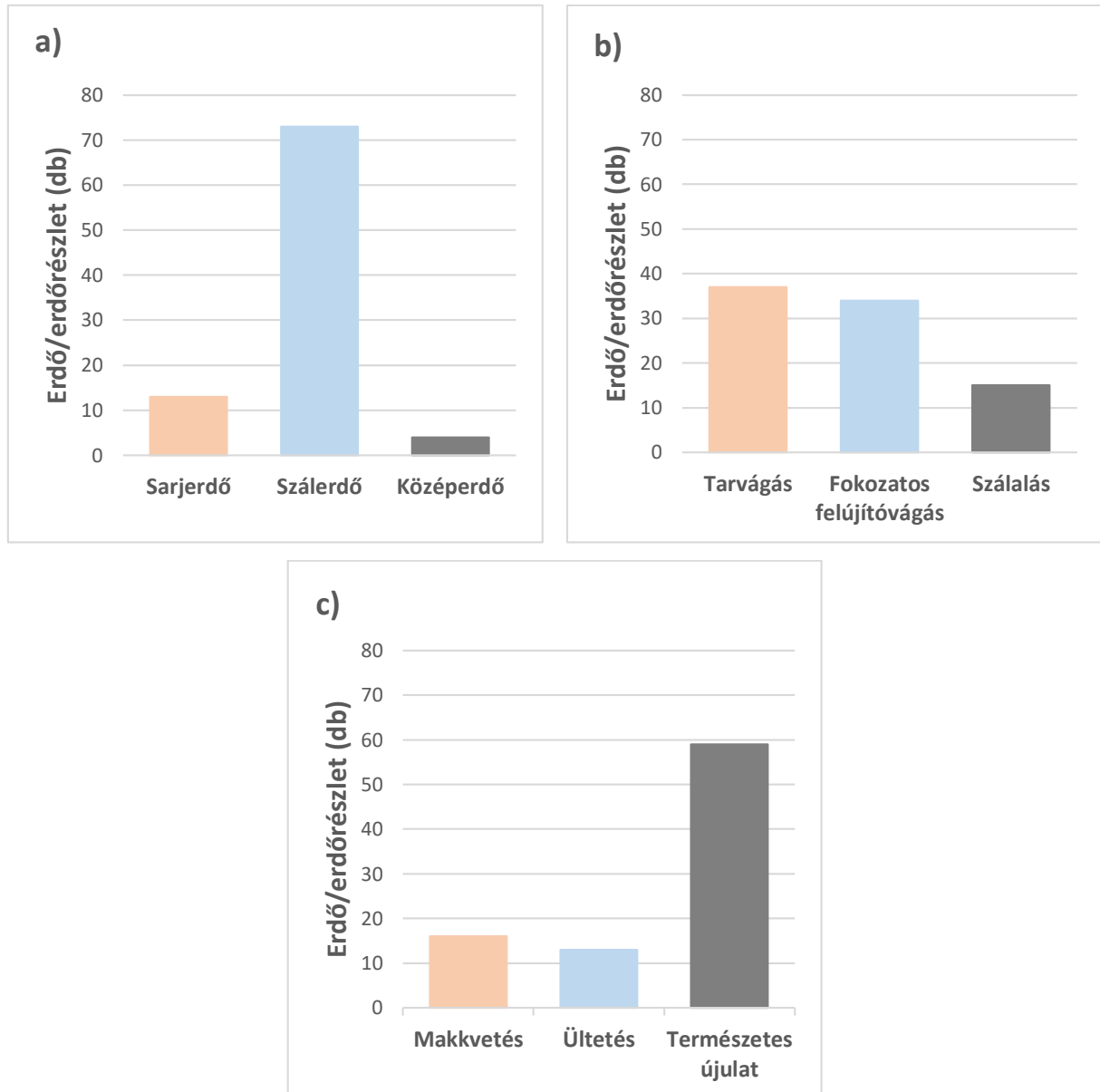
Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Saját felmérések									
Beregi-sík (UA)	Atak	189	14	10	129	43	418	563	
Beregi-sík (UA)	Masonca	150	13	5	109	45	644	584	
Beregi-sík (UA)	Kiserdő	116	0	0	80	40	347	504	
Beregi-sík (HUN)	Dédai-erdő Erdőrezervátum	99	2	2	94	39	493	546	
Beregi-sík (HUN)	Öreg-erdő	170	15	15	122	37	264	602	
Beregi-sík (HUN)	Bockerek-erdő	105	1	1	107	37	617	509	

4. táblázat folytatás

Táj (ország)	Erdő	A legidősebb korosztály kora (év)	Faóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Tölgyfaóriások törzsszáma (DBH ≥ 80 cm, db/ha)	Maximum mellmagassági átmérő (cm)	Maximum állomány- magasság (m)	Élő fák törzsszáma (db/ha)	Élőfa- készlet (m ³ /ha)	Hivatkozás
Beregi-sík (UA)	Nagyerdő	65	1	1	81	37	384	572	
Beregi-sík (UA)	Rafajna	110	1	1	83	38	449	389	
Beregi-sík (UA)	Kazutto	120	1	0	79	41	562	561	
Beregi-sík (UA)	Györke	179	16	6	127	47	466	556	
Beregi-sík (UA)	Salánki	65	0	0	72	36	776	511	
Beregi-sík (HUN)	Bockerek-erdő Erdőrezervátum	104	2	1	107	35	548	515	
Beregi-sík (HUN)	Bükkhát (Páprád)	75	0	0	88	38	522	474	
Beregi-sík (HUN)	Sámodi	111	5	3	88	35	498	510	
Beregi-sík (HUN)	Bükkhát Erdőrezervátum	85	0	0	84	36	691	475	
Beregi-sík (HUN)	Döngör, Bükkhát Erdőrezervátum	110	1	1	92	39	472	523	

5.4. A kocsányos tölgy természetes felújulása/felújítása a történeti erdészeti irodalom tükrében

Összesen 54 erdészeti szakcikkből találtunk leírást ártéri keményfás ligeterdők üzem módjáról, illetve a véghasználat és a felújítás módjáról (9. ábra).



9. ábra Ártéri keményfás ligeterdők üzem módja (a), véghasználati (b) és felújítási módja (c) 1862–1921 között. A történeti szakirodalomban összesen 86 erdő vagy erdő részlet üzem módjáról, véghasználati és felújítási módjáról közöltek leírásokat.

A vizsgált időszakban a szakcikkekben leírt erdők túlnyomó többségét szálerdő üzem módban kezelték, melyeket valamilyen vágásos (tarvágás, tarvágás hagyásfával vagy különböző hosszúságú fokozatos felújítívágás; 3. melléklet, 9. ábra) véghasználattal termeltek le. Meg kell viszont jegyeznünk, hogy mivel a vizsgált cikkek zömében ugyan valamilyen vágásos véghasználat volt tényszerűen megemlítve, ugyanakkor a véghasználat előtt nagy valószínűséggel szálalva gazdálkodták ezeket az állományokat, még ha nem is térnek ki mindegyik cikkben külön erre az egyébként nem elhanyagolható

részletre (pl. épület vagy hordódonga készítés céljából az erdőből megvásárolt, lábon álló fa). A vizsgált időszakban végig mindhárom felújítási mód előfordult. Míg a makkvetésről és ültetésről csak szórványos adatokat találtunk, a természetes újulatra alapozott erdőfelújításról jelentősen nagyobb gyakorisággal számolt be az irodalom. A természetes újulatra alapozott erdőfelújításra háromszor több adatot találtunk, mint a makkvetéssel és ötször többet, mint az ültetéssel történő erdőfelújításra (9. ábra).

A történeti forrásokban szórványos leírásokat találtunk arra is, amikor a kocsányos tölgy sikeresen újult spontán nagyobb lékekben és tarvágásokban az elegyfajok (pl. magyar kőris és mezei szil) vagy az anyafák árnyékában (3. melléklet). *„Szlavóniában azt is tudják már régen, hogy a különben nagyon is fényigényes kocsányos tölgy csemetekorában évekig eltűri a legnagyobb beárnyalást is, és hogy a vele egykorú más fanemekkel versenyre kelve, azokat túlszárnyalja [...] Négy év múltán a vágás tehát nyugalomba kerül s felburjánzik azon minden, csak a tölgy kevés. 5-6 évvel később kendersűrű és növéssű alnövet keletkezett, melyben ha figyelemmel szemléljük, elnyomva tölgyet is találunk. A 10-15 éves sűrűségben a tölgy már felszökött és igyekezik levegőre és világosságra jutni, ami 20-25 éves korban sikerül is. Ezen korban nemcsak a tölgy, de a többi fanemek is 10-15 méter magas, abszolút egyenes növéssű ág és göcsmentes egyedekké fejlődtek s a felülkerekedett tölgy 30 éves korában, elnyomva a többi fanemeket, törzsében megvaskosodik”* – írja Kuzma Gyula (1910).

Fekete Lajos (1890a, 1890b) a Beregi-sík több állományából, valamint a Bodroghköz rendszertelen szálalással gazdálkodott erdőkből számol be arról, hogy a szálalás közben keletkezett lékekben, ha azokat megóvták a túllegeltetéstől, sikeresen újították fel a kocsányos tölgyet spontán újulatra alapozva (2. és 3. melléklet). *„A rendetlenül, de nem túlságosan szállalt erdők, ha talajuk a kelvény gyors felserdülésének kedvezett, nagy vízenyősségüknél fogva erős legeltetésnek nem voltak kitéve, az őserdők vagy helyesebben az árnyéktűrő fák szállalt erdőinek alakját vették föl igen különböző korú kelevénynyel, melynek kórfokozatai egymással kevervék, vagy foltonként többé-kevésbé különválnak és fanemre nézve is vegyesek. Az ily erdőknek megközelítőleg egyenlőkorú állabokká való átváltoztatása és széttagolása a legkörültekintőbb kezelést kívánja. Ennek példájával találkozunk az Attak nevű erdőben [lásd 4. táblázat, 2. és 3. melléklet], a hol az áradásoknak nagyon kitétt terület, fő faneme a kocsányos tölgy, amely többnyire középkorú, itt-ott benhagyott hibás, elvényt szilfakkal van keverve. Ezek között csoportonként és foltonként 20—35 éves tölgy fiatalos, mely közül az öregebb épségre és fajra nézve értéktelenebb fákat kiszedik, a sűrű fiatalosokat szakszerűen gyéritik s e képen lehetőleg egyenlő korú és értékeesebb állabokat hoznak létre”* – írja Fekete (1890) egyik, a Beregi-síkon található mintaterületünkről.

A vizsgált korszak erdészeinek beszámolóí arról tanúskodnak, hogy a természetes újulatra alapozott fokozatos felújítógáással könnyedén fel lehetett újítani az ártéri keményfás ligeterdőket, csupán az elegyfajokat kellett időben gyériteni és a legeltetést betiltani (Temes síkja - Divald, 1886; Szlavónia – Kozarac, 1885, a további leírásokat lásd a 3. mellékletben és Htt1). *„Az erdősítesí terv meg volt és meg van ma is, t. i. a természetes uton való újraerdősítés, mely a tölgy természetének leginkább megfelel, mert nemcsak, hogy a fiatal csemeték az anyafák árnyékában jól tenyésznek, hanem különben is az évenként ismétlődő áradások a mesterséges erdősítesíeket gyakran meghiúsítják”* – írja Kozarac József (1886) a szlavóniai állományokról.

A vizsgált időszakban egyik véghasználati mód kapcsán sem említenek mechanikai talajelőkészítést vagy például herbicidek vagy fungicidek alkalmazását az erdészetileg elfogadható mennyiségű természetes újulat megőrzése érdekében. Ugyanakkor a Kárpát-medence több tájában is (Szlavónia – Kozzarac 1886; Temes síkja – Fekete 1895; Drávaköz – Láng 1873; Bánát – Divald 1886) javasolják az erdészek a vágásterület sertések általi megtúratását, annak érdekében, hogy sikereesebb legyen a makk csírázása és csemeték megtelepedése (összesen hét szerző hat különböző tájból, 3. melléklet). *„Nemsokára beállott egy jó makktermés, akkor az erdész bérbeadta a makkoltatást [...] Így a sertések a termőföldet mindenütt felbolygatták, mintha megkapálták volna, s a makknak jó részét a földbe betúrták. Néhány év múlva, mikor a makkból kelt csemeték 1—2 arasznyi magasak voltak, kiszedték az anyafák második harmadát, s mikor a fiatalos már legalább is térdig érő volt, levágták az utolsó magfákat is”* – írja Fekete (1895) a Temes síkjának egyik állománya kapcsán.

A történeti irodalom jól rávilágított arra, hogy a vizsgált időszakban a természetes újulatra alapozott fokozatos felújítógáást vagy rendszertelen szálalógáást sikeresen alkalmazták Szlavónia, a Beregi-sík, a Temes síkja vagy a Béga-völgy ártéri keményfás ligeterdőinek felújításában, illetve arra is, hogy a kocsányos tölgy természetes felújulásának bizonyos elegyfajok vagy az anyafák árnyéka nem volt akadálya ezekben a tájakban. Ugyanakkor más tájakban (Bácska – Divald 1872b; Bánát – Anonymus 1866; Maros síksága – Divald 1868) a kocsányos tölgy felújításának nehézségeiről számoltak be, és ennek legfőbb hátráltató tényezőinek a túlzott mértékű erdei legeltetést, a vadnyomást vagy a nem megfelelően elvégzett nevelógáásokat/előkészítő vágásokat tartották (3. melléklet). Ezzel párhuzamosan, a 19. század második felében, terjedőben volt egy másik, intenzívebb, mesterséges felújítási gyakorlatot szorgalmazó megközelítés is: a mezőgazdasági elő- és közteshasználatot makkvetéssel vagy csemeteültetéssel kombináló erdőfelújítás (18 adat; 3. melléklet és Http1). Ez utóbbi gyakorlat pont azokban a tájakban (Szlavónia, Beregi-sík) tudott kevésbé elterjedni, ahol a természetes újulatra alapozott felújítás jól működött. Ugyanakkor a természetes újulat vagy éppen a köztesművelést is alkalmazó intenzívebb gazdálkodási módok alkalmazásának természetföldrajzi és társadalmi hajtóerői is voltak. *„Mezei termények elő- és köztes mivélését a Felsőerdőben nem érvényesíthették, mert a körülakó népesség meglehetősen jó szántóföldekkél bír és a vadak által okozott károktól fél. Mindazonáltal itt-ott történtek néhány évi mezőgazdasági előhasználattal egybekötött felújítások is [...] A köztes mezei mivélésre azonban a lakosság mindezt ideig nem volt rávehető”* – írja Fekete (1890a) a Beregi-sík állományai kapcsán. Erdődi Adolf (1866c) pedig a rendszeres áradásokban és a vágásterületek nagyságában látta a mesterséges felújítási módszerek akadályait Szlavóniában: *„És ily nagy térségek meg oly csekély munkaerő mellett az erdők ez egyszerű újbólítása [természetes újulatra alapozott felújítása] minden egyéb eljárásnál ajánlatosabb, annál inkább itt hol a mesterséges értés [erdősítés] költségeit a talaj közbeeső mezőgazdasági használata nem térítheti meg, miután ez a gyakori és mélyen a nyári időbe nyúló áradásoknál fogva nem is arra való”*.

5.5. A jövevénylisztharmat elmélete

5.5.1. A korabeli és jelenkori tapasztalatok ellentmondása a kocsányos tölgy természetes felújulásának kérdésében

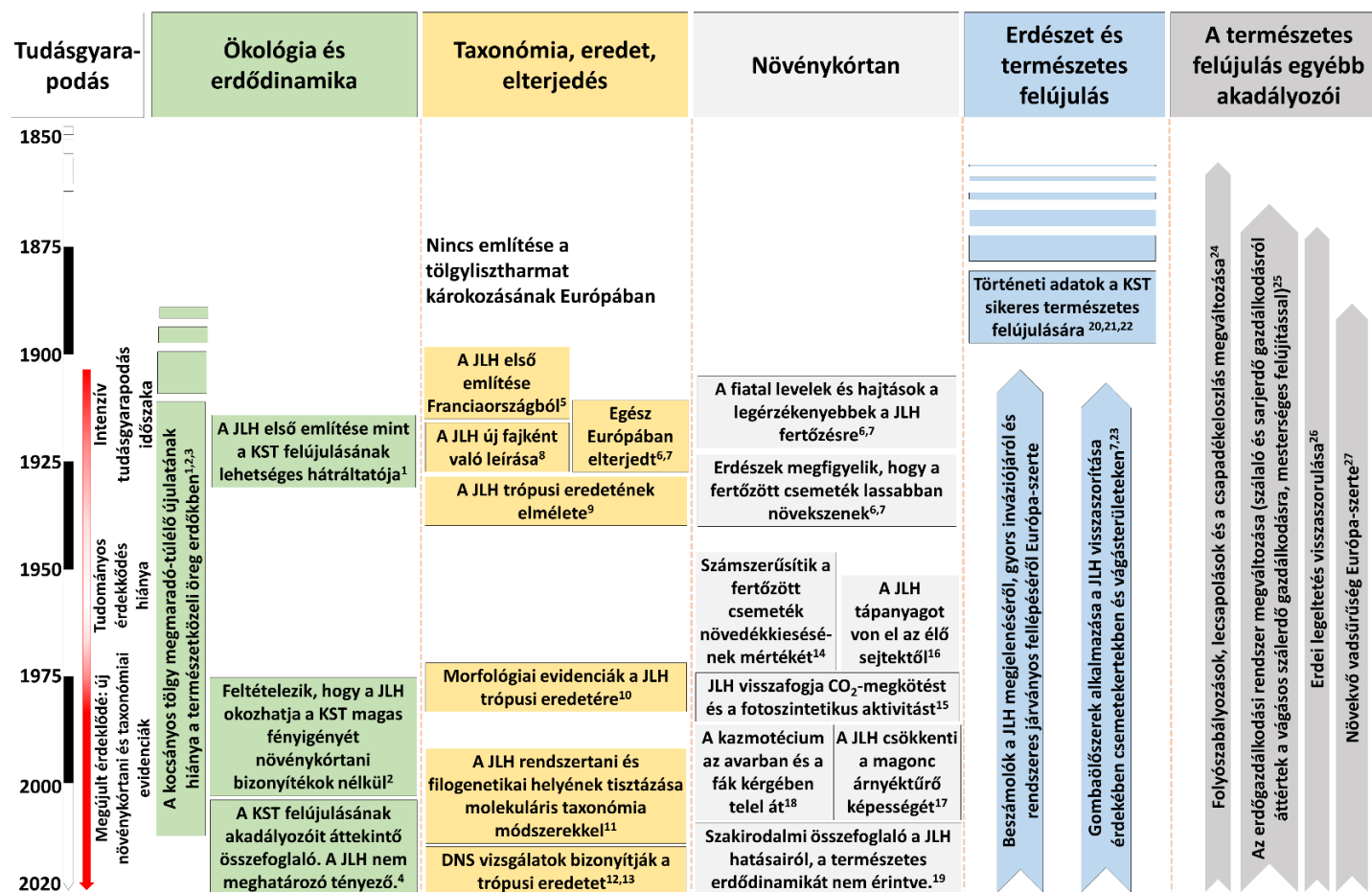
A kocsányos tölgy természetes felújulását akadályozó tényezők már több mint egy évszázada élénken foglalkoztatják a különböző tudományterületek kutatóit és gyakorlati szakembereit. A korai erdészeti leírások (Kozarac 1885; Divald 1886; Fekete 1890a; 1890b; Kuzma 1910) a természetes felújulás sikeres alkalmazásáról számoltak be szálaló és fokozatos felújítógáccsal gazdálkodott erdőkből is, míg a mai tapasztalatok ennek ellenkezőjét mutatják (3. melléklet, 6.3.3. fejezet). Az ellentmondás magyarázatát az 1900-as évek elején berobbanó új jövevénylisztharmat-járvány fellépésében találtuk meg (Demeter és mtsai 2021; Demeter és mtsai 2021). Az egyes tudományterületek, mint például a növénykórtan, a növényfiziológia vagy éppen az erdészeti tudományok jelentős mennyiségű tudást halmoztak fel ez idő alatt arról, hogy miként befolyásolja az idegenhonos tölgylisztharmat a tölgymagonc vagy -csemete fejlődését a növényi egyed és szervek, illetve a molekuláris biológiai folyamatok szintjén (Marçais és Desprez-Loustau 2014; Lonsdale 2015). Ugyanakkor utóbbi évtizedekre ez a tudás Európa jelentős részén feledésbe merült. Ezt a „tudáskiesést” a nemzetközi és hazai irodalom széleskörű és 150 évre visszatekintő feldolgozásával igyekeztünk megszüntetni.

5.5.2. A jövevénylisztharmat eredete, megjelenése és elterjedése

Az jövevénylisztharmat járványszerű fellépését először 1907-ben említik Franciaországból (Hariot 1907). Ezt megelőzően is ismereteseek voltak tölgyeken élő lisztharmatgombák (*Phyllactinia roboris* (Gachet) Blumer, *Microsphaera penicillata* (Wallr.) Lév., *Erysiphe pyrenaica* (Vienn.-Bourg.) U. Braun & S. Takamatsu) Európa-szerte (Woodward és mtsai, 1929; Desprez-Loustau és mtsai 2019), de egyik esetben sem számoltak be kártételekről (Kövessi 1910; Lonsdale 2015; Desprez-Loustau és mtsai 2019). A jövevénylisztharmat villámgyorsan elterjedt Európában. 1908-ra már Anglia, Belgium, Hollandia, Svájc, Németország, Ausztria, Magyarország, Románia és az Észak-Kaukázus tölgyeseit is megfertőzte (Woodward és mtsai 1929). Az első magyarországi észlelés után számos nagynevű erdész és kutató foglalkozott a faj terjedésével és károkozásaival: Kövessi Ferenc (1910), Roth Gyula (1915), Tuzson János (1917), Vadas Jenő (1916, 1917), hogy csak néhányukat említsük. Kiss Ferenc magyar királyi főerdőtanácsos megállapítása jól jellemzi, mit feltételeztek a 20. század elején a faj identitásáról, terjedéséről és hatásáról: „Bár ezen gomba az Alföldön régebb idő óta ismeretes, figyelemre méltó kártétele csak a múlt évben [1910] volt észlelhető. Fiatal csemeték s a fák fiatal zöld hegyei és levelei a gomba folytán elszáradnak, vagy ha nem, beérni nem tudván, elfagynak” (Kiss 1911). Ekkor még rendre összetévesztették a honos fajokkal, de a jelenséget, miszerint károkat okoz, újkeletűnek vélték a korabeli szakértők. Az, hogy a betegséget okozó lisztharmatgomba eddig nem ismert, új faj (*Erysiphe alphitoides*, Braun és Takamatsu, 2000) már 1912-ben bebizonyosodik (Griffon és Maublanc 1912). A faj, vagy helyesebben a fajok eredetéről tulajdonképpen a 20. század végéig nincs meggyőző bizonyíték, „csak” morfológiai jelek alapján feltételezik az *Erysiphe alphitoides* azonosságát egy mangón élő fajjal (10 ábra; Boesewinkel 1980).

A 2000-es évek elején viszont molekuláris biológiai módszerekkel sikerült bizonyítani, hogy a betegséget egy fajegyüttes (*E. alphitoides*, *E. quercicola*, *E. hypophylla*) okozza (10. ábra; Mougou és

mtsai 2008). A mára elterjedté vált elképzelés szerint a fajok Ázsiából származnak, és feltételezik, hogy az első *E. alphitoides* egy mangószállítmánnyal érkezhetett Európába a 20. század elején (Raymond 1927; Boesewinkel 1980; Mougou és mtsai 2008; Mougou-Hamdane és mtsai 2010; Desprez-Loustau és mtsai 2017; Gross és mtsai 2021). Egy másik korai elképzelés szerint, a jövevénylisztharmat helyi lisztharmatfajok virulenssé/patogénné vált változata (Kövessi 1910; Ayres 1976), ám a recens kutatások ezt az elméletet kevésbé valószínűsítik (Desprez-Loustau és mtsai 2011; Desprez-Loustau és mtsai 2017). A 20. század eleje óta rendszeresen fellépő, súlyos lisztharmatfertőzéseket mindkét elmélet szerint egy „új” lisztharmatfaj (vagy fajkomplex) okozza, mely fajok közül a legelterjedtebb az *E. alphitoides* és a vele gyakran együtt előforduló *E. quercicola* (Mougou-Hamdane és mtsai 2010; Desprez-Loustau és mtsai 2017; Gross és mtsai 2021).

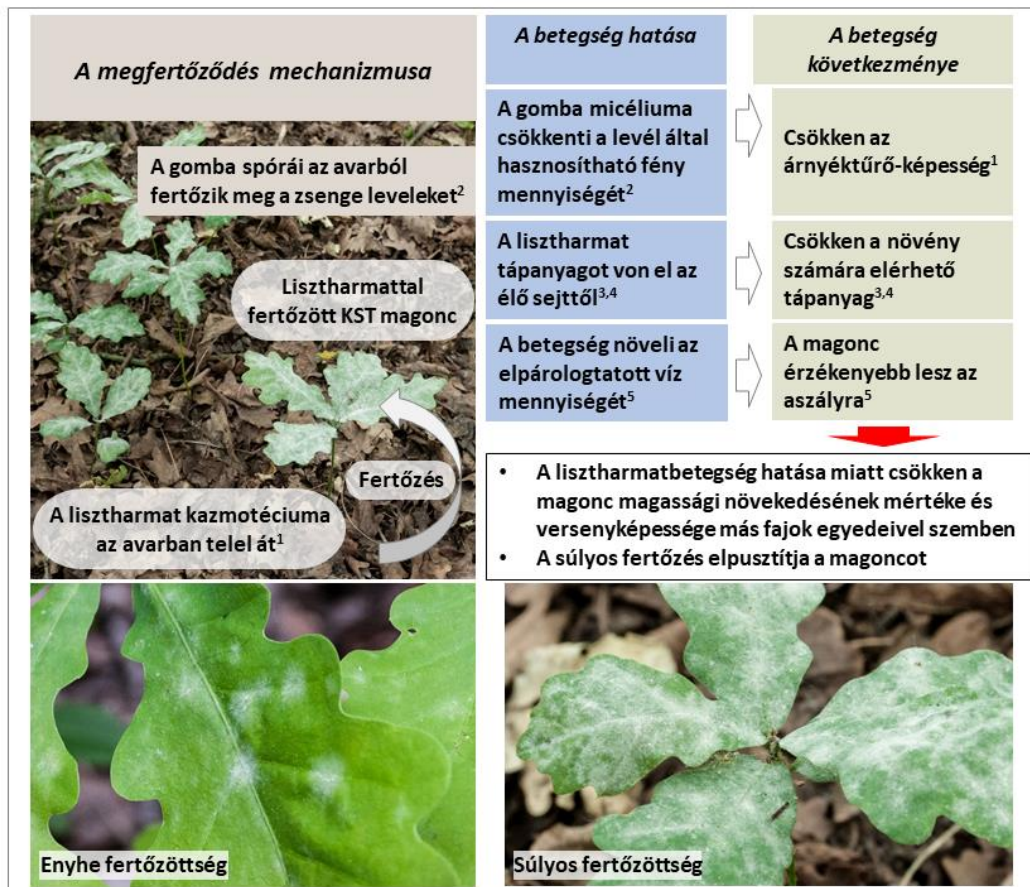


10. ábra A jövevénylisztharmat (JLH) kocsányos tölgy (KST) felújulására gyakorolt hatásával kapcsolatos tudás gyarapodása a 20. században. Az evidenciákat tudományterületenként csoportosítottuk és a publikációk megjelenési évének megfelelően helyeztük el a függőleges időtengelyen. A piros nyíl a tudományos érdeklődés intenzitását jelöli (Desprez-Loustau és mtsai, 2019 alapján). A szürke nyilak jelölik a kocsányos tölgy felújulását akadályozó egyéb társadalmi-ökológiai változásokat. Hivatkozások: ¹Watt 1919; ²Rackham 1986; ³Bobiec 2012; ⁴Bobiec és mtsai 2018; ⁵Hariot 1907; ⁶Kövessi 1910; ⁷Woodward és mtsai 1929; ⁸Griffon és Maublanc 1912; ⁹Raymond 1927; ¹⁰Boesewinkel 1980; ¹¹Braun és Takamatsu 2000; ¹²Takamatsu és mtsai 2007; ¹³Mougou és mtsai 2008; ¹⁴Igmándy 1972; ¹⁵Hewitt és Ayres 1975; ¹⁶Hewitt és Ayres 1976; ¹⁷Hajji és mtsai 2009; ¹⁸Marçais és mtsai 2009; ¹⁹Lonsdale 2015; ²⁰Fekete 1890; ²¹Kozarac 1895; ²²Kuzma 1910; ²³Vadas 1917; ²⁴Čater és Batič 2006; ²⁵Kirby és Watkins 2015; ²⁶Vera 2000; ²⁷Milner és mtsai 2006.

5.5.3. A jövevénylisztharmat hatása a kocsányos tölgy csemetéjére

A csírázást követő első néhány évben a kocsányos tölgy magonca az erőteljes karógyökérzetének növekedésébe fekteti az energia nagy részét. A hajtás magassági növekedése minimális ebben a fejlődési fázisban (15–30 cm), és az elérhető fény mennyisége sem limitáló tényezője az életben maradásnak. Az erőteljes magassági növekedés és fényigény a csírázást követő 7–10. évben jelentkezik (Gencsi és Vancsura 1997; Frank 2015). Kedvező körülmények között a kocsányos tölgy magonca évente több hajtást is fejleszthet, melyek elősegítik az intenzív magassági növekedést (Frank 2015; Eaton és mtsai 2016).

A lisztharmat csak a friss, fejlődő hajtások leveleit képes megfertőzni. Azokra a levelekre, amelyeken már kialakult a kemény, külső bőrszöveti réteg, nem jelent veszélyt (Kövessi 1910; Marçais és Desprez-Loustau 2014). A fertőzésnek leginkább a nyári másod- vagy harmad-, ún. „János-napi” hajtások vannak kitéve. Ha a tavasz elég enyhe a hajtásképződés megindulásához, de még nem elég enyhe a gombaspórák beéréséhez, az első hajtások még megmenekülhetnek. (Kövessi 1910; Woodward és mtsai 1929; Hajji és mtsai 2009; Marçais és Desprez-Loustau 2014).



11. ábra A jövevénylisztharmat hatása a kocsányos tölgy csemetéjére. Hivatkozások: ¹Marçais és mtsai 2009; ²Hajji és mtsai 2009; ³Hewitt és Ayres 1976; ⁴Desprez-Loustau és mtsai 2014; ⁵Hewitt és Ayres 1975; ⁶Igmándy 1972. Fotó: Molnár Ábel Péter

A levél bőrszöveti sejtjeit a gomba spórái és micéliuma is megtámadhatja (Kövessi 1910; Lonsdale 2015). A lisztharmat micéliuma a rügyekben képes áttelelni, ám a kutatások kimutatták, hogy

a levelek (újra)fertőzésében az ivaros szerveken (kazmotécium) képződő spórák játszó a kulcsszerepet, amelyek viszont az avarban telelnek át (Marçais és mtsai 2009).

Ha a magonc első hajtása sikeresen elkerüli a fertőzést, akkor képes néhány cm-t növekedni, ám a további hajtásnövekedést már korlátozza a fertőzés. Az áttekintett növénykórtani és fiziológiai szakirodalom alapján a lisztharmat az alábbi károkat okozza a csemetének:

1. A súlyos fertőzés a magonc/csemete pusztulását okozhatja, különösen akkor, ha más (pl. hernyórágás, vadrágás, kora őszi fagyok) kártényezőkkel együtt lép fel (Vadas 1917; Woodward és mtsai 1929; Lonsdale 2015).
2. A súlyos fertőzés késlelteti a hajtások fásodását, és csökkenti a csemete hidegtűrő képességét (Kövessi 1910; Marçais és Desprez-Loustau 2014).
3. A lisztharmat tápanyagot von el az élő sejtektől (Hewitt és Ayres 1976; Desprez-Loustau és mtsai 2014)
4. A súlyos fertőzés 50–70%-kal csökkenti a nettó asszimilációs rátát (Lonsdale 2015). A közvetlen tápanyagelvonás és a tápanyagok előállításának korlátozása a magonc magassági és vastagsági növekedését is súlyosan korlátozza (Woodward és mtsai 1929; Igmándy 1972; Desprez-Loustau és mtsai 2014; Bert és mtsai 2016). Igmándy (1972) a lisztharmattal fertőzött egyedek akár 40%-kal kisebb magassági növekedését mutatta ki a gombaölőszerezellel kezelt kontrollhoz képest. A magonc magassági növekedése negatívan korrelál a fertőzés mértékével (Igmándy 1972).
5. Habár a kocsányos tölgy csemetéi képesek 3–5 hajtást is növeszteni egy vegetációs időszakban, de ezek a hajtások nem tudják pótolni az elvont tápanyagokat, nem képesek fásodni, így jelentősen csökken – vagy akár el is maradhat – az éves magassági növekedés (Roth 1915; Lonsdale 2015; Desprez-Loustau és mtsai 2019).
6. Fertőzött állományokban a lékeken bejutó többletfény és a melegebb, szárazabb mikroklíma jobban kedvez a lisztharmat gyors terjedésének, mint a csemeték növekedésének (Roth 1915; Newsham és mtsai 2000; Lonsdale 2015).
7. A súlyos fertőzés csökkenti a levelek élettartamát és a magonc/csemete árnyéktűrő-képességét (Hajji és mtsai 2009).
8. A fertőzött levelekben megnő a párologtatás mértéke és a vízvesztés (Hewitt és Ayres 1975)

Mindezeket a hatásokat figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a lisztharmat súlyosan korlátozza a megmaradó-túlélő újulat létrejöttét, így az ártéri keményfás ligeterdők természetes felújulását (11. ábra).

6. MEGVITATÁS

„A rendetlenül, de nem túlságosan szállalt erdők, ha talajuk a kelvény gyors felserdülésének kedvezett, nagy vízenyősségüknel fogva erős legeltetésnek nem voltak kitéve, az őserdők vagy helyesebben az árnyéktűrő fák szállalt erdőinek alakját vették föl igen különböző korú kelevénnyel [...] Az ily erdőknek megközelítőleg egyenlőkoru állabokká való átváltoztatása és széttagolása a legkörütekintőbb kezelést kívánja.” Fekete Lajos, 1890

6.1. A Pannon régió recens, öreg ártéri keményfás ligeterdői faállomány-szerkezetének természetessége

Az általunk megmintázott állományokban vizsgált, az öreg erdőkre jellemző faállomány-szerkezeti elemek és az átmérőeloszlások alapján megállapíthatjuk, hogy az állományok zöme az optimális vagy az öregedési erdőfejlődési fázisban van (vö. folt-mozaik erdőfejlődési fázisok, 1. ábra; Czajlik 1997; Král és mtsai 2017). Ezeknek a mintavételi pontoknak a faállomány-szerkezete a nagy kocsányostölgy-fák (DBH 50–80 cm) magas törzsszámával és a közönséges gyertyán körlapösszeg szerinti magas elegyarányával jellemezhető (5. ábra; 2. táblázat). Az összes mintára illesztett negatív hatványfüggvény-modell (6. ábra) jó illeszkedése ($R^2 = 0,85$) szintén természetszerű (öregedő) faállomány-szerkezetet jelez. A megmaradó-túlélő újulatot reprezentáló átmérőosztályok (5–20 cm) és az óriásfák (>80 cm) modell által jelzett értékeknél alacsonyabb egyedsűrűsége azonban jelzi, hogy a mintában alacsony a felújuló és az összeomló foltok aránya.

A mintavételi pontok mintegy negyedét nyitottabb lombkorona, magasabb fafajszám, a faóriások magasabb törzsszáma, több holtfa és a megmaradó-túlélő egyedek nagyobb sűrűsége jellemzi (2. táblázat, 5. ábra). Ezek a faállomány-szerkezeti jellegek a természetes öreg erdők összeomlási fázisának jellemzői (Vrška és mtsai 2006; Vandekerkhove és mtsai 2009), és azt jelzik, hogy ezek az állományok az öregedési fázisból elmozdultak az összeomlási fázis felé.

Az összeomlási és felújulási fázisok hiányának és az optimális vagy öregedési állományfejlődési fázisok dominanciájának oka az lehet, hogy az állományok uralkodó lombkoronaszintjében a fafajok egyedei potenciális életkoruk alig felét vagy még azt sem érték el. A megmintázott állományok átlagos kora 120 év míg a legöregebb állomány kora 189 év. Ugyanakkor egyetlen vizsgált állományban sem alacsonyabb a lombkorona záródása 75%-nál (1. táblázat). Két, Csehországban található természetszerű öreg ártéri erdőben végzett kutatás és a történeti erdészeti irodalom erdőleírásai alapján megállapíthatjuk, hogy a Pannon régió öreg ártéri keményfás erdőiben az uralkodó lombkoronaszint fafajai akár 350–400 évig is élhetnek (Vrška és mtsai 2006; 4. táblázat). Extrém esetekben akár sokkal tovább is (800 éves kocsányostölgy-egyed egy Szlavóniai állományban, Ettinger 1880). Az általunk vizsgált vágásos állományok egyszerűen még túl fiatalok (maximum 111 év), míg az egészségügyi szálalóvágásos állományokból rendszeres eltávolították a legöregebb, pusztuló és elpusztult egyedeket, így mindkét vizsgált gazdálkodástörténeti csoportban homogenizálták a koreloszlást, a különböző zavarások által előidézett összeomló, majd felújuló foltok még nem alakulhattak ki. Az állományok még elég vitálisak ahhoz, hogy kisebb széltörések és széldöntések által keletkezett lékeket

a felső lombkoronaszint egyedei lombkoronáik oldalirányú növekedésével betöltésük. Ez a vitalitás gátolja a felső lombszint felnyílását és a felújuló foltok megjelenését. Az állományok fejlődésének fő hajtóereje a természetes mortalitás (Emborg és mtsai 2000). Emborg és mtsai (2000) kimutatták, hogy a korai és kései biosztatikus fázis (vö. optimális és öregedési fázis, Czajlik 1997) akár 200 évig is eltarthat az európai mérsékelt övi lombhullató erdőkben (beleértve a kocsányos tölgy és magyar kőris által dominált erdőket is). Az általuk leírt erdőfejlődési modell alapján az állományok 270 éves koruk alatt nem érhetik el az összeomlási fázist.

A faóriások törzsszáma és az egyes egyedek méretei fontos indikátorai a természetszerű gazdasági erdők természetességének (Mölder és mtsai 2019). Igazán öreg, idős fát is tartalmazó természetes állományok hiányában ezekről az indikátorokról kvantitatív adatok alig állnak a rendelkezésünkre. A néhány recens állományból (Bobinac 2000; Janik és mtsai 2008; 2011; 2016; 4. táblázat) közölt leírás mellett a történeti erdészeti irodalom szolgálhat forrásul (4. táblázat). Saját felméréseinkben a legvastagabb mellmagassági átmérővel (135 cm) rendelkező faegyedet a Borzsa folyó árterén (Ukrajna) elterülő 179 éves, Györke nevű, 20 éve felhagyott egészségügyi szálalóvágásos erdőben jegyeztük fel (1. és 4. táblázat). Ebben az állományban a faóriások (>80 cm) törzsszáma 9 és 32 db/ha között változik (átlagosan 16 db/ha). A folyószabályozások és az állomány letermelése előtti, Száva menti, öreg, (200-300) éves, keményfás ligeterdőkben a faóriások törzsszáma 40–60 db/ha között változott (4. táblázat). A legvastagabb törzsek a >2 m-es törzsvastagságot is meghaladhatták, kivételes esetekben akár a 3 m-es mellmagassági átmérőt is elérhették. Hasonló méreteket a Drávaköz erdőiből is feljegyezték (227 cm kocsányos tölgy, Bélyei uradalom, 4. táblázat). Recens állományokban, a szerbiai „Stara Vratačna”, a horvátországi Prašnik és a csehországi Cahnov–Soutok rezervátumok területén 200–260 cm mellmagassági átmérőjű egyedek is találhatóak. A faóriások törzsszáma pedig 17–25 db/ha között változik ezekben az állományokban (Bobinac 2000; Vrška és mtsai 2006; Mikac és mtsai 2018). Figyelembe véve mindezeket a történeti és recens adatokat megállapíthatjuk, hogy még az általunk vizsgált legöregebb állományokban sem fejlődött ki az összeomlási fázis a faóriások törzsszáma és a potenciális mellmagassági átmérők alapján.

Más európai vagy észak-amerikai üde/nedves erdőkben a nagyfák száma (>50 cm DBH) 16–206 db/ha között változhat (medián 72,6 db/ha) – állapítják meg Burrascano és mtsai (2013) szakirodalmi összefoglalójukban. A szerzők a nagyméretű fák törzsszámának minimumát 30 db/ha-ban határozzák meg. Saját terepi adataink jóval meghaladják ezt a minimumot, ha csupán az >50 cm mellmagassági átmérőjű egyedekkel számolunk. Ugyanakkor az igazán nagyméretű, általunk faóriásnak nevezett egyedek jóval ritkábbak más mérsékelt övi üde/nedves erdőkben is. Cammarmot és mtsai (2005) az Uholka bükkös őserdőben a faóriások törzsszámát 21 db/ha-ra becsülik és a legvastagabb bükkegyed 132,6 cm volt. Białowieża-erdő üde tölgyeseiben 5–15 db/ha a faóriások (zömmel kocsányos tölgy) száma, és 1–2 egyed átmérője haladja meg a 150 cm-t mellmagasságban mérve (Bobiec 2002; 2012). Bölöni és mtsai (2021) megállapítják, hogy tölgyes (*Quercus* nemzetség alkotta) mérsékelt övi őserdőkben a nagyméretű fák törzsszáma és maximális átmérője a nedvességi grádiens mentén emelkedik. Észak-amerikai ártéri fehér tölgyek alkotta őserdőkben >80 cm mellmagassági átmérővel bíró faóriások száma a szakirodalomban található átmérőeloszlásokból 7–10 db/ha-ra becsülhető (Johnson és Bell 1975; Taft 2003). Ezekben az észak-amerikai ártéri keményfás ligeterdőkben a

maximális átmérők 120–150 között mozognak (Johnson és Bell 1975; Taft 2003). Mindezeket figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a történeti erdészeti irodalom szlavón tölgyesekből közölt adatai valóban rendkívüli méretű és produktivitású ártéri keményfás erdőket írnak le, melyek mind az európai, mind az észak-amerikai mérsékelt övi üde és nedves erdők közül kitűnnek.

6.2. Az erdőgazdálkodási rendszer és a felhagyás hatása az öreg ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének természetességére és dinamikájára

Az általunk vizsgált két erdőgazdálkodási megközelítésnek (vágásos és egészségügyi szálalóvágásos) a faállomány-szerkezetre gyakorolt hatásai csak kis mértékben tértek el az aktívan gazdálkodott erdők esetében. Az öreg egészségügyi szálalóvágásos erdők faállomány-szerkezete összesen három, élő fához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátor (a gyertyán elegyaránya – $EA_{gyertyán}$, a szilek elegyaránya – EA_{szil} , faóriások törzsszáma – N_{80}) tekintetében különbözött az öreg vágásos erdők szerkezetétől, ami kissé meglepő annak tudatában, hogy korukat tekintve a két csoport szignifikánsan különbözött egymástól (2. táblázat). Ugyanakkor a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos csoport szerkezetének varianciája nagyobb volt, mint a vágásos párjé (7. ábra). A faóriások szignifikánsan magasabb törzsszáma (N_{80} , a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportban is) és a legvastagabb tölgyek átlagos mellmagasági átmérőjének (TÖLGYEK) – statisztikailag csak a felhagyott egészségügyi szálalóvágásosban szignifikáns – magasabb értéke a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos csoportban feltételezhetően csak közvetve magyarázható a gazdálkodási rendszerrel, mert az egészségügyi szálalóvágásos állományok szignifikánsan magasabb kora erősebb hatással lehet ezekre a faállomány-szerkezeti jellegekre. Ugyanakkor az egészségügyi szálalóvágásos csoportba tartozó erdők Ukrajnában találhatóak. Az ártéri erdők, köztük a vizsgált mintaterületeink is, elsődlegesen árvíz- és talajvédelmi funkciót töltenek be az ukrán erdőtörvény szerint (Erdőkódex 1994). A vágáskor ezekben az erdőkben magas (akár 170 év), és csak az egészségügyi szálalóvágást engedélyezi az erdőtörvény mindaddig, amíg az állomány egészséges. Az egészségügyi szálalóvágás célja az állomány vitalitásának fenntartása (Erdővédelmi szabályzat 1995), csak az elpusztult vagy pusztulóban lévő egyedek termelhetők ki, fafajra és a méretükre való tekintet nélkül (4.2.4. fejezet; Demeter 2016). Az általunk vizsgált szálalóvágásos rendszernek így elsősorban az állomány korára van közvetlen hatása, ami pedig erősen befolyásolhatja az egyedek lehetséges méreteit.

A közönséges gyertyán szignifikánsan magasabb elegyaránya ($EA_{gyertyán}$) mindkét egészségügyi szálalóvágásos csoportban jól magyarázható a gazdálkodási rendszerrel, illetve a gazdálkodási rendszer és a folyószabályozások okozta élőhelyváltozás interakciójával. Ezekből az állományokból évtizedeken keresztül szálalták ki a nagyméretű, pusztulóban lévő faegyedeket, aminek következtében az állományt felnyitották, lékeket alakítottak ki. A folyószabályozások okozta folyómeder-bevágódás és talajvízszint-süllyedés (Biró és Molnár 2009; Schindler és mtsai 2016; Ujházy és Biró 2016; Biró és mtsai 2018; 2022) az élőhely szárazodásához vezet, melynek következtében a szálalóvágás által kialakított lékekben megtelepednek az olyan gyorsan növényöző fafajok, mint a közönséges gyertyán. A dombvidéki gyertyános-kocsánytalan tölgyesekből jól ismert probléma volt már a 19. század végén a

szálalóvágások következményeként a tölgyesek elgyertyánosodása (Fekete 1895; Roth 1922). A folyamat a fafajok elegyarányának eltolódásához vezethet.

Mindkét erdőgazdálkodási rendszerben a felhagyott állományok szerkezete különbözött gazdálkodott párjaik szerkezetétől (7. ábra). A felhagyott vágásos állományok esetében csupán 5 HFI ($N_{\text{állóHF}}$, $G_{\text{állóHF}}$, $V_{\text{állóHF}}$, $V_{\text{összesHF}}$, $Holt_Élő$) tekintetében találtunk szignifikánsan magasabb értékeket a gazdálkodott erdőkhöz viszonyítva (2. táblázat). Ezen változók tekintetében szintén szignifikánsan magasabb értékeket mértünk a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban is a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásoshoz képest. Ugyanakkor a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományok további 5 (összesen 10) faállomány-szerkezeti változó tekintetében különböztek szignifikánsan a gazdálkodott szálalótól (4 ÉFI és 1 HFI; 2. táblázat). A vágásos és egészségügyi szálalóvágásos gazdálkodásból való felhagyásnak a legmarkánsabb hatása, hogy a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban szignifikánsan magasabb a fekvő holtfa mennyisége ($V_{\text{fekvőHF}}$), a legvastagabb tölgyek átlagos mellmagassági átmérője (TÖLGYEK), a faóriások törzsszáma (N_{80}) és az mezei juhar elegyaránya (EAjuhar), és szignifikánsan alacsonyabb a kocsányos tölgy elegyaránya (EAtölgy) a lombkoronaszintben. Paillet és mtsai (2015) kimutatták, hogy az intenzíven gazdálkodott, síkvidéki, üde erdők felhagyása után az álló és az összes holtfa mennyisége gyorsan emelkedik. Hasonló következtetést vonhatunk le az általunk vizsgált vágásos állományokról is. A 20–25 évnyi felhagyás ezzel szemben túlságosan kevés idő ahhoz, hogy az óriásfák törzsszáma és a fekvő holtfa mennyisége szignifikánsan növekedjen, ugyanakkor az öngyérülési folyamatok révén az álló holtfa mennyisége szignifikánsan megnő. A gazdálkodott szálaló erdőkben hasonló folyamatok játszódnak le azzal a lényeges különbséggel, hogy a hosszabb vágásforduló és a szálalás abbahagyásának következtében a nagy fának (DBH 50-80 cm) megvan a lehetősége óriásfákká (DBH 80 cm) fejlődni, növelve azok törzsszámát (vö. Paillet és mtsai 2015). Ugyanakkor az óriásfák pusztulásával és kidőlésével rövid időn belül jelentős mennyiségű fekvő holtfa keletkezik, amely dinamikai folyamatot a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos állományokban is kimutattuk. Amíg tehát az egészségügyi szálalóvágásos erdőket gazdálkodták, addig holtfa nem tudott felhalmozódni azokban sem, hasonlóan a vágásos erdőkhöz, így a gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos és gazdálkodott vágásos erdők szerkezete kis különbséget mutatott (3 ÉFI). A felhagyott változataik viszont már markánsabb különbséget mutattak (1 LFI, 7 ÉFI és 1 HFI) (2. táblázat, 7. ábra).

Mindegyik vizsgált gazdálkodástörténeti csoportban az összes holtfa és az álló holtfa mennyisége jelentősen alulmaradt más európai, mérsékelt övi, felhagyott, öreg természetserű (*old-growth*), üde erdőkben mért értékekhez képest (Vandekerkhove és mtsai 2009; Burrascano és mtsai 2013). Az általunk vizsgált állományok közül a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoport állományai tartalmazták a legtöbb holtfát ($91,77 \pm 12,961$). Ez az érték már megközelíti azokat az értékeket, amiket más természetserű ártéri keményfás erdőben mértek a Pannon régióban (Janík és mtsai 2008; Vandekerkhove és mtsai 2009). Sajnos a történeti erdőszeti irodalomban leírt természetserű állományok holtfaviszonyairól nem találtunk kvantitatív adatokat. Habár a leírások érzékeltetik az álló- és fekvő holtfa különösen nagy mennyiségét. „*Heverő fa, főleg a távolabbi erdőkben, annyi van, hogy itt ott a víz által halomra hordva egész torlaszokat képez, jeléül, hogy minő roppant kincs megy itten évenként veszendőbe. A jelenben fönnálló korosztályok rendszeren 200—235 évesek. Az állaboknak*

tetes rész pedig elhalt vagy elhaló fákból áll – jellemzi Lázár Jakab a Száva árterének településektől távolabb fekvő, túlkoros állományait (Lázár 1870).

Az átmérőeloszlások alakja és az elméleti modellhez való illeszkedésének „jósága” szintén jó indikátora a természetes erdőszerkezetnek. Az átmérőeloszlás közepén elhelyezkedő átmérőkategóriákban mért viszonylagosan magas törzsszámát, tehát az eloszlás kidomborodása vagy harang alakja és az elméleti modellhez való gyenge illeszkedés (alacsony korrelációs koefficiens – R^2 -érték) tipikus jellemzői az intenzíven kezelt, egykorú erdőknek (Johnson és Bell 1975; Robertson és mtsai 1978). Másképpen fogalmazva, minél magasabb a korrelációs koefficiens a modellnek, annál kisebb mértékű zavarás (pl. gyérítés) érte az állományt, így szerkezete annál hasonlább a természetes erdők szerkezetéhez (Shimano 2000; Aldrich és mtsai 2005). Az általunk vizsgált mindkét vágásos erdőtörténeti csoport átmérőeloszlása kidomborodóbb az eloszlás közepén (25 és 55 cm között), és alacsonyabb a korrelációs koefficiensük, mint a szálaló gazdálkodástörténeti csoportnak (6. ábra). A legmagasabb R^2 -értéke a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoport átmérőeloszlására illesztett modellnek volt ($R^2=0,91$; 6. ábra). Ez az érték nagyon hasonló ahhoz, amit észak-amerikai természetszerű („old-growth”), ártéri keményfás erdőkben mértek ($R^2=0,90$; Robertson és mtsai 1978). Eredményeink alapján megállapítható, hogy a felhagyott szálaló csoport faállomány-szerkezete áll a legközelebb egy feltételezett természetes erdőszerkezethez. Ha figyelembe vesszük, hogy az egészségügyi szálalás során tulajdonképpen csak az elhalt vagy pusztulóban lévő fagyedeket távolították el, akkor ez az eredmény nem is olyan meglepő. Ezek az egyedek az olyan természetes zavarások hatására is, mint például a széldöntés, kidőlhetnek, így működtetve a lékdinamikát.

A fentiek alapján felmerül egy fontos ökológiai kérdés. Mennyi időre van szüksége a vizsgált állományoknak a felhagyás után, hogy a faóriások törzsszáma és a potenciális méreteik tekintetében elérjék a jelenleg ismert legtermészetesebb referenciaállapot értékeit (Mölder és mtsai 2019)? Kedvező környezeti feltételek mellett a kocsányos tölgy éves radiális növedéke 1,4–6,4 mm között változhat (Lévy és mtsai 1992; Nechita és Popa 2012). Ez alapján feltételezhetjük, hogy még a legöregebb, rendszeres folyóvízi elöntést kapó vizsgált állományainkban mért legvastagabb törzsek (135 cm) számára is legalább 100–150 évre van szükség, amíg elérhetik potenciális mellmagassági átmérőjüket (200–260 cm). A faóriások törzsszámának helyreállása ennél valamivel kevesebb idő alatt is végbe mehet. Mivel a természetes mortalitás alacsony az erdőfejlődés optimális fázisában (amiben a mintavételi pontjaik zöme található), az 50–80 cm mellmagassági átmérővel rendelkező törzsek (átlagosan 30 db/ha a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportban) 25–75 év alatt belenőhetnek a >80 cm mellmagassági átmérőkategóriába. Összességében elmondható, hogy az általunk vizsgált egészségügyi szálalóvágásos állományok átmérőeloszlása 50–100 év felhagyást követően, 200–250 éves korukra a faóriások törzsszáma növekedésének köszönhetően jobb illeszkedést mutathatnak az elméleti modellhez, így kevésbé lesz érzékelhető az emberi zavarások hatása. Hogy ekkorra majd megjelennek-e az összeomló állományfoltok, és velük növekszik-e majd a felújuló foltok gyakorisága, az nagymértékben függ majd attól is, hogy veszítenek-e ezek az állományok a vitalitásukból, és érik-e őket olyan bolygatások, amik következtében beindul a lékesedés.

6.3. A faállomány-szerkezet változásainak tájtörténeti hajtóerői az elmúlt 150 évben

6.3.1. Őserdők, szálaló és vágásos erdők a 19. században és ma

Az elemzett történeti irodalmak között nem találtunk olyan leírást, amelyiket egy térben jól lehatárolható ártéri keményfaliget „őserdőről” közöltek volna. A leggyakrabban szlavóniai általánosságban (pl. Fekete 1895; Oroszi 1990) vagy beregi-síki tölgyesekre (Fekete 1890a) utalnak úgy, mint „őserdők”. Ugyanakkor ennek nem az volt az oka, hogy ezek az erdők az ember által érintetlen állományok lettek volna, hanem mert a még lábbon álló, öreg erdők fái hatalmas méreteket értek el. *„A szávamenti, áradásoknak kitétt lapályokon fekvő ligeterdőknek az azokban előforduló 200-250 éves törzsek az őserdő jellegét kölcsönzik”* – írja Gelinek Tivadar (1871). Ám számos olyan, több száz éves, feltételezhetően spontán keletkezett, rendszeres elárasztást kapó és szálalva gazdálkodott „őserdő-szerű” állományból közölnek kvalitatív és kvantitatív adatokat, melyekről ma azt állapíthatnánk meg, hogy az erdőfejlődési modell kései fázisában voltak (1. ábra, 2. melléklet). Fekete Lajos (1888a) az alábbi következtést vonja le az ország tölgyeseiről: *„Itt-ott vannak kímélve használt igen vén tölgyesek is, 200—300 éves óriási fákkal, közbeelegyített vegyes fanemű fiatalabb csoportokkal. Az ily erdőket hajlandó a szemlélő őserdőknek tekinteni, holott tulajdonképpen nem egyebek, mint régóta kímélve szállalt öreg tölgyek”*. Kozarac Józsefnek (1886) a Száva ártéri tölgyesiről készített tanulmánya szintén nagyon szemléletesen mutatja be az állományok szerkezetének állapotát és gazdálkodását az 1860-as évekből: *„Ezelőtt még 20 évvel, a most oly nagyhírű tölgyerdők majdnem teljesen ismeretlenek és érintetlenek voltak. Az egyedüli kihasználás évenként a szolgálatra jogosultak illetményének kiadására szorítkozott, s ezenkívül csak még egynéhány kádár használt fel faanyagot, egészen alárendelt mennyiségben, legnagyobb részt dongákká és kádárarukká. A fák kihasználása szálalva történt, és pedig a nélkül, hogy a koronák záródása lényegesen megszakított volt”*. Ezekből az állományokból főleg az álló holtfát és a faóriások egy részét szálalással eltávolították, melynek következménye a kései biosztatikus erdőfejlődési fázis hosszának elnyújtása, illetve az összeomlási fázis bekövetkezésének késleltetése, ugyanakkor a felújulási fázisú foltok megjelenésének felgyorsítása és arányuknak növelése. Ezekkel az emberi hatásokkal együtt néhány faállomány-szerkezeti jelleg tekintetében (faóriások törzsszáma, faméreték) természetességük meghaladhatta a ma még lábbon álló állományokat, köztük az általunk vizsgált természetszerű vágásos és egészségügyi szálalóvágásos erdőket is (lásd 6.1. és 6.2. fejezet).

Amíg ezeknek az őserdőszerű szálalóknak csak a helyi faigényeket kellett kielégíteniük (19. század első fele), addig szálaló üzemmóddal megvalósítható volt a fenntartásuk (Kozarac 1886; Fekete 1888a, Fekete 1890a). A kiváló minőségű tölgyfa iránti igény növekedésével előbb a rendszertelen szálaló üzemről áttértek a rendszeres szálaló üzemmódra, majd rövidesen a vágásos rendszerre (fokozatos felújítóvágás vagy tarvágás). A Pannon régió eltérő tájaiban más-más időszakban mehetett végbe a folyamat. A Beregi-síkon például már a napóleoni háborúk idején megindult egy intenzív letermelés, ám vasút és gőzfűrészhányában a letermelés és a szállítás költsége nem térülhetett meg (Sas 1928). Így az 1800-as évek elején még nem voltak meg a feltételei a nagy területű vágásos gazdálkodásnak. Az erdők rendszeres és gyakran hosszú ideig tartó folyóvízi elöntése szintén nem kedvezett az vágásos gazdálkodás elterjedésének (Fekete 1890; Kozarac 1897). Ebben az időszakban az ártéri tölgyesek legegyszerűbb és legtöbb hasznot hajtó kihasználási módja az volt, ha sertéseket

makkoltattak és hizlaltak bennük (Sas 1928; Csiszár 1974). A bő makkterméshez és így a nagyszámú sertés hizlalásához viszont bőven termő, idős kocsányostölgy-egyedeket kellett fenntartani az állományokban. Lehoczky Tivadar (1881) kimutatása szerint a Beregi-sík nagy részét magába foglaló Schönborn család munkács-szentmiklósi uradalma területén a 17. század közepétől a 19. század végéig folyamatosan növekszik a sertésállomány, melyeket a közeli öreg tölgyesekben hizlaltak (Fekete 1890b; Csiszár 1974). Belényesi Márta (1957) beregi falutörvényeket vizsgálva azt találta, hogy a makktermő fa kivágását még a 18. század elején is büntették: *„Az ki az Erdőben Mak és Gyümölcsfát leéget vagy hir nélkül le vág Béres, Pásztor, Csordás, Kondás és akárki légyen az, mint hogy az Erdő Tilalma ellen vétkezik az Erdő tilalmára büntettetik”*. Az erdő tulajdonosának tehát érdekében állt az öreg, lehetőleg sok faóriást tartalmazó állományok fenntartása. Sem a sarjerdő, sem pedig a középerdő üzem mód vagy erdőalak nem volt elterjedt a Pannon régióban (9. ábra). Bereg vármegye összes tölgyes erdejének (beleértve a sík- és dombvidéki tölgyeseket is) 80–90%-a szálerdő volt (Fekete 1888a).

A 19. század második felében változtak meg az erdőgazdálkodás hajtóerői. A lokális népességnövekedés előidézte egyre növekvő faigény és legelőigény az erdők túlhasználatahoz vezetett, „túlszálalták” őket, gyakran olyan mértékig, hogy alig maradt elegendő kocsányos tölgy az állományban azok természetes felújításához (Fekete 1888a), bár a természetes újulatra alapozott erdőfelújítás még mindig a leggyakoribb (3. melléklet, 9. ábra). A nyugat-európai piac felfigyelt a kiváló minőségű tölgyfaanyagkészletre (Oroszi 1990). A folyószabályozásokkal, a vasúthálózat kiépülésével és a gőzfűrészek telepítésével megindulhatott az ártéri tölgyesek intenzív letermelése. A szálalóvágásos gazdálkodás már nem tudta kielégíteni a piaci igényeket, így az erdőgazdálkodás rövid időn belül átállt a vágásos gazdálkodásra.

Az első világháború és a trianoni békeszerződés eredménye, hogy a Pannon régió tájai (köztük az ártéri tájak is) eltérő társadalmi-gazdasági környezetbe kerültek, melyek kihatottak az alkalmazott erdőgazdálkodási rendszerekre is. Szerbiában és Horvátországban például a fokozatos felújítógazdálkodás maradt a meghatározó, míg Ukrajnában az egészségügyi szálalóvágásos gazdálkodás maradt a meghatározó. Ezzel szemben Magyarországon a jelentős mértékű fahiány következtében a kiszámíthatóbb tarvágásos rendszer honosodott meg (Keresztesi 1991). Ahogyan eredményeink is rámutattak, a rövid vágásfordulót alkalmazó tarvágásos gazdálkodás következtében az ártéri keményfás erdők faállomány-szerkezetének heterogenitása és a faóriások törzsszáma csökkent, illetve átmérőeloszlásuk a legkevésbé hasonlít a természetes erdők átmérőeloszlásához. Továbbá az is megállapítható, hogy 20–25 évnyi felhagyás következtében csupán néhány, öreg erdőkre jellemző szerkezeti elem képes regenerálódni (pl. az álló holtfa mennyisége). Ezzel szemben a hosszabb vágásfordulót alkalmazó, kevésbé intenzív egészségügyi szálalóvágás sikeresen megőrizte az állományok természetszerű szerkezetét. A szálalóvágásos gazdálkodásból való felhagyást követően az erdőszerkezet gyorsabban regenerálódik, mozdul el a természetes állapotok irányába.

A továbbiakban megvizsgáljuk, milyen más, fontos szerkezeti jellegben különbözhetnek a történeti állományok a maiaktól, és milyen erdőtörténeti változások lehetnek az eltérések hátterében.

6.3.2. A főfafajok elegyarányának változása a lombkoronaszintben

A történeti irodalomban leírt öreg állományokban az öt fő faj elegyaránya lényegesen más arányokat mutathatott, mint napjainkban. Az egyik legszembeütőbb különbség a szilek (*Ulmus* spp.) magasabb elegyaránya az uralkodó lombkoronaszintben (5.1. és 5.3. fejezetek). Az általunk vizsgált állományokban a szilek körlapösszeg szerinti elegyaránya alapján csak az ötödik taxon az összes mintában. Bár a 135 mintavételi pontból 62-ben feljegyeztük a fajt, a körlapösszeg szerinti elegyaránya csak 13 mintavételi pontban haladta meg a 10%-ot. Ez a megfigyelésünk összhangban van azzal az elképzeléssel, hogy a szilek Európa ártéri keményfás ligeterdőinek még a 20. század elején is dominás/állományalkotó fafajai voltak, de mára marginális szerepet töltenek csak be (Rackham, 1986; Mackenthun 2004; Martín és mtsai 2010; 2019).

A szilek és különösen az mezei szil elegyarányának jelentős visszaeséséért a szilfavész, a tölgyek lisztharmat megbetegedéséhez hasonlóan gombafajok (*Ophiotosma ulmi* (Buisman) Nannf., *Ophiotosma novo-ulmi* Brasier) által okozott fertőzés a felelős (Martín és mtsai 2010; 2019). A szilfavész járványos fellépéséről 1919-ben Hollandiából számoltak be először, s 1933-ra már Magyarországon is jelentős problémákat okozott (Roth 1933). A fertőzésre a legérzékenyebb éppen a leggyakoribb szilfaj, a mezei szil. Az első járványos megbetegedésekért az *O. ulmi* gombafaj volt a felelős, melyet az 1960-as években követett egy második, sokkal erőteljesebb járvány, melyért már az *O. novo-ulmi* faj volt a felelős. Mindkét faj esetében máig a legvalószínűbbnek azt tartják, hogy idegenhonos eredetűek. Feltételezések szerint az *O. ulmi* egy szubtrópusi-trópusi eredetű faj (Ázsiából), melyet gyorsan kiszorított az *O. novo-ulmi*, amely egy mérsékelt övi faj. Oliver Rackham (1986) Nagy-Britanniában palinológiai és írott források elemzésével ezzel szemben azt az elméletet állította fel, hogy a szilfavészt okozó gombafajok már jóval a 20. századi járványos fellépésük előtt jelen lehettek Európában, és a szilek periodikus pusztulását okozhatták azzal, hogy időnként, „rejtélyes módon” virulensé váltak, majd „eltűntek”. Rackham (1986) elképzelése szerint a mikológia tudománya a 20. századot megelőzően nem volt képes azonosítani ezeket a gombafajokat, ám a szilpusztulásra erős történeti evidenciákat talált. Akár idegenhonos, akár virulensé vált honos fajokról legyen szó, a szilek ökológiai szerepét és jelentőségét markánsan megváltoztatták az elmúlt 100 évben.

Hogy valójában milyen mennyiségben lehetett jelen a szil az állományokban, arra vonatkozóan csak óvatos becslések vannak a recens irodalomban (Haase és Gläser 2009). A megvizsgált történeti szakirodalmakban számos tájban a második vagy harmadik fajként említik a fajok felsorolásakor (2. melléklet). Szintén a második leggyakoribb fajként mutatják ki Lipcse (Németország) környéki ártéri keményfás ligeterdőkben (Haase és Gläser 2009) vagy Kitaibel egy Kalocsa melletti erdőben (Bíró és Molnár 2009). A már említett Atak erdő nevű mintaterületünkről Fekete Lajos (1890a) leírása is arra enged következtetni, hogy egyes állományokban akár a magyar kőrisnél is gyakoribb faj lehetett: „...*fő faneme a kocsányos tölgy, amely többnyire középkorú, itt-ott benhagyott hibás, elvénült szilfákkal van keverve*”. A Száva menti öreg tölgyesekben pedig akár a második leggyakoribb faj is lehetett: „*A nyolczvanas [1880] években a kezelésem alatt álló kir. erdőgondnokság egyik védkerületében eladásra került nagyobb kiterjedésű tölgyfavágás csak úgy volt értékesíthető, hogy a vágásterületen becsült, túlnyomó részben szilfatörzsekből álló úgynevezett fehérfa, az eladásból kivételt és csak a vágásterületen található tölgytörzsek adattak el*” – Bokor Róbert (1912). A legjobb becslést a szil

elegyarányára a szlavón tölgyesek letermelésekor készített kitermelési statisztikákból és faeladási hirdetményekből adhatjuk, amelyekben megadják a letermelt erdők területét és a törzsek számát, gyakran fafajonként. *„Hogy ezen állab nagyon is ritka volt, kitűnik abból, hogy csupán 15 tölgy, 1 kőris, 15 szil és 34 egyéb fa, összesen tehát csak 63 törzs állolt holdanként”* – Kuzma (1911). A Kuzma Gyula által leírt állományban a szil törzsszám szerinti elegyaránya akkora volt, mint a kocsányos tölgyé (23%). Ugyanakkor a leírt állomány nagy valószínűséggel egy erősen átszálalt erdőrésztletben lehetett, és az említett egyedek a felső lombkoronaszint szálalás után visszamaradt példányai voltak. Bokor (1912) közlése szerint egy 1892-ben letermelt szlavóniai állományban az összes kitermelt fatömeg (m³) 23%-a szilfa volt. A szilfavész járványos elterjedése előtt nemcsak a szilfajok elegyaránya volt jóval magasabb a mai állományokban mérténél, hanem az egyes egyedek méretei is. Kozarac József (1886) arról számol be, hogy: *„A másodszor említett erdőknek főjelleget az képezi, hogy ezekben úgy a kőris, mint a szil is, vastagság és magasság tekintetében a tölgygyel vetélkedik, s a három fanem legszebb példányai egymással vegyülve találhatóak”*. A már fent említett, Kuzma (1911) által leírt, 100 holdas (~175 ha) állományban a letermelt 1265 sziltörzs átlagos mellmagassági átmérője 70 cm volt. Míg Bokor (1912) egy, a vágás szélében meghagyott szilgyed esetében 143 cm-es mellmagassági átmérőt mért.

Az ártéri keményfás ligeterdők fajösszetételének megváltozásában a szilfavész okozta szilpusztulás mellett egy másik fontos tényező a folyószabályozások és a mezőgazdasági alagcsövezések következtében megszűnt rendszeres elöntés és a talajvízszint jelentős csökkenése volt (Biró és Molnár 2009; Schindler és mtsai 2016; Ujházy és Biró 2016; Biró és mtsai 2018; 2022). A szilpusztulás által a faállomány-szerkezetben keletkezett űrt sikeresen kolonizálhatták a rendszeres elöntést és a magas talajvízszintet kevésbé tűrő fafajok, mint a közönséges gyertyán és a mezei juhar (Trémolières és mtsai 1998; Haase és Gläser 2009; Janík és mtsai 2011; Cestarc és mtsai 2017). A szilfajok eltűnése és/vagy visszaszorulása a lombkoronaszintből és a közönséges gyertyán és mezei juhar ezzel párhuzamosan zajló előretörésének eredménye a keményfás ligeterdők zártabbá válása, ligeterdei jellegük megváltozása és elmozdulása az alföldi gyertyános-tölgyes irányába.

A magyar kőris elegyaránya és potenciális méretei a felső lombkoronaszintben nem vagy alig változhattak az elmúlt 150-200 évben. A történeti irodalomban jellemzett idős állományokban a második vagy a harmadik leggyakoribb fafaj, aminek elegyaránya akár az 50%-ot is meghaladhatta és méreteiben hasonló dimenziókat ért el, mint a kocsányos tölgy (Kozarac 1886, Kuzma 1911; 2. melléklet). Az általam vizsgált természetközeli erdőkben a magyar kőris törzsszámonkénti elegyaránya 30%, míg körlapösszeg szerinti elegyaránya 25-32% között változik, mellyel a második leggyakoribb és legnagyobb biomasszával rendelkező fafaj. A magyar kőris átlagos mellmagassági átmérője 48 cm és a faóriások törzsszáma tekintetében 37% a részaránya. Janík és mtsai (2016) a Ranšpurk és Cahnov–Soutok csehországi természetközeli ártéri ligeterdőkben, 1973 és 2006 között a magyar kőris domináns és stagnáló elegyarányát mutatták ki a felső lombkoronaszintben. Ugyanakkor megállapították, hogy felső szintben pusztuló kocsányos tölgy egyedek és szilek helyét nem a magyar kőris veszi át, hanem a termőhely folyamatos szárazodása következtében előrenyomuló közönséges gyertyán és mezei juhar (Janík és mtsai 2016). A szerzők meglátása szerint a magyar kőris a jövőben a harmadik leggyakoribb fafaja lehet csak az ártéri keményfás ligeterdőknek a mezei juhar és gyertyán után. A magyar kőris elegyarányát és versenyképességét tovább csökkenti egy szintén (feltételezhetően) Ázsiából behurcolt

konídiumos gombafaj (*Hymenoscyphus fraxineus*), amely a kőrisek hajtáspusztulásos betegségét okozza (Gross és mtsai 2014; Nagy 2016). A fertőzés mértéke, a betegség terjedése oly jelentős Európa-szerte, hogy szakértők a kőris jövőbeni gazdasági és ökológia szerepének jelentős visszaszorulását feltételezik az általa alkotott erdőtársulásokban (Nagy 2016).

6.3.3. A kocsányos tölgy természetes felújulása a jövevénylisztharmat előtt és után

Az ártéri keményfás ligeterdők szerkezetének és természetes dinamikájának másik meghatározó jelensége a kocsányos tölgy természetes újulata megmaradását befolyásoló hajtóerők megváltozása.

Az általunk vizsgált erdőkben a 135 mintavételi pontból összesen 9 pontban jegyeztük fel a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulatát (DBH 5-20 cm) (5. ábra). Ez az eredményünk összhangban van azzal a számos más állományban is megfigyelt jelenséggel, hogy a kocsányos tölgy nem képes sikeresen felújulni az optimális vagy az öregedési erdőfejlődési fázisban az anyaállomány lombkoronája alatt (Bobinac 2000; Janík és mtsai 2008; Ortmann-Ajkai és mtsai 2017). A megmaradó-túlélő tölgyújulatot tartalmazó 9 mintavételi pontban a legmagasabb a lombkorona lékek általi megszakítása (Lék), a törött törzscsonkok sűrűsége (N_{csonk}) és az egyéb (pionír) fafajok elegyaránya ($EA_{\text{egyéb}}$) (2. táblázat). Ha figyelembe vesszük, hogy az összes mintában 33 olyan mintavételi pont van, amiben a lombkorona lékek általi megszakítása 25% vagy több, akkor azt is megállapíthatjuk, hogy a lékesedő-felnyíló állományok kevesebb mint harmadában volt jelen a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulata. Ugyanakkor az olyan árnyéktűrő és az áradásokat nem tűrő elegyfajok, mint a közönséges gyertyán és a mezei juhar sikeresen újulnak mindegyik gazdálkodástörténeti csoportban, még a nagyobb mérvű lékesedést és az összeomlási fázist megelőzően is. Az állományok öregedésével és a talajvízszint további süllyedésével várható, hogy beindul előbb az állóholtfa-, majd a lékképződés, vagyis az összeomlási fázisú foltok arányának növekedése. Jó példa erre a Fényi-erdő Erdőrezervátum esete. A mintegy 70 éve felhagyott erdőben az állomány fiatal kora (~150 év) ellenére jelentős az összeomló foltok aránya (Horváth és mtsai 2021). A felnyíló foltokban tulajdonképpen csak a magyar kőris képes felvenni a versenyt a mezei juhar és a közönséges gyertyán csemeték gyors növekedésével. Ez a folyamat nem csak a Fényi-erdő, de az általunk vizsgált további állományokban és más európai keményfás ligeterdőkben is jellegzetes és a faállomány-szerkezet átalakulásához vezethet (Trémolières és mtsai 1998; Janík és mtsai 2011; Cestaric és mtsai 2017).

Az egyik legfontosabb természetvédelmi és erdőökológiai kérdés az ártéri keményfás ligeterdők tekintetében, hogy ha a most még kocsányos tölgy dominálta, öreg, ártéri keményfás erdők elérik az összeomlási fázist, és az idős tölgyek elpusztulnak, akkor milyen fajok veszik majd át helyüket a faállományban, és hogy mekkora lesz a tölgy elegyaránya. Ezek a kérdések még aktuálisabbak azokban az állományokban, amelyekben teljesen felhagyták a gazdálkodást, és a természetes dinamikába nincs lehetőség beavatkozni, mint például az általunk vizsgált erdőrezervátumok (Bükkhát ER, Dédai ER, Bockerek ER, Györke). A fentiek alapján nagy biztonsággal levonhatjuk azt a következtetést, hogy a kocsányos tölgy marginális szerepbe fog kényszerülni az uralkodó szintben (a szilekhez hasonlóan), illetve helyüket az egyéb fafajok fogják átvenni (magyar kőris, mezei juhar, közönséges gyertyán).

De miért is nem tud megmaradó-túlélő kocsányos tölgy újulat létrejönni saját állományai alatt? A történeti és recens erdészeti és tudományos irodalom egybehangzó megállapítása, hogy a fafaj sem a múltban (1907 előtt) nem volt képes, sem pedig a jelenben nem képes az anyaállomány zárt lombkoronája alatt hosszabb ideig túlélni (Fekete 1888a; Roth 1935; Bobiec és mtsai 2018; Mölder és mtsai 2019). Még a bő makktermő évek után megfelelő mennyiségben kicsírázott magonc sem biztosítja a megmaradó-túlélő egyedek kifejlődését, a magoncok a csírázást követően 3–5 éven belül mind elpusztulnak (Fekete 1888a; Von Lüpke 1998). A jelenség fő okait a kocsányos tölgy fényigényességével, az elegyfajok általi elnyomásával és a vad károsításával magyarázzák, és a természetes újulat sikeres túléléséhez a lombkorona megnyitását javasolják (Von Lüpke 1998; Götmark és mtsai 2005; De Lombaerde és mtsai 2019). Ugyanakkor arra a kérdésre, hogy meddig képes túlélni a kocsányostölgy-magonc/-csemete lisztharmatfertőzés hiányában az anyaállomány árnyékában, nincsenek tudományos vizsgálatok.

Arra viszont, hogy a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulata képes kialakulni mérsékelt vagy akár erősebb beárnyalást is eltűrve, számos példát találtunk az irodalomban és saját terepi megfigyeléseink során is. Erdeifenyővel (*Pinus sylvestris* L.) elegyes tölgyesekben (Von Lüpke 1998; Gerzabek és mtsai 2017; Woziwoda és mtsai 2019), lucfenyőelegyes tölgyesekben (Bobiec 2012; Smit és mtsai 2012) vagy zárt lombkoronájú nyarasok (Lust és mtsai 2001; Minotta és Degioanni 2011; Molnár 2018) alsó lombkoronaszintjében is sikeresen túlél és felnő a fafaj. Von Lüpke (1998) kimutatta, hogy az erdeifenyő-elegyes tölgyesekben a kocsányos tölgy növekedéséhez optimális fényviszonyok alakulnak ki (legalább 30%-a a teljes megvilágításnak). Meglátásunk szerint a fényviszonyok mellett legalább annyira fontos tényező az anyaállománytól való távolság is. Recens kutatások kimutatták, hogy a magoncok lisztharmattal való fertőzésének valószínűsége csökken az anyaállománytól való távolsággal (Palmer és mtsai 2004; Dillen és mtsai 2016), illetve hogy az anyafától való távolsággal növekszik a magoncok túlélésének esélye (Harmer és Morgan 2007; Gerzabek és mtsai 2017; Woziwoda és mtsai 2019). Ennek lehetséges magyarázata, hogy a lisztharmat kazmotéciuma az anyaállomány avarjában teletel át, és onnan fertőzi újra a magoncot/csemetét minden tavasszal, így csökkentve annak túlélési esélyeit (11. ábra). Kuzma (1911) szintén arra hívja fel a figyelmet már a lisztharmat járványos fellépésének első éveiben, hogy a kocsányos tölgy a vágásterületeken (az anyafák letermelése után) az első évtizedekben az elegyfajok árnyékában képes túlélni, és a tarvágást követő 30. évre túlnövi a többi elegyfajt (magyar kőris, szilfajok). Mindezen megfigyelések alapján két következtetést vonhatunk le: 1) a kocsányos tölgy a lisztharmat járványszerű elterjedése (1907) előtt képes lehetett megmaradó-túlélő újulatot létrehozni az anyaállomány árnyékában is; 2) ma is képes elviselni a mérsékelt és akár az erősebb beárnyalást is az anyaállománytól távol. Ugyanakkor nem feltételezzük, hogy egy olyan állományban, ahol például a közönséges gyertyán jól fejlett második lombkoronaszintet tud kialakítani, ott a fényviszonyok elégségesek lehettek a felújuláshoz a lisztharmatfertőzés elterjedése előtt sem.

Németországi kocsányostölgy-elegyes lombhullató erdőkben végzett vizsgálatok kimutatták, hogy már viszonylag kisméretű (minimum 17–20 m átmérőjű) lékekben is megfelelő fényviszonyok (15–20%-a a teljes megvilágításnak) találhatóak a fafaj csemetéinek túléléséhez és minimális növekedéséhez, legalábbis a csírázást követő első 4–6 évben (Von Lüpke 1998). Magyarországi

kocsányos tölgy uralta középkorú (66–74 éves) szálerdőkben kialakított 30×15 m átmérőjű lékekben végzett vizsgálatok megállapították, hogy a vizsgálat hatodik évére a fafaj természetes újulatát teljesen elnyomta az aljnövényzet (pl. szeder fajok – *Rubus* sp.) és az egyéb fafajok (közönséges nyír (*Betula pendula*) vagy kései meggy (*Prunus serotina*) (Kollart, 2018). A Beregi-sík gyertyános-kocsányos tölgyeseiben végzett lékes felújítógágások tapasztalatai szintén azt támasztják alá, hogy még a nagyobb lékek nyitása (0,15 ha) sem elegendő ahhoz, hogy megvédjék a kocsányos tölgy újulatát az elegyfajok (közönséges gyertyán, mezei juhar) elnyomásától (Szalacsi és mtsai 2015). Diaci és mtsai (2008) arra mutatnak rá, hogy 90–130 éves ártéri keményfás ligeterdőkben a kisméretű (0,03–0,05 ha) lékek nyitásával a spontán keletkező kocsányostölgy-újulat megfelelő fényviszonyokat (8–18 %) talál az első négy évben a túléléshez. A megmaradó-túlélő újulat biztosításához a továbbiakban tágítani kell a lék méretét (10–15 m átmérő vagy akár >0,2 ha) (Von Lüpke 1998; Čater és Batič 2006). A lékekben mérhető magasabb vadkár szintén erős limitáló tényezője az újulat sikeres felnövekedésének a lombkoronaszintbe (Götmark és mtsai 2005; Kollart 2018). Ugyanakkor a kocsányos tölgy megmaradó-túlélő újulata azokban a tájakban is hiányzik a lékekből, vagy elégtelen a mennyisége, amelyekben alacsony a vadnyomás (Dobrowolska 2008; Mölder és mtsai, 2019).

A természetes újulatra alapozott fokozatos felújítógágást napjainkban az egyik leghatékonyabb és legmegbízhatóbb felújítási módnak tartják a kocsányos tölgy uralta erdőkben (Dobrowolska 2008; Mölder és mtsai 2019; Tkach és mtsai 2020). Mivel a lombkorona megbontásának és a talajt érő fény mennyiségének mértékével az elegyfajok és az aljnövényzet borítása is jelentősen növekszik, továbbá a megvilágítás mértékével növekszik a lisztharmattal való fertőzés mértéke is, további erdészeti beavatkozások (mechanikai talajelőkészítés, gyomirtó- és gombaölőszerek alkalmazása) hiányában a kocsányostölgy-csemeték túlélési esélye azonban jelentősen csökken (Houšková 2005; Hobza 2007; Prenar 2009; Pap és mtsai 2012).

A történeti erdészeti irodalom szisztematikus áttekintése arra a fontos faállomány-szerkezeti és erdődinamikai jelenségre hívja fel a figyelmünket, hogy a 19. századi, öreg, ártéri tölgyesekben a száralás közben keletkezett lékekben vagy a fokozatos felújítógágással megbontott állományok alatt a kocsányos tölgy különösebb nehézségek nélkül, spontán fel tudott újulni (5.4. fejezet; 3. melléklet) úgy is, hogy közben nem alkalmaztak mechanikai talajelőkészítést, gyomirtó- vagy gombaölőszereket. A természetes felújulás legfontosabb hátráltatójának a településekhez közeli erdőkben való intenzív legeltetést és a felújítási időszakban sem szünetelő erdei sertéstartást látták (Fekete, 1890, Lázár, 1886). „*Ez erdők legvénebb korosztálya rendesen vagy kihalt, vagy pedig száralás útján kivágatott; s miután az erdő tere folytonos legelőül szolgált s a makkot a jogosultak rendesen fölértetik, a tölgy fiatalabb korosztályainak se hire, se nyoma*” – Lázár Jakab (1886). A legeltetés időben történő felhagyása (pl. előtilosok alkalmazása) elégséges feltétele volt a megmaradó-túlélő újulat kialakulásának, ha az anyaállományból nem szállalták ki túlságosan a magszóró, idős kocsányostölgy-egyedeket (Fekete 1890a; 3. melléklet).

A történeti és recens erdészeti, erdőökológiai, növénykórtani és taxonómiai irodalomban lévő tudásanyag szintézisével elsőként fogalmaztuk meg a jövevénylisztharmat-elméletet, mely jól magyarázhatja a kérdéses fafaj természetes megmaradó-túlélő újulata kialakulásának akadályát. Ha figyelembe vesszük a történeti adatokat a kocsányos tölgy sikeres felújulására és a lisztharmat hatását

a fafaj túlélési esélyeire, fényigényére és magassági növekedésére, észszerűnek tűnik feltételeznünk, hogy az elmélet különösebb robusztus tesztelés nélkül is elfogadható.

Az elmélet maga után vonja azt a megállapítást is, hogy – amennyiben a kocsányostölgy-magoncok a lisztharmat fertőzése nélkül fejlődhetnének ma is, úgy – a természetes lékekben és a fokozatos felújítóságával kezelt állományokban is nagyobb eséllyel versenyezhetnének a gyorsan növő elegyfajokkal, és gyorsabban elérhetnék azt a magasságot is, ahol már nem tudja a vad károsítani a vezérhajtást. Ugyanakkor nem szeretnénk azt sugallni elméletünkkel, hogy a fafaj természetes felújulásának minden tájban egyedüli akadálya a jövevénylisztharmat, ezzel túlságosan leegyszerűsíténénk egy bonyolult, interspecifikus kapcsolatrendszer és az erdődinamikai folyamatokat. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a kocsányos tölgy természetes felújulásának akadályait vizsgáló eddigi tanulmányok nem vették figyelembe a lisztharmat hatását a természetes felújulási folyamatokat meghatározó tényezők között (vadhatás, megváltozott erdőhasználat, talaj nedvességtartalma, kompetíció az elegyfajokkal), így nem is tudtak koherens magyarázatot adni a kocsányos tölgy természetes felújulásának problémájára. Amit viszont hipotézisünk felállításával mindenképp hangsúlyozni szeretnénk, hogy akármilyen és akárhány tényezőt is okol és vizsgál az európai tudományos irodalom a természetes felújulás akadályaként, a jövevénylisztharmat a 20. század eleje óta még egy további kulcstényező, amit nem hagyhatunk figyelmen kívül.

Itt meg kell említenünk, hogy a Bács-Kiskun megye északi határán található Peszéri-erdő erdőssztyepteptölgyeseiben a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság – a megfelelő engedélyeztetési eljárást követően – egy hosszútávú kísérletet indított el 2020-ban. A kísérlet célja, hogy a kocsányos tölgyesekben az újulat potenciális (valójában szabályszerűen bekövetkező) pusztulásához vezető tényezőket azonosítsák, a veszélyeztető tényezők (jövevénylisztharmat, vadhatás és fény) egyedi és összeadódó hatásait számszerűsítsék. (Demeter és mtsai 2021).

6.4. Az erdőökológia és társtudományágainak elszigeteltsége okozta tudáshiány

Annak, hogy idáig az erdőökológiai és erdődinamikai kutatások figyelmen kívül hagyták a jövevénylisztharmat negatív hatását, számos oka lehet. Az egyik ilyen ok, hogy az egyes tudományterületeken és szakmákon belül felhalmozott tudást nem szintetizálták ezidáig.

A taxonómiai, növénykórtani és erdészeti irodalom evidenciaként kezeli a tölgyfajokra (leginkább a kocsányos tölgyre) specializálódott jövevénylisztharmat trópusi eredetét és a magonc/csemete növekedésére és túlélésére gyakorolt negatív hatását. Ennek ellenére terepi tapasztalataim (pl. erdőtörténeti interjúk) azt támasztják alá, hogy az erdőökológusok, természetvédelmi szakemberek és erdészek túlnyomó többsége nem veszi figyelembe a jövevénylisztharmat idegenhonos és inváziós jellegeit és nem számol a betegség természetes felújulást és erdődinamikát módosító szerepével. A kocsányos tölgyesek természetes dinamikáját és felújulását vizsgáló kutatások jellemzően szintén figyelmen kívül hagyják (néhány kivétel alább) vagy meg sem említik a jövevénylisztharmat magonc/csemete növekedésére és mortalitására gyakorolt hatását (pl. Harmer és Morgan 2007; Petersson és mtsai 2020). A jövevénylisztharmat valós hatása figyelmen kívül hagyásának közvetlen következménye pedig, hogy azokból a terepi kísérletekből, amelyekben a kocsányos tölgy természetes felújulását vizsgálják, kihagyják a lisztharmat hatásának vizsgálatát, így túlhangsúlyozzák az egyéb

tényezők szerepét (pl. vadrágás, fény, talajnedvesség), ami téves következtetések levonásához vezethet.

Az erdész szakma már röviddel a jövevénylisztharmat első járványos fellépései után dokumentálta annak hatását a kocsányostölgy-egyedek növekedésére (10. ábra; Kövessi 1910; Roth 1915; Vadas 1916). Ám megfigyeléseiket csemetekertekben, vágásterületek mesterséges erdősítéseiben, sarjerdőkben vagy fokozatos felújítógáással felújított területeken végezték, vagy éppen pusztuló állományok idős fáin (Vadas 1917; Woodward és mtsai 1929; Igmándy 1972; Thomas és mtsai 2002; Pap és mtsai 2012; Dillen és mtsai 2016; Tkach és mtsai 2020). Az erdészetek Európa számos országban évtizedek óta alkalmaznak gombaölőszereket a tölgylisztharmat visszaszorítása érdekében (pl. Hobza 2007; Pap és mtsai 2012; Lonsdale 2015). A 19. század végétől ugyanakkor a tölgyerdők gazdálkodásában és felújításában a rövid vágásfordulójú fokozatos felújítógás vagy az egy lépésben végzett tarvágás a jellemző (Kirby és Watkins 2015). Ezért az erdész szakma egészen a közelmúltig nem foglalkozott a kocsányos tölgyesek természetközeli gazdálkodásának kérdésével. A természetes felújulás hiánya/problematikája a természetszerű erdőkben az erdészettudományos érdeklődés fókuszán kívülre esett. Meg kell jegyeznünk ugyanakkor, hogy a természetes újulatra alapozott fokozatos felújítógás gyakorlata több mint egy évszázados múltra tekint vissza. Ám a bontóvágások okozta többletfény, a tisztítások és egyéb erdészeti beavatkozások a természetes állományok lékjeiben található körülményektől jelentősen eltérnek, és segítik a kocsányos tölgy versenyképességét és felújulási esélyeit.

A nagyszámú, jövevénylisztharmattal foglalkozó növénykórtani és erdészeti kutatás középpontjában a gazdaszervezet-patogén kölcsönhatások állnak. Különösen nagy figyelmet fordítanak ezek a kutatások a jövevénylisztharmat megváltozó növekedési erély, egészségi állapot és asszimilációs folyamatokra kifejtett hatására a fiatal egyedek és idős fák esetében (Igmándy 1972; Hewitt és Ayres 1975; Marçais és Desprez-Loustau 2014). A természetes dinamika kapcsán a szerzők azt a következtetést vonják le, hogy a csemeték sűrűsége általában magas, így a jövevénylisztharmat nem gátolhatja lényegesen a folyamatot (Marçais és Desprez-Loustau 2014). Ám ezeket a kutatásokat szintén csemetekertekben, kísérleti állomásokon vagy vágásterületeken végzik, ahol a környezeti feltételek lényegesen eltérnek a természetes erdők környezeti feltételeitől (pl. magasabb a magoncok/csemeték egyedsűrűsége és az elérhető fény mennyisége is, az aljnövényzetet mechanikailag eltávolítják). Továbbá az is elmondható, hogy a kutatók érdeklődésének fókuszában az egyed vagy az egyed alatti szerveződési szinten zajló folyamatok vannak, és nem foglalkoznak az olyan egyed feletti szerveződési szintek folyamataival, mint a természetes tölgyes erdők dinamikája vagy megújulási ciklusai. Egyetlen terepi vizsgálatot sem találtunk, melyet természetszerű tölgyesek lékjeiben vagy felnyíló lomkoronája alatt végeztek volna annak érdekében, hogy egységes kísérleti elrendezésben feltárják a jövevénylisztharmat és egyéb faktorok független hatását (vadrágás, fényhiány, talajnedvesség) a kocsányos tölgy csemetéinek túlélési esélyeire és növekedésére. Tulajdonképpen megállapíthatjuk, hogy egy ilyen jellegű vizsgálat már az erdőökológia és erdőökológusok tudományos érdeklődése körébe tartozik.

Néhány erdőökológiai kutatás ugyan megemlíti a jövevénylisztharmatot mint a magonc/csemete növekedését és egészségi állapotát károsító tényezőt (Palmer és mtsai 2004; Dillen és mtsai 2016;

Bobiec és mtsai 2018), ám ők sem integrálják annak hatását a természetes erdődinamikai modellekbe. Mind a „zárt erdők”, mind pedig a „legelőerdők” elmélete olyan megfigyeléseken alapszik a tölgyes zónában, melyeket a jövevénylisztharmat megérkezése után (20. század eleje) végeztek, így a tanulmányozott dinamikák már nem a természetes dinamikai folyamatokon alapultak, hanem a jövevénylisztharmat által befolyásoltak voltak. A továbbiakban a kutatásoknak elméleti háttérét a fenti elméletek adták. Az a jelenség, hogy a domináló elméleteken belül való gondolkodás elzárja az utat az új felfedezések vagy újrafelfedezések előtt, szintén elterjedt tudományos megismerési mintázat (Ke 2014; Glazier 2018).

Egy másik ok a jövevénylisztharmat hatásának mellőzése mögött az lehet, hogy az elmélet még kiforratlan volt, és nem volt kellően alátámasztva tudományos evidenciákkal, mert azok még nem léteztek (vö. Glazier 2018 összefoglalójával a mellőzött és újrafelfedezett tudásról). Néhányan a jeles ökológusok közül foglalkoznak a jövevénylisztharmat természetes felújulásra gyakorolt lehetséges hatásaival. Röviddel az első járványos fellépése után Alexander Stuart Watt botanikus-növényökológus felhívja az erdészek figyelmét mint veszélyeztető tényezőre, ám ebben az időszakban még nem volt ismert a jövevénylisztharmat idegenhonos eredete és a növénykórtani kutatások eredményei. *„A gomba látszólagos hatása eltérő lehet a különböző helyzetekben. Saját terepi tapasztalataim alapján azt kell mondjam, hogy nem lehetséges annak megállapítása, hogy a tölgy magonc pusztulását milyen mértékben okozza a fényhiány és a gomba. A két tényező független hatásának meghatározása csak elméletben lehetséges”* – írja Watt 1919-ben. Később Oliver Rackham történeti erdőökológus jegyzi meg, hogy a jövevénylisztharmat fontos szerepet játszhat abban, hogy a kocsányos tölgy magoncai/csemetéi kevésbé tolerálják a zárt tölgyesek lombkoronája alatti fényhiányos környezetet (Rackham 1986; vö. Peterken 2001 és Rackham 2006). *„A jövevénylisztharmat hatása nem olyan egyértelmű, mint amilyennek elsőre tűnhet. A tölgy rejtélyesen elvesztette azon képességét, amely a 19. századig még megvolt, hogy magról kelve könnyedén felnőjön az erdőben. Ennek oka nagy valószínűséggel a lisztharmat lehet, amely megfoszthatja a tölgyet attól a képességétől, hogy árnyékban túlélhessen”* – írja Oliver Rackham 1986-ban. Oliver Rackham meglátásának nem sikerült gyökeret vernie a kocsányos tölgy természetes felújulásának hiányáról folyó diskurzusban (Vera 2000). Később George Peterken az európai erdőökológia egyik kulcsalakja szóváteszi Frans Verának, a legelőerdőelmélet megalkotójának, hogy elméletében elmulasztotta beépíteni Oliver Rackham jövevénylisztharmattal kapcsolatos meglátását (Vera 2000; Peterken 2001). Ám sem Alexander Watt, sem Oliver Rackham, sem pedig George Peterken nem dolgozta ki a jövevénylisztharmat-elméletet, az csupán egyfajta terepi tapasztalatokból merítkező tudományos megérzés és megjegyzés maradt. A történeti és recens irodalmat áttekintve azt a következtetést vonhatjuk le, hogy Oliver Rackham járt a legközelebb a jelenség felismeréséhez és tudományos igényű megírásához, de valamiért ezt nem tette meg. A jövevénylisztharmat elmélete térben és időben egymástól függetlenül körvonalazódott Alexander Watt és Oliver Rackham számára, és esetünkben is.

A jövevénylisztharmat valós hatásának felismerését az is gátolhatta, hogy a kutatások túlnyomó többségét Nyugat-Európában végezték, ahol a kocsányos tölgy és a kocsánytalan tölgy elterjedési területe erősen átfed (Eaton és mtsai, 2016), nem válik úgy földrajzilag ketté, mint a Pannon régió jelentős részén (alföld vs. dombvidék/alacsony hegységek), így ezek a kutatások nem tesznek

különbséget a két faj között (Palmer és mtsai 2004; Götmark és mtsai 2005; Bobiec és mtsai 2018; De Lombaerde és mtsai 2019; Mölder és mtsai 2019; Petersson és mtsai 2020). A kocsányos tölgyről széleskörben ismert megfigyelés, hogy kevésbé tűri a beárnyalást (Ellenberg és mtsai 2001), és jóval fogékonyabb a lisztharmatfertőzésre, mint a kocsánytalan tölgy (Kövessi 1910; Leibundgut 1969; Ayres 1976). A két fajnak gyakoriak a hibridjei is ezeken a területeken, így még nagyobb kihívás kimutatni a lisztharmat hatását a tiszta kocsányostölgy-egyedekre.

Glazier (2018) a történeti tudás figyelmen kívül hagyását és a recens irodalmi eredmények (gyakran csak angol nyelven publikált) túlhangsúlyozását szintén megnevezi, mint a tudományos felfedezések korlátját. Az 1930 előtt publikált magyar nyelvű erdészeti irodalom esetünkben nem csak a jövővénylisztharmat hatásainak a megértését segítette, de a természetszerű ártéri keményfás ligeterdők szerkezetének és dinamikájának jobb megértéséhez is hozzájárult.

6.5. Az ártéri keményfás ligeterdők természetvédelmi célú erdőkezelése

Az elmúlt mintegy 200 évben az ártéri keményfás ligeterdők területe több mint 90%-kal csökkent Magyarországon (Király és Szmorad 2014; Biró és mtsai 2018), őserdők pedig már egyáltalán nem léteznek az élőhelyből (Sabatini és mtsai 2018). A megmaradt természetszerű erdők faállomány-szerkezete átalakulóban van (12. ábra), ezért megóvásuk kiemelt természetvédelmi jelentőséggel bír. Gazdálkodási rendszerük helyes megválasztásában a gazdasági szempontokat meghaladó és a természetvédelmi funkciókat előtérbe helyező megközelítésekre van szükség.

Eredményeink az irodalommal összhangban szintén rámutattak arra, hogy természetvédelmi szempontból a vágásos üzemmód a legkevésbé kedvező a természetes erdőszerkezet, és ezzel a természetes dinamikai folyamatok fenntartásához. Ahhoz, hogy a gazdálkodott ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezete természetesebb képet mutasson, a gazdasági erdők vágásfordulóját lényegesen növelni kellene, a mai gyakorlat által előnyben részesített 80–100 évről legalább 150 évre.

Egy másik járható út lehetne, ha az elnyújtott vágásfordulóval tervezett erdőben a felújítóvágás megkezdése és az utolsó (növedékfokozó) gyérités között az Ukrajnában is elterjedt egészségügyi szálalást alkalmaznák. A hosszú vágásforduló alkalmazása mellett javasoljuk az egy lépcsőben megvalósított tarvágásos erdőfelújítás elkerülését, illetve alternatívájaként a 20–40 évre elnyújtott felújítóvágást (fokozatos felújítóvágás; (Dobrowolska 2008; Mölder és mtsai 2019; Tkach és mtsai 2020) vagy az 1–1,5 famagasság átmérőjű lécek kialakítását szálalással (vö. Frank és Szmorad 2014; Király és Szmorad 2014). Mindkét eljárás természetvédelmi szempontból kívánatos lenne a többkorú és természetesebb erdőszerkezet, illetve a természetes újulatra alapozott állományok neveléséhez.

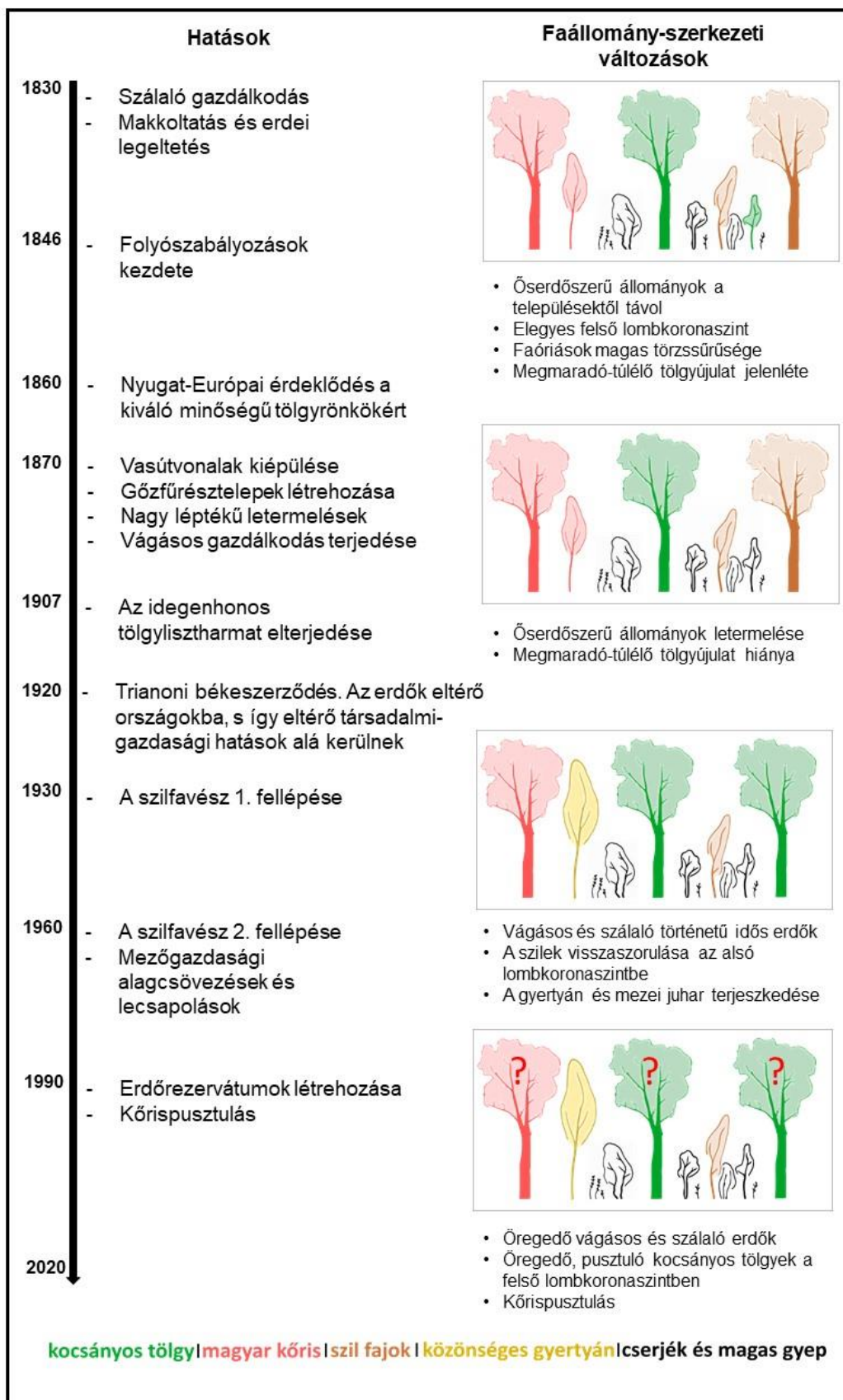
A szálalva gazdálkodott erdőkben azok esetleges felhagyása után gyorsabban helyreállnak a természetes erdőkre jellemző faállomány-szerkezeti jellegek. Így ezekben az erdőkben a felhagyás mint kezelés rövidebb idő alatt is célravezető lehet. Ugyanakkor, amint arra eredményeink is rámutattak, egy 100 év óta vágásos szemléletben gazdálkodott erdőben a természetes szerkezet csak lassan alakul ki a felhagyás után (Bauhus és mtsai 2009; Paillet és mtsai 2015). Az egykorú vágásos erdőkben a nem beavatkozás csak lassan vezet eredményre, így újabban ezekben az erdőkben javasolják az aktív természetvédelmi kezeléseket, melyek között a legelterjedtebbek a faállomány-szerkezet változatosságának növelését célzó beavatkozások, mint pl. élő fák gyűrűzése a lábon álló, illetve fekvő

elhalt fák mesterséges előállítására céljából vagy mikroélőhelyek mesterséges kialakítása (Keeton 2006; Bauhus és mtsai 2009). Ez a megközelítés számos természetvédelmi megfontolásból rövid időn belül eredményre vezethet, bár a faóriások törzsszámának növekedéséhez szükséges időt nyilván nem tudja kiváltani.

A kocsányos tölgy természetes újulata, amint eredményeink is rámutattak, a jövevénylisztharmat, a vadrágás, a folyószabályozás okozta élőhely-szárazodás és más, kedvezőtlen környezeti feltételek, illetve ezek együttes hatása miatt csak nehezen verekszi ki magát a magaskórós növényzetből. Ez a jelenség különösen nagy kihívás elé állítja az örökerdőt vagy folyamatos erdőborítást és természetes felújítást célként kitűző gazdálkodás terjedését. Erdészeti csemetekertekben, fokozatos felújítógázásokban vagy tarvágásokban a kocsányos tölgy lisztharmatfertőzése ellen sikerrel védekeznek gombaölőszerekkel, beleértve a mikroparazitákat és antagonistá gombákat is (Igmándy 1974; Topalidou és Shaw 2016). Ugyanakkor természetvédelmi területen aggályos lehet a gombaölőszerek környezeti terhelése és más, honos gombafajokra gyakorolt negatív hatása. Más lehetséges módszer egyelőre csak elméletben létezik. Recens irodalmak, de már a történeti erdészeti források is a megoldást abban látják, hogy elegyes fiatalosok létrehozásával csökkenthető a tölgycsemeték megfertőződésének esélye (Vadas 1917; Dillen és mtsai 2016; Field és mtsai 2020). Hosszútávú megoldásként pedig a jövevénylisztharmattal szemben rezisztens változatok szelektálását javasolják (Leibundgut 1969). Egy friss tanulmány szerint a jövevénylisztharmat ellen sikeresen lehet védekezni, ha olyan vegyi anyagokkal, mint pl. a benzotriazolok vagy a szalicilsav, indukált rezisztenciát váltunk ki a kocsányostölgy-magoncából (Turczański és mtsai 2023). Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy amennyiben sikerül megakadályozni a tölgycsemeték lisztharmattal való megfertőződését, ezáltal csökkenteni a mortalitási rátát és elősegíteni a gyorsabb magassági növekedést, úgy az ártéri keményfás erdőkben a szálalás és a lékvágásos gazdálkodás a mainál jóval nagyobb sikerrel alkalmazható lenne. Természetesen ez a megállapítás egy többé-kevésbé észszerű vadgazdálkodás mellett még inkább megállja a helyét.

A másik kiemelt ökológiai-természetvédelmi feladat az erdők vízháztartásának helyreállítása (Király és Szmorad 2014). A rendszeres áradások megszüntetése és a talajvízszint csökkenése az élőhely szárazodásához vezetett, melynek következtében az áradást kevésbé tűrő fajok (közönséges gyertyán, mezei juhar) térnyerésével megváltozott az ártéri keményfás ligeterdők fajajainak elegyaránya (Janík, 2011; 2016; Mikac és mtsai 2018). A felszíni és felszín alatti vizek pótlása (ökológiai vízpótlás) elengedhetetlen, ha az élőhely átalakulását meg szeretnénk állítani vagy szeretnénk visszafordítani.

A szilek (*Ulmus minor*, *U. laevis*) a folyószabályozások és a szilfavész elterjedése előtt uralkodó fafajai voltak a természetszerű állományoknak. Az erdei biológiai sokféleségben betöltött jelentős szerepük (pl. 79 rovarfaj él és szaporodik kizárólag szileken; Heybroek 1993) miatt fontos természetvédelmi cél elegyarányuk, különösen a nagyméretű fák törzsszámának a növelése. Az ökológiai vízpótlás eredményeként javulhatna a szilpopulációk vitalitása is (Roth 1933). Továbbá a szilfavésszel szemben ellenállóbb helyi magfák meghagyásával, csemetéinek terjesztésével és állományon belüli megsegítésével (pozitív szelekció gyérítések közben) növelhető lehetne az elegyarányuk.



12. ábra Természeteszerű ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének változásai és azok legfontosabb hajtóerői az elmúlt 200 évben.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ártéri keményfás ligeterdő egyike Európa legveszélyeztetettebb erdei élőhelyeinek. Az ember tájtalakító munkájának és intenzív erdőgazdálkodásának következményeként az élőhely nagy része eltűnt, vagy szerkezete jelentősen átalakult. Fajgazdagság, szerkezeti sokféleség és produktivitás szempontjából is a legértékesebb erdei élőhelyek közé tartozik, az európai biodiverzitás kulcsfontosságú élőhelye. Ártéri keményfás őserdők gyakorlatilag már nem léteznek Európában. A Pannon régió folyóinak árterén viszont még számos természetserű állomány fennmaradt a kíméletes erdőgazdálkodásnak és a természetvédelmi törekvéseknek (pl. erdőrezervátumok kialakítása) köszönhetően. Az ökológia, a természetközeli erdőgazdálkodás és a természetvédelem számára egyaránt fontos annak ismerete, hogy milyen ezeknek a fennmaradt állományoknak a természetességi állapota, hol tartanak az erdőfejlődés folyamatában, és milyen tényezők befolyásolják az állományok fejlődését. Ártéri keményfás őserdők hiányában azonban korlátozottak a lehetőségeink, hogy megválaszoljuk ezeket kérdéseket. Doktori dolgozatomban a még lábbon álló, természetserű állományok terepi vizsgálatával, a történeti irodalom elemzésével és az egymással rokon tudományterületeken belül felhalmozott tudás (multidiszciplináris) szintézisével kíséreltem meg választ adni a fenti kérdésekre.

A Pannon régió két tájában, a Beregi-síkon és a Dráva-síkon, összesen 16 vágásos és száralva gazdálkodott ártéri keményfás erdőben végeztünk faállomány-szerkezeti felvételezést, 135 mintavételi pontban. Elvégeztem a történeti erdészeti irodalom szisztematikus áttekintését, hogy beazonosítsam az 1930 előtt még lábbon álló, öreg (>70 éves) keményfás erdőket. Összesen 69 tanulmányban találtam releváns kvalitatív vagy kvantitatív adatot az 1860–1920 közötti öreg erdők faállomány-szerkezetéről, gazdálkodásáról, természetes felújulásáról és mesterséges felújításáról. Dolgozatomban összegyűjtöttem, áttekintettem és szintetizáltam a jövevénylisztharmat (1) kocsányostölgy-magonc/-csemete fejlődésére és (2) a természetes újulatra gyakorolt hatásáról szóló recens és történeti irodalmat (összesen 253 szakcikk és könyv).

Az általunk megmintázott állományokban vizsgált öreg erdőkre jellemző faállomány-szerkezeti elemek és az átmérőeloszlásokra illesztett elméleti modell alapján megállapítottuk, hogy az állományok zöme az optimális vagy kisebb részben az öregedési erdőfejlődési fázisban van, melyekből szinte teljesen hiányoznak az összeomló és felújuló fázisban lévő foltok. A történeti és recens adatokat elemezve megállapítottuk, hogy még az általunk vizsgált legöregebb állományok sem elég idős ahhoz, hogy kései fejlődési fázisokra jellemző faállomány-szerkezet kialakuljon bennük (pl. a faóriások (>80 cm DBH) törzsszáma, a potenciális mellmagassági átmérők és az átmérőeloszlás természetessége). A vizsgált vágásos állományok még túl fiatalok (maximum 111 év), míg az egészségügyi szálalóvágásos állományokból rendszeresen eltávolították a legöregebb egyedeket, így mindkét vizsgált gazdálkodástörténeti csoportban homogenizálták a koreloszlást, a különböző zavarások által előidézett összeomló, majd felújuló foltok még nem alakulhattak ki. Az általunk vizsgált két erdőgazdálkodási módnak (vágásos és egészségügyi szálalóvágásos) közel azonos hatása volt az aktívan gazdálkodott erdők szerkezetére. A felhagyást követően a különbség már sokkal szembetűnőbbé vált a két vizsgált erdőgazdálkodási mód között. Megállapítottuk, hogy a mintában

szereplő legöregebb (189 éves) állományoknak is legalább 50–100 év zavartalan fejlődésre van szüksége, hogy megjelenjenek és gyakoribbak legyenek az összeomló és felújuló fejlődési fázisban lévő foltok.

A történeti irodalom elemzésével megállapítottuk, hogy a recens ártéri keményfás ligeterdők faj-elegyarányai lényegesen megváltoztak az elmúlt 100 évben. A legszembetűnőbb változás a szilfajok (*Ulmus minor* és *U. laevis*) törzsszám szerinti elegyarányának legalább felére csökkenése, a felső lombkoranaszintből való szinte teljes eltűnése és a fatömeg szerinti elegyarányának sokszoros csökkenése a 19. század második felében leírtakhoz képest. A szil drasztikus visszaszorulásának oka az idegenhonos szilfavész, illetve a folyószabályozások okozta élőhely-szárazodás. Megállapítottuk továbbá, hogy a folyószabályozások következtében megnövekedhetett az áradást kevésbé tűrő fajok (közönséges gyertyán, mezei juhar) elegyaránya, mely folyamatra további kedvezőtlen hatással volt az egészségügyi szálalóvágásos erdőgazdálkodás.

Kimutattuk, hogy a vizsgált állományokban található felújuló foltokban elhanyagolható mennyiségben fordul elő a *kocsányos tölgy* megmaradó-túlélő újulata. Ezekben a foltokban szintén a közönséges gyertyán és a mezei juhar az uralkodó fajok.

A történeti és recens taxonómiai, növénykórtani és növényfiziológiai, erdőökológiai és erdészeti irodalom feldolgozásával megalkottam a jövevénylisztharmat elméletét, mely kimondja, hogy a kocsányos tölgy idegenhonos eredetű lisztharmatbetegsége olyan mértékben csökkenti a magonc/csemete magassági növekedését és túlélési esélyeit, hogy az egyéb biotikus és abiotikus környezeti feltételek mellett az egyik legfontosabb korlátozó tényezője a megmaradó-túlélő kocsányos tölgy újulat létrejöttének a természetszerű ártéri keményfás erdőkben. A jövevénylisztharmat tehát súlyosan korlátozza az élőhely természetes erdődinamikai folyamatait.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy az általunk vizsgált ártéri keményfás erdők túlnyomó többségének faállomány-szerkezetét az elmúlt 150 évben jelentősen átalakították az olyan társadalmi-gazdasági hajtóerők, mint a a szálalóról a vágásos gazdálkodásra való áttérés és több idegenhonos gombafaj (szilfavész és jövevénylisztharmat) behozatala és elterjedése. Az élőhely vízgazdálkodásának helyreállítása, a természetközeli gazdálkodási módokra való áttérés és a honos fajok természetes dinamikáját korlátozó kórokozók visszaszorítása nélkül nem beszélhetünk az élőhely természetszerű dinamikájáról még a legöregebb állományokban sem. A felsorolt hatások hosszútávú következménye az élőhely homogenizálódása és átalakulása (pl. alföldi gyertyános-kocsányos tölgyessé). Ha a természetvédelem és az erdőgazdálkodás valós célként szeretné kitűzni a Pannon régió egyik legveszélyeztetettebb erdei élőhelyének megóvását és helyreállítását, a felsorolt kihívások módszeres megoldása nem kerülhető meg.

8. SUMMARY

Hardwood floodplain forest is one of the most threatened forest habitats in Europe. As a consequence of anthropogenic landscape modification and intensive forest management, much of the habitat has disappeared or its structure has been significantly altered. They are among the most valuable forest habitats in terms of species richness, structural diversity, and productivity, and are key habitats for European biodiversity. Primeval hardwood floodplain forests practically no longer exist in Europe. In the floodplains of the great rivers of the Pannonian region, however, several stands of near-natural/old-growth remnants have survived due to low-intensity forest management and the establishment of strict forest reserves. It is important for near-natural forest management or restoration ecology to know the state of naturalness of these remaining stands, where they are in the process of forest development, and what factors influence the development of the stands. In the absence of primeval hardwood floodplain forest, our ability to answer these questions is limited. In my Ph.D. dissertation, I attempted to answer these questions through field studies of the stand structure of semi-natural forests that still exist, analysis of historical literature, and (interdisciplinary) synthesis of knowledge accumulated within related disciplines.

In the Pannonian region, in two areas, the Bereg Plain and the Drava Plain, a total of 16 floodplain hardwood forests differing in terms of management approach (rotation and selection forestry) were surveyed at 135 sampling points. I conducted a systematic review of the historical forestry literature to identify old (>70 years old) hardwood forests still standing before 1930. I found relevant qualitative or quantitative data on the stand structure, management, natural regeneration, and artificial regeneration of near-natural forests still standing between 1860 and 1920 in 69 forestry articles. In my dissertation I summarized, reviewed, and synthesized the recent and historical literature (253 articles and books in total) on the impacts of the alien invasive oak powdery mildew on 1) the development of pedunculate oak's seedlings/saplings and 2) on their natural regeneration dynamics.

Based on the analysis of the stand's structural elements typical of old-growth forests and the theoretical model fitted to the diameter distribution, we found that most stands are in the early or late biostatic forest development phase and patches in the degradation and innovation phases were almost completely absent. By analysing historical and recent data, we found that the old-growth structural characteristics did not develop even in the oldest stands we studied (e.g., stem density of very large trees (>80 cm), potential diameter at breast height, and naturalness of diameter distribution). Rotation stands under study are still too young (maximum 111 years old), while the oldest trees in the selection stands have been systematically removed, so that the age distribution in both treatment groups under study was homogenised, thus patches of degradation and innovation phases caused by different disturbances have not yet developed. The two silvicultural approaches we studied (rotation and selection forestry) only moderately differed regarding their impact on the structure of the actively managed forests. After abandonment, the difference between the two forest management systems studied is much more striking. We found that even the oldest stands in the sample (189 years) need at least 50–100 years of abandonment and natural development in order to increase the frequency of patches in the degradation and innovation stages of stand development.

By analysing the historical literature, we have found that the mixture ratio of tree species in the canopy has changed substantially over the last 100 years. The most striking change is the reduction of the stem number of elm species (*Ulmus minor* and *U. laevis*) by at least half, the almost complete disappearance of these species from the upper canopy layer, and a multiple reduction of the timber volume of elm compared to the second half of the 19th century. The drastic decline of elm was caused by the epidemic of the alien Dutch elm disease and the drying of habitats caused by river regulation. It was also found that river regulation may have increased the proportion of less flood-tolerant tree species (i.e., *Carpinus betulus*, *Acer campestre*), which process was further adversely affected by silvicultural practices.

It was shown that the regenerating patches in the studied stands contain negligible amounts of the advanced regeneration of pedunculate oak. *Carpinus betulus* and *Acer campestre* are also the dominant species in these patches.

By reviewing the historical and recent taxonomic, pathological and physiological, forest ecological, and silvicultural literature, we have developed the novel pathogen powdery mildew hypothesis, which states that the alien oak powdery mildew species complex significantly reduces the height growth and survival rate of the seedlings/saplings to such an extent that, with other biotic and abiotic environmental conditions, is one of the most important limiting factors for the establishment of advanced oak regeneration in semi-natural floodplain hardwood forests. Thus oak powdery mildew severely impedes the natural forest dynamics of the habitat.

In conclusion, the stand structure of the vast majority of the floodplain hardwood forests we studied has been significantly altered over the past 150 years by socio-economic drivers such as the shift from selection to rotation forest management and the introduction and spread of alien fungal species (e.g., Dutch elm disease and oak powdery mildew). Without restoring the natural water regime of the habitat, switching to semi-natural forest management practices, and controlling pathogens that impede the natural dynamics of native tree species, we cannot talk about the natural dynamics of the habitat, even in the oldest stands. The long-term consequence of these effects is the homogenisation and transformation of the habitat (e.g., toward lowland hornbeam-oak forests). If nature conservation and forest management aim to target the conservation and restoration of one of the most endangered forest habitats in the Pannonian region as a real goal, the systematic solution of these challenges cannot be avoided.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Agnoletti, M. (2000). Introduction: the development of forest history research. In: Agnoletti, M., Anderson, S. (szerk.) *Methods and approaches in forest history (Vol. 3)*. CABI.
- Agnoletti, M. (2006). Man, forestry, and forest landscapes. Trends and perspectives in the evolution of forestry and woodland history research. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 157: 384-392.
- Agnoletti, M., Anderson, S. (szerk.) (2000). *Methods and approaches in forest history (Vol. 3)*. CABI.
- Albrecht, L. (1990): *Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten, Naturwaldreservate in Bayern, Band 1*. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 221 pp.
- Aldrich P.R., Parker G.R., Romero-Severson J, Michler C.H. (2005). Confirmation of Oak Recruitment Failure in Indiana Old-Growth Forest: 75 Years of Data. *Forest Science* 51: 406–416.
- Andrásfalvy, B. (2007). *A Duna mente népének ártéri gazdálkodása*. Ekvilibrium, Budapest, pp. 440.
- Anonymus (1865). A kisenői uradalom erdőségei. *Erdészeti Lapok* 4: 209-220.
- Anonymus (1866). Jegyzetek a bánáti tölgyerdőkről. *Erdészeti Lapok* 5: 93-94.
- Anonymus (1874). Pozsonymegye erdészeti viszonyai. *Erdészeti Lapok* 13: 217-227.
- Anonymus (1881). Állabjavítás töre való helyezés által. *Erdészeti Lapok* 20: 738-740.
- Anonymus (1907). A pécsi közgyűlésről és a bélyei uradalomba tett kirándulásról. *Erdészeti Lapok* 46: 894-909.
- Anonymus (1908). Képek Szlavónia tölgyeseiből. *Erdészeti Lapok* 47: 363-367.
- Anonymus (1911a). Az osztrák birodalmi erdészeti egyesület tanulmányútja I. *Erdészeti Lapok* 50: 1031-1048.
- Anonymus (1911b). Az osztrák birodalmi erdészeti egyesület tanulmányútja III. *Erdészeti Lapok* 50: 1255-1277.
- Ayres, P.G. (1976). Natural resistance to oak mildew. *Arboricultural Journal* 3: 23–29.
- Babai, D., Molnár, Zs. (2014). Small-scale traditional management of highly species-rich grasslands in the Carpathians. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 182: 123-130.
- Bakker, E.S., Olf, H., Vandenberghe, C., Maeyer, K.D.E., Smit, R., és mtsai (2004). Ecological anachronisms in the recruitment of temperate light-demanding tree species in wooded pastures. *Journal of Applied Ecology* 41: 571–582.
- Bartha, D. (2005). *A magyarországi erdők természetességének vizsgálata*. MTA Doktori értekezés, Sopron.
- Bartha, D., Oroszi, S. (szerk.) (2011). *A Soproni-hegység erdőállományainak története*. TAEG Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt., Sopron, pp. 239.
- Bartha, D., Szmorad, F., Tímár, G. (1998). A magyarországi erdők természetességének erdőrészlatszintű értékelési lehetősége. *Erdészeti Lapok* 133: 74-77.
- Bartha, D., Vidéki, R. (szerk.) (2008). *A Bockerek-erdő*. Nyírerdő Zrt., Nyíregyháza - Sopron, 272 pp.
- Bauhus, J., Puettmann, K., Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management* 258: 525–537

- Belényesy, M. (1957). Beregi falutörvények a XVIII. század fordulójáról. *Néprajzi Közlemények* 2: 254–281.
- Berkes, F. (2012). *Sacred ecology*. 3rd edition. Routledge.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications* 10: 1251-1262.
- Bert, D., Lasnier, J.B., Capdevielle, X., Dugravot, A., Desprez-Loustau, M.-L., és mtsai (2016). Powdery mildew decreases the radial growth of oak trees with cumulative and delayed effects over years. *Plos One* 11(5): e0155344.
- Bielek, I. (1862). A sláviai határőr-vidékből. *Erdészeti Lapok* 1: 323-332.
- Birks, H.J.B. (2005). Mind the gap: how open were European primeval forests? *Trends in Ecology and Evolution* 20:151–154.
- Biró, M., Bölöni, J., Molnár, Zs. (2018). Use of long-term data to evaluate loss and endangerment status of Natura 2000 habitats and effects of protected areas. *Conservation biology* 32: 660-671.
- Biró, M., Molnár, Z., Babai, D., Dénes, A., Fehér, A., és mtsai (2019). Reviewing historical traditional knowledge for innovative conservation management: A re-evaluation of wetland grazing. *Science of the Total Environment* 666: 1114-1125.
- Biró, M., Molnár, Zs. (2009). Az Alföld erdei a folyószabályozások és az alföldfásítás előtti évszázadban (1780–1850). In: Kázmér, M. (szerk.) *Környezettörténet. Az elmúlt 500 év környezeti eseményei történeti és természettudományi források tükrében*. Hantken Kiadó, Budapest, pp. 168–206.
- Bitterlich, W. (1952). Die Winkelzählprobe. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 71: 215–225.
- Blattny, T. (1909). A magyar Alföld befásítása érdekében. *Erdészeti Lapok* 48: 582-588.
- Bobiec, A. (2002). Living stands and dead wood in the Białowieża forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management* 165: 125-140.
- Bobiec, A., (2012). Białowieża Primeval Forest as a remnant of culturally modified ancient forest. *European Journal of Forest Research* 131: 1269–1285
- Bobiec, A., Reif, A., Öllerer, K., (2018). Seeing the oakscape beyond the forest: a landscape approach to the oak regeneration in Europe. *Landscape Ecology* 33: 513–528.
- Bobinac, M. (2000). Stand structure and natural regeneration of common oak in the nature reserves “Vratična” and “Smogva” Near Morovič. *Glasnik Za Šumske Pokuse* 37: 295–309.
- Boesewinkel, H.J., (1980). The Identity of Mango Mildew, *Oidium mangiferae*. *Journal of Phytopathology* 99: 126–130.
- Bokor, R. (1912). A szilfa drágasága. *Erdészeti Lapok* 51: 932-934.
- Bokor, R. (1913a). A szlavóniai tölgyfát feldolgozó vállalatokról I. *Erdészeti Lapok* 52: 758-767.
- Bokor, R. (1913b). A szlavóniai tölgyfát feldolgozó vállalatokról II. *Erdészeti Lapok* 52: 797-809.
- Bölöni, J., Aszalós, R., Frank, T., Ódor, P. (2021). Forest type matters: Global review about the structure of oak dominated old-growth temperate forests. *Forest Ecology and Management* 500: 119629.
- Bölöni, J., Kertész, É., Kevey B., Virók, V. (1998): A Fekete- és Fehér-Körös menti erdők edényes növényfajainak listája és florisztikai értékelése. In: Molnár, Zs. (szerk.): *A Fekete- és Fehér-Körös menti keményfás ligeterdők történeti, erdészeti és botanikai értékelése, jövőbeni kezelésének koncepciója*. Kutatási jelentés, Vácrátót.

- Bölöni, J., Kertész, É., Király, G., Virók, V. (2000): A Fekete- és Fehér-Körös menti erdők botanikai értékei. *Kitaibelia* 5:177-187.
- Bölöni, J., Király, G. (2000): Erdei növényfajok elterjedésmintázata a Fekete- és Fehér-Körös mentén. *Crisicum* 3: 21–25.
- Bölöni, J. (2005). *Több szempontú erdőtípológiai vizsgálatok a Tési-fennsík déli részén*. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 128 pp.
- Boncina, A. (2000). Comparison of Structure and Biodiversity in the Rajhenav Virgin Forest Remnant and Managed Forest in the Dinaric Region of Slovenia. *Global Ecology and Biogeography* 9: 201–211.
- Boncina, A. (2011). History current status and future prospects of uneven-aged forest management in the Dinaric region: An overview. *Forestry* 84:467–478.
- Boór, K. (1906). A szávamenti tölgyesekről. *Erdészeti Lapok* 45(6): 472-476.
- Borsos, B. (2004): *Elefánt a hídon. Gondolatok az ökológiai antropológiáról*. L'Harmattan, Budapest, 160 pp.
- Brang, P. (2005): Virgin forests as a knowledge source for Central European silviculture: reality or myth? *Forest Snow and Landscape Research* 79: 19–32.
- Braun, U., Takamatsu, S., (2000). Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences. *Schlechtendalia* 4: 1–33.
- Brunet, J., Bukina, Y., Hedwall, P. O., Holmström, E., von Oheimb, G. (2014). Pathogen induced disturbance and succession in temperate forests: evidence from a 100-year data set in southern Sweden. *Basic and Applied Ecology* 15: 114-121.
- Buchwald, E. (2005). A hierarchical terminology for more or less natural forests in relation to sustainable management and biodiversity conservation. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Proceedings. *Third Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions*, Rome, pp. 11-19.
- Bürgi, M., Gimmi, U., Stuber, M. (2013). Assessing traditional knowledge on forest uses to understand forest ecosystem dynamics. *Forest Ecology and Management* 289: 115-122.
- Burrascano, S., Keeton, W.S., Sabatini, F.M., Blasi, C. (2013) Commonality and variability in the structural attributes of moist temperate old-growth forests: A global review. *Forest Ecology and Management* 291: 458–479.
- Castello, J.D., Leopold, D.J., Smallidge, P.J. (1995). Pathogens, patterns, and processes in forest ecosystems. *BioScience* 45: 16–24.
- Čater, M., Batič, F. (2006). Groundwater and light conditions as factors in the survival of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings. *European Journal of Forest Research* 125: 419–426.
- Cestarić, D., Škvorc, Ž., Franjić, J., Sever, K., Krstonošić, D. (2016) Forest plant community changes in the Spačva lowland area (E Croatia). *Plant Biosystems* 151: 584–597.
- Christensen, M., Emborg, J., Nielsen, A.B. (2007). The forest cycle of Suserup Skov – revisited and revised. In Hahn, K., Emborg, J. (szerk.). *Ecological Bulletins 52 - Suserup Skov: Structures and processes in a temperate, deciduous forest reserve*. Wiley-Blackwell, Oxford, pp. 33–42.

- Commarmot, B., Bachofen, H., Bundziak, Y., Bürgi, A., Ramp, B., és mtsai (2005). Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. *Forest Snow and Landscape Research* 79: 45-56.
- Csépányi, P. (2007). A természetközeli erdőgazdálkodás és a szálalóerdő. *Erdészeti Lapok* 142: 281-284.
- Csépányi, P. (2008). A tölgy és a folyamatos erdőborítás. *Erdészeti Lapok* 143: 294-297.
- Csépányi, P. A. (2017). *Örökerdő-gazdálkodás ökonómiai sajátosságai bükkösökben és cseresekben a Pilis Parkerdő Zrt-nél*. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- Csicsek, G., Ortmann-Ajkai, A., Lukács, M., Hollós, R., Rogács, E., és mtsai (2022): A Bükkhát Erdőrezervátum 2012/13-ban. *ER Füzetek* 5. Ökológiai Kutatóközpont, Budapest, pp. 16.
- Csiszár, Á. (1974). Sertésmakkoltatás az északkeleti erdővidéken. *Agrártörténeti Szemle* 16: 234-246.
- Csöre, P. (1966). Az erdőtörténeti kutatások helyzete és további feladatai. *Erdészettörténeti Közlemények* 2: 27-34.
- Czajlik P. (1994a): Az erdőrezervátumok hasznosításáról. A természetvédelmi területek célja – új felfogásban. *Környezet és Fejlődés* 5:29-38
- Czajlik P. (1994b): Megtörtént a magyarországi erdőrezervátum-hálózat végleges kijelölése. *Környezet és Fejlődés* 5(2):36-38.
- Czajlik P. (1997): Esettanulmány, koreloszlás, szukcesszió háborítatlan erdőállományokban. In: Mátyás Cs. (szerk.) *Erdészeti Ökológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 84-92.
- Czajlik, P. (2009). Kékes-Észak erdőrezervátum és térségének története: egy őserdőfragmentum fennmaradása. *Az erdőrezervátum-kutatás eredményei* 3: 7-94.
- Danhelovsky, A. (1881). Prilozi k poznavanju drvnih zaliha sječivnih hrastika slavonske podravine i ustanovljivanju mjestnih skrižaljka 0 prihodu šuma jednake ili slične zemljištne i stojbinske vrstnoće. *Šumarski list* 3:111-125.
- Davis, M.B. (1981). Outbreaks of forest pathogens in Quaternary history. *Proceedings of the fourth International Palynological Conference*, Lucknow, India, pp. 216-228.
- De Lombaerde, E., Verheyen, K., Van Calster, H., Baeten, L., (2019). Tree regeneration responds more to shade casting by the overstorey and competition in the understorey than to abundance per se. *Forest Ecology and Management* 450: 117492.
- de Mendiburu, F. (2016). *agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-4*. URL: CRAN.R-project.org/package=agricolae.
- Demeter, L. (2016). Biodiversity and Ecosystem Services of Hardwood Floodplain Forests: past present and future from the perspective of local communities in West Ukraine. In: Roué M, Molnár, Zs (szerk.) *Knowing our Land and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia*. Knowledge of Nature 9. UNESCO, Párizs, pp. 6-19.
- Demeter, L., Bede-Fazekas, Á., Molnár, Z., Csicsek, G., Ortmann-Ajkai, A., et al., 2020. The legacy of management approaches and abandonment on old-growth attributes in hardwood floodplain forests in the Pannonian Ecoregion. *European Journal of Forest Research* 139: 595–610.
- Demeter, L., Horváth, F., Vadász, Cs. (2021). Láthatatlan invázió: száz éve pusztít a tölgylisztharmat. *Élet és Tudomány* 2021/12: 367-370.

- Demeter, L., Molnár, Á. P., Öllerer, K., Csóka, G., Kiš, A. (2021). Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* 253: 108928.
- Demeter, L., Molnár, Á.P. (2020). Erdei lágyszárú fajok grádiense a Körösvidék sík-és dombvidéki részén növényföldrajzi és vegetációtörténeti kitekintéssel. *Crisicum* 11: 41-69.
- Demeter, L., Molnár, Zs., Babai, D., Molnár, Á., Horváth, D., és mtsai (2017). *Tiszántúli élőhelyek összehasonlító tájhasználati értékelése a Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság diverzifikáló élőhelykezelési gyakorlatának fejlesztése érdekében*. Kutatási jelentés. MTA ÖK, Vácrátót. 109 pp.
- Desprez-Loustau, M.-L., Feau, N., Mougou-Hamdane, A., Dutech, C. (2011). Interspecific and intraspecific diversity in oak powdery mildews in Europe: coevolution history and adaptation to their hosts. *Mycoscience* 52: 165–173.
- Desprez-Loustau, M.-L., Hamelin, F., Marçais, B. (2019). The ecological and evolutionary trajectory of oak powdery mildew in Europe. In: Wilson, K., Fenton, A., Tompkins, D. (szerk.). *Wildlife disease ecology: linking theory to data and application*. Cambridge University Press, pp. 429–457.
- Desprez-Loustau, M.-L., Massot, M., Feau, N., Fort, T., de Vicente, A., és mtsai (2017). Further support of conspecificity of oak and mango powdery mildew and first report of *Erysiphe quercicola* and *Erysiphe albitoides* on mango in mainland Europe. *Plant Disease* 101: 1086–1093.
- Desprez-Loustau, M.-L., Saint-Jean, G., Barres, B., Dantec, C.F., Dutech, C. (2014). Oak powdery mildew changes growth patterns in its host tree: host tolerance response and potential manipulation of host physiology by the parasite. *Annals of Forest Science* 71: 563–573.
- Déván, R. (1889). Szlavónia öreg tölgyesei. *Erdészeti Lapok* 28: 441-456.
- Dieler, J., Uhl, E., Biber, P., Müller, J., Rötzer, T., és mtsai (2017) Effect of forest stand management on species composition structural diversity and productivity in the temperate zone of Europe. *European Journal of Forest Research* 136: 739–766.
- Dillen, M., Verheyen, K., Smit, C. (2016). Identity rather than richness drives local neighbourhood species composition effects on oak sapling growth in a young forest. *Forest Ecology and Management* 380: 274–284.
- Divald, A. (1868). A Magyar Birodalom álladalmi erdőségei kezelésének eredményei 1867-ig és lépések egy job jövő felé. *Erdészeti Lapok* 7: 145-177.
- Divald, A. (1872). A bácskai kincstári erdőkről II. *Erdészeti Lapok* 11: 182-186.
- Divald, A. (1886). Vidéki level. *Erdészeti Lapok* 25: 650-656.
- Divald, A. (1892). A bálinczi tölgyesekről. *Erdészeti Lapok* 31: 617-627.
- Dobrowolska, D. (2008). Effect of stand density on oak regeneration in flood plain forests in Lower Silesia, Poland. *Forestry* 81: 511–523.
- Douda, J., Boublík, K., Slezák, M., Biurrun, I., Nociar, J., és mtsai (2016). Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder carrs. *Applied Vegetation Science* 19: 147-163.
- Drescher, A., Prots, B., Mountford, O. (2003) The world of old oxbow lakes ancient riverine forests and drained mires in the Tisza river basin (International excursion to Eastern Hungary and Transcarpathia Ukraine (31.08 - 04.09.2002). *Fritschiana* 45: 43–69.

- Eaton, E., Caudullo, G., Oliveira, S., de Rigo, D. (2016). *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., De Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (szerk.). *European Atlas of Forest Tree Species*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, pp. 160–163.
- EEA (2014) Europe's forest at a glance. <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-forests-at-a-glance>.
- Egger, G., Politti, E., Lautsch, E., Benjankar, R., Gill, K. M. és mtsai. (2015). Floodplain forest succession reveals fluvial processes: A hydrogeomorphic model for temperate riparian woodlands. *Journal of Environmental Management* 161: 72-82.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. (2001). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Goltze, Göttingen, 262 pp.
- Emborg, J., Christensen, M., Heilmann-Clausen, J. (2000) The structural dynamics of Suserup Skov a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 126:173–189.
- Erdődi, A. (1866a). Egy kellemes kirándulás váratlan eredményei. *Erdészeti Lapok* 5: 207-211.
- Erdődi, A. (1866b). A bródi határezred erdőségeinek leírása I. *Erdészeti Lapok* 5: 211-219.
- Erdődi, A. (1866c). A bródi határezred erdőségeinek leírása II. *Erdészeti Lapok* 5: 254-265.
- Erdődi, A. (1866d). A bródi határezred erdőségeinek leírása IV. *Erdészeti Lapok* 5: 352-358.
- Erdődi, A. (1866e). A bródi határezred erdőségeinek leírása V. *Erdészeti Lapok* 5: 400-406.
- Erdőkódex (1994). Ukrajna Erdőkódexe. [Лісовий кодекс України]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>
- Erdőtörvény (2009). 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0900037.tv>
- Erdővédelmi szabályzat (1995). Az egészségügyi szálalóvágás szabályai Ukrajna erdőiben. [Санітарні правила в лісах України]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>
- ETC/BD (2013). 91F0 Riparian mixed forest of *Quercus robur*, *Ulmus laevis* and *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* or *Fraxinus angustifolia* along the great rivers (*Ulmion minoris*). European Environmental Agency. European Topic Centre on Biological Diversity. <https://eunis.eea.europa.eu/habitats/10199>
- Ettinger, J. (1880). Hrasti lužnjaci. *Šumarski list* 4: 216-221.
- European Commission, Directorate-General for Environment, Tsiripidis, I., Piernik, A., Janssen, J., és mtsai (2016). *European red list of habitats. Part 2, Terrestrial and freshwater habitats*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 38 pp..
- FAO (2015). Global Forest Resources Assessment 2015. Terms and definitions. Forest resources Assessment Working Paper 180. FAO, Rome, 36 pp.
- Fekete, G., Király, G., Molnár, Zs. (2016). Delineation of the Pannonian vegetation region. *Community Ecology* 17: 114-124.
- Fekete, L. (1890a). Bereg vármegye erdőtenyésztési viszonyairól. *Erdészeti Lapok* 29: 94–121.
- Fekete, L. (1890b). Ung vármegye erdőtenyésztési viszonyairól. *Erdészeti Lapok* 29: 159-178.
- Fekete, L. (1890c). Horvát-Szlavonország erdészeti viszonyai. *Erdészeti Lapok* 29: 801-825.
- Fekete, L. (1890d). Horvát-Szlavonország erdészeti viszonyai. *Erdészeti Lapok* 29: 899-912.

- Fekete, L. (1890e). Zemplén vármegye erdőtenyésztési viszonyairól. *Erdészeti Lapok* 29: 281-291.
- Fekete, L. (1895). *Az erdő ápolásáról és használatáról annak megalapításától a letarolás idejéig. Néptanítók, községi előjárók és kisbirtokosok számára.* Országos Erdészeti Egyesület, Budapest, 106 pp.
- Fekete, L. (1899). *Az erdők felújítása kapcsolatban azok rendszeres kihasználásával. Néptanítók, községi előjárók és kisbirtokosok számára.* Országos Erdészeti Egyesület, Budapest, 130 pp.
- Fekete, L. (1888a). Hazánk tölgyesei. *Erdészeti Lapok* 27: 1–24.
- Fekete, L. (1888b). Nyitra- és Pozsonymegye erdészeti viszonyai. *Erdészeti Lapok* 27:875-893.
- Fekete, L., Blattny, T. (1913). Az erdészeti jelentőségű fák és cserjék elterjedése a Magyar Állam területén. *Erdészeti Lapok* 52: 743-758.
- Field, E., Castagneyrol, B., Gibbs, M., Jactel, H., Barsoum, N., et al., (2020). Associational resistance to both insect and pathogen damage in mixed forests is modulated by tree neighbour identity and drought. *Journal of Ecology* 108: 1511–1522.
- Fintha, I., (1976). *A Szatmár-beregi síkság növénytakarójának változásai az utolsó évszázadok során és a vegetáció természetes rekonstrukciós folyamatai napjainkban.* In: Dankó, I. (szerk.). *A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1975.* Debrecen, pp. 67-118.
- Fintha, I. (1994). *Az Észak-Alföld edényes flórája.* TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 359 pp.
- FOREST EUROPE (2020) State of Europe's Forests 2020. https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf
- Frank, N. (2015). A kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) erdőművelési tulajdonságai. *Erdészeti Lapok* 150: 314-315.
- Frank, T., Szmorad, F. (2014). *Védett erdők természetességi állapotának fenntartása és fejlesztése.* Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 160 pp.
- Franklin, J.F. (1988). Structural and functional diversity in temperate forests. In: Wilson, E.O., Peters, F.M. (szerk.). *Biodiversity.* DC: National Academy Press, Washington, pp. 166–175.
- Franklin, J.F., Spies, T.A. (1991). Ecological definitions of old-growth Douglas-fir forests. *General Technical Report PNW GTR* 285:61-69.
- Gelinek, T. (1880). A bégavölgyi ligeterdők kocsányos tölgyeinek növekvés-menete. *Erdészeti Lapok* 19: 560-585.
- Gencsi, L., Vancsura, R. (1992). *Dendrológia.* Mezőgazda Kiadó, Budapest, 728 pp.
- Gerzabek, G., Oddou-Muratorio, S., Hampe, A. (2017). Temporal change and determinants of maternal reproductive success in an expanding oak forest stand. *Journal of Ecology* 105: 39–48.
- Gimmi, U., Bürgi, M. (2007). Using oral history and forest management plans to reconstruct traditional non-timber forest uses in the Swiss Rhone valley (Valais) since the late nineteenth century. *Environment and History* 13: 211-246.
- Gimmi, U., Bürgi, M., Stuber, M. (2008). Reconstructing anthropogenic disturbance regimes in forest ecosystems: a case study from the Swiss Rhone valley. *Ecosystems*: 11: 113-124.
- Glavač, V. (1961). O Vlažnom tipu šume hraste lužnjaka i običnog graba. *Šumarski List* 85: 342–347.

- Glazier, D.S. (2018). Rediscovering and reviving old observations and explanations of metabolic scaling in living systems. *Systems* 6(1): 4.
- Götmark, F., Berglund, Å., Wiklander, K. (2005). Browsing damage on broadleaved trees in semi-natural temperate forest in Sweden, with a focus on oak regeneration. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 223–234.
- Griffon, E., Maublanc, A. (1912). Les *Microsphaera* des Chênes. *Bulletin de la Société mycologique de France* 28: 88–104.
- Gross, A., Holdenrieder, O., Pautasso, M., Queloz, V., Sieber, T.N. (2014). *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15: 5-21.
- Gross, A., Petitcollin, C., Dutech, C., Ly, B., Massot, M., és mtsai (2021). Hidden invasion and niche contraction revealed by herbaria specimens in the fungal complex causing oak powdery mildew in Europe. *Biological invasions* 23: 885-901.
- Haase, D., Gläser, J. (2009). Determinants of floodplain forest development illustrated by the example of the floodplain forest in the District of Leipzig. *Forest Ecology and Management* 258: 887-894.
- Hajji, M., Dreyer, E., Marcais, B. (2009). Impact of *Erysiphe alphitoides* on transpiration and photosynthesis in *Quercus robur* leaves. *European Journal of Plant Pathology* 125: 63–72.
- Hamernyik, B. (1913). A dunaártéri szigeterdők felújításáról. *Erdészeti Lapok* 52: 831-842.
- Hargitai Z. (1939): A Long-erdő és vegetációja. *Acta Geobotanica Hungarica* 2: 143-148.
- Hargitai, Z. (1943). Adatok a beregi sík erdeinek ismeretéhez. *Debreceni Szemle* 178: 64-67.
- Hariot, P., 1907. Note sur un oidium du Chêne. *Bulletin de La Société Mycologique de France* 23: 157–159.
- Harmer, R., Morgan, G. (2007). Development of *Quercus robur* advance regeneration following canopy reduction in an oak woodland. *Forestry* 80: 137–149.
- Hermý, M., Verheyen, K. (2007). Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity. In: Tohru, N. (szerk) *Sustainability and Diversity of Forest Ecosystems*. Springer, Japan, pp. 361-371.
- Hewitt, H.G. and Ayres, P.G. (1976). Effect of infection by *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew) on carbohydrate levels and translocation in seedlings of *Quercus robur*. *New Phytologist* 77: 379–390.
- Hewitt, H.G., Ayres, P.G. (1975). Changes in CO₂ and water vapour exchange rates in leaves of *Quercus robur* infected by *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew). *Physiological Plant Pathology* 7: 127–137.
- Heybroek, H.M. (1993). Why bother about the elm? In: Sticklen M.B., Sherald J.L. (szerk). *Dutch elm disease research: cellular and molecular approaches*. Springer, Berlin, pp 1–8.
- Hirsch, I. (1873). A kalocsai érsekség erdeinek leírása. *Erdészeti Lapok* 12: 375-381.
- Hobza, P. (szek.) (2007). *Forest management systems and regeneration of floodplain forest sites*. Reviewed Proceedings from the International Conference. Mendel University of Agriculture and Forestry Brno, The Czech Forest Society, Brno, pp. 241.
- Hoffmann, S. (1873). A magyarországi egyetemi, tanulmányi, vaűás-alapítványi és megűrűlt egyházi javak birtokaihoz tartozó erdűségek ismertetése. *Erdészeti Lapok* 12: 242-261.

- Horvat, I. (1938). Biljnoscioološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. *Glasnik Za Šumske Pokuse* 6: 127–279.
- Horváth, F. (2012). *Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához*. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem. Sopron.
- Horváth, F., Bidló, A., Heil, B., Király, G., Kovács, G. és mtsai (2012). Abandonment status and long-term monitoring of strict forest reserves in the Pannonian biogeographical region. *Plant Biosystems* 146: 1–12.
- Horváth, F., Bíró, A., Csicsek, G., Demeter, L., Lipka, B., és mtsai (2021). Fényi-erdő - egy erdőrezervátum jelölt. *Erdészeti Lapok* 156: 47-50.
- Horváth, F., Borhidi, A. (szerk.) (2002). *A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei*. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei 8., TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 289. pp.
- Horváth, F., Csicsek, G., Bíró, A., Demeter, L., Lipka, B., és mtsai (2018a). Fényi-erdő - Égett kocka 2018-ban. *ER Füzetek 1*. MTA Ökológiai Kutatóközpont, Tihany, 16 pp.
- Horváth, F., Csicsek, G., Bíró, A., Demeter, L., Lipka, B., és mtsai (2018b). *A Fényi-erdő Erdőrezervátum alapállapot felmérés: faállomány-szerkezet, újulati és cserjeszint, aljnövényzet a teljes magterületen*. Kutatási jelentés. MTA Ökológiai Kutatóközpont, Vácrátót, 61 pp.
- Horváth, F., Csicsek, G., Demeter, L., Hollós, R., Kovács, G., és mtsai (2015a). *A Bockereki-erdő Erdőrezervátum, ER-19 ÚJCS felmérés adatlapjai*. Kézirat, Vácrátót.
- Horváth, F., Csicsek, G., Hollós, R., Lukács, M., Szabados, I. és mtsai (2015b). *A Bockereki-erdő erdőrezervátum (ER-19) faállomány-szerkezeti felmérése, adatlapok*. Kézirat, Vácrátót.
- Horváth, F., Mázsa, K., Temesi, G. (2001). Az erdőrezervátum-program. *ER, Az erdőrezervátum-kutatás eredményei* 1:5-20.
- Horváth, F., Papp, M., Szabó, G., Szász, B., Szeglet, Zs., és mtsai (2023). *A Csörnyeberek Erdőrezervátum országosan egységes alapfelmérése, 2022*. Kutatási jelentés, ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót, 11 pp.
- Houšková, K. (2005). A role of the mechanical preparation of soil in the natural regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in floodplain forests. *Journal of Forest Science* 51: 371-379.
- Http1 - Demeter, L. (2023). Ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének és gazdálkodási rendszerének leírása a történeti erdészeti irodalomban (1862-1930). A doktori értekezés 1. online melléklete.
https://erdorezervatum.hu/DEMETER_2023_Arteri_kemenyfas_ligeterdok_torteneti_erdeszeti_irodalom
- Hughes, F.M.R., del Tánago, M.G., Mountford, J.O. (2012) Restoring Floodplain Forests in Europe. In: Stanturf, J., Madsen, P., Lamb, D. (szerk.). *A Goal-Oriented Approach to Forest Landscape Restoration*. Springer, Netherlands, pp 393–422.
- Igmándy, Z. (1972). Der einfluss der schutzmassnahme gegen den eichenmehltau (*Microsphaera quercina* (Schw.) Burr.) auf das wachstum der eichenpflanzen. *Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei* 1–2: 67–74.

- Kárpáti, I., Pécsi, M., Varga, G. (1962). A vegetáció és az ártéri szintek fejlődésének kapcsolata a Dunakanyarban. *Botanikai Közlemények* 49: 299-308.
- Illés, N. (1870). A tölgy s annak tenyésztése. *Erdészeti Lapok* 9: 175-187.
- Iványi, I. (1913). Az apatini kincstári erdőgazdaság múltjából. *Erdészeti Lapok* 52: 227-229.
- Jablánczy, S. (1953): A szálalóerdő jelentősége Magyarországon. Kandidátusi értekezés. In: Bartha, D. és Puskás, L. (szerk.) (2013). *Silva naturalis. A folyamatos erdőborítás elméleti alapjainak és gyakorlati megvalósításának sorozata*, Vol. 2. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, pp. 9-101.
- Jacobsen, M.K. (2001). History and principles of close to nature forest management: A Central European perspective. *Naconex* 56–60.
- Janík, D., Adam, D., Hort, L., Král, K., Šamonil, P., és mtsai (2016). Patterns of *Fraxinus angustifolia* in an alluvial old-growth forest after declines in flooding events. *European Journal of Forest Research* 135: 215-228.
- Janík, D., Adam, D., Vrška, T., Hort, L., Unar, P. és mtsai (2011). Field maple and hornbeam populations along a 4-m elevation gradient in an alluvial forest. *European Journal of Forest Research* 130: 197–208.
- Janík, D., Adam, D., Vrška, T., Hort, L., Unar, P., és mtsai (2008). Tree layer dynamics of the Cahnov–Soutok near-natural floodplain forest after 33 years (1973–2006). *European Journal of Forest Research* 127: 337-345.
- Jensen, A.M., Löf, M. (2017). Effects of interspecific competition from surrounding vegetation on mortality, growth and stem development in young oaks (*Quercus robur*). *Forest Ecology and Management* 392: 176–183.
- Johnson, F.L., Bell, D.T. (1975). Size-Class Structure of Three Streamside Forests. *American Journal of Botany* 62: 81–85.
- Kaán, K. (1921). Szálalóvágásos gazdaság lomberdőben. *Erdészeti Lapok* 60: 423-431.
- Karácsonyi, K., Negrean, G. (2012). A Pannon flóratartomány romániai részének növényföldrajzi jellege. *Kanitzia* 19: 179–194.
- Kárpáti, I. (1958). *A hazai Dunaártér erdei*. Kandidátusi értekezés. Kézirat, Vácrátót.
- Ke, Q., Ferrara, E., Radicchi, F., Flammini, A. (2015). Defining and identifying sleeping beauties in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112: 7426-7431.
- Keeton, W.S. (2006) Managing for late-successional/old-growth characteristics in northern hardwood-conifer forests. *Forest Ecology and Management* 235:129–142.
- Keith, H., Kun, Z., Hugh, S., Svoboda, M., [...] Demeter, L., és mtsai (a kézirat bírálat alatt). Carbon carrying capacity of primary forests as reference levels for mitigation potential of European forests.
- Keren, S., Diaci, J., Motta, R., Govedar, Z. (2017). Stand structural complexity of mixed old-growth and adjacent selection forests in the Dinaric Mountains of Bosnia and Herzegovina. *Forest Ecology and Management* 400: 531–541.
- Keresztesi, B. (szerk) (1991). *Forestry in Hungary 1920-1985*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 478 pp.
- Kertész, É. (1989). A Dobozi ártéri ligeterdők florisztikai vizsgálata. In: Réthy, Z. (szerk.). *Dobozi Tanulmányok. – A Békés Megyei Múzeumok Közleményei* 14. Békéscsaba, pp. 17–30.

- Kertész, É. (1998). *A Körösök menti erdők edényes növényfajainak listája, és florisztikai értékelése*. Kézirat, Békéscsaba.
- Kevey, B. (2007). A baranyai Dráva-sík tölgy-köris-szil ligetei. *Natura Somogyiensis* 10:11–40.
- Kevey, B. (2008). *Magyarország erdőtársulásai*. In: Bartha, D. (szerk.). TILIA Vol. XIV. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Növénytani Tanszék, Sopron, 488 pp.
- Kevey, B. (2016). Puha-és keményfás ligeterdők kapcsolata a Szigetközben. *Botanikai Közlemények* 103: 45-115.
- Kevey, B. (2019). Mezophilous deciduous forests – Fagetalia sylvaticae. In: Körmöczi, L., Makra, O. (szerk.). *Vegetation and Fauna of Tisza River Basin III. Tiscia Monograph Series 12*, Szeged, pp. 119-130.
- Király, G. (2001): *A Fertőmelléki-dombsor vegetációja*. In: Bartha, D. (szerk.). TILIA. Vol. X. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar Növénytani Tanszék, Sopron, pp. 181-359.
- Király, G., Molnár, Zs., Kevey, B., Bölöni, J., Bartha, D., és mtsai (2011). J6 – Keményfás ártéri erdők. In: Bölöni, J., Molnár Zs., Kun, A. (szerk.). *Magyarország élőhelyei: vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011*. MTA, Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 252-256.
- Király, G., Szmorad, F. (2014). 91F0 Nagy folyókat kísérő keményfás ligeterdők *Quercus robur*, *Ulmus laevis* és *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* vagy *Fraxinus angustifolia* fajokkal (*Ulmion minoris*). In: Haraszthy, L. (szerk.). *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon*. Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár, pp. 888–893.
- Király, L. (1978). *Új eljárások a hosszú lejáratú üzemtervek készítésében*. Kandidátusi értekezés. Kézirat, Budapest.
- Kirby, K.J., Watkins, C. (2015). *Europe's Changing Woods and Forests. From Wildwood to Managed Landscapes*. CABI Publishing, 384 pp.
- Kiss, F. (1911). Szabadka és Szeged sz. kir. városok erdőbirtokának rövid leírása. *Erdészeti Lapok* 50: 1333-1357.
- Klimo, E., Hager, H., Matič, S., Anič, I., Kulhavý, J. (eds) (2008). *The Floodplain Forests of Temperate Zone of Europe*. Lesnická práce s.r.o, Kostelec nad Černými lesy, 623 pp.
- Koelsch, W.A. (2012). The legendary “rediscovery” of George Perkins Marsh. *Geographical Review* 102: 510-524.
- Kollart, T. (2018). *Lékek természetes felújulásának vizsgálata átmeneti üzemmódú kocsányos tölgyes, kocsánytalan tölgyes és cseres állományokban a Délnyugat-Dunántúlon*. PhD értekezés. Soproni Egyetem.
- Kolossváry, S. (1965). Az erdészettörténeti kutatás nemzetközi helyzetéről. *Erdészettörténeti közlemények* 1:4-9.
- Kolossváry, S. (szerk.) (1975). *Az erdőgazdálkodás története Magyarországon. (Tanulmányok)*. Akadémia Kiadó, Budapest. pp. 526.
- Korpeľ, Š. (1958). Príspevok k štúdiu pralesov na Slovensku na príklade Badínskeho pralesa. *Lesnícky časopis* 4: 349-385.

- Kovács, G., Bidló, A., Heil, B., Varga, B. (2008). A Bockerek-erdő termőhelyének és erdőállományának változása. In: Simon, L. (szerk.) *Talajtani vándorgyűlés. Talajvédelem különszám*. Nyíregyházi Főiskola, Nyíregyháza, pp. 121-130.
- Kövessi, F. (1910). A tölgyet pusztító lisztharmat-gombáról és az ellene való védekezésről. *Erdészeti Lapok* 4: 352–362.
- Kozarac, J. (1886). A Száva-menti tölgyerdők újraerdősítésének kérdéséhez. *Erdészeti Lapok* 25: 370-381.
- Kozarac, J. (1895). A szlavóniai kincstári erdőkben alkalmazott gyérítésekről és áterdölésekről. *Erdészeti Lapok* 34: 367-380.
- Kozarac, J. (1897). A szávamenti tölgyerdők utolsó tíz éve erdőnevelési és fakereskedelmi szempontból. *Erdészeti Lapok* 36: 415-444.
- Král, K., Daněk, P., Janík, D., Krůček, M., & Vrška, T. (2018). How cyclical and predictable are Central European temperate forest dynamics in terms of development phases? *Journal of Vegetation Science* 29: 84-97.
- Král, K., McMahon, S.M., Janík, D., Adam, D., Vrška, T. (2014). Patch mosaic of developmental stages in central European natural forests along vegetation gradient. *Forest Ecology and Management* 330: 17–28.
- Kuzma, G. (1910). A szlavóniai tölgyesekről. *Erdészeti Lapok* 49: 854–855.
- Kuzma, G. (1911). *A szlavóniai tölgyesekről*. Szélely és Illés Könyvnyomdája, Ungvár, 31 pp.
- Láng, G. (1873). A folyómenti vagy berki erdőkről. *Erdészeti Lapok* 12: 88-103.
- Lázár, J. (1870). A slavóniai határőrvidék csodaszép tölgyesei. *Erdészeti Lapok* 9: 401-413.
- Lehoczky, T. 1881: *Bereg vármegye monographiája I*. Pollacsek Miksa Könyvnyomdája, Ungvár, 470 pp.
- Leibundgut, H. (1959). Über Zweck und Methodik der Struktur-und Zuwachsanalyse von Urwäldern. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 110: 111-124.
- Leibundgut, H. (1969). Untersuchungen über die Anfälligkeit verschiedener Eichenherkünfte für die Erkrankung an Mehltau. *Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen* 120: 486–493.
- Lesenyi, F. (1936). *A magyar erdőgazdaság története és mai helyzete*. Összefoglaló ismertetés az 1936. év szeptember havában Budapesten tartott II. Nemzetközi Erdőgazdasági Kongresszus részére. Pátria, Budapest, 106 pp.
- Leuschner, C., Feldmann, E., Pichler, V., Glatthorn, J., Hertel, D. (2022). Forest management impact on soil organic carbon: A paired-plot study in primeval and managed European beech forests. *Forest Ecology and Management* 512: 120163.
- Levis, C. Costa, F. R., Bongers, F., Peña-Claros, M., Clement, C. R., és mtsai (2017). Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science* 355: 925-931.
- Lévy, G., Becker, M., Duhamel, D. (1992). A comparison of the ecology of pedunculate and sessile oaks: radial growth in the centre and northwest of France. *Forest Ecology and Management* 55: 51-63.

- Lindbladh, M., Brunet, J., Hannon, G., Niklasson, M., Eliasson, P., és mtsai (2007). Forest history as a basis for ecosystem restoration—a multidisciplinary case study in a South Swedish temperate landscape. *Restoration Ecology* 15: 284-295.
- Lindenmayer, D.B., McCarthy, M.A. (2002). Congruence between natural and human forest disturbance: a case study from Australian montane ash forests. *Forest Ecology and Management* 155: 319-335.
- Lindenmayer, D.B.; Laurance, W.F., Franklin, J.F. (2012). Global decline in large old trees. *Science* 338:1305-1306.
- Lonsdale, D. (2015). Review of oak mildew, with particular reference to mature and veteran trees in Britain. *Arboricultural Journal* 37: 61–84.
- Lust, N., Kongs, T., Nachtergale, L., De Keersmaeker, L. (2001). Spontaneous ingrowth of tree species in poplar plantations in Flanders. *Annals of Forest Science* 58: 861–868.
- Lutz, J.A., Furniss, T.J., Johnson, D.J., Davies, S. J., Allen, D. és mtsai (2018). Global importance of large-diameter trees. *Global Ecology and Biogeography* 8: 1–16.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373–387.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O. (1967). The theory of island biogeography. NJ: Princeton University Press, Princeton, 224 pp.
- Mackenthun, G.L. (2004). The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes. *Forest Systems* 13: 55-63.
- Magyari, E.K. (2015). *A Kárpát-medence és DK-Európa késő pleniglaciális és holocén vegetációfejlődése különös tekintettel a gyors felmelegedési és lehülési hullámokra mutatott vegetációs válaszokra*. Akadémiai nagydoktori értekezés.
- Magyari, E.K., Chapman, J., Fairbairn, A.S., Francis, M., de Guzman, M. (2012). Neolithic human impact on the landscapes of North-East Hungary inferred from pollen and settlement records. *Vegetation History and Archaeobotany* 21: 279-302.
- Magyari, E.K., Jakab, G., Sümegi, P. (2008). Holocene vegetation dynamics in the Bereg Plain, NE Hungary – the Báb-tava pollen and plant macrofossil record. *Acta Geographica Debrecina* 42: 39-56.
- Majerszky, I. (1915). A mag megválasztásának kérdéséhez. *Erdészeti Lapok* 54: 583-589.
- Marçais, B., Desprez-Loustau, M.-L. (2014). European oak powdery mildew: Impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change. *Annals of Forest Science* 71: 633–642.
- Marçais, B., Kavkova, M., Desprez-Loustau, M.-L. (2009). Phenotypic variation in the phenology of ascospore production between European populations of oak powdery mildew. *Annals of Forest Science* 66: 814.
- Markovics, T. (2009). Az őserdő működése. *Erdészeti Lapok* 144: 265-268.
- Marosi, F. (1889). Fatenyésztési kísérletek. *Erdészeti Lapok* 28: 220-234.
- Marsh, G.P. (1867). *Man and Nature: Or, Physical Geography as Modified by Human Action (1864)*. University of Washington Press, 512 pp.

- Martín, J.A., Fuentes-Utrilla, P., Gil, L., Witzell, J. (2010). Ecological factors in Dutch elm disease complex in Europe-a review. *Ecological Bulletins* 53: 209-224.
- Martín, J.A., Sobrino-Plata, J., Rodríguez-Calcerrada, J., Collada, C., Gil, L. (2019). Breeding and scientific advances in the fight against Dutch elm disease: will they allow the use of elms in forest restoration? *New Forests* 50: 183-215..
- Máthé, I. (1936). Növényzozológiai tanulmányok a körösvidéki liget- és szikes erdőkben. *Acta Geobotanica Hungarica* 1: 150–166.
- Mátyás, Cs. (1993): Erdőrezervátum: új koncepció tör utat. *Erdészeti Lapok* 128:13.
- Mátyás, Cs. (1998). Alapelvek és szempontok a hazai erdők természetességének megítéléséhez. *Erdészeti Lapok*. 133: 282-284.
- Mázsa K., Horváth F. (2016) *A Bockereki Erdőrezervátum (ER-19) ERDŐ+H+Á+L+Ó kitézése és alapfelmérése 2015-ben*. Kézirat, Vácrátót.
- Mázsa K., Horváth F. (2015). *A Dédai-erdő Erdőrezervátum alapfelmérése 2014-ben; A Bockereki-erdő Erdőrezervátum ERDŐ+H+Á+L+Ó kitézése; Erdőrezervátum-kutatók Baráti Találkozó megrendezése*. Zárójelentés, Vácrátót.
- Mázsa, K., Horváth, F., Balázs, B., Bölöni, J., Aszalós, R. (2009). A felsőtárkányi Vár-hegy erdőrezervátum faállományának korosztály viszonyai erdőtörténeti összefüggésben. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 347-357.
- McElhinny, C., Gibbons, P.; Brack, C., Bauhus, J. (2005). Forest and woodland stand structural complexity: its definition and measurement. *Forest Ecology and Management* 218: 1-24.
- Messier, C., Puettmann, K., Chazdon, R., Andersson, K.P., Angers, V.A. (2015). From Management to Stewardship: Viewing Forests As Complex Adaptive Systems in an Uncertain World. *Conservation Letters* 8:368–377.
- Mesterházy, A. (2013). *A Rába-völgyi erdők élőhelyeinek és lágyszárú fajainak vizsgálata*. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- Meyer, H.A. (1952). Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forestry* 50: 85–92.
- Mikac, S., Anja, Ž., Trlin, D., Pauli, V., Oršani, M., Igor, A. (2018). Drought-induced shift in tree response to climate in floodplain forests of Southeastern Europe. *Scientific Reports* 8: 16495.
- Milner, J.M., Bonenfant, C., Mysterud, A.T.L.E., Gaillard, J. M., Csányi, S., és mtsai (2006). Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: biological and cultural factors. *Journal of Applied Ecology* 43: 721–734.
- Minotta, G., Degioanni, D. (2011) Naturally regenerated English oak (*Quercus robur* L.) stands on abandoned agricultural lands in Rilate valley (Piedmont Region, NW Italy). *iForest - Biogeosciences and Forestry* 4: 31–37.
- Mitchell, F.J. (2005). How open were European primeval forests? Hypothesis testing using palaeoecological data. *Journal of Ecology* 93: 168-177.
- Mölder, A., Meyer, P., Nagel, R. (2019). Integrative management to sustain biodiversity and ecological continuity in Central European temperate oak (*Quercus robur*, *Q. petraea*) forests: An overview. *Forest Ecology and Management* 437: 324–339.

- Molnár, Á.P. (2018). *Erdőssztyepp-tölgyesek természetes újulatának vizsgálata*. Kutatási jelentés. Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét. 104 pp.
- Molnár, Á.P., Demeter, L., Biró, M. (2020): Tisza–Bihar-csúcs tájlelemzés. In: Biró, M., Molnár, Á.P., Molnár, Zs. (szerk.). *Összehasonlító tájhasználati és növényzeti értékelés elkészítése a határmenti térség élőhelyein*. Kutatási jelentés. Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas. 1025 pp.
- Molnár, D., Barton, I., Czimber, K., Bazsó, T., Frank, N. (2016). Faállomány-szerkezeti kutatások a Roth emlékerdőben. *Erdészettudományi Közlemények* 6: 127-136.
- Molnár, Zs. (1996). Ártéri vegetáció Tiszadob és Kesznyéten környékén II. A keményfaliget-erdők (*Fraxino pannonicae-Ulmetum*) története és mai állapota. *Botanikai Közlemények* 83: 51-69.
- Molnár, Zs. (2008). A Duna-Tisza köze és a Tiszántúl növényzete a 18-19. század fordulóján I.: módszertan, erdők, árterek és lápok. *Botanikai Közlemények* 95: 11-38.
- Molnár, Zs. (szerk.) (1998). *A Fekete- és Fehér-Körös menti keményfás ligeterdők történeti, erdészeti és botanikai értékelése, jövőbeni kezelésének koncepciója*. Kutatási jelentés, Vácrátót.
- Molnár, Zs., Biró, M. (2010). A néhány száz évre visszatekintő, botanikai célú történeti tájökölógiai kutatások módszertana. In: Szilassi, P., Henits, L. (szerk.). *Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai*. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, pp. 109–126.
- Molnár, Zs., Bölöni, J., Horváth, F. (2008). Threatening factors encountered: Actual endangerment of the Hungarian (semi-)natural habitats. *Acta Botanica Hungarica* 50: 199–217.
- Motta, R., Garbarino, M., Berretti, R., Meloni, F., Nosenzo, A. és mtsai (2014). Development of old-growth characteristics in uneven-aged forests of the Italian Alps. *European Journal of Forest Research* 134:19–31.
- Mougou, A., Dutech, C., Desprez-Loustau, M.-L. (2008). New insights into the identity and origin of the causal agent of oak powdery mildew in Europe. *Forest Pathology* 38: 275–287.
- Mougou-Hamdane, A., Giresse, X., Dutech, C., Desprez-Loustau, M.-L. (2010). Spatial distribution of lineages of oak powdery mildew fungi in France, using quick molecular detection methods. *Annals of Forest Science* 67: 212–212.
- Nagy, L. (2016). *A kőrisek új betegsége, a Hymenoscyphus fraxineus által okozott hajtáspusztulás terjedésének, növekedésének, patogénitásának vizsgálata*. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- Nechita, C., Popa, I. (2012). The relationship between climate and radial growth for the oak (*Quercus robur* L.) in the western plain of Romania. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 7: 137-144.
- Newsham, K.K., Oxborough, K., White, R., Greenslade, P. D., McLeod, A. R. (2000). UV-B radiation constrains the photosynthesis of *Quercus robur* through impacts on the abundance of *Microsphaera alphitoides*. *Forest Pathology* 30: 265–275.
- Nilsson, S.G., Niklasson, M., Hedin, J., Aronsson, G., Gutowski, J.M., és mtsai (2002). Densities of large and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 161: 189–204.

- Nyárádi, E.Gy., Săvulescu, T., Pop, E. (szerk.) (1952–1976): *Flora Republicii (Populare) Socialiste România I-XIII*. Editura Academiei Republicii Populare Române, Bukarest.
- O'Brien, L., Schuck, A., Fraccaroli, C., Pötzelsberger, E., Winkel, G., és mtsai (2021). Protecting old-growth forests in Europe - a review of scientific evidence to inform policy implementation. Final report. European Forest Institute, 104 pp.
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., és mtsai (2016). *vegan: Community Ecology PackageR package version 2.3-4*. URL: CRAN.R-project.org/package=vegan.
- Oroszi, S. (1991). A szlavón tölgyesek legendája és valósága. In: Szakács, S. (szerk.). *A Magyar Mezőgazdasági Múzeum Közleményei*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, pp. 173-192.
- Ortmann-Ajkai, A., Csicsek, G., Lukács, M., Horváth, F. (2017). Regeneration patterns in a pedunculate oak (*Quercus robur* L.) strict forest reserve in Southern Hungary. *Šumarski List* 141: 39–46.
- Ortmann-né Ajkai, A. (1999). Vegetációtérképezés a Drávamenti-síkság erdeiben: cönológiai és térinformatikai elemzések. PhD értekezés, JPTE Növénytani Tanszék, Botanika Doktoriskola.
- Ortmann-né Ajkai, A. (2002). Transitory vegetation types: a case study from riverine forests. *Acta Botanica Hungarica* 44: 335–345.
- Ortmann-né Ajkai, A., Csicsek, G., Bölöni, J., Horváth, F. (2012). Merre tart a Bükkhát Erdőrezervátum? *Természetvédelmi Közlemények* 18: 415-424.
- Pach, M., Podlaski, R. (2015). Tree diameter structural diversity in Central European forests with *Abies alba* and *Fagus sylvatica*: managed versus unmanaged forest stands. *Ecological Research* 30: 367–384.
- Paillet, Y., Bergès, L., Hjältén, J., Ódor, P., Avon, C., és mtsai (2010). Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: Meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation Biology* 24: 101–112.
- Paillet, Y., Pernot, C., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., és mtsai (2015). Quantifying the recovery of old-growth attributes in forest reserves: A first reference for France. *Forest Ecology and Management* 346: 51–64.
- Palmer, S.C.F., Mitchell, R. J., Truscott, A. M., Welch, D. (2004). Regeneration failure in Atlantic oakwoods: the roles of ungulate grazing and invertebrates. *Forest Ecology and Management* 192: 251–265.
- Pánczél, O. (1914). Tölgyerdők pusztulása. *Erdészeti Lapok* 53: 718-721.
- Pap, P., Rankovic, B., Masirevic, S. (2012). Significance and need of powdery mildew control (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) in the process of regeneration of the pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in the Ravni Srem area. *Periodicum Biologorum* 114: 91–102.
- Parrotta, J.A., Troster, R.L. (szerk.) (2012). *Traditional Forest-Related Knowledge, Sustaining Communities Ecosystems and Biocultural Diversity*. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, 622 pp.
- Parviainen, J. (1999). Strict Forest Reserves in Europe - efforts to enhance biodiversity and strengthen research related to natural forests in Europe. In: Parviainen, J., Little, D., Doyle, M., O'Sullivan, A., Kettunen, M. és mtsai (szerk.). *Research in forest reserves and natural forests in european countries*.

- Country reports for the COST Action E4: Forest Reserves Research Networks. EFI Proceedings No. 16. pp. 7-34.
- Parviainen, J., Bücking, W., Vandekerckhove, K., Schuck, A., Päivinen, R. (2000). Strict forest reserves in Europe: efforts to enhance biodiversity and research on forests left for free development in Europe (EU-COST-Action E4). *Forestry* 73:107–118.
- Parvianien, J. (2005). Virgin and natural forests in the temperate zone of Europe. *Forest Snow and Landscapes Researches* 79: 9-18.
- Pásztor, L., Dobos, E., Michéli, E., Várallyay, Gy. (2018). Talajok. In: Kocsis K. (főszerk.): *Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet*. Budapest, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet. pp. 83-93.
- Perce, G., Parmain, G., Laroche, F., Bouget, C. (2018). The larger the better? Effects of delayed diameter-limit cutting on old-growth attributes and saproxylic beetle diversity in temperate oak forests. *European Journal of Forest Research* 137: 237–249.
- Pernar, N., Klimo, E., Matić, S., Bakšić, D., Lorencová, H. (2009). Different technologies of floodplain forest regeneration from the aspect of soil changes. *Journal of Forest Science* 55: 357-367.
- Peterken, G.F. (1996). *Natural Woodland – Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 540 pp.
- Peterken, G.F. (2001). *Grazing ecology and forest history, F.W.M. Vera: Book review*. *British Wildlife* 12: 225–226.
- Peterken, G.F., Hughes, F.M.R. (1995). Restoration of floodplain forests in Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 68: 187-202.
- Peterken, G.F., Hughes, F.M.R. (1995). Restoration of floodplain forests in Britain. *Forestry* 68:187-202.
- Petersson, L.K., Dey, D.C., Felton, A.M., Gardiner, E.S., Löf, M. (2020). Influence of canopy openness, ungulate exclosure, and low-intensity fire for improved oak regeneration in temperate Europe. *Ecology and Evolution* 10: 2626–2637.
- Petrášová, M., Jarolímek, I. (2012). Hardwood floodplain forests in Slovakia: syntaxonomical revision. *Biologia*, 67: 889-908.
- Petrášová, M., Jarolímek, I., Medvecká, J. (2013). Neophytes in Pannonian hardwood floodplain forests—History, present situation and trends. *Forest Ecology and Management* 308: 31-39.
- Petrášová-Šibíková, M., Bacigál, T., Jarolímek, I. (2017). Fragmentation of hardwood floodplain forests—how does it affect species composition? *Community Ecology* 18: 97-108.
- Prots, B. (2010). Floodplain forests of the Transcarpathia (Ukraine): living close to human. *Journal of Biological Systems* 3: 58–62.
- Průša, E. (1974). Prales Cahnov. *Lesnictví* 20: 731–756
- Průša, E. (1975). Prales Ranšpurk. *Lesnictví* 21: 399-428.
- Puettmann, K.J., Wilson, S.M.G., Baker, S.C., Donoso, P.J., Drössler, L., és mtsai (2015). Silvicultural alternatives to conventional even-aged forest management - What limits global adoption? *Forest Ecosystems* 2:8.
- R Core Team (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna Austria. URL: www.R-project.org
- Rackham, O. (1986). *The History of the Countryside*. Phoenix Press, London, 445 pp.

- Rackham, O., 2006. Woodlands. Harper Collins, London, 592 pp.
- Rauš, Đ. (1975). Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva. *Glasnik Za Šumske Pokuse* 18: 225–346.
- Raymond, J. (1927). Le blanc du chêne. *Annales des Epiphyties* 13: 94–129.
- Robertson, P.A., Weaver, G.T., Cavanaugh, J.A. (1978). Vegetation and Tree Species Patterns near the Northern Terminus of the Southern Floodplain Forest. *Ecological Monographs* 48:249-267.
- Rochel, K. (1877). A csálai kincstári erdőgondnokság tölgyeseinek száradásáról. *Erdészeti Lapok* 16:553-556.
- Rónai, Gy. (1921). Az ármági erdő. *Erdészeti Lapok* 60: 380-383.
- Roth Gy. 1923: Az erdőművelés mai céljai és feladatai. *Erdészeti Lapok*, 62 (6): 201-218.
- Roth, Gy. (1915). Adatok a tölgylisztharmat ellen való védekezéshez. *Erdészeti Kísérletek* 17: 114–132.
- Roth, Gy. (1933). A szilfavész. *Erdészeti Lapok* 72(2): 224-225.
- Roth, Gy. (1935). Erdőműveléstan II. Erdő és Faipari Mérnökhallgatók Selmecei Társasága, Sopron, 971 pp.
- Roturier, S., Roué, M. (2009). Of forest, snow and lichen: Sámi reindeer herders' knowledge of winter pastures in northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 258: 1960-1967.
- Sabatini, F.M., Burrascano, S., Keeton, W.S., Levers, C., Lindner, M. és mtsai (2018). Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions* 24:1426–1439
- Sánchez-Gómez, D., Zavala, M.A., Valladares, F. (2006). Seedling survival responses to irradiance are differentially influenced by low-water availability in four tree species of the Iberian cool temperate–Mediterranean ecotone. *Acta Oecologica* 30: 322–332.
- Saniga, M., Balanda, M., Kucbel, S., Pittner, J. (2014). Four decades of forest succession in the oak-dominated forest reserves in Slovakia. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 7:324-332.
- Sas, A. (1928). *Beregi szálfák útja Munkácstól Danzigig. A Munkácsi Uradalom exportvállalkozása a napóleoni háborúk idején (1796-1803)*. Kiadja Munkács városa, Munkács, 31 pp.
- Schindler, S., O'Neill, F. H., Biró, M., Damm, C., Gasso, V., és mtsai (2016). Multifunctional floodplain management and biodiversity effects: a knowledge synthesis for six European countries. *Biodiversity and Conservation* 25: 1349-1382.
- Schnitzler, A. (1997). River dynamics as a forest process: interaction between fluvial systems and alluvial forests in large European river plains. *The Botanical Review* 63: 40-64.
- Schnitzler, A. (1994). Conservation of biodiversity in alluvial hardwood forests of the temperate zone. The example of the Rhine valley. *Forest Ecology and Management* 68: 385–398.
- Schnitzler, A., Hale, B.W., Alsum, E. (2005). Biodiversity of floodplain forests in Europe and eastern North America: a comparative study of the Rhine and Mississippi Valleys. *Biodiversity & Conservation* 14: 97-117.
- Schuck, A., Parviainen, J., Bücking, W. (1994). *A review of approaches to forestry research on structure, succession and biodiversity of undisturbed and semi-natural forests and woodlands in Europe. Working Paper 3*. European Forest Institute, 62 pp.
- Sheail, J. (1983). The Historical Perspective. In: Warren, A., Goldsmith F.B. (szerk.). *Conservation in perspective*. John Wiley and Sons Ltd, pp. 315—328.

- Shimano, K. (2000). A Power Function for Forest Structure and Regeneration Pattern of Pioneer and Climax Species in Patch Mosaic Forests. *Plant Ecology* 146:207–220.
- Simon, T. (1950). Montán elemek az Északi-Alföld flórájában és növénytakarójában. *Annales Biologicae Universitatis Debreceniensis* 1: 146–174.
- Simon, T. (1951). Montán elemek az Északi-Alföld flórájában és növénytakarójában II. *Annales Biologicae Universitatis Hungaricae* 1: 303–310.
- Simon, T. (1952). Montán elemek az Északi-Alföld flórájában és növénytakarójában III. *Annales Biologicae Universitatis Hungaricae* 2: 279–286.
- Simon, T. (1954). Az Északi-Alföld erdei. *Erdőtípusok, termőhelyi osztályok és fajozam összefüggései fitocönológiai alapon*. Kandidátusi értekezés. Kézirat, Debrecen, 143 pp.
- Simon, T. (1957). *Az északi Alföld erdői*. Akadémia Kiadó, Budapest, 172 pp.
- Simonkai, L. (1893). *Aradvármegye és Arad szabad királyi város monographiája. Aradvármegye és Arad szabad királyi város természetrajzi leírása. I. kötet. Második rész. Aradmegye és Aradváros növényvilága*. Réthy és fia, Arad, 426 pp.
- Smit, C., Kuijper, D.P.J., Prentice, D., Wassen, M.J., Cromsigt, J.P.G.M. (2012). Coarse woody debris facilitates oak recruitment in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Forest Ecology and Management* 284: 133–141.
- Solymos, R. (1993). Improvement and silviculture of oaks in Hungary. *Annals Forest Science* 50: 607–614.
- Solymos, R. (2004). A természetközeli erdei ökoszisztémák néhány elvi és gyakorlati kérdése. In: Csete, L., Várallyay, Gy. (szerk.). *Agroökológia. „Agro-21” Füzetek* 37:139-145.
- Soó, R. (1937). A Nyírség erdői és erdőtípusai. *Erdészeti Kísérletek* 39: 337-380.
- Soó, R. (1938). Két alföldi erdő (Hencida, Long). *Botanikai Közlemények* 35: 326-328.
- Soó, R. (1947). Flora Carpato-Pannonica. *Acta Geobotanica Hungarica* 6: 114-117.
- Soó, R., Máthé, I. (1938). *A Tiszántúl flórája. Flora Planitiei Hungariae Transtibiscensis*. Editio Instituti Botanici Universitatis Debreceniensis, Debrecen. 193 pp.
- Spies, T.A., Franklin, J.F. (1996). The diversity and maintenance of old-growth forests. In: Szaro, R.C., Johnston, D.W. (szerk.). *Biodiversity in managed landscapes: theory and practice*. USA:Oxford University Press, 808 pp.
- Stáhl, G., Ringvall, A., Fridman, J. (2001). Assessment of Coarse Woody Debris: A Methodological Overview. *Ecological Bulletin* 49:57–70.
- Standovár, T. (1997). Növénytársulások dinamikája. In: Mátyás Cs. (szerk.) *Erdészeti Ökológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 61-73.
- Standovár, T. (2002a). Európai együttműködés az erdőrezervátum-kutatásban: COST E4. In: Horváth F., Borhidi, A. (szerk.). *A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei* 8. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 17-26.
- Standovár, T. (2002b). A természetes és kezelt erdők főbb különbségei. *Erdészeti Lapok* 137: 3-6.
- Standovár, T., Aszalós, R., Bartha, D., Bodoncz, L., Bölöni, J. (2005). A magyarországi erdők természetességének vizsgálata V. *Erdészeti Lapok* 140: 286-289.

- Stojanović, D.B., Levanič, T., Matović, B., Orlović, S. (2015). Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. *European Journal of Forest Research* 134: 555-567.
- Storozhuk VF (2014) Аналіз нормативного поділу лісів за функціональним призначенням. ENPI EAST FLAG II, Kiev, 50 pp.
- Sümeği, P. (1999). Reconstruction of flora soil and landscape evolution and human impact on the Bereg Plain from late-glacial up to the present based on palaeoecological analysis. In: Hamar, J., Sárkány-Kiss, A. (szerk.). *The Upper Tisza valley*. Tiscia Monograph Series. Szeged, pp 171–203.
- Szabó, P. (2003). Sources for the Historian of Medieval Woodland. In: Laszlovszky, J, Szabó, P. (szerk.). *People and Nature in Historical Perspective*. Budapest, pp. 265–288.
- Szabó, P. (2005). *Woodland and Forests in Medieval Hungary*. Archeopress, Oxford, 187 pp.
- Szabó, P. (2008). Changes in woodland cover in the Carpathian Basin. In: Szabó, P. (szerk.). *Human nature: Studies in historical ecology and environmental history*. Institute of Botany of ASCR, Brno, pp. 106-115.
- Szabó, P. (2008b). Erdők és erdőgazdálkodás a középkori Magyarországon. Elérhető: http://www.academia.edu/7122215/Erdok_es_erdogazdalkodas_a_kozepkori_Magyarorszagon
- Szabó, P. (2009). Open woodland in Europe in the Mesolithic and in the Middle Ages: Can there be a connection? *Forest Ecology and Management* 257: 2327-2330.
- Szabó, P. (2010). Why history matters in ecology: an interdisciplinary perspective. *Environmental Conservation* 37: 380-387.
- Szalacsi, Á., Veres, Sz., Király, G. (2015). Adatok a síkvidéki gyertyános-tölgyesek erdőműveléséhez: lékes felújítógátás alkalmazásának gyakorlati tapasztalatai és növényzeti hatásai a Szatmár-Bereg-síkon. *Erdészettudományi Közlemények* 5: 85-99.
- Szmorad, F. (2010). *A Soproni-hegység erdeinek, történeti, növényföldrajzi és cönológiai vizsgálata*. PhD értekezés, Pécs, 205 pp.
- Taft, J.B. (2003). Composition and structure of an old-growth floodplain forest of the lower Kaskaskia River. In: Van Sambeek, J.W., Dawson, J., Ponder, F., Loewenstein, E.F., Fralish, J.S. (szerk.) *Proceedings, 13th Central Hardwood Forest conference, 2002 April 1-3, Urbana, Il.* Gen. Tech. Rep. NC-234 St. Paul, MN: US. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, pp. 146-158.
- Tagányi, K. (1896). *Magyar erdészeti oklevéltár I–III*. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest.
- Takamatsu, S., Braun, U., Limkaisang, S., Kom-Un, S., Sato, Y., és mtsai (2007). Phylogeny and taxonomy of the oak powdery mildew *Erysiphe alphitoides* sensu lato. *Mycological Research* 111: 809–826.
- Thomas, F.M., Blank, R., Hartmann, G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology* 32: 277–307.
- Tímár, G. (2002). *A Vendvidék erdeinek értékelése új nézőpontok alapján – a récents állományok tájtörténeti és gazdálkodástörténeti előzményei feltárása*. PhD értekezés, Sopron, 141 pp.

- Tjørve, E., Calf Tjørve, K. M., Šizlingová, E., & Šizling, A. L. (2018). Great theories of species diversity in space and why they were forgotten: The beginnings of a spatial ecology and the Nordic early 20th-century botanists. *Journal of Biogeography* 45: 530-540.
- Tjørve, E., Matthews, T. J., Whittaker, R. J. (2021). The History of the Species–Area Relationship. In: Matthews, T. J., Triantis, K. A., Whittaker, R. J. (szerk.). *The Species–Area Relationship: Theory and Application*, Cambridge University Press, pp 2-48.
- Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V., Musienko, S. (2020). Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies* 71: 17–29.
- Topalidou, E.T., Shaw, M.W. (2016). Relationships between oak powdery mildew incidence and severity and commensal fungi. *Forest Pathology* 46: 104-115.
- Török, S. (1912). A vadászerdői m. kir. erdőéri szakiskola erdőgazdaságának rövid leírása. *Erdészeti Lapok* 51: 129-174.
- Trémolières, M., Sanchez-Pérez, J.M., Schnitzler, A., Schmitt, D. (1998). Impact of river management history on the community structure species composition and nutrient status in the Rhine alluvial hardwood forest. *Plant Ecology* 135:59–78.
- Tukey, J.W. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics* 5:99–114.
- Turczański, K., Bełka, M., Spychalski, M., Kukawka, R., Prasad, R., és mtsai (2023). Resistance Inducers for the Protection of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) Seedlings against Powdery Mildew *Erysiphe alphitoides*. *Plants* 12: 635.
- Tuzson, J. (1917). A tölgylisztharmat károsítása a vinkovcei, lippai és gödöllői kincstári erdőbirtokokon. *Erdészeti Lapok* 56: 113-124.
- Ujházy, D. (1878). Vaiszlói erdőkárbecslések. *Erdészeti Lapok* 17: 318-315.
- Ujházy, N., Biró, M. (2018). The 'Cursed Channel': utopian and dystopian imaginations of landscape transformation in twentieth-century Hungary. *Journal of Historical Geography* 61: 1-13.
- Vadas, J. (1898). *Erdőműveléstan*. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest, 711 pp.
- Vadas, J. (1916). A tölgylisztharmatról és az ellene való védekezésről. *Erdészeti Kísérletek* 18: 170–179.
- Vadas, J. (1917). A tölgylisztharmat fellépése az 1917. évben. *Erdészeti Kísérletek* 19: 191–197.
- Vandekerkhove, K., De Keersmaeker, L., Menke, N., Meyer, P., Verschelde, P. (2009). When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. *Forest Ecology and Management* 258: 425–435.
- Varga, B. (2013). *A folyamatos erdőborítás fenntartása melletti erdőgazdálkodás alapjai: tankönyv-keret a szálaló és az átalakító üzemmódba sorolt erdőrészekben folytatott erdőgazdálkodást irányító szakemberek továbbképzéséhez*. Silva Naturalis, Eger, 245 pp.
- Veperdi, G. (2008b): *Erdőbecsléstan. Oktatási segédanyag*. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Matematikai és Ökonómiai Intézet, Erdőrendezéstani Tanszék, Sopron. 109 pp.
- Vera, F.W.M. (2000). *Grazing ecology and forest history*. CABI Publishing, 506 pp.
- Verpedi, G., Pásztor, T., Kovács, G., Heil, B., Patocskai, Z., és mtsai (2008a). Faállományfelvételezés a Bockerek-erdőben. In: Bartha, D., Vidéki, R. (szerk.). *A Bockerek-erdő*. Nyírerdő Nyírségi Erdészeti Zrt, Nyíregyháza-Sopron, pp. 227-233.

- Von Lüpke, B. (1998). Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *Forest Ecology and Management* 106: 19–26
- Vrška, T. (1997). Prales Cahnov po 21 letech. *Lesnictví-Forestry* 43: 155-180.
- Vrška, T. (1998). Prales Ranšpurk po 21 letech (1973–1994). *Lesnictví-Forestry* 44: 440–453.
- Vrška, T., Adam, D., Hort, L., Odehnalová, P., Horal, D. és mtsai (2006). *Developmental dynamics of virgin forest reserves in the Czech Republic II – Floodplain forests – Cahnov-Soutok Ranšpurk*. Jiřina Academia, Praha, 214 pp.
- Vrška, T., Přivětivý, T., Janík, D., Unar, P., Šamonil, P., és mtsai (2015). Deadwood residence time in alluvial hardwood temperate forests—a key aspect of biodiversity conservation. *Forest Ecology and Management* 357: 33-41.
- Warren, W.G., Olsen, P.F. (1964). A Line Intersect Technique for Assessing Logging Waste. *Forest Science* 10:267–276.
- Watson, J.E.M., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., és mtsai (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology & Evolution* 2: 599–610.
- Watt, A.S. (1919). On the Causes of Failure of Natural Regeneration in British Oakwoods. *Journal of Ecology* 7: 173–203.
- Watt, A.S. (1947). Pattern and Process in the Plant Community. *Journal of Ecology* 35: 1–22.
- Wendl, K. (1874). A kalocsai érsekség birtokán eszközölt homokkötések és az érsekségi erdők ismertetése. *Erdészeti Lapok* 13: 591-602.
- Westphal, C., Tremer, N., von Oheimb, G., Hansen, J., von Gadow, K., és mtsai (2006). Is the reverse J-shaped diameter distribution universally applicable in European virgin beech forests? *Forest Ecology and Management* 223: 75–83.
- Wickham, H. (2009). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag, New York, 213 pp.
- Wickham, H. (2017). *tidyr: Easily Tidy Data with 'spread()' and 'gather()' Functions*. R package version 0.6.1. URL: CRAN.R-project.org/package=tidyr.
- Winter, S., (2012). Forest naturalness assessment as a component of biodiversity monitoring and conservation management. *Forestry* 85: 291–304.
- Wirth, C., Messier, C., Bergeron, Y., Frank, D., Fankhänel, A. (2009). Old-growth forest definition: a pragmatic view. In: Wirth, C., Gleixner, G., Heimann, M. (szerk). *Old-Growth Forests*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 512 pp.
- Woodward, R.C., Waldie, J. S., Steven, H. M. (1929). Oak mildew and its control in forest nurseries. *Forestry* 3: 38–56.
- Woziwoda, B., Dyderski, M.K., Kobus, S., Parzych, A., Jagodziński, A.M. (2019). Natural regeneration and recruitment of native *Quercus robur* and introduced *Q. rubra* in European oak-pine mixed forests. *Forest Ecology and Management* 44: 117473.
- Ziaco, E., Di Filippo, A., Alessandrini, A., Baliva, M., D'Andrea, E., és mtsai (2012). Old-growth attributes in a network of Apennines (Italy) beech forests: Disentangling the role of past human interferences and biogeoclimate. *Plant Biosystems* 146:153–166.

- Zoltán, L. (2023). *Magyarországi lombdők természetvédelmi helyzetének értékelése erdőtermészetességi kritériumok elemzésével*. Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 148 pp.
- Zólyomi, B. (1937). A Szigetköz növénytani kutatásának eredményei. *Botanikai Közlemények* 34:169-192.
- Zsuffa, A. (1892). A tölgy megtelepítése a folyómenti lagyaerdők területén. *Erdészeti Lapok* 31(7): 439-446.
- Zukrigl, K., Eckhart, G., Nather, J. (1963). *Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen*. Österr. Agrarverl., Wien.
- Шеляг-Сосонко, Ю. Р., Устименко, П. М., Дубина, Д. В. (2010). Синтаксономічна різноманітність лісової рослинності долини Тиси та її приток. *Український ботанічний журнал* 67: 187-199.

SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Doktori témához kapcsolódó folyóirat közlemények: 2

Doktori témához kapcsolódó, benyújtás előtti folyóirat közlemények: 1

Doktori témához nem kapcsolódó folyóirat közlemények: 13

Doktori témához nem kapcsolódó könyv és könyvrészlet: 7

Doktori témához kapcsolódó ismeretterjesztő cikkek: 4

Doktori témához kapcsolódó konferencia előadások/poszterelőadások: 17

Doktori témához nem kapcsolódó konferencia előadások/poszterelőadások: 28

Doktori témához kapcsolódó folyóirat közlemények:

Demeter, L., Bede-Fazekas, Á., Molnár, Zs., Csicsek, G., Ortmann-Ajkai, A., Varga, A., Molnár, Á., Horváth, F. (2020): The legacy of management approaches and abandonment on old-growth attributes in hardwood floodplain forests in the Pannonian Ecoregion. *European Journal of Forest Research* 139: 595–610. **IF 2.617**, Q1. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01272-w>.

Demeter, L., Molnár, Á., Öllerer, K., Csóka, Gy., Kiš, A., Vadász, Cs., Horváth, F., Molnár, Zs. (2021). Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* 253:108928, **IF 5,990**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108928>

Doktori témához kapcsolódó, benyújtás előtti folyóirat közlemények:

Demeter, L., Varga, A., Biró, M., Horváth, F., Molnár, Zs.: Munkacím: Changing disturbance regimes of hardwood floodplain forest of CE Europe: 70 years history through the perception of foresters, nature conservationists and local people.

Doktori témához nem kapcsolódó folyóirat közlemények:

Demeter, L. (2013): A Szernye-csatorna menti Seleszta kiserdő cönológiai vizsgálata. *Acta Beregsasiensis: a kárpátaljai magyar tanárképző főiskola évkönyve* 12: 263-271.

Varga, A., Molnár, Zs., Biró, M., Demeter, L., Gellény, K., Miókovics, E., Molnár, Á., Molnár, K., Ujházy, N., Ulicsni, V., Babai, D. (2016): Changing year-round habitat use of extensively grazing cattle, sheep and pigs in East-Central Europe between 1940-2014: Consequences for conservation and policy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 234: 142-153. **IF 4,099**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.05.018>

Biró, M., Molnár, Zs., Babai, D., Dénes, A., Fehér, A., Barta, S., Sáfián, L., Szabados, K., Kiš, A., Demeter, L., Öllerer, K. (2019): Reviewing historical traditional knowledge for innovative conservation management: A re-evaluation of wetland grazing. *Science of the Total Environment* 666: 1114–1125. **IF 6,551**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.292>

- Öllerer, K., Varga, A., Kirby, K., Demeter, L., Biró, M., Bölöni, J., & Molnár, Z. (2019). Beyond the obvious impact of domestic livestock grazing on temperate forest vegetation – A global review. *Biological Conservation* 237, 209-219. **IF 4,711**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.007>
- Molnár Zs., Babai D., Varga A., Demeter L., Öllerer K. (2019): A hagyományos, a helyi és a bennszülött tudás az IPBES Globális, illetve Európa és Közép-Ázsia Értékelő Tanulmányában. *Természetvédelmi Közlemények* 25: 157–176. <https://doi.org/10.20332/tvk-inatconserv.2019.25.157>
- Varga, A., Demeter, L., Ulicsni, V., Öllerer, K., Biró, M., Babai, D., Molnár, Z. (2020). Prohibited, but still present: local and traditional knowledge about the practice and impact of forest grazing by domestic livestock in Hungary. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 16(1), 1-12. **IF 2,733**, D1. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00397-x>
- Biró, M., Molnár, Z., Öllerer, K., Lengyel, A., Ulicsni, V., Szabados, K., Kiš, A., Perić, R., Demeter, L., Babai, D. (2020). Conservation and herding co-benefit from traditional extensive wetland grazing. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 300: 106983. **IF 5,567**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106983>
- Demeter L., Molnár ÁP., (2020). Erdei lágyszárú fajok grádiense a Körösvidék sík- és dombvidéki részén növényföldrajzi és vegetációtörténeti kitekintéssel [The gradient of forest herb species in the forest of Körösvidék: a vegetation geographical and historical perspective]. *Crisicum* 11: 41-70. Hungarian with English summary.
- Molnár ÁP., Demeter L. (2020). Egy Kárpát-medencei síkság-hegység flóragrádiens – A Tisza és a Bihar-csúcs közötti gyepek jellemzése, zonációs és vegetációtörténeti kontextusba helyezése [A lowland-mountain floristic gradient from the Carpathian Basin – The characterization of grasslands between the Tisza River and the Bihar Peak, and their positioning in a zonation and vegetation history context]. *Crisicum* 11: 7-39. Hungarian with English summary.
- Molnár, Zs., Szabados, K., Kiš, A., Marinkov, J., Demeter, L., Biró, M., Öllerer, K., Katona, K., Đapić, M., Perić, R., Ulicsni, V., Babai, D. (2021). Preserving for the future the — once widespread but now vanishing — knowledge on traditional pig grazing in forests and marshes (Sava-Bosut floodplain, Serbia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 17:56. **IF 2,733**, D1. <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00482-9>
- Demeter, L. and Molnár, Á. P., Bede-Fazekas, Á., Öllerer, K., Varga, A., Szabados, K., Tucakov, M., Kiš, A., Biró, M., Marinkov, J. & Molnár, Zs. (2021). Controlling invasive alien shrub species, enhancing biodiversity and mitigating flood risk: A win–win–win situation in grazed floodplain plantations. *Journal of Environmental Management* 295, 113053. **IF 6,789**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113053>
- Molnár, Á. P., Demeter, L., Biró, M., Chytrý, M., Bartha, S., Gantuya, B., & Molnár, Z. (2023). Is there a massive glacial–Holocene flora continuity in Central Europe? *Biological Reviews* (online first). **IF: 10,0**, D1. <https://doi.org/10.1111/brv.13007>
- Molnár, Z., Aumeeruddy-Thomas, Y., Babai, D., Díaz, S., Garnett, S. T., Hill, R., Bates, P., Brondízio, E.S., Cariño, J., Demeter, L., Fernández-Llamazares, Á., Guèze, M., McElwee, P., Öllerer, K., Purvis, A., Reyes-García, V., Samakov, A. & Singh, R. K. (2023). Towards richer knowledge partnerships between ecology and ethnoecology. *Trends in Ecology & Evolution*, Online first, IF 16,8, D1.

Doktori témához nem kapcsolódó könyv és könyvrészlet:

- Demeter, L. (2016): Biodiversity and Ecosystem Services of Hardwood Floodplain Forests: past, present and future from the perspective of local communities in West Ukraine. In: Roué, M. and Molnár, Zs. (eds.) 2017. Knowing our Lands and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia. Knowledges of Nature 9. UNESCO: Paris. pp. 6-19.
- Varga, A., Heim, A., Demeter, L. & Molnár, Zs. (2016): Rangers bridge the gap: use of traditional ecological knowledge related to wood pastures in nature conservation. In: Roué, M. and Molnár, Zs. (eds.) 2017. Knowing our Lands and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia. Knowledges of Nature 9. UNESCO: Paris. pp. 78-91
- Demeter, L., Csicsek G., Molnár Zs., Horváth F. (2017): Természetközeli öreg folyómenti keményfaligetek faállomány-szerkezetének vizsgálata a Beregi-síkon: a történet szerepe. [Stand structure of near-natural hardwood floodplain forests on the Bereg Plain: the role of management history] In: Bodó Barna, Szoták Szilvia (szerk.) (2017): Határhelyzetek IX. Fiatal tudomány – Tudományunk fiataljai a Kárpát-medencében. Külgazdasági és Külügyminisztérium. Budapest. pp. 463-486.
- Horváth F., Csicsek G., Bíró A., Demeter, L., Lipka B., Neumann Sz., Papp M., Szegleti Zs., Víg Á., Lesku B. (2018) Fényi-erdő – Égett kocka, ER Füzetek 1, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Tihany, 16 old. <https://DOI.ORG/10.46441/ERF.2018.1>
- Bíró M., Molnár Zs., Babai D., Dénes A., Fehér S., Szabados K., Kiš A., Demeter, L., Sáfián L., Barta S., Öllerer K. (2019): Történeti adatok pannon vizes élőhelyek legeltetéséről az elmúlt évszázadokból – szemelvénygyűjtemény. In: Tóth, Albert; Tóth, Csaba Albert (szerk.) A Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor 45 éve. Kisújszállás, Magyarország: Alföldkutatásért Alapítvány, pp. 143-165.
- Bürgi, M., Cevalco, R., Demeter, L., Fescenko, A., Gabellieri, N., Marull, J., Ostlund, L., Šantrůčková, M., & Wohlgemuth, T. (2020) Where do we come from? Forest history and cultural heritage. In: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmendorf. Pp. 46-61.
- Molnár, Zs., Kiš, A., Demeter, L., Szabados, K., Molnár, Á.P. és mtsai (2023). *Disznók az erdőben. Hagyományos ökológiai tudás a Száva árterén.* HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót, 196 pp.

Doktori témához kapcsolódó ismeretterjesztő cikkek:

- Horváth F., Demeter, L., Mázsa K. (2020). Az erdőrezervátum-eszme története – Értelmezések, törekvések és fordulatok. Erdészeti Lapok 155(10): 304-306.
- Demeter, L., Molnár Á.P., Horváth F., Molnár Zs., Öllerer K., Vadász Cs., Csóka Gy. (2021). 100 év kudarc a kocsányos tölgyesek természetes felújulásában. Erdészeti Lapok, 156(4): 128-131.
- Demeter, L., Horváth, F., Vadász, Cs. (2021). Láthatatlan invázió: száz éve pusztít a tölgylisztharmat. Élet és Tudomány 2021/12, 367-370.

Horváth F., Bíró A., Csicsek G., Demeter L., Lipka B., Papp M., Szegleti Zs., Víg Á. (2021). Fényi-erdő - egy erdőrezervátum jelölt. Erdészeti Lapok 156(2): 47-50.

Doktori témához kapcsolódó konferencia előadások/poszterelőadások:

Demeter L., Csicsek G., Lukács M., Horváth F., Molnár Zs. (2015): Folyómenti öreg tölgy (*Quercus robur*) domináns erdők faállomány-szerkezetének sokfélesége a Beregi-síkon: Fiatal Kárpátaljai Magyar Kutatók XII. Konferenciája. Beregszász, Ukrajna, 2015. november 13. Előadás.

Demeter, L., Horváth, F., Bíró, M., Varga, A., Molnár, Zs. (2015): Why coppices weren't a common practice in oak-elm-ash forests of the Bereg Plain. Brno, 9-11 April 2015. Előadás.

Demeter L. (2014): Hagyományos erdőhöz kapcsolt tudás és erdőhasználat Kárpátalja keményfaliget erdőiben. Fiatal Kárpátaljai Magyar Kutatók X. Konferenciája. Beregszász, Ukrajna, 2014. május 17. Előadás.

Demeter, L., Horváth, F., Molnár, Zs. (2014): Effects of management on stand structure in oak-elm-ash forests of the Pannonian biogeographical region: Sixth Meeting of PhD students in Plant Ecology and Botany. Karpacz, Poland, 10-12 October, 2014. Előadás.

Demeter L., Horváth F., Bíró M., Molnár Zs. (2014): Az erdőgazdálkodás lakossági és erdészeti mozgatórugói: keményfaligetek 20. századi történetének elemzése Kárpátalján. IX. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia „Tudományoktól a döntéshozatalig”. Szeged, 2014. november 20-23. Poszter.

Demeter, L., Ráti, R., Horváth, F., Molnár, Zs. (2016): Trends in uses and ecosystem services of hardwood floodplain forests of Transcarpathia (West Ukraine): perceptions of locals. Forum Carpathicum 2016. Future of the Carpathians: Smart, Sustainable, Inclusive. Bucharest, 28-30 Szeptember 2016. Előadás.

Demeter, L., Csicsek, G., Horváth, F., Molnár, Zs. (2016):. Traditional forest use and diversity of floodplain forests of Bereg Plain (West Ukraine). Europe and Central Asia Dialogue Workshop on Indigenous and Local Knowledge Systems. UNESCO, Paris, 11–13 January 2016. Előadás.

Demeter L., Csicsek G., Molnár Zs., Horváth F. (2016): Természetközeli öreg folyó menti keményfaligetek faállomány-szerkezetének vizsgálata a Beregi-síkon: a történet szerepe. XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében. Budapest, 2016. február 12-14. Előadás.

Demeter L., Csicsek G., Molnár Á., Bede-Fazekas Á., Varga A., Ortmann-né Ajkai A., Molnár Zs., Horváth F. (2017): Működik-e a foltdinamika a Pannon régió öreg ártéri keményfás ligeterdőiben? A faállomány-szerkezetet alakító hajtóerők az elmúlt 150 évben. XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger, 2017. november 2-5. Előadás.

Demeter L., Csicsek G., Molnár Á., Bede-Fazekas Á., Varga A., Ortmann-né Ajkai A., Molnár Zs., Horváth F. (2017): Működik-e a foltdinamika a Pannon régió öreg ártéri keményfás ligeterdőiben? Szerkezet-dinamika-hajtóerők. Tudomány napja – 2017. Beregszász, 2017. november 9. Előadás.

Demeter, L., Varga, A., Bíró, M., Horváth, F., Molnár, Zs. (2018): Forest history of hardwood floodplain forests: local forest users, foresters and nature conservationists perception of changes in natural and antropogenic disturbances (Ártéri keményfaligetek erdőtörténete: természetes és antropogén zavarások változása erdészek, természetvédők és helyiek szemével) – poster. 12th International

Conference 'Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region'. Debrecen, Hungary, 23–25 February 2018. Poszter.

Demeter, L. (2018): Ártéri keményfás ligeterdők bolygatási rezsimjének változása a Körösök mentén az erdőhasználók észlelései alapján. Szakmai konferencia, Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság. Szarvas, 2018. március 6. Előadás.

Horváth F., Bede-Fazekas Á., Csicsek G., Molnár Á.P., Szegleti Zs., Demeter L. (2019): Milyenek lehettek kocsányos tölgyes őserdőink? Erdőrezervátum-kutatás a keményfás ligetekben. A biodiverzitásról másképpen 4. Kiüresedő magyar erdők?! A Magyar Tudományos Akadémia Környezettudományi Elnöki Bizottság Biodiverzitás Albizottság és a Magyar Természettudományi Társulat konferenciája, Budapest, 2019. október 24. Előadás.

Demeter, L., Bede-Fazekas, Á., Molnár, Zs., Csicsek, Cs., Ortmann-Ajkai, A., Varga, A., Molnár, Á., Horváth, H. (2019): Effects of past and present management regime on structural characteristics and old-growth features in hardwood floodplain forests in the Carpathian Basin. Temperate and boreal primeval forests in the face of global change, Lviv, 2019. szeptember 2-4. Előadás.

Demeter L., Molnár Á., Öllerer K., Kiš A., Csóka Gy., Vadász Cs., Horváth F., Molnár Zs. (2021). 100 év kudarc a kocsányos tölgyesek természetes felújulásában: a kórokozó jövevénylisztharmat elmélet. 12. Magyar Ökológus Kongresszus. Vác, 2021. augusztus 24-26. Előadás.

Demete L., Molnár Á.P., Öllerer K., Kiš A., Csóka Gy., Vadász Cs., Horváth F., Molnár Zs. (2021): 100 év kudarc a kocsányos tölgyesek természetes felújulásában: új elmélet a tölgylisztharmat szerepéről. Online Biológia Konferencia, 2021. április 20. Előadás.

Demeter, L., Molnár, Á.P., Kiš, A., Vadász, Cs., Horváth, F., Csóka, Gy., Öllerer, K., Molnár, Zs. (2021). Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. Historical Ecology for the Future. International conference. Metz, France, 24th to 28th May 2021. Előadás.

Doktori témához nem kapcsolódó konferencia előadások/poszterelőadások:

Kerényi-Nagy V., Balogh L., Demeter L., Exner T., Ljubka T., Roman K. (2014): Florisztikai adatok Kárpátalja flórájához (Floristic data to Flora of Transcarpathia (South-West Ukraine)). X. Aktuális Flóra- és Vegetáció kutatása Kárpát-medencében. Sopron, 2014. március 9. Poszter.

Hajdu, Zs., Varga, A., Biró, M., Demeter, L., Gellény, K., Bódis, J., Miókovics, E., Molnár, Zs., Molnár, K. Integration of Traditional Ecological Knowledge as an Innovation in Environmental Education: Concepts, Methods and Case Studies from East-Central Europe. International Environmental Education Conference – Tools and Aims in Environmental Education, Eger, 26-29 April 2016 p. 40. Előadás.

Varga A., Molnár Zs., Biró M., Demeter L., Ujházy N., Gellény K., Ulicsni V., Hollós R., Molnár Á., Margóczy K., Béres S., Horváth D., Horváth M., Samu Z.T., Juhász M., Juhászné Túrke I., Miókovics E., Babai D. (2016): A vegetációdinamika egyik fontos mozgatója: legeltetési rendszerek sokszínű élőhely-használata. XI. Aktuális flóra- és vegetációkutatás a Kárpát-medencében. Budapest, 2016. február 12-14. Előadás.

- Molnár, Zs., Biró, M., Varga, A., Demeter, L., Ulicsni, V., Babai, D. (2016): Role of Traditional Ecological Knowledge in Nature Protected Cultural Landscapes. 2nd Symposium on Nature Conservation: „Nature conservation – experiences and perspectives“. Novi Sad, 2016. április 1-2. Előadás.
- Molnár, Zs., Varga, A., Babai, D., Molnár, K., Ulicsni, V., Demeter, L., Gellény, K., Biró, M. (2016): Nature as Source of Knowledge: Traditional Ecological Knowledge of Herders and Farmers and its Uses in Environmental Education. I. International Environmental Education Conference, Eger, 2016. április 26-29. Előadás.
- Molnár, Zs., Molnár, K., Ulicsni, V., Biró, M., Babai, D., Varga, A., Demeter, L., Gellény, K., Ujházy, N., Berkes, F.: Role of Traditional Ecological Knowledge in Linking Cultural and Natural Capital in Cultural Landscapes. Kolozsvári Magyar Egyetemi Intézet, Culture and Nature in Transylvania, nemzetközi workshop, Kolozsvár, 2016. április 22-24. Előadás.
- Molnár Á., Demeter L., Fülöp B., Csicsek G., Nyári L. Vadász-Besnyői V., Koncz P., Deák M., Bódis J., Sisák I., Lestyán Cs. J. és Vadás Cs. Az észak-kiskunsági meszes homoki erdősztyepp-komplex recens vegetáció-dinamikája. XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Eger, 2017. november 2-5. Poszter.
- Öllerer, K., Varga, A., Demeter, L., Babai, D., Biró, M., Molnár Zs. (2017): Studying the effects of extensive grazing on the vegetation in forests and marshes – an invitation. Wooded rural landscapes in Central and Eastern Europe: biodiversity, cultural legacy and conservation. Rzeszów, Lengyelország, 20-22 September 2017. Előadás.
- Molnár Zs., Varga A., Babai D., Demeter L., Öllerer K., Ulicsni V., Biró M. (2017): Legeltetés hatása nem-konvencionális legelőterületeken (mocsarakban, erdőkben). XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger, 2017. november 2-5. Poszter.
- Molnár Zs., Babai D., Varga A., Demeter L., Ulicsni V., Biró M. (2017): Drámaian nő a tudás a biodiverzitásról, és drámaian csökken a tudás annak szelíd használatáról, ... és akkor mi van? „Drámaian csökken a biológiai diverzitás. És akkor mi van?“. Budapest, MTA Felolvasóterem, 2017. szeptember 13. Előadás.
- Molnár Zs., Kis J., Biró M., Demeter L., Babai D., Molnár Á., Varga A. (2017): Legeltetés és természetvédelem a természetvédők és a pásztorok szemével. Szarvas, 2017. február 22. Előadás.
- Ujházy N. Babai D., Molnár Zs., Biró M., Demeter L., Gellény K., Ulicsni V., Hollós R., Molnár Á., Margóczy K., Béres S., Horváth D., Horváth M., Samu Z. T., Juhász M., Juhászné Túrke I., Miókovics E., Varga A. (2017): Táj és legeltetés – a Kárpát-medence legeltetési rendszereinek élőhely-használata. VII. Magyar Tájökológiai Konferencia, Szeged, 2017. május 25-27. Előadás.
- Biró, M., Babai, D., Molnár, Zs., Demeter, L., Gellény, K., Miókovics, E., Molnár, Á., Molnár, K., Ujházy, N., Ulicsni, V., Varga, A. (2017): Importance of non-conventional pasture types for traditional grazing (1940-2014) in East-Central Europe: implications for conservation. Nyitra, 2nd TEKedu V4. Traditional ecological knowledge and oral history: Improving landscape research, conservation management and environmental education. Short international course and seminar for Visegrad 4 countries. Nyitra, Szlovákia, 2017. április 20-21. Előadás.
- Biró, M; Molnár; Z; Öllerer, K; Ulicsni, V; Demeter, L.; Varga, A; Babai, D. (2018): Field survey of extensive pig and cattle grazing on wetlands (Szarvasmarha és sertés mocsári élőhelyeken való

- hagyományos legeltetésének terepi vizsgálata a Tőz-mellékén és a Szerémségben) – poster. 12th International Conference 'Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region'. Debrecen, Hungary, 23–25 February 2018. Poszter.
- Molnár, Zs., Demeter, L., Kiš, A., Szabados K., Marinkov, J., Babai, D. , Ulicsni, V., Biró, M. (2018): Traditional pig grazing in the Bosut forest (Serbia) - ethnoecological and conservational perspectives. 7BBC, Novi Sad, 2018. szeptember 10-14. Előadás.
- Molnár, Zs., Kiš, A., Szabados K., Marinkov, J., Demeter, L., Babai, D. , Ulicsni, V., Biró, M. (2018): Values for nature conservation: locals' views on the impacts of traditional pig herding on floodplain forests along the Sava river. *Botanica Serbica* 42 (Suppl.): 117. (peer reviewed abstract). Előadás.
- Varga, A., Babai, D., Biró, M., Demeter, L., Öllerer, K., Molnár, Zs. (2018): Vegetation and land use of the Hungarian wood pastures and grazed forest in the ethnography literature (Magyarország fáslegelőinek és legeltetett erdőinek használata és vegetációs viszonyai a néprajzi irodalomban) – poster. 12th International Conference 'Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region'. Debrecen, Hungary, 23–25 February 2018. Poszter.
- Varga, A., Babai, D., Biró, M., Demeter, L., Ulicsni, V., Ujházy, N., Öllerer, K., Molnár, Á., Molnár, K., Gellény, K., Mikókovics, E., Hollós, R., Molnár, Zs. (2018): "Beyond the grassland": habitat use of extensively grazing cattle, sheep and pigs in East-Central Europe between 1940 and 2014. – poster. European Conference on Conservation Biology, Jyväskylä, Finland, 12-15. June 2018. Poszter.
- Ujházy N. , Babai D., Molnár Zs., Biró M., Demeter L., Gellény K., Ulicsni V., Hollós R., M., Margóczy K., Béres S., Horváth D., Horváth M., Samu Z., Juhász M., Juhászné Túrke I., Miókovics E., Varga A. (2018): Táj és legeltetés - a Kárpát-medence legeltetési rendszereinek élőhely-használata, VII. Magyar Tájékológiai Konferencia, Szeged, 2018. május 25-27. Előadás.
- Demeter, L., Kiš, A., Biró, M., Babai, D., Szabados, K., Marinkov, J., Juhász, E., Ulicsni, V., Kemenes, A., Molnár, Zs. (2018): Traditional pig herding in the floodplain of the Sava river - an ecological perspective of forest and wetland grazing in Bosut Forest, Serbia. *Botanica Serbica* 42 (Suppl.): 118. (peer reviewed abstract). Előadás.
- Demeter, L., Kiš, A., Biró, M., Babai, M., Szabados, K., Varga, A., Marinkov, J., Molnár, Zs. (2018): Disturbance to forest and contribution to local culture and well-being: traditional pig herding in a European lowland forest. International Society of Ethnobiology, Belém, Brazilia, 7-10. August 2018. Előadás.
- Kiš, A., Szabados, K., Demeter, L., Biró, M., Perić, R., Marinkov, M., Molnár, Zs. (2019): Traditional pig herding as a suitable habitat management of endangered wetland species. Symposium on the flora of southeastern Serbia and neighboring regions, Stara Planina, 20-23. June 2019. Előadás.
- Biró, M., Molnár, Zs., Babai, D., Dénes, A., Fehér, A., Barta, S., Sáfián, L., Szabados, K., Kiš, A., Demeter, L., Öllerer, K. (2019). Reviewing historical traditional knowledge on wetland grazing for old-new management practices for restoration. British Ecological Society BES Annual Meeting. Celebrating Global Ecology in Belfast. 10-13 December 2019. Előadás.
- Molnár Zs., Babai D., Demeter L., Öllerer K., Ulicsni V., Biró, M. (2021). Ökológusok szerepe a hagyományos ökológiai tudás kutatásában. 12. Magyar Ökológus Kongresszus. Vác, 2021. augusztus 24-26. Előadás.

- Molnár Zs., Babai D., Varga A., Demeter L., Öllerer K. (2021). A hagyományos, a helyi és a bennszülött tudás az IPBES Globális, illetve Európa és Közép-Ázsia Értékelő Tanulmányában. 12. Magyar Ökológus Kongresszus. Vác, 2021. augusztus 24-26. Poszter.
- Biró M., Molnár Zs., Öllerer K., Lengyel A., Ulicsni V., Szabados K., Kiš A., Ranko P., Demeter L., Babai D. (2021). Extenzív legeltetés hatása mocsaras élőhelyekre természetvédők és pásztorok indikátorai alapján. 12. Magyar Ökológus Kongresszus. Vác, 2021. augusztus 24-26. Előadás.
- Öllerer K., Molnár Z., Demeter L., Varga A., Dénes A., Fehér S., Kiš A., Szabados K., Biró M. (2021). Erdei legeltetés újragondolva: a nemzetközi szakirodalom és a történeti ökológiai tudás tanulságai. 12. Magyar Ökológus Kongresszus. Vác, 2021. augusztus 24-26. Előadás.
- Öllerer K., Molnár Zs., Demeter L., Varga A., Dénes A., Kiš A., Fehér A., Szabados K., Biró M. (2021). A legeltetésről másként – az erdei és mocsári legeltetés mint élőhelykezelés. 21. Kolozsvári Biológus Napok. Kolozsvár, 2021. április 16-17. Előadás.

MELLÉKLETEK

1. melléklet Csehországi törvényben előírt erdőtermészetességi kategóriák és rövid definícióik. A definíciókat Zoltán (2023) munkájának 22. táblázatában közölt formában, változatlanul mutatom be.

- 1. Őserdők. Szinte érintetlen erdők, ahol a szerkezet, dinamika és fajfajösszetétel az élőhelyi viszonyoknak megfelelő. Hat általános jellemző: őshonos állományalkotó fák idős egyedei jelen vannak; nagyméretű álló és fekvő holtfák jelen vannak, korhadtsági fázisok változatosak, a lombkorona többszintű, a horizontális szerkezet változatos – lékdinamika. Ezeket a jellemzőket élőhelyhez kell viszonyítani (pl. átmérővariancia), illetve a többszintű lombkoronát szélesebb térbeli skálán kell értelmezni. Az erdőciklus minden fázisa jelen van, tehát nagyobb bolygatásokat is képes elviselni a rendszer. Nincsenek rájuk hatással a jelenlegi / múltbeli emberi behatások. Lehetett emberi beavatkozás a múltban, de ennek nincs látható hatása a dinamikai folyamatokra.*
- 2. Természetes erdők. Létrejöttükhöz természeti erők járultak hozzá, de régebben az ember is részben befolyásolta. Szerkezet, dinamika és fajfajösszetétel az élőhelyi viszonyoknak megfelelő. Kismértékű eltérés lehet az emberi behatások miatt, de az állományok restaurálása az erdőciklus fejlődési fázisait figyelembe véve sikeresen megtörtént. Nagyon hasonlíthat az őserdőkhez, de a dinamikai folyamatok folytonossága egy ponton megszakadt.*
- 3. Természetközeli erdők. Fajösszetételük elsősorban az élőhely adottságainak felel meg, térszerkezet egyszerűbb, dinamika részleges. Az állományfejlődést elsősorban természetes folyamatok határozzák meg, de az aktuális állapotot aktív emberi behatással is elérhette. Múltban a fejlődésükre hosszú távon hatással voltak az emberi beavatkozások (fakitermelés, holtfa eltávolítás), amelynek nyomai ma is láthatók. Jelenleg nincs bennük fakitermelés / fakitermelés csak mellékterméke a beavatkozásoknak. Három alcsoportjukat különböztetik meg: a) spontán fejlődésre hagyott erdők; b) olyan erdők, ahol átmenetileg kisebb intenzitású céltudatos kezelések zajlanak; c) olyan erdők, ahol egyéb kisebb volumenű, természetvédelmi célú kezelések zajlanak.*
- 4. Spontán fejlődésre újonnan hagyott erdők. A természetességi fok megállapításakor spontán fejlődésre vannak hagyva, de jelenlegi formájuk a korábbi beavatkozások eredménye és várják, hogy a spontán fejlődés beinduljon.*
- 5. Biodiverzitás szempontjából fontos erdők. Fajösszetételük többnyire élőhelynek megfelelő. Emberi hatásra jöttek létre, állapotukat tudatos tevékenységgel érték el. Biodiverzitás fenntartása érdekében a területen gazdálkodási tevékenységet (korlátozottan) folytatnak.*

6. *Gazdasági erdők. Fajösszetételük többnyire élőhelynek megfelelő. Emberi hatásra jöttek létre, állapotukat tudatos tevékenységgel érték el. Fejlődését emberi tevékenység határozza meg. Faanyagtermelési céllal erdőgazdálkodást végeznek.*
7. *Ültetvények. Nem őshonos fajokból álló erdők. Fajösszetételük nem felel meg az élőhelyi viszonyoknak. Emberi hatásra jöttek létre, állapotukat tudatos tevékenységgel érték el. Faanyagtermelési céllal erdőgazdálkodást végeznek. Az állományokat idegenhonos / tájidegen fajok alkotják, amelyek genetikailag idegen földrajzi populációból származnak.*

2. melléklet Kvalitatív és kvantitatív faállomány-szerkezeti leírások a történeti erdészeti irodalom tükrében

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Szlavónia, Anonymus 1911a. Szálerdő. Vágásforduló.	A jövő vágásforduló egyelőre 140 évre van tervezve.
Szlavónia, Anonymus 1911a. Szálerdő. Fokozatos felújítóvágás. Záródás. Mellmagassági átmérő. Famagasság.	Nem teljes faállományok már azok, amelyek szemeink elé tárultak, mert a tölgyön kívül ott volt egyéb fafajok, az u.n. fehérfa már néhány év előtt kitermeltetett. [...] Osztrák vendégeink éltek is az alkalommal és mérőszalaggal, átlalóval, magasságmérővel (utóbbit Guttenberg lovag használta) a legkiválóbb törzseket szorgalmasan méregették, bámulatuknak adva kifejezést az előttük szokatlan látvány felett. Legszebbnek részünkről a Boljkovo erdő rész egyik törzsét ítéltük, amely körülbelül 120 cm mellmagassági átmérő mellett 45 m magas. Nyílegyenes törzse 30 m magasságig teljesen ágtiszta és hibátlan. Valóban fájdalmas gondolat, hogy a természet e remeke is már halálra van ítélve, napjai meg vannak számlálva.
Szlavónia, Anonymus 1911b. Szálerdő. Mellmagassági átmérő. Famagasság. Ágtiszta törzshossz.	A hatalmas, egyedülálló, sehol és soha vissza nem térő méretek, egybekötve az utolérhetlen faminóséggel biztosítják azokat a magas faárakat, amelyeket ott fizetnek. A vrbanjei erdőgondnokság Socna nevű erdő részében magunk mértünk egy álló tölgyet, amely 1.5 m mellmagassági átmérővel és 17 m hosszú ágtiszta törzsszel bír, amelynek műfaköbtartalma 18 m ³ -re tehető. Egyik fekvő, érkezésünk előtt döntött törzsnek mellmagassági átmérője 1.8 m, középső átmérője 87 cm, az ágtiszta törzs hossza 25 m, a törzs teljes hossza 41 m volt. Egy másik fekvő törzsön ugyanott a következő méreteket állapítottuk meg: mellmagassági átmérő: 110 cm, összes hossz 41 m, ágtiszta törzhossz 28 m, ennek közepén az átmérő 77 cm. Boljkovo erdő részben éppenséggel oly törzset láttunk, melynek teljes hosszát 44 m-re, az ágtiszta törzs hosszát 30 m-re, értékét 2000 K-ra becsültük.
Temes síksága, Anonymus 1881. Szálerdő. Elegyefafajok	A kezelésem alatt lévő tölgyerdő mintegy 3400 holdnyi terjedelmű és a gyéren beszórt szil, gyertyán és egyes kőris kivételével, tisztán kocsányos tölgy állabokból áll, a mely fanemnek a talaj sík fekvése, mélysége, valamint azon körülménynél fogva, hogy a Temes és Béga folyó gyakori áradásainak ki van téve, tökéletesen megfelel.
Drávaköz, Anonymus 1907. Szálerdő. Famagasság. Mellmagassági átmérő. Fatömeg. Kor.	Mialatt így tájékoztattuk magunkat az uradalom különleges és legtöbbünk előtt idegenszerű viszonyai felől, vonatunk részben kocsányos tölgy-fiatalosok, részben ákáczosok és 65—90 éves gyertyánerdők között haladt. Ez utóbbiakban közbeszórvva túlkoros, igen erős, de többnyire csúcsháradt tölgyek állanak. Ilyen az idősebb erdők legnagyobb része. A vonatról leszállva, az egyik ily nagy tölgyfát meg is tekintettük, bámulva a természet csodás alkotó erejét. A fa magassága 30 m, kerülete 715 cm, átmérője 227 cm, fatömege 50 ms-re, kora 250—300 évre van becsülve.
Drávaköz, Anonymus 1907. Szálerdő. Elegyefafajok.	1876-ban az új gát átszakadt s ezen töltést is átszakította az idáig tóduló árvíz. [...] A töltésen vezető utunktól balra vegyeskoru őserdősáv húzódik, amelynek festői alakú és óriási méretű borostyánlepte tölgy-, szil-, nyár- és fűztörzsei ritka látvánnyal gyönyörködtetik szemünket. Ez a sáv, amely a kőriserdei vadászlakig húzódik, parkszerűen kezeltek.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Szlavónia, Bokor Róbert 1912. Elegyfajok. Mellmagassági átmérő. Fatérfogat.	A szóban levő szilfa a vágás szélén egész magányosan állt, tehát szabadon nőtt fel. A becslés alkalmával e törzs csak tűzifára becsültetett, mert a gyökérzetnél teljesen üres és korhadt volt, a sudara pedig le volt törve, úgy hogy ezt a törzset sem az eladó kincstár, sem a vevő czégek, a vágás becslése alkalmával, műfatermelésre alkalmasnak nem találhatták. A törzs döntése után azonban kiderült, hogy a gyökér feletti korhadás csak két méter hosszban terjed és hogy a törzs többi része teljesen jó és egészséges, úgy hogy az egész törzsből 10 m hosszú fűrészrönkő került ki, amelynek alsó átmérője 145, a felső pedig 143 cm s így az egész fűrészrönkő köbtartalma 17.4 m ³ volt. Jelen esetben a fennebb jelzett eladási ár mellett a szóban lévő szilfűrészrönkő köbméterjét 117 korona vételár éretett el.
Szlavónia, Bokor Róbert 1912. Szálerdő. Elegyfajok	Végül a péterváradai vagyonközség részéről folyó évi október hó 17-én megtartott faeladás alkalmával a Város nevű erdő részben eladásra kijelölt 187 db. silányabb minőségű sziltörzs a 22.656 korona becsértéssel szemben 34.200 korona vételáron adatott el.
Szlavónia, Bokor Róbert 1914. Szálerdő. Elegyfajok.	Ennek következtében a m. kir. kincstár az 1892. évben a vrbanjei és zsupanjei kir. erdőgondnoksághoz tartozó és a vrbanjei vasúti állomás körül fekvő Zib, Szocsna nevű egész védkerületekben és a Deszicsevó nevű védkerület egy részében található tölgy-, kőris-, szil-, bükk- és gyertyántörzseket nyilvános versenytárgyalás alá bocsátotta. A jelzett tölgyesek 2481.69 kat. holdat tettek ki és az ezen területen 274.792 m ³ tölgy, műfa, 81.900 m ³ kőris, 121.666 m ³ szil és 47.116 bükk és egyéb fanemű tűzifa volt becsülve s becsértéke összesen 6,685.262 koronával állapított meg.
Szlavónia, Kuzma Gyula 1911. Szálerdő. Kor. Természetes felújulás.	Nyilvánvaló tehát, hogy a szlavóniai tölgyes a török pusztítás után századokig lakatlan, vagy csak gyéren benépesített területeken önvetényülés útján keletkezett [...] A szlavóniai tölgyes 300 évvel különben is eléri életkora határát. A tölgy itt szívgyökeret nem fejleszthet, sűrű állásánál fogva oldalgyökérzete is silány. Az évenként bekövetkező árviz fellazítja a vékonyrétegű televény talajt, az árviz okozta gyökérsziládságban szél által megbontott egyedek csúcsaszályodását elősegíti és ez a szlavóniai tölgyekre sorvadásszerűleg elharapódzott beteges állapot meggátolja, hogy azok a 300 éves kort tetemesen meghaladhassák.
Szlavónia, Kuzma Gyula 1911. Szálerdő. Mellmagassági átmérő. Elegyfajok. Hektáronkénti törzsszám.	Épen az a célom, hogy azoknak, akik a szlavóniai tölgyet a helyszínén nem tanulmányozhatják, egy 100 holdas területre vonatkoztatott vágás becslési adatainak pusztá felsorolásával a szlavóniai koros állabok képét elővarázsoljam. 1. A tölgyfából, 2,6% = 40 db 36 cm átlagátmérővel; 13,2% = 200 db 57 cm átlagátmérővel; 23,6% = 358 db 75 cm átlagátmérővel; 41,5% = 630 db 92 cm átlagátmérővel; 16,5% = 250 db 114 cm átlagátmérővel; aszonc 2,6% = 40 db 87 cm átlagátmérővel; összesen: 1518 darab tölgyfa. 2. Egyéb fanemekből (Fehérfa). 2,5% = 122 db 60 cm átlagátmérőjű kőris, 26,2% = 1265 db 70 cm átlagátmérőjű szil, 71,3% = 3442 db 45 cm átlagátmé rőjű egyéb fanem. Összesen: 4828 darab fehérfatörzs, mely faanyag a tölgyfa letarolását megelőző évben használtatott ki. Hogy ezen állab nagyon is ritka volt, kiténik abból, hogy csupán 15 tölgy, 1 kőris, 15 szil és 34 egyéb fa, összesen tehát csak 63 törzs állott holdanként

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Szlavónia, Déván Róbert 1889. Szálérdő. Mellmagassági átmérő. Törzsalak.	Nem ritkán találni tölgycsoportokat mellmagasságban mért 2—3 m átmérőjű, 25 m-ig ágtalan törzsmagasságu és 0.80—0.90 törzsalakszámu egyedekkel. A mellékelt rajzon például egy ilyen nem ritkán előforduló 210 cm vastagságú, teljesen hibátlan törzs van bemutatva. Ily egyedekkel biró csoporttól, egy mocsár felé menve, a törzsvastagság és magasság, és a fajóság apadásának minden phásisát tanulmányozni lehet a tölgyeken. Először a törzsmagasság apad, azután az abszolút famagasság, végre a törzs tisztasága, azaz ágtalansága, míglén a mocsár szélén majdnem törzsnélküli nagy széles koronával és hatalmas lecsüngő ágakkal bíró, már csak tűzifának alkalmas fákat látunk
Szlavónia, Erdődi Adolf 1866a. Szálérdő. Áradás. Holtfa. Legeltetés.	Hasztalan kerestük ez óriási fák alatt a megfelelő cserjés növényzetet; — meztelen ott a televénydus talaj, alig látsz imitt amott egy egy galagonyát, melyet magassága után szilvafának néznél — és székéren ülve haladhatsz keresztül kasul ez őserdőkön, kitérvén a ledült aggastyányok temetetlen és vizek által összehordott vázhalmai elől. Az alnövényzet e majdnem teljes hiányának okát részint a majdnem évenként ismétlődő és hónapokig tartó áradásoknak tulajdonítottuk, másrészt meg a télen nyáron ez erdőkben szanaszét barangoló nyájak, gulyák és csordák fogainak.
Dunamente, Wendl Károly 1874. Sarjerdő. Elegyfajok.	A 40 éves fordában kezelt dunamenti erdők többnyire lágýfa-állabok, vannak ugyan egyes részek, melyekben a tölgy-, szil- és kőrisfa nagyobb mennyiségben fordul elő, de egész tiszta állabokat ezen fanemek nem képeznek. Az évenként letarolandó vágások lábón adatnak el árverés útján.
Szlavónia, Erdődi Adolf 1866d. Szálérdő. Szálalás. Természetes felújítás. Legeltetés.	Egy 1787-ben kelt erdőrendelet ugyanis bevezetésül elpanaszolja, hogy az addigi számos eféle rendelet nemcsak, hogy nem foganasított, de hogy az erdők folytonos gyérítések által mindinkább fogynak, a legértékesebb tölgyeket a vevő az utónövesztésre való minden tekintet nélkül ott vágatja le, a hol neki tetszik; az utónövedéket a mennyiben van, mindennemű marha legeli s a folytonosan betereletgett disznócsordák tönkre teszik.
Szlavónia, Fekete Lajos 1895. Szálérdő. Mellmagassági átmérő. Famagasság. Természetes felújulás. Holtfa. Áradás.	Ha meg akarod látni a legnagyobb tölgyfákból álló erdőket, jer velem, kedves olvasó, a Dráva és Száva közt elterülő síkságra. [...] Csak 15—25 ilyen fa áll egy holdon, de azok óriások. 35—40 méter magasak és 1—2 méter vastagok. Köztük hasonló hosszú, de rendszeren kisebb korú és vékonyabb kőris- és szilfák, ezenkívül hárs-, gyertyán- és nyárfák foglalják el a helyet, kisebb-nagyobb példányokban és fiatal csoportokban. Ezek az erdők is sok helyen ki vannak téve, különösen tavasszal, 2—3 hónapi elárasztásnak: de aztán a víz, miután a talajt megtermékenyítette, szépen leszivárog róla. Ezek a Dráva és Száva menti őserdők maradványai, melyeket nem ember, hanem a természet telepített oda, bennük a fiatal facsoportoktól a legnagyobb faóriásokig minden korú fákat találunk össze-vissza, és számos különböző fanemből állanak. Ha a régi folyammenti őserdőket magad elé akarod varázsolni, kedves olvasó, akkor képzelj még ide egy-egy vénségtől elhalt álló faóriást, letörött csúcscsal, hulladozó száraz ágakkal, mohával és gombával fedett törzszsel; másutt egy vagy több, szél által kidöntött 1—2 méter vastag fát, mely egész utcát vágott estében, maga alá tiporva a fiatalabb fákat és facsoportokat; másutt megint régi széldöntvények helyén buján tenyésző erdei gyomokat, cserjéket és fiatalosokat. Végül népesítsd be a vadont szarvasokkal, vaddisznókkal, farkasokkal s más vadakkal: akkor előtted áll a hajdani lapályi őserdő.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Csalóköz, Fekete Lajos 1888b. Sarjerdő. Középerdő. Természetes felújítás. Ültetés. Köztesművelés. Elegyfajok.	A pozsonymegyei berki vagy ligeti erdők kocsános tölgy-, cser-, kőris-, szil-, nyár-, éger-, fűz- és ákáczból állanak a Duna- és Morva mentén. Kevés kivétellel állapotuk jónak mondható; így különösen a Morva mentén, továbbá a Pozsony szab. kir. város, gr. Pálffy senioratus, esztergomi érsekség, s részben Somorja város berki erdei a Duna mentén. Nagyonbbrészt sarjerdő, részben középerdőüzemben kezeltetnek; a hézagokat, valamint a felfogott tisztásokat sat. főleg kőrisrel, tölgygyei, ákáczczal, szillel, nyárral és fűzzel erdősítik be, arra alkalmas helyeken mezőgazdasági köztes használatl, vagy a nélkül.
Általános, Fekete Lajos 1913. Elegyfajok. Egészségi állapot.	Őstölgyest eredeti mivoltában ma már nemis látni. A folyószabályozások, lecsapolások más életkörülmények közé is juttatták a síkvidéki — talajnedvességet kívánó — erdőket s gyakori jelenség, hogy ezek kapcsán meglett fák pusztulnak el, kiterjedt erdőterület szilfái tömegesen száradnak (Békés vármegye1910—12.) s a telepített tölgy- és kőrisfialatosok sýnylődesének, mohosodásának is nem kizárólag a vadkárok, de a megváltozott talajnedvességi viszonyok is okai lehetnek.
Dráva-sík, Hoffmann Sándor 1873. Szálérdő. Elegyfajok. Kor. Vágásforduló. Törzsalak.	A lakocsai uradalomhoz tartozó erdőségek (2250 hold) 0,8 részben kocsános tölgyből, 0.2 részben gyertyánból állanak. A kocsános tölgy 80 éves fordában neveltetik, és ezen korban mellmagasságban 18—24 hüvelyk vastagságot szokott elérni; a jelenleg, és még vagy 35 évig vágás alá kerülő állabok azonban 150—250 évesek, és mint ilyenek átlag 30—36 hüvelyk, sőt 48—58 hüvelyk vastagságúak is. Ezen tölgy a csákovai uradalomban leirt tölgyhez hasonlít, csakhogy növése szabályszerű, egyenes, nem csavart, hibáktól ment, bélsugarai 15 — 20 lábnyi hosszban egyenes irányúak [...]
Dráva-sík, Hoffmann Sándor 1873. Szálérdő. Elegyfajok. Vágásforduló. Mellmagassági átmérő. Famagasság.	A vaiszlói uradalom erdőségei (2228 hold - 16 négyszögöles holdban) 0.7 kocsános tölgyet, 0.2 kőrist, 0.1 gyertyánt termelnek. Az itt tenyésző kocsános tölgy 80 éves fordában kezelve, 20—24 hüvelyknyi alsó vastagságot és 50 lábnyi magasságú, ágment törzsmagasságot szokott elérni, tulajdonait illetőleg, a lakocsai uradalomban növekvő tölgynek felel meg. A kőris buja növekvésű, egyébként oly tulajdonú, mint a, nagy-köveresi kőris.
Körösvidék, Anonymus 1865. Szálérdő. Elegyfajok. Vágásforduló. Áradás.	A kisjenői uradalom erdőségei Arad vármegyében az északi szélesség 45° 59' — 46° 41', a keleti hosszúság 38° 34' — 40° 11' fokai közt terülnek el, s általában sík és lapályos fekvésűek. Az egész erdő terület 8928 katastralis hold (1600 □ ölével), melyből azonban a kopár részekre 272 holdat leszámítva, a tulajdonképi erdő-terület 8656 katastralis hold. [...] A fanemeket illetőleg: uralkodó a tölgy, — ez után jön a nyír — gyertyán, — elszórtan pedig a kőris és szil; — a miskei kerületben a szíkesebb helyeken cser is fordul elő. Átlagban véve az erdő 0,5 részét teheti a tölgy, 0,3 részét a nyír, 0,2 részét a többi vegyes nemnek. Általában véve pedig a fák szépen diszknek és sebesen nőnek. [...] Az erdőségek a fehér és fekete kőrös, valamint a Tőz és Szartos kiöntéseinek legnagyobb részben ki vannak téve; bár helylyel közzel találatnak oly magasabb fekvésű egyes pontok is, melyek az áradásoktól mentvék. [...] A fordák a fanövés szerint különbözök: a somosi, szintyei és miskei kerületekben 80 évesek, az ágyai kerületben pedig 100 éves.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Szlavónia, Kozarac József 1886. Szálérdő. Szálalás. Záródás.	Ezelőtt még 20 évvel, a most oly nagyhírű tölgyerdők majdnem teljesen ismeretlenek és érintetlenek voltak. Az egyedüli kihasználás évenként a szolgálatra jogosultak illetményének kiadására szorítkozott, s ezenkívül csak még egynéhány kádár használt fel faanyagot, egészen alárendelt mennyiségben, legnagyobb részt dongákká és kádárarukká. A fák kihasználása szálalva történt, és pedig a nélkül, hogy a koronák záródása lényegesen megszakított volt.
Szlavónia, Kozarac József 1886. Szálérdő. Elegyfafajok. Áradás. Mellmagassági átmérő. Hektáronkénti törzsszám.	Az erdőknek második alakzatánál a kőris, szil és bükk 20—40%-kal, a tölgy 60—80%-al vannak képviselve. Ezekhez tartoznak a legtöbb erdők, úgy a vinkovczei, mint a gradiskai kerületben. A vinkovczei erdők a tenger színe fölött 45 m, a gradiskaiak 95 m magasságban fekszenek. Minthogy azonban a gradiskai ily erdők egyrészt medenczében terülnek el, mely sokkal alacsonyabban fekszik, mint a Száva folyó vizállásának legmagasabb pontja, másrészt pedig Száva kanyarulataiban fekszenek, magasabb fekvésüknek daczára az áradásoknak sokkal inkább ki vannak téve, mint a vinkovczeiek. Az áradások itt októbertől májusig és júniusig tartanak, s a víz magassága helyenkint 2 m-t is elér. [...] A másodszer említett erdőknek főjellegét az képezi, hogy ezekben úgy a kőris, mint a szil is, vastagság és magasságt tekintetében a tölgygel vetélkedik, s a három fánem legjobb példányai egymással vegyülve található. Ezen erdőkben holdankint 25—35 tölgytörzs áll, melyek értékre nézve nem állnak hátrább azon erdők összes törzseinek értékétől, melyekben holdankint 40 tölgyfa található, mert a minőség pótolja ez utóbbiak nagyobb mennyiségét. Ebből tehát látható, hogy itt a bevegült kőris egyáltalában nem nyomja le az erdők jövedelmezőségét.
Szlavónia, Kozarac József 1897. Szálérdő. Elegyfafajok. Gazdasági érték.	Amint már említém, ez a szabály csakis egy bizonyos százalékig érvényes s ez a százalék a tölgyenél 60—70 között ingadozik. Azok a védkerületek, a melyekben a tölgy elegyaránya felülmúlja a 70%-ot, minőségére nézve visszamaradnak ama védkerületek mögött, a melyekben ez a százalék 50—70 között mozog. Ez legjobb bizonyítéka annak, hogy a tölgy legnagyobb értékét a vegyes-állabokban éri e. Példaképpen felhozhatom Narace, Des, Krnié és Pavvo védkerületeket, melyekben a tölgy %-a 81, 72, 72 és illetve 70 volt. Habár ezekben a védkerületekben a tölgy elegyaránya legnagyobb, holdankint mégis csak 1485, 1526, 1742 és 1535 forintot értünk el; ellenben Sveno 12, 13., Bok és Somovac 51, 68, 63 és 67% mellett holdankint 1989, 2151, 1855 és 2005 forintot eredményezett, tehát holdankint átlag 428 forinttal többet.
Maros síksága, Zsuffa Antal 1892. Szálérdő. Mellmagassági átmérő.	A bezdáni erdőgondnokság kerületében két sziget van, melyen a tölgyek, habár önnálló állapotot nem is képeznek, szórványosan mégis előfordulnak és hogy azok mily mérettel bírnak, mutatja a következő példa. A Szigaszigeten 1889-ben 108 holdnyi vágásterületen 520 db kocsányos tölgyet találtam, melyek közül 355 darabnak átlagos törzse 55 cm átmérővel bírt; 1890-ben pedig ugyancsak 108 holdnyi vágásterületen 295 dbot találtam, melyekből 217 db 68 cm átlagos átmérővel bírt.
Béga-völgy, Gelinek Tivadar 1880. Szálérdő. Fatömeg.	A szlavóniai kocsányos tölgyerdőkre vonatkozó magasztalás is inkább csak egyes, magas korú s ennél fogva tekintélyes méreteket elért törzsekre nézve jogosult; míg egész állabok fatömege és termőképessége tekintetében a bégavölgyi ligeterdők kocsányos tölgyállabai s szlavóniaiakat messze felülmúlják

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
<p>Szlavónia, Lázár Jakab 1870. Szálerdő. Szálas. Áradás. Elegyfajok. Széldöntés. Természetes felújulás. Legelés. Makkoltatás. Holtfa. Kor. Törzsalak. Famagasság. Mellmagassági átmérő.</p>	<p>Miután a Szávavidék erdeinek nagyobb része gyakori vízáradásoknak ki van téve, azokat inkább berkeknek lehetne nevezni. Uralkodó fanem a kocsányos tölgy (<i>Quercus pedunculata</i>) melylyel lombfa nemeinknek még néhány jelesebbje elegyesen tenyész (kőris, szil, gyertyán, fodor jávor, rezgő nyárfa, hárs.) A vízáradásoktól ment, tehát a magasabb helyeken a bükk othonos s itten tulsulyal bir. A vízáradások a fáknak nagy előnyére válnak, s innen következtethető azok buja növése, az enyhe éghajlat mellett. Az árvizek talajjavító tulajdonsága lehet oka annak is, hogy a tölgyek gyökérzete sekély s nem hat be mélyen a földbe, miért is itten azon különben ritka eset fordul elő, hogy a tölgyfákat a szél kidönti. A mondottakból ítélve az árvizek lecsapolása az állaboknak, illetőleg a fanövekvésnek hátrányára válnék. Ez erdők legvénebb korosztálya rendesen vagy kihalt, vagy pedig szálas útján kivágatott; s miután az erdő tere folytonos legelőül szolgált s a makkot a jogosultak rendesen fölétetik, a tölgy fiatalabb korosztályainak se hire, se nyoma. Heverő fa, főleg a távolabbi erdőkben, annyi van, hogy itt ott a víz által halomra hordva egész torlaszokat képez, jelöl, hogy minő roppant kincs megy itten évenként veszendőbe. A jelenben fönnálló korosztályok rendesen 200—235 évesek. Az állaboknak tetemes része pedig elhalt vagy elhaló fákból áll. Az uralkodó fanem törzsei szokatlan simák és egyenesek. Átlagosan egy 30 hüvelknyi vastag tölgyfa 125 láb magas. Törzse 75 láb magasságig ágtalan és szerszámjának alkalmas, itt vékonyabb vége még mindig 20 hüvelyk vastag; a miből kiindulva képzelni lehet hogy minő pompás mintaállabokat lehetne e talajon nevelni, főleg hol az ujbolítás tényezői (gyakori makktermés, kedvező időjárás, mérsékelt éghajlat sat.) oly kedvezők.</p>
<p>Maros síksága, Rochel Károly 1877. Elegyfajok. Áradás. Legeltetés. Sarjerdő.</p>	<p>Azon erdők, melyek jelen közleményem tárgyát képezik, a lehető legtermékenyebb folyamtalajon, a Maros mindkét partján terülnek el, magas vízállásnál részben a Fenlaktól Szegedig húzódó védgátig a Maros áradásainak vannak kitéve. Legnagyobb részben kocsányos tölgyből, kevesebb szilből, alábbrendelt arányban kőrisből és mezei juharból állanak, a nedvesebb helyek természetes fanövényzetét, fűzet és nyarakat, és az igen gyéren találtató éger csak mellékesen említve. [...]</p>
<p>Béga-völgy, Rónai György 1921. Szálerdő. Elegyfajok. Fatömeg. Mellmagassági átmérő.</p>	<p>Az ármági erdő Temes vármegyében, Bázos község határában, a Béga és a Jarkos patak között terül el és gróf Ambrózy-Migazzi István tulajdona. Teljesen sík, alluviális talajon áll. Fafaja: 0.5 részben kocsányos tölgy, 0.3 részben magas kőris (<i>Fraxinus excelsior</i> L.) és 0.2 részben szil és gyertyán. Bár 1921-ben még csak 77 éves, mégis olyan méreteket tüntet fel, amelyek felülmúlják a szakember várakozását. [...] Mindezekkel szemben az ármági erdő 70 éves korában a következő méreteket tünteti fel: törzsszám, a 340 k. hold összes törzsszámából átlagképpen megállapítva: hektáronként 470 drb. még pedig 180 drb. tölgy, 120 drb. kőris, 90 drb. szil és 80 drb. gyertyán. Átlagos vastagsága mellmagasságban 32 cm (a tölgyé külön 348), fatömeg: 457 m3.</p>
<p>Temes síksága, Török Sándor 1912. Szálerdő. Szálas. Természetes felújítás. Elegyfajok.</p>	<p>Az eredetileg kereken 3200 ha kiterjedésű vadászterdői erdő régente a temesvári hadtestparancsnoksághoz tartozott s rendeltetése az volt, hogy a katonaságnak az erődítésekhez szüksége s faanyagot szolgáltatassa. A katonaság rendszertelen szállalás útján a néki szükséges s megfelelő nagyméretű szálfákat ott termelte ki, ahol éppen találta, ennél fogva az utánnövekvés teljesen a természetre volt bízva; ennek a rendszertelen eljárásnak nyomait a jelenlegi állományokon is felismerhetjük. [...] A birtokot csak a Béla-patak szeli át s ez is a nyári hónapokban többnyire kiapad. Az erdőbirtok termőhelyi viszonyainál fogva az uralkodó kocsányos tölgy (<i>Quercus pedunculata</i>) tenyésztésére kiválóan alkalmas, mely mellett igen jól tenyészik mélyebb helyeken a kőris (<i>Fraxinus excelsior</i>) előfordul továbbá a szil, mezei juhar és a cser.</p>

3. melléklet Üzemmód, véghasználat, természetes újulatra alapozott és mesterséges felújítás a történeti erdészeti irodalom tükrében

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Bácska, Iványi István 1913. Szálerdő. Legeltetés. Az adat 1763-ból származik.	A középkorú erdőkből az uradalom faizást engedvén alattvalóinak, ott az a rossz szokás divatozik, hogy kecskék, juhok által legeltetik az erdőket. Emiatt rendszeres felújulás alig mutatkozik. Fiatalos erdőkből a juhok s különösen a kecskék legeltetését feltétlenül ki kellene tiltani, mert ameddig ezt a tilalmat szigorúan nem foganatosítják, a fiatal fák növése nem biztos.
Bácska, Divald Adolf 1872b. Szálerdő. Tarvágás. Köztesművelés.	Miután itt jóra való új keményfaerdőket csak ültetés útján lehet létesíteni, s akkor is csak úgy, ha a terület gyom- és dudvától tisztán tartatik; és miután kívánatos, hogy az ültetés pénzbeli áldozatok nélkül legyen eszközölhető: a főntebbi módon irtott területeket a 60 éves fordáju üzemtestekben 6—9 évre a 20 éves fordáju üzemtestekben három évre kellend eke alatti művelés végett bérbe adni [...]
Bánát, Divald Adolf 1886. Szálerdő. Fokozatos felújítógátás. Makkoltatás.	Ezenkívül azonban több vetővágás, melyeknek talaja a disznótúrás által a makk felvételére fogékonytá tétetett, szintén igen szépen bevetődött.
Bánság, Anonymus 1866. Sarjerdő. Természetes felújítás.	Ez erdők újraerdősítése igen bajos és sok gondot ad. A nevezett fanemek mind — kivéve épen a tölgyet — levágásuk után sok erőteljes sarjat hajtanak. A tölgy imitt amott találkozó sarjai csak törpe cserjéket képeznek
Bánság, Anonymus 1866. Szálerdő. Tarvágás. Köztesművelés.	Ez a bánáti sikság állabjainak és vágásainak való hű képe. Hogy e fekvésben a tölgyet újra növelhessük, nem marad egyéb hátra, mint a vágások irtása és 5—9 évre való mezőgazdasági használata (ertési előkészítés) s akkor teljvetés útján való erdősítés. Csakhogy e románlakta vidéken bajos a vágásoknak bérlőket találni. Ezeket közli Kellner az „Öst. M. ” hasábjain és mi, kik hasonló körülmények között gazdálkodunk, teljesen igazat adunk abbeli szavainak, hogy oly esetekben csak irtás, és a talaj néhány évi mezőgazdasági használata után való újraerdősítése útján lehet célt érni. Az eljárást, melyet mi e részben néhány év óta követünk, még pedig nagy mértékben; az előnyöket, melyeket így már is elértünk és még elérhetni reménylünk, a vukovári uradalom erdeinek és erdőgazdaságának leírása alkalmával fogjuk bőven és tüzetesen előadni.
Béga-völgy, Gelinek Tivadar 1880. Szálerdő. Tarvágás.	Az 5. számú próba (Tergovesti C. osztag 7) 3 holdnyi nagysággal szintén hosszúnégyszögben tüzetett ki. A magról keletkezett állab gazdag gyertyán- és galagonya talajvédő aljnövényzettel van ellátva.
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Fokozatos felújítógátás. Természetes felújulás.	A sík fekvésű hosszúmezei erdőben a felújítás természetes úton történt. Az úgynevezett alsó - és felsővágásban szép 15—20 éves fiatalosok vannak, melyekből az elszórtan előforduló gyertyán- és nyárfát gyérítések alkalmával fokozatosan szedik ki.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Szálalás. Természetes felújulás.	A középkorú, 50—80 éves állabok, melynek pl. a Borostyán erdő 1, 2, 3 osztagjai, a szállalás közben létrejött előkelvénynek köszönik létüket, s jelen alakjukat a fák kiszedése után nyerték. Ezek természetesen gyertyánnal erősen kevervt és nem egyenlő korú állabok, melyekbe szil, kőris és mezei juhar is van beszórva. [...]A kereken 2430 holdnyi Rafajna nevű erdőből közel 1800 hold 150 éves vén átszállalt erdő. A 317 holdra terjedő 4 osztag szépen sikerült, mintegy 20 éves önvetényülés 90% tölgygel és 10% gyertyánnal.
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Természetes felújulás.	Megemlítendő még az Ösztrös erdőben egy 55 éves 333 holdas (59) osztag és egy 30 éves 112 holdas (48) osztag, melyek természetes felújítás útján keletkeztek; de különösen az 1200 holdas Kerepeczmeg erdő önvetényülés által keletkezett 30—50 éves állabokkal. Ezenkívül a Palaczka és Egrígy nevű erdőkben is jelentékeny területek vannak természetes úton felújítva.
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Tarvágás. Köztesművelés.	Mezei termények elő- és köztes mivélését a Felsőerdőben nem érvényesíthették, mert a körülakó népesség meglehetősen jó szántóföldekkel bír és a vadak által okozott károktól fél. Mindazonáltal itt-ott történtek néhány évi mezőgazdasági előhasználattal egybekötött felújítások is, pl. a Románligetben egy 67 holdnyi (23) osztagban, mely most 5 éves és a 15 holdnyi (24) osztagban, mely most 3 éves, továbbá Palaczkán a 7 holdnyi (26) osztagban, a mely most 16 éves stb. Megemlítendő a Románligetben közelebből tett azon tapasztalat, hogy a mezőgazdasági előművelés által megporhanyított talajon nem tanácsos az őszi ültetés, mivel azt a fagy kihúzhatja [...] A köztes mezei mivélésre azonban a lakosság mindez ideig nem volt rávehető.
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Szálalás. Természetes felújítás.	A rendetlenül, de nem túlságosan szállalt erdők, ha talajuk a kelvény gyors felserdülésének kedvezett, nagy vízenyősségüknél fogva erős legeltetésnek nem voltak kitéve, az őserdők vagy helyesebben az árnyéktűrő fák szállalt erdőinek alakját vették föl igen különböző korú kelevénynyel, melynek kórfokozatai egymással kevervők, vagy foltonként többé-kevésbé különválók és fanemre nézve is vegyesek. Az ily erdőknek megközelítőleg egyenlőkoru állabokká való átváltoztatása és széttagolása a legkörültekintőbb kezelést kívánja. Ennek példájával találkozunk az Attak nevű erdőben, a hol az áradásoknak nagyon kitétt terület, fő faneme a kocsányos tölgy, amely többnyire középkorú, itt-ott benyújtott hibás, elvénült szilfákkal van keverve. Ezek között csoportonként és foltonként 20—35 éves tölgy fiatalos, mely közül az öregebb épségre és fajra nézve értéktelenebb fákat kiszedik, a sűrű fiatalosokat szakszerűen gyérik s e képen lehetőleg egyenlő korú és értékesebb állabokat hoznak létre.
Beregi-sík, Fekete Lajos 1890a. Szálerdő. Szálalás. Természetes felújítás.	Legrendetlenebbül szállalt erdő a Lőrétin, melyből a többnyire úgyis elértéktelenült és épen haszontalanságuk miatt meghagyott vénfák kiszedése, a kelvény felhasználása és a tisztások mesterséges felújítása által lehet csak meglehetősen szabályos állabokat teremteni.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Bodrogköz, Fekete Lajos 1890b. Középerdő. Szálerdő. Természetes felújulás.	A kocsányos tölgy és vegyes szálerdők mind szállalva vannak; de a talaj bujasága és a legeltetésnek a nedves időszakokban való szünetelése, a magvak könnyű kikelése, valamint a könnyen sarjadzó lágyfáknak és cserjéknek mindenütt való jelenléte miatt az erdő hézagait a fiatal fák és cserjék hamar kitöltik s így a szállaló erdőnek oly alakja származik, mely a nagyszámú sarjadék miatt a középerdővel rokon és „berki szállaló erdőnek” lenne nevezhető.
Bodrogköz, Fekete Lajos 1890b. Szálerdő. Szálalás. Természetes felújítás.	A Vilhány nevű vén tölgyes annyira ki van már szállalva, hogy holdanként nincs több benne 20—25 vén fánál, melyek használat ismert módja és a szállalás befolyása miatt rövid növésűek és többnyire hibásak is, mindazonáltal darabonként 15—30 forintjával kelnek el a kicsinybe való árverésnél. A fák alatt meglehetősen tölgy kelvény lévén, a felújításnál nem sok pótlásra lesz szükség.
Bodrogköz, Fekete Lajos 1890b. Szálerdő. Szálalás. Természetes felújítás.	A mint már fentebb említettem, a vágható szálerdők mind nagyon ki vannak ritkítva. Az 50—80 éves korosztály pedig majd teljesen hiányzik. Régebbi önvetényülésekből láttam egy igen szép sűrű, mintegy 70 holdra terjedő 30—40 éves tölgy fiatalost, melyet most gyéritettek először. A mesterséges felújítás, a hézagok és tisztások kifoltozása, csak újabb időben kezd gyakorlatba lépni.
Dél-Alföld, Kiss Ferenc 1911. Szálerdő. Lisztharmat	Kocsányos tölgycsemetéken, valamint nagyobb fák fiatalabb hajtásainak a végén és levelein mult évben nagyobb mennyiségben lépett fel a lisztharmat (Oidium). Bár ezen gomba az Alföldön régebb idő óta ismeretes, figyelemre méltó kártétele csak a mult évben volt észlelhető. Fiatal csemeték s a fák fiatal zöld hegyei és levelei a gomba folytán elszáradnak, vagy ha nem, beérni nem tudván, elfagynak.
Drávaköz, Anonymus 1907. Szálerdő. Természetes felújulás	Az erdők legnagyobb része, mintegy 25.000 k. h. a Duna árterében terül el. Az ártéri vagy berki erdőknek körülbelül 1/3-része gátak által a Duna időközi áradásai ellen meg van védve, míg a többi az év nagy részében víz alatt áll. Ármentesített berki erdők. Ezekben a vágható korú állabok természetes uton képződtek és pedig még mielőtt a terület ármentesített volna s így magukon viselik a berki erdők jellegét. A magas helyeket kocsányos tölgy, közönséges kőrissel, szillel, fekete és ezüstnyárral elegyesen, a mélyebben fekvő helyeket a fűz (Salix alba) foglalja el.
Drávaköz, Anonymus 1907. Szálerdő. Tarvágás. Köztesművelés.	A fiatalabb állabok (Megj.: körülbelül 50 éves korig) itt is mesterséges uton létesültek, jórészt kocsányos tölgyből, de nyárfából is állanak. [...] szálerdő-üzemben kezeltetnek [...] A vágásforduló a szálerdő-üzemnél erdőgondnokságok, termőhely s különleges célok szerint 80—120 évre van megállapítva. A vágások felújítása mesterséges uton 1—2 évi előhaszná lattal és 3—4 évig tartó köztes használat mellett történik. Erdősítési mód a soros vetés, 2 m távolságú sorokban.
Drávaköz, Anonymus 1907. Sarjerdő. Természetes felújulás.	Áradásoknak kitett berki erdők. Ezek természetes uton keletkeztek. A magasabb helyeket kocsányos tölgy, többnyire mint túlkoros, hatalmas törzsek, közönséges kőrís, mezei szil, fekete és ezüstnyárfával elegyesen, a mélyebb helyeket a fűz (Salix alba) foglalja el. A legmélyebb helyeken a kecskefűz és a kötőfűz díszlik.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Drávaköz, Anonymus 1907. Sarjerdő. Ültetés.	Ezen erdők ezelőtt kizárólag sarjerdő-üzemben kezeltettek, most a vágások felújítása helyenként mesterséges uton történik és a szükséges pótlások csemetekertben nevelt tölgy-, kőris- és sziluhángokkal, mélyebb helyeken füzdugványokkal eszközöltetnek. A vágásforduló a lágyfánál 30—40 évre van megállapítva, a keményfára 80 év.
Drávaköz, Láng Gábor 1873. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Spontán felújulás. Legeltetés.	A berki szálerdőüzemnél a természetes felújítás oly egyszerű és oly biztos, miszerint a természetes utoni bevetülésnek, a mennyire azt a viszonyok megengedik, főképen a tölgyesekben [...] A vetény és fokozatos felújító vágás körüli szabályok eléggé ismeretesek lévén, azokat itt ismételni szintén feleslegesnek tartom, megjegyezvén azonban, hogy a berki tölgyesekben a fokozatos felújítógázást a legjobb eredménnyel lehet alkalmazni. Hogy az előtilosok általi felújítás, főképen a korlátlan legeltetés következtében ritkulttá vált tölgyesekben a legjobb eredményhez vezet, azt saját tapasztalásom után állíthatom, mert az előtilosokban a kocsányos tölgy kiváló menyigényessége mellett is, az anyatölgyek laza lombozata alatt a lehullott makk nem csak kikelni, de a szívós természettel bíró magoncok felserdülni, és ha nem is kitűnően díszleni, de hosszabb ideig kielégítő egészségben élni képesek lévén, és pedig mindaddig, míg a csemeték a vágás letárolása után felszabadulván, nem csak hogy felkapnak, de gyarapodni és tökéletesen díszleni is képesek.
Drávaköz, Láng Gábor 1873. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Spontán felújulás. Legeltetés. Makkoltatás.	Az előtilosok, illetőleg előkészítógázás általi felújítás a következő módon történik : makktermő évben legközelelebbi 8 egész 10 évre eső vágások a legeltetés elől tilalomba tételnek, (természetesen makktermő évben kell kezdeni) és ha az alja, miként zárlat nélküli és szabálytalan tölgyeseknél napirenden van, füves, vagy gyepes, vagy ha a legelőnyájak által letaposva nem eléggé laza, ezen két esetben az előtilosok területét, egyszerűen felturajtuk, beeresztvén a sertésnyájakat, és pedig makkhullás kezdetén, t. i. : a midőn az éretlen, csiraképtelen és kukaczos makk hullani kezd, és azokat addig tartjuk bent, míg az egészséges makk hullása el nem kezdődik. Ezenfelül pedig a makkolás tartama alatt lehet egynehányszor, de csak jóllakot sertéseket és csak nedves és esős napokon (a midőn a makkos sertések a giliszták és rovarok után különösen turkálni szeretnek) többször, de óvatosan az előtilosokban keresztül hajtani.
Dunamente, Wendl Károly 1874. Szálerdő. Ültetés. Természetes felújulás.	Faiskolák minden erdőri lak közelében vannak; ezekben főkép tölgy-ültönczök neveltetnek, és innen ültetnek ki vágásokban előforduló tisztásokba, oly helyekre, hol a természetes bevetülés az erdő gyérsege miatt nem történhetett meg.
Hanság, Erdődi Adolf, 1862. Szálerdő. Ültetés. Köztesművelés.	Az erdei mezőgazdaság segítségével nélkül itt az erdők ujanöveszlése igen nagy bajjal és sok költséggel járna, mert a sokféle gaz és gyom oly buján tenyészik, hogy a fiatal fácskák általa okvetlenül elnyomatnának; vagy pedig csak aránytalan költséggel volnának megmenthetők, az arra fordított összeg, a vágatig való kamatok kamatjával saámilra igen jelentékennyé válván.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Körösvidék, Anonymus 1865. Szálerdő. Tarvágás. Köztesművelés. Makkvetés. Ültetés.	Az erdőmivelés a kisjenői uradalomban 1840-től kezdődik, s a mivelés nemcsak az erdő-foltok és kopár helyek beültetésére s kiegészítésére szorítkozik, hanem egész kerületek is áttermeltetnek; mint például a zerindi kerületben a fokerdői rész. Nagyobb mérvben a tölgy és kőris tenyésztetek, míg a csermakk csak úgy szóratik közbe. [...] A mivelési rendszer a következő: A vágás alá került terület a levágás után 1—2 holdas részletekbe osztatik fel és úgy irtatik ki; — az irtás alku szerint holdanként körülbelül 4 ft. készpénzért és a kiirtott fáért hajtatik végre; — a kiirtott terület az irtának 4 évre bérbe adatik, holdankint 2 ftért azon kikötés mellett, hogy az első három évben csak kapásnövényeket, a 4-dik évben azonban kalásznövényt termeszthet benne. A négy évi termés után kötelesek a bérlők mindjárt ősszel a földet felszántani és megfogasolni, és jól elkészítve az erdőmivelés alá bocsátani.
Maros síksága, Divald Adolf 1868. Szálerdő. Sarjerdő. Tarvágás. Természetes felújulás.	De azért a kétnemű erdő [sarj- és szálerdő] vágásainak letarolásában és újraerdősítésében nem tettek különbséget, és általános szabályul a rékási és a dentai kerületben azt állították fel: hogy a legközelebbik 25 év alatt levágandó erdőrészekből a legelőt és a makkoltatást kizárják, valamint a fiatalosakból is, amíg azokban az utónövedék 25 évet el nem ért. [...] Különben pedig tarvágásokat alkalmaztak, a téren számos magfát hagyván, melyek sorsa rendesen az, hogy vagy a vágásban felejtetnek, amíg fölhasználásuk az utónövedék tetemes károsítása nélkül már nem eszközölhető; vagy — hogy egyenként — észrevétlenül eltűnedeznek. A bánati erdőkre nézve azonban a föntjelölt eljárás kétszeresen tévesnek mondható, mert azokban az uralkodó fánem a tölgy, mely mérsékelt beárnyalást is csak rövid ideig képes megtűrni; 10 vagy 20—25 évig tartó nyomás alatt pedig okvetlenül elpusztul. [...]
Maros síksága, Rochel Károly 1877. Szálerdő. Tarvágás. Makkvetés. Ültetés. Köztesművelés.	A letarolt vágás, miután 3 éven át kapásnövények művelése által a talaj kellőleg meglazított és hasznot is hajtott, dugdostassék be egészséges makkal, de ne akarjuk a sorközöket, a nagyobb jövedelem hamis csábja által félrevezettetve, kapásnövények alá továbbra is bérbe adni, hanem ültessünk inkább a 4 — 5 éves tölgycsemetek közé növényiskolában gondozott 1 éves kőriseket és vessünk (a helyi elrendezés a viszonyoktól függ) szilmagot.
Maros síksága, Tuzson János 1917. Szálerdő. Tarvágás. Lisztharmat. Kárláncolat.	A lippai főerdőhivatal kerületében tapasztaltakat már a fentiekben röviden érintettem; az aradi és pécskai erdőgondnokság területén úgy a fiatalosok, mint a középkorú és a koros tölgyesek a lisztharmattól többé-kevésbé és helyenként ijesztő mértékben el vannak lepve. A lisztharmat itt is a rendkívül erős, a fákat lombozatuktól teljesen megfosztó hernyórágásra következett; mikor is ez a gomba a csekély ellenállóképességű másodhajtást könnyen elárasztja. Sőt — amint már érintettem — a lippai főerdőhivatal kerületében a lisztharmat-kalamitásnak még egy másik, a fákat gyengítő előkészítője is van: a gyakori erős késői fagy.
Maros síksága, Zsuffa Antal 1892. Szálerdő. Tarvágás. Puhafaliget. Fényigény.	Igaz ugyan, hogy a tölgycsemetek, gyökérzetük rendkívüli szívósságánál fogva, igen nagy ellentállási képességgel bírnak és ha egyszer a többi fánemeken felülkerekednek, azonnal uralkodóvá is válnak, de ezt a fejlődési fokot a gyors növéssű lággyfa erdőben segítség nélkül csak 20—25 éves korukban érhetik el, addig pedig a folytonos nyomás alatt igen sok elvész közülök és sok visszamarad s eltölpül növekvésében

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
NA, Hamernyik Béla 1917. Szálerdő. Tarvágás. Lisztharmat	Tapasztalati tény azonban e téren, hogy a lisztharmat betegség a lapályok tölgyeseit fokozottabb mértékben lepi el. A deli, alacsonyabb fekvés mellett az elegendő, ritka, napfénynek állandóan kitett tölgyfiatalosokat a lisztharmat teljesen megszállja, míg a más lombfanemekkel elegyes, beárnyaltabb állásban és főleg magasabb tengerszintfeletti telepítés mellett a tölgylisztharmat előfordulása sokkal gyéresebb. Ennek tanulságaképpen igyekezzünk a mindinkább kisebb mértékre szorított kocsányos tölgy tenyésztésével elvesztett tölgytermőhelyet, már a lisztharmat ellen való sikeresebb védekezés miatt is, az elő- és középhegyvidékeken telepítendő kocsánytalan tölgyesekben visszaszerezni.
Szlavónia, Anonymus 1908. Szálerdő. Tarvágás. Fokozatos felújítógátás. Természetes felújulás. Legeltetés.	A rendkívül nagy területű fiatalosokban ugyanis az első években a tölgynek úgyszólván nyoma sem látszik, hanem kőris, szil, fűz, nyár és egyéb gyomfák foglalják el a területet, a melyet a be nem avatott szakember is hajlandó a tölgyfelújulás szempontjából teljesen meddőnek tartani. A tölgy eleinte szerényen meghúzódik, de idővel SZÍVÓS kitarással veszi fel a küzdelmet vetélytársaival. Már a 20—25 éves fiatalosokban kezd kiszabadulni a tölgy koronája, mely ekként változó elegyarányban fordul elő a fiatalosokban, és sok helyütt mégis csak nagyon reászorul a mesterséges beavatkozásra, különösen ott, ahol kevés számmal van. A tisztító vágások és gyérítések tehát a közelebbi jövőben óriási, nehezen meggyőzhető feladat elé állítják a gazdaságot, amely akkor, ha a tölgy mindenütt fölös számban volna jelen, kétségtelenül könnyebb volna, mert a tölgy egymással társulva könnyebben küzdhetett volna meg egymagában is a közéje tolokodó más fanemekkel, melyek közül a kőris, szil, juhar 2—3 tized elegyarányban létjogosultsággal is bír.
Szlavónia, Fekete Lajos 1890d. Szálerdő. Fokozatos felújítógátás. Természetes felújítás.	A kincstári erdőket is kivétel nélkül természetes uton újítják fel, ami sehol sem indokoltabb, mint az itteni viszonyok közt. [...] Szerencse, hogy a kocsányos tölgy a szil és a kőrist az itteni tapasztalatok nyomán a 30-ik év körül el szokta érni s azután el is hagyja növekvésben, ha ugyan az említett fanemek előkelvénye nem volt oly sűrű, hogy a tölgycsemetéket már a 20-ik év előtt teljesen elnyomja.
Szlavónia, Kozarac József 1886. Szálerdő. Fokozatos felújítógátás. Természetes felújítás.	Az erdősítési terv meg volt és meg van ma is, t. i. a természetes uton való újraerdősítés, mely a tölgy természetének leginkább megfelel, mert nemcsak, hogy a fiatalcsemeték az anyafák árnyékában jól tenyésznek, hanem különben is az évenként ismétlődő áradások a mesterséges erdősítéseket gyakran meghiúsítják. Mindemellett azonban hibát követtek el, a mennyiben egyfelől mindent teljesen a természetre bízta, a nélkül hogy sok más, gyakran döntő körülményt figyelembe vettek volna, másfelől pedig gyakrabban eltértek a szabálytól; így könnyelmű okokból az erdőt előkimélet nélkül bocsátották letárolás alá, míg ellenben egyes, már hosszabb ideig tilalmazott erdőrészeket tovább is állva hagytak, s e hiba még avval is tetőződött, hogy ezekben a makkoltatásnak és legeltetésnek hosszú időn át nem vehették hasznát. A leirt eljárás folytán keletkezett hibák nemsokára mutatkoztak, úgy az előkimélet alá vont területeken, mint a már megtelepült csemeték közt. E hibák pedig abban álltak, hogy a Száva-menti erdők két legfontosabb mellékfanemére, a kőrisre és szilre, nem fordítottak kellő figyelmet. A kőris elfoglalta az alsóbb, nedvesebb, a szil pedig a magasabb, szárazabb fekvésű területeket. A nevezett két fanem, különösen pedig a kőris, az említett természeti akadályok és az elkövetett hibákon felül hatalmas ellensége azoknak a tenyésztőknek, kik tiszta tölgyfiatalost akarnak nevelni. Ugyanis úgy az előkimélet alatt álló szálerdőkben, mint a megtelepült, s mesterségesen javított fiatalosokban tölgycsemeték helyett sűrű, felfelé igyekvő kőriscsemetéket találunk.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Szlavónia, Kozarac József 1886. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Természetes felújulás. Legeltetés.	Végül még a köznép véleményét kell fölemlítenünk. Eszerint míg a tölgyerdők szabadon legeltethetők voltak, a kőris elhatalmasodásáról szó sem lehetett, mert a fiatal kőriscsemetéket a legelő marha lerágta, s e mellett a tölgycsemeték bántatlanul maradtak. Ámbár e vélemény önhaszonleső indítóokon alapul, helyességét alig lehet tagadni; legalább tapasztaltatott, hogy oly erdőrészekben, melyekben a legeltetés egyévig el volt tiltva, a kőris már ismét jelentkezett. [...] A szarvasmarháknak behajtása oly területekre, honnan a kőriscsemetéket el akarjuk távolítani, szintén jó módnak volt jelezve már elébb, hogy azonban a behajtásnak teljes jó sikere legyen, 2—3 évig kellene a legeltetést ismételni. Arra nézve, hogy a szarvasmarha által való legeltetés oly területeken is kedvező eredményü-e, hol tölgycsemeték elegendő mennyiségben fordulnak elő? még eddig kísérletet nem tettek. Ez azonban egy-két év alatt, kisebb területeken gyorsan és elég olcsón megszerezhető lenne.
Szlavónia, Kozarac József 1895. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Természetes felújulás.	Szlavónia erdész-körei a kőris térfoglalását teljes két éven át napi kérdésnek tekintették; a horvát-szlavón erdészeti egyesület ezt a kérdést Uj-Gradiskán tartott 1886. évi közgyűlésén megvitatta; a kincstári erdészeti pedig elhatározta a 10—20 éves fiatalosokban tért foglalt puha fanemeknek tövön való kivágatását, hogy eképen a fiatal tölgyfák levegőhöz és térhez jussanak. E fiatalosokban a kőris 3—5 m., a tölgy pedig, habár tökéletesen egészséges, csak 0.6—1.5 m. magas volt
Szlavónia, Kozarac József 1895. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Természetes felújulás.	Hogyha az anyafák sűrűn állottak — holdankint legalább is 30 drb egészséges magfa — és a tölgyutánnövés legalább 3 éves és oly sűrű, hogy a talajt teljesen földi, akkor a tarvágás befejeztével továbbra is jórészt a természetre bízhatjuk a tölgyfiatalost. De ha az anyaállab holdankint alig mutathat fel 15—20 drb tölgyfánál többet, ellenben kétszer annyi más egyéb fanemet s azután az alig záródott talajvédő kőris-, szil-, gyertyánfákat — az említett intézkedést így magyarázva — mind kívágnók, és az alig 30—40% arányban előforduló tölgyfácskákat megfosztva az anyafák ernyőjétől és a többi fanemek oldalvédelmétől, egyszerre magukra hagynók, akkor alkalmat adnánk arra a tanulmányra, hogy hogyan — nem kell a tölgyet nevelni!
Szlavónia, Kuzma Gyula 1910. Természetes felújulás. Fényigény.	Szlavóniában azt is tudják már régen, hogy a különben nagyon is fényigényes kocsányos tölgy csemetekorában évekig eltűri a legnagyobb beárnyalást is, és hogy a vele egykorú más fanemekkel versenyre kelve, azokat túlszárnyalja.
Szlavónia, Kuzma Gyula 1910. Szálerdő. Fokozatos felújítógázás. Természetes felújulás.	Négy év múltán a vágás tehát nyugalomba kerül s felburjánzik azon minden, csak a tölgy kevés. 5-6 évvel később kendersűrű és növésű alnövet keletkezett, melyben ha figyelemmel szemléljük, elnyomva tölgyet is találunk. A 10-15 éves sűrűségben a tölgy már felszökött és igyekezik levegőre és világosságra jutni, ami 20-25 éves korban sikerül is. Ezen korban nemcsak a tölgy, de a többi fanemek is 10-15 méter magas, abszolút egyenes növésű ág és göcsmentes egyedekké fejlődtek s a felülkerekedett tölgy 30 éves korában, elnyomva a többi fanemeket, törzsében megvaskosodik.
Temes síksága, Anonymus 1866. Sarjerdő. Tarvágás. Természetes felújulás.	Ez erdők újraerdősítése igen bajos és sok gondot ad. A nevezett fanemek mind — kivéve épen a tölgyet — levágásuk után sok erőteljes sarjat hajtanak. A tölgy imitt amott találkozó sarjai csak törpe cserjéket képeznek. — A gyökshajtások, sőt ha imitt amott magkelések mutatkoznak, ha épen a vágás előtt makk termett — 1—2 év alatt teljesen elnyomatnak és elhalnak. A vágásokban letárolás után annyira buja gaznövényzet fejlődik (5—6 láb magas), hogy alig lehetséges rajta keresztül hatolni; utána való télen e fűvek lefeküsznek s a gyöngye tölgyregonczot teljesen elnyomják.

Táj, Hivatkozás. Tartalom	Idézet
Temes síksága, Anonymus 1881. Sarjerdő. Tarvágás. Természetes felújítás. Legeltetés.	Az erdő egy része az előbbi években gyakorolt marha behajtás következtében annyira lerágatott, hogy a jelenleg mintegy 18—20 éves fiatalosnak legfeljebb 0.1 része volt képes rendesen fejlődni, míg a többi a koronától a marharágás által már zsenge korában megfosztatván, ezen 18 év alatt alig egy méter magasságra emelkedett, egészen elsatnyult, elbokrosodott és főleg a hosszönvésben egészen visszamaradott. [...] Ezen felújítás következőképp eszközöltetett : a lerágott erdő rész összesen mintegy 70 hold, részint póznákkal, részint pedig a fák meghajkolása által kijelöltetvén, annak levágatása szerződés útján akkép adatott át helybeli lakosoknak. [...] A levágott tölgyek u. i. már a következő évben egy méter magasságra növekedtek fel, minélfogva azon reményre jogosítanak, hogy talán 10—12 év múlva az állva hagyott, ősze nem rágott magasabb fákat, vastagságban ugyan nem, de mindenestre magasságban utolérik, az erdő teljesen záródik és így a jövő sikere biztosítva lesz.
Temes síksága, Divald Béla 1886. Természetes felújítás. Makkoltatás.	Ezenkívül azonban több vetővágás, melyeknek talaja a disznóturás által a makk felvételére fogékonytá tétetett, szintén igen szépen bevetődött.
Temes síksága, Török Sándor 1913. Lisztharmat.	Két év óta a lisztharmat (oidium) lepi el az egész erdő fiatal hajtásait s az eddigi megfigyelések szerint a megtámadott hajtások igen gyakran elszáradnak.
Temes síksága, Török Sándor, 1912. Sálérdő. Szállalás. Természetes felújítás.	Az eredetileg kereken 3200 ha kiterjedésű vadászerdői erdő régente a temesvári hadtestparancsnoksághoz tartozott s rendeltetése az volt, hogy a katonaságnak az erődítésekhez szüksége s faanyagot szolgáltatassa. A katonaság rendszertelen szállalás útján a néki szükséges s megfelelő nagyméretű szálfákat ott termelte ki, ahol éppen találta, ennélfogva az utánnövekvés teljesen a természetre volt bízva; ennek a rendszertelen eljárásnak nyomait a jelenlegi állományokon is felismerhetjük.
Temes síksága, Fekete Lajos 1895. Szálérdő. Fokozatos felújítógátás. Természetes felújítás. Makkoltatás.	De nemcsak kézből való vetés vagy csemeték ültetése által lehet szép egykorú tölgyest létrehozni, hanem a vágásra már érett, 120 s több éves tölgyzálerdőnek magról való természetes felújítása által is. Íme itt van egy 40—50 éves, amott egy sűrű 15—20 éves tölgyfiatalos, mely ily módon keletkezett. Ugyanis mikor itt még az öreg fák állottak, kivágták közülök először a gyertyánt, szilt s más közbe elegyedett fanemeket, s ezenkívül a tuskét-bokrot és a hol a tölgyes igen sűrű volt, a tölgyfákból is annyit, hogy a földterület túlságosan beárnyalva ne legyen; kiszedték pl. az összes fának egy harmadrészét. Nemsokára beállott egy jó makktermés, akkor az erdész bérbeadta a makkoltatást [...] Így a sertések a termőföldet mindenütt felbolygatták, mintha megkapálták volna, s a makknak jó részét a földbe betúrták. Néhány év múlva, mikor a makkból kelt csemeték 1—2 arasznyi magasak voltak, kiszedték az anyafák második harmadát, s mikor a fiatalos már legalább is térdig érő volt, levágták az utolsó magfákat is. És akkor ott állott a szép tölgyfiatalos felszabadítva.

4. melléklet A 2. táblázatban bemutatott faállomány-szerkezeti változókhoz tartozó mintaelemszámok. ÚjulóTölgyek – megmaradó-túlélő tölgy újulatot tartalmazó mintavételi pontok almintája; Összes minta – az összes felmért mintavételi pont. Gazdalkodástörténeti csoportok rövid nevei: GazdVag – gazdálkodott vágásos, GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos, FelhVag – felhagyott vágásos, FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos.

Változók	Összes minta	GazdVag	GazdSzal	FelhVag	FelhSzal	Újuló Tölgyek
Mintavételi pontok száma	135	25	42	36	32	9
Legidősebb egyedek kora (év)	-	-	-	-	-	-
Lékekhez kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (LFI)						
Záródás – lombkorona záródása (%)	135	25	42	36	32	9
Lék – lombkorona lékek általi megszakítása (%)						
Élő fához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (ÉFI)						
Magasság – felső lombkoronaszint magassága (m)	228	45	76	43	64	17
N_{élő} – törzsszám (db/ha)	3069	608	913	864	684	209
G_{élő} – körlapösszeg (m²/ha)						
V_{élő} – élőfakészlet (m³/ha)						
EA_{tölgy} – kocsányos tölgy elegyaránya (%)	3069	608	913	864	684	209
EA_{köris} – magyar köris elegyaránya (%)						
EA_{gyertyán} – közönséges gyertyán elegyaránya (%)						
EA_{juhar} – mezei juhar elegyaránya (%)						
EA_{szil} – mezei szil elegyaránya (%)						
EA_{egyéb} – egyéb fajok elegyaránya (%)						

4. melléklet folytatása

Változók	Összes minta	GazdVag	GazdSzal	FelhVag	FelhSzal	Újuló Tölgyek
N_{5_20} – legvékonyabb átmérőkategóriába tartozó egyedek törzsszáma (db/ha)	3069	608	913	864	684	209
N_{tölgy5_20} – megmaradó-túlélő kocsányos tölgy újulat törzsszáma (db/ha)						
N_{50_80} – nagy fák törzsszáma (db/ha)						
N₈₀ – faóriások törzsszáma (db/ha)						
TÖLGYEK – legvastagabb tölgyek átlagos mellmagassági átmérője (cm)						
Holtfához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (HFI)						
N_{állóHF} – álló holtfák törzsszáma (db/ha)	143	16	21	63	43	10
G_{állóHF} – álló holtfák körlapösszege (m ² /ha)						
V_{állóHF} – álló holtfák mennyisége (m ³ /ha)						
V_{fekvőHF} – fekvő holtfa mennyisége (m ³ /ha)	664	122	130	145	267	31
N_{csonk} – törött törzscsonkok sűrűsége (db/ha)	45	3	9	16	17	11
G_{csonk} – törött törzscsonkok körlapösszege (m ² /ha)						
V_{csonk} – törött törzscsonkok mennyisége (m ³ /ha)						

5. melléklet A kutatás egyes részfeladataira fordított saját munka részaránya

Részfeladat	Saját munka részaránya
A faállomány-szerkezeti mintavételezés helyszíneinek kiválasztása	95% - A mintavételi helyszínek és mintavételi pontok kiválasztását dr. Horváth Ferenc társtémavezetővel közösen végeztük.
Faállomány-szerkezeti mintavételezés	70% - A Bockerek, a Dédai és Bükkhát Erdőrezervátumok (ER) felmérését az erdőrezervátum-munkacsoport végezte. A dolgozatban elemzett mintavételi pontok adatait kérésre dr. Horváth Ferenc, a Magyar Erdőrezervátum Koordinációs Munkacsoport vezetője kérte le az ER hosszú távú vizsgálatok (HTV) adatbázisából és bocsájtotta rendelkezésemre. - A további mintaterületek felmérését az erdőrezervátum-munkacsoport tagjaival közösen végeztük.
Faállomány-szerkezeti felmérés adatainak adatbázisba való rögzítése	0% - Az adatbevitelt az ER HTV adatbázisába dr. Horváth Ferenc koordinálta.
Adatok előkészítése és faállomány-szerkezeti változók számítása	100%
Statisztikai elemzések	50% - A statisztikai elemzéseket Bede-Fazekas Ákossal, a dolgozat alapját képező egyik publikáció társszerzőjével közösen végeztük.
A faállomány-szerkezeti adatok kiértékelése, táblázatok és ábrák szerkesztése	80% - Az adatok kiértékelése a disszertáció alapjául szolgáló egyik cikk társszerzőivel és témavezetőimmel közösen az én vezetésemmel történt.
A faállomány-szerkezet, a természetes felújulás és a jövevénylisztharmat hatásainak recens és történeti irodalmának felkutatása	100%
Az irodalmi adatok adatbázisba rendezése, kiértékelése és ábrák szerkesztése	90% - Az adatok kiértékelése a disszertáció alapjául szolgáló egyik cikk társszerzőivel és témavezetőimmel közösen az én vezetésemmel történt. - A 11. ábrát Molnár Ábel Péterrel a disszertáció alapját képező egyik cikk társszerzőjével közösen készítettük.
A jövevénylisztharmat-elmélet ötlete és formalizálása	50% - A jövevénylisztharmat-elmélet Molnár Ábel Péterrel végzett 6 évnyi közös terepmunka során megfogalmazódott és körvanalazódott közös szellemi termékünk.
A disszertáció fejezeteinek megírása	100%

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Mindenek előtt köszönettel tartozom a családomnak, különösen feleségemnek, Demeter-Guba Erzsébetnek és édesanyámnak, Demeter Katalinnak, hogy a kutatás tervezésétől egészen a disszertáció megírásáig támogattak és bíztattak.

Köszönöm témavezetőimnek, Molnár Zsoltnak és Horváth Ferencnek, hogy nagy türelemmel mentoráltak, és segítettek a választott téma kidolgozásában és a kutatói világnézetem formálásában. Külön köszönettel tartozom Molnár Ábel Péternek, akivel számtalan terepi napot töltöttünk együtt, és gondolkodtunk közösen gyepek és erdők dinamikájáról és történetéről! Köszönettel tartozom további szerzőtársaimnak, akikkel a disszertáció alapját képező cikkeket kidolgoztuk és közzétettük, névszerint: Alen Kiš, Csicsek Gábor, Csóka György, Ortmann-né Ajkai Adrienne, Öllerer Kinga, Vadász Csaba, Varga Anna. Különösen köszönöm barátomnak és kollégámnak, Bede-Fazekas Ákosnak, hogy soha nem szűnő lelkesedéssel segített a statisztikai elemzésekben és a dolgozat nyelvi lektorálásában.

Köszönöm az erdőrezervátum-munkacsoport minden tagjának az adatgyűjtés segítségét és Horváth Ferencnek az adatok rendelkezésemre bocsájtását! Szeretném megköszönni a Hagyományos Ökológiai Tudás kutatócsoport tagjainak, közvetlen kollégáimnak, hogy tanácsaikkal segítettek a kutatás eredményeinek és üzeneteinek formálását és véglegesítését.

Szeretnék köszönetet mondani az Ökológiai Kutatóközpont (ÖK) mindenkori főigazgatóinak, Báldi Andrásnak, Szatmáry Eörsnek, Garamszegi László Zsoltnak és az ÖK Ökológiai és Botanikai Intézete mindenkori igazgatóinak, Botta-Dukát Zoltánnak és Ódor Péternek, illetve a Pécsi Tudományegyetem Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskolája vezetőjének, Gábiel Róbertnek, hogy kutatásaimhoz biztosították a lehetőséget.

Hálával tartozom a Beregszászi és a Nagydobronyi Erdőgazdaság, illetve a Fehérgyarmati és Vajszlói Erdészeti munkatársainak, különösen Bihari Béla, Kelemen Sándor, Kopor Bertalan, Kovács István, Kovács András, illetve Nagy Zoltán, Csekő József és Pyber Attila erdészeknek a terepi munkálatokban nyújtott segítségükért és az erdők történetéről megosztott tudásukért.

Ezúton szeretném kifejezni hálámat Standovár Tibornak és Tímár Gábornak, akik a dolgozat előzetes bírálásával, jobbitó szándékú kritikai meglátásaikkal segítettek az értekezés megfogalmazását.

Doktori kutatásaimat Magyarország Emberi Erőforrások Minisztériuma és a Balassi Intézet doktori ösztöndíjprogramja támogatta. A doktori képzést követően kutatásaimat a „A legeltetés növényzetre gyakorolt hatása nem-konvencionális legelőterületeken” (NKFI K 119478) és az „Indirekt és direkt hajtóerők szerepe a vegetáció változásában: a hagyományos ökológiai tudás és ökológiai emlékezet felhasználása a finom-léptékű tájökológiában” (NKFI K 2203/19) OTKA pályázatok tették lehetővé. Az Erdőrezervátum Programot a természetvédelmi tárca (KöM/KTM/KvVM Természetvédelmi Hivatala, majd VM/FM), egyes nemzeti park igazgatóságok, valamint az Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézete (korábban MTA ÖBKI) támogatta.