

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

az 1899-ben alapított Erdészeti Kísérletek folytatása



AZ ERDÉSZETI
TUDOMÁNYOS INTÉZET
KÖZLEMÉNYEI

PROCEEDINGS
OF THE FOREST RESEARCH
INSTITUTE

MITTEILUNGEN
DES INSTITUTES FÜR
FORSTWISSENSCHAFTEN

RAPPORTS
DE L'INSTITUT DE LA
RECHERCHE FORESTIÈRE



VOL. 92.
BUDAPEST, 2007–2008.

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET
FOREST RESEARCH INSTITUTE
INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
INSTITUT FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

1023 Budapest, Frankel Leó u. 42-44.
1277 Budapest, Pf.: 17.

Telefon: (36-1) 438-5870
Telefax: (36-1) 326-1639
e-mail: erti@erti.hu

Püspökladányi Kísérleti Állomás

4150 Püspökladány, Farkassziget
Tel.: (36-54) 452-991; 451-169
Fax: (36-54) 514-110
E-mail: puspokladany@erti.hu

**Sárvári Kísérleti Állomás
és Arborétum**

9601 Sárvár, Várkerület 30/a
Tel.: (36-95) 322-379; 320-070
Fax: (36-95) 320-252
E-mail: sarvar@erti.hu

Soproni Kísérleti Állomás

9400 Sopron, Paprét 17.
Tel.: (36-99) 510-666
Fax: (36-99) 510-667
E-mail: sopron@erti.hu

Gödöllői Kirendeltség és Arborétum

2100 Gödöllő, Arborétum Pf.: 49
Tel/Fax: (36-28) 430-690
E-mail: godollo@erti.hu

Mátrafüredi Kirendeltség

3232 Mátrafüred, Hegyalja u. 14.
Tel.: (36-37) 320-129
Fax: (36-37) 320-047
E-mail: matrafured@erti.hu

ERDÉSZETI KUTATÁSOK

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

PROCEEDINGS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE
RAPPORTS DE L'INSTITUT DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE
MITTEILUNGEN DES INSTITUTES FÜR FORSTWISSENSCHAFTEN
СООБЩЕНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

VOL. 92.

BUDAPEST
2007–2008.

A kiadvány megjelenését az MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága támogatta

FŐSZERKESZTŐ:

DR. FÜHRER ERNŐ

A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

**AZ ERTI TUDOMÁNYOS TANÁCSÁNAK TAGJAI ÉS
A TUDOMÁNYOS OSZTÁLYOK VEZETŐI:**

DR. BONDOR ANTAL, DR. BOROVICS ATTILA, DR. CSÓKA GYÖRGY,
DR. JÁRÓ ZOLTÁN, MANNINGER MIKLÓS, DR. MAROSI GYÖRGY,
MÁTYÁS CSABA akadémikus, DR. MOLNÁR SÁNDOR, DR. RÉDEI KÁROLY,
SOLYMOS REZSŐ akadémikus, DR. SOMOGYI ZOLTÁN

A JELEN SZÁM LEKTORAI:

DR. BIDLÓ ANDRÁS, DR. BONDOR ANTAL, DR. ERDŐS LÁSZLÓ, DR. JÁRÓ ZOLTÁN,
DR. KOLOSZÁR JÓZSEF, DR. KOVÁCS GÁBOR, DR. NÁHLIK ANDRÁS,
NÉMETH TAMÁS akadémikus, DR. PÁLL MIKLÓS, DR. PÉTI MIKLÓS, DR. RAUCH JÓZSEF,
DR. RÉDEI KÁROLY, DR. SZEMERÉDI MIKLÓS, SOLYMOS REZSŐ akadémikus,
DR. TAKÁCS LÁSZLÓ, DR. TÓTH BÉLA, DR. VEPERDI GÁBOR

TECHNIKAI SZERKESZTŐ:

DR. VEPERDI IRINA

ISSN 0521-3851

Készült 1000 példányban

TARTALOM

<i>Führer Ernő</i> : Köszöntő az Erdészeti Tudományos Intézet megalakulásának 110 éves évfordulóján	7–8.
<i>Solymos Rezső</i> : Erdészettudomány és erdőgazdálkodás I.	9–26.
<i>Führer Ernő</i> : Tartamos erdőgazdálkodás az erdővel, mint természeti erőforrással	27–38.

ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA ÉS ERDŐMŰVELÉS

<i>Kalmár János, Kuti László, Szendreiné Koren Eszter</i> : Erdészeti kutatásokat megalapozó földtani vizsgálatok Bükk-hegységi mintaterületeken	41–56.
<i>Illés Gábor</i> : Termőhelyi és erdőművelési kutatások cseres-tölgyesekben a természetes felújítások érdekében	57–76.
<i>Tobisch Tamás</i> : Természetes erdőfelújítási eljárások összehasonlítása gyertyános–kocsánytalan tölgyesben	77–94.
<i>Illés Gábor, Szabados Ildikó</i> : 20 éves az erdészeti monitoring a Szigetközben	95–120.
<i>Szabados Ildikó</i> : A csapadék hatása a cser évgyűrűméretére.....	121–128.
<i>Kondorné Szenkovith Mariann</i> : A 35 éves ágfalvi (Sopron-hegység) fafaj-összehasonlító kísérlet eredményei	129–144.
<i>Somogyi Zoltán</i> : A hazai erdők üvegház hatású gáz leltára az IPCC módszertana szerint.....	145–162.

ÜLTETVÉNYSZERŰ FATERMESZTÉS

<i>Rédei Károly, Veperdi Irina</i> : Kor–növtér–célátmérő összefüggések homoki fehéryásásokban.....	165–172.
<i>Rédei Károly, Veperdi Irina</i> : Az akác földfeletti dendromasszája	173–186.
<i>Erdős László</i> : Az akác ültetvényeszerű termesztése	187–198.

ERDŐVÉDELEM

<i>Koltay András, Hegedűs Péter, Szendreiné Koren Eszter</i> : Erdőállapot változások vaddisznóskertekben.....	201–214.
--	----------

INTÉZETI HIREK

Intézeti hírek.....	217–218.
Nemzetközi együttműködés, utazások.....	219–225.
Külföldi vendégek fogadása	226–228.

TABLE OF CONTENTS

<i>Ernő Führer</i> : Lectori salutem at the 110 th year anniversary of the foundation of the Hungarian Forest Research Institute.....	7–8.
<i>Rezső Solymos</i> : Forestry research and forest management I.	9–26.
<i>Ernő Führer</i> : Sustainable management of forests as natural resources	27–38.

FOREST ECOLOGY AND SILVICULTURE

<i>János Kalmár, László Kuti, Eszter Szendreiné Koren</i> : Geological studies to promote forest research in the model area of Bükk	41–56.
<i>Gábor Illés</i> : Site and silvicultural studies in Turkey oak stands to promote natural regeneration	57–76
<i>Tamás Tobisch</i> : Comparison of different natural regeneration methods of a sessile oak-hornbeam stands	77–94.
<i>Gábor Illés, Ildikó Szabados</i> : The 20 years of the monitoring of forests in the Szigetköz	95–120.
<i>Ildikó Szabados</i> : Impact of precipitation on the tree-ring width of Turkey oak	121–128.
<i>Mariann Kondorné Szenkovith</i> : Results of the trial on comparison of tree species in Ágfalva, Sopron Mts, at the age of 35	129–144.
<i>Zoltán Somogyi</i> : Greenhouse gas inventory of forests in Hungary using the IPCC methodology	145–162.

PLANTATION FORESTRY

<i>Károly Rédei, Irina Veperdi</i> : Correlation between age, spacing and target diameter in white poplar stands growing on sands	165–172.
<i>Károly Rédei, Irina Veperdi</i> : Dendromass production of black locust stands.....	173–186.
<i>László Erdős</i> : Plantation growing of black locust.....	187–198.

FOREST PROTECTION

<i>András Koltay, Péter Hegedűs, Eszter Szendreiné Koren</i> : Investigation of forest state in closure for keeping wild boards.....	201–214.
--	----------

INSTITUTE NEWS	217–228.
----------------------	----------

KÖSZÖNTŐ AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET MEGALAKULÁSÁNAK 110 ÉVES ÉVFORDULÓJÁN

FÜHRER ERNŐ¹

Az emberek kerek évfordulók kapcsán egyfajta mérleget szoktak készíteni Számba veszik sikereiket, kudarcaikat, értékelik a megtett szakmai út jelentős állomásait. Évforduló kapcsán emlékezünk mi is, hiszen 110 évvel ezelőtt bontakozott ki a szervezett erdészeti kutatómunka.

Darányi Ignác, akkori kiváló földművelésügyi miniszter kezdeményezésére Selmecbányán megalakult az Erdészeti Kísérleti Állomás, jelenlegi intézetünk jogelődje.

Az alapító okirat aláírása óta a 110 esztendő gondokkal, izgalmakkal és sikerekkel telt el. A selmeci kezdetektől a Trianon miatti Sopronba költözésen át, az 1949. évet követő budapesti kiteljesedés jelentős eredményeket hozott a hazai erdészeti kutatás számára.

Az idei jubileum alkalmából tisztelettel kell emlékeznünk mindazokra a kutatókra, professzorokra, mérnökökre, erdészekre, akik a kutatás ügyét kezdeményezték, felkarolták és támogatták. Az alapítók mellett külön meg kell említenünk a selmecbányai kutatóintézet első igazgatójának, a nemzetközi szinten is szaktekintélynek számító Vadas Jenőnek a nevét. Az intézethez és a felsőoktatáshoz kapcsolódó kutatómunka kiválóságai közül említést érdemel Fekete Lajos, Fekete Zoltán, Roth Gyula, Fehér Dániel, Magyar Pál, Bokor Rezső, Partos Gyula, Lány Géza, Babos Imre, Magyar János, Májyer Antal, Igmándi Zoltán, Kopeczky Ferenc, Koltay György, Keresztesi Béla, Márkus László neve is.

A mindennapi élet gondjai között szívesen emlékezünk vissza a megtett útra főleg akkor, ha az emlékek között több az eredmény, mint a kudarc, ha az emlékeket az értelem és az érzelem elismerő koszorúja fonja össze. A 110 év folyamán – amely több, mint egy emberöltő, és jelentős időtartam az erdők életében is –, az erdészeti kutatás jelentős eredményekkel gazdagította a tudományt és szolgálta a gyakorlatot.

Az alapításkor az „Alapító” kihangsúlyozott követelményként határozta meg azt, hogy a létrehozott erdészeti kutatóhelynek elsősorban a gyakorlati erdőgazdálkodás fejlesztését kell szolgálniuk. Ennek megfelelően az egykori, történelmi Magyarország területén főleg az erdők természetes felújítását, az erdők nevelését és a fafajmegválasztás kérdéseit kutatták, de foglalkoztak a hegy- és dombvidékek erdőgazdálkodásának fejlesztésével, valamint a mélyebb biológiai összefüggések feltárásával.

Trianon után az erdőtelepítés és fásítás, valamint az erdei munkák és eszközök fejlesztése, és a természetes felújítás témakörei jelentették a legjelentősebb kutatási feladatokat. Az akkori eredmények elismerését igazolja, hogy az új hazai Erdészeti Kísérleti Állomás hamarosan tagja lett az Erdészeti Kutató Intézetek Nemzetközi

¹ ERTI főigazgatója, fuhrere@erti.hu

Szövetségének (IUFRO), és hazánk rendezte Roth professzor irányításával az 1936-os Erdészeti Világkongresszust.

A második világháború után érte el virágkorát az 1949-ben Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) néven újjászervezett erdészeti kutatás. Ennek időtartama mintegy három évtizedre tehető. Ekkor elkezdődtek a teljes erdőgazdálkodást felölelő kutatások, rendre születtek új eredmények a termőhelyértékelés, a szaporítóanyag-termelés, az erdősítés és az erdőnevelés, az erdészeti genetika, a fatermésztan, az erdővédelem és az erdőhasználat, továbbá az erdészeti ökonómia és a vadgazdálkodás területén.

Az 1989/90 évi rendszerváltás óta, ha szerény körülmények között is, de folytatjuk a természetközeli erdőgazdálkodásra vonatkozó kutatómunkát, az erdők fenntartását és fejlesztését szolgáló tevékenységet. Az Intézet által tervezett és a gyakorlat részéről óhajtott kutatásokra azonban csak részben kerülhetett sor. A kutatások előfeltételeinek minisztériumi szintű leépítése következményeként az ERTI létszáma az egykorinak a negyedére csökkent. A pénzforrások jelentős részét az Intézetnek saját erőből kellett és kell ma is megteremtenie. Mindezek ellenére születtek új eredmények elsősorban az erdők szervesanyag-termelése, az erdővédelem, a gyorsan növő fajok nemesítése, az ültetvényeszerű fatermesztés és az erdészeti ökonómia területén.

Még hosszan lehetne sorolni azokat a kedvező és kedvezőtlen tényezőket, amelyek az Intézet működését befolyásolták. A „köszöntő – emlékezésnek” nem célja a teljesség bemutatása. Az alapvető kötelességünk a tisztelgés, az egykori és jelenlegi munkatársaink erőfeszítése előtt. Köszönet és tisztelet illeti azokat is, akik igényt tartanak az erdészeti kutatásra, elismerik annak gyakorlati hasznosságát és lehetőségeikhez mérten támogatják azt.

A 21. század számos változást, paradigmaváltást követel meg az erdészeti területén, így az erdészeti kutatásban is. Az élővilág védelme, a társadalmi jólét szolgálata, a környezetbarát fa gazdaságos megtermelése, a fenntartható (tartamos) erdőgazdálkodás kérdéseinek a vizsgálata egyaránt szerepel az ERTI jelenlegi és távlati tervei között.

Gondjaink ellenére bizakodva tekintünk a jövőbe és arra törekszünk, hogy a hazai erdők fenntartását és fejlesztését minél jobban segítsük. Az erdészek hosszú távra terveznek és a tartamosság jegyében gondolkodnak. Ezt tesszük mi is, és ehhez várjuk az illetékesek támogatását, valamint az erdészeti gyakorlatban és oktatásban dolgozók együttműködését is.

Führer Ernő
főigazgató,
c. egyetemi tanár

ERDÉSZETTUDOMÁNY ÉS ERDŐGAZDÁLKODÁS I.

SOLYMOS REZSŐ¹

Széchenyi-díjas erdőmérnök, akadémikus

ÖSSZEFOGLALÓ

Az újabb tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása és az erdőgazdálkodás fejlesztése közötti összefüggések vitathatatlanok. Ezt igazolja a Föld erdeinek a története, amely szervesen kapcsolódik az emberi társadalom fejlődésének a történetéhez. Annak ellenére, hogy az emberek jelentős része vallja az igazságot, miszerint: „*Historia est magistra vitae*” – a történelem az élet tanítómester, számos olyan kedvezőtlen erdőtörténeti jelenségről van tudomásunk (erdők irtása, erdők kirablása, az erdők felújításának elmaradása, a túlzott mértékű jövedelemre való törekvés stb.) amely azt mutatja, hogy az ember nem tanult a történelmi tapasztalatokból és nem alkalmazta kellően az erdészettudomány eredményeit. Az ezredfordulón a Föld erdeinek szerepe tovább növekedett, a környezetbarát fa felértékelődött. A tudományos kutatás széles körű eredményeinek a jelentősége a „tudás társadalmának” az építése folyamán tovább bővült. Az Erdészeti Tudományos Intézet, a szervezett erdészeti kutatásunk 110 éves jubileuma alkalmából kívánunk áttekintést adni e tanulmányban az erdészettudomány és az erdőgazdálkodás kapcsolatairól, jelen eredményeiről és a jövő feladatairól. E tanulmány két nagyobb részből áll. (Az első részt most, a másodikat a következő számban tesszük közzé.)

KULCSSZAVAK: erdészettudomány, erdőgazdálkodás, erdőtörténet, erdészeti kutatás, kutatási eredmények és hasznosításuk, a jövő feladatai, szemléletváltás

A TUDOMÁNY, MINT A 21. SZÁZAD „KIMERÍTHETETLEN” ERŐFORRÁSA

A 21. század kezdetén gyakran hangzik el a megállapítás, amely szerint, ez a század a tudás társadalmának, az újabb tudományos eredmények gyakorlati hasznosításának a százada lesz. Kétségtelen, hogy már a tizenkilencedik és a huszadik században az alaptudományok területén elért újabb eredményeknek (fizika, kémia, biológia stb.) köszönhetően megváltozott a fejlett államok lakosságának az életminősége. Az emberiség jólétét, a gazdasági előrehaladást szolgáló anyagi erőforrások véges mivolta (hiánya) azonban az ezredforduló időszakában növekvő mértékben okozott és okoz világméretű gondokat. Ennek nyomán erősödött az a meggyőződés, hogy az új évszázad folyamán csak a tudomány „kimeríthetetlen” erőforrásának a segítségével lesz képes az emberiség az élővilág megőrzésére, a növekvő társadalmi, gazdasági szükségletek kielégítésére. Többek között ezért kíséri egyre nagyobb figyelem világszerte

¹ kutatóprofesszor, Erdészeti Tudományos Intézet, solymosrezso@gmail.com

a tudományos kutatást és fokozódó várakozás az új kutatási eredményeket. Tekintettel kell azonban lenni arra is, hogy a tudománynak köszönhető fejlődésnek megvannak a korlátjai. Ezért lépett a korlátlan gazdasági növekedésre való törekvések helyébe a fenntartható, sőt a nulla növekedés koncepciója is. (Növekedés korlátjai – Római Klub). A Római Klub állásfoglalása megrázó hatással volt a világ lelkiismeretére is. Az emberiség jó része felismerte a környezetvédelmi vonatkozású veszélyeket. Világviszonylatban központi kérdéssé vált a környezeti veszedelmek megszüntetése, mérséklése és megelőzése. A kérdéskör az egész emberiséget érintette, amely a probléma megoldásához jelentős hozzájárulást várt a tudománytól is.

A tudományos élet és a gazdasági, társadalmi igények, továbbá a civil szervezetek képviselői között széleskörű párbeszéd indult meg. Többek között ezt igazolja az is, hogy a témával kapcsolatos kutatási eredmények, az újabb felismerések sora szerepelt ezen időszak publikációi között. Számos nemzetközi konferenciának vezértémája volt. 1962-ben jelent meg „A néma tavasz” című könyv, amelynek jelentős a szerepe volt abban, hogy a természet-, ezen belül az erdők védelmére is a korábbiaknál meggyőzőbben irányította rá a figyelmet. A különböző mozgalmak fokozódó aktivitása segített rádbömbenteni a társadalmat a környezetszennyezés veszélyeire, amelyeket a 60-as évek végére már a gazdasági és politikai körök is elismertek. Ennek is köszönhető, hogy az 1972. évi stockholmi konferencia a tartamos (fenntartható) erdőgazdálkodás részére hosszú távú ajánlásokat fogalmazott meg a termőhely jobb megismerésére, a talaj és a vizek valamint a táj védelmére vonatkozóan. Erdészeti szempontból is kiemelkedő jelentőségű volt az 1972–1992 közötti húsz esztendő, amely az ENSZ „Emberi környezet” konferenciától a Riói „Környezet és fejlődés” konferenciáig tartott. Ekkor vált a természet- és a környezet védelme igazán globális jellegűvé. Az 1992. évi Riói és a 2002. évi johannesburgi konferenciák közötti évtized folyamán jelentősebb előrehaladás nem történt a környezetvédelemben, mert a riói elhatározások csak szerény mértékben teljesültek. Az erdőket és az erdőgazdálkodást is közelebbről érintő klímaváltozással és az üvegházhatású gázok kibocsátásával kapcsolatos eredmények elmaradtak a várakozásoktól. Az elmaradás egyik okaként indokolt az ide vonatkozó tudományos ismeretek hiányát is megjelölni.

A 21. század „kimeríthetetlen erőforrásaként” értékelt tudomány „bevezetőjeként” azért emeltük ki a környezetvédelem, a természetvédelem témakörét, mert ennek a századnak a folyamán már valamennyi gazdasági, társadalmi vonatkozású tevékenységnek – így az erdészetnek is – szerves része kell, hogy legyen. Mindezekből fakadóan olyan lokális és globális feladatok sora vár az élet valamennyi területén megoldásra, amelyekben a tudománynak, mint kimeríthetetlen erőforrásnak a korábbiaknál nagyobb lesz a szerepe.

A TERMÉSZETI ERŐFORRÁSOK, A TERMÉSZETVÉDELEM ÉS A KONZERVÁCIÓ-BIOLÓGIA

A 21. században a veszélyeztetett természeti erőforrások megőrzése, a természet védelme – ezen belül az erdőgazdálkodás területén indokolt paradigma váltás – az eddigieknél is szélesebb körű tudományos kutatásokat teszi indokolttá. Az újszerű

kérdések mellett évszázados megoldatlan problémák is jelentkeznek. Elegendő utalni például arra, hogy az emberiség története folyamán az ókori görög és római civilizációk már 2000 évvel ezelőtt okoztak légköri szennyezést, amely a további évszázadokon át folytatódott, és jelenleg sem szűnhet. Megváltozott a természetes rendszerek működése. A természetátalakítás veszélyeztetheti az emberiség létét. Csökken a biológiai sokféleség. Elszegényednek az élőhelyek, egyes fajok kipusztulnak. Annak ellenére, hogy a tudományos törekvések többsége ezen veszélyek megállítását szolgálta és kell, hogy szolgálja, az eredmény napjainkban még nem kielégítő. A természet megőrzésének léteznek már általános tudományos alapjai. Ezeket folyamatosan ki kell egészíteni a különböző szakterületekre, így az erdőgazdálkodásra vonatkozóan is. Ami az erdőt illeti, ezen a téren az élővilágon belül az átlagosnál kedvezőbb a helyzet. Az erdészet, mint a természetvédelem kezdeményezője és „zászlóvivője” az ágazati kutatások útján hosszabb ideje bővíti az ide vonatkozó tudományos alapokat. Magyarországon az 1879. évi első erdőtörvény jelenti az intézményes természetvédelem kezdetét. Erdészeti szempontból ennek a fejezetnek a keretében elegendő, ha a fotoszintézis útján a napenergia felhasználásával létrehozott primer produkcióknak, a fának a kitermelési és felhasználási mértékére, és ennek behatárolására utalunk. Egyes megállapítások szerint ötven év múlva az emberiség várhatóan elfogyasztja a földön található összes primér produkciót, ahova az erdei biomassa is tartozik.(?) Ennek a fele állítólag már elfogyott.(?)

A természetvédelmi biológia (konzervációbiológia) a felsorolt, valamint ezekhez hasonló problémák megoldására jött létre. Önálló tudományággá az 1980-as években vált. Az erdészettudomány jelentősen gazdagodott az „ágazati” konzervációbiológiával, amelynek a szerepe a jelen évszázad folyamán tovább növekszik. Az erdőgazdálkodás terén megoldásra váró feladatok sürgőssége miatt azonban a kutatói alaposág napjainkban e tudományág terén nem érvényesül minden esetben. Az időhiány és a sajátos erdészeti kutatásokhoz szükséges idő rövidege ezen a téren az erdészetben sok konfliktushoz vezet. A 21. század kezdetén nem lehet kellően hangsúlyozni azt, hogy akik a természetvédelmi biológiával, és ezen belül az erdővel foglalkoznak, mindenkor legyenek különös tekintettel arra, hogy számos kérdés vizsgálata során a szükséges szakmai feltételek (ismeretek) még nem állnak rendelkezésre. A legkorszerűbb kutatási metodika alkalmazása esetén sem lehet megkerülni azt a tényt, hogy az erdészeti ökoszisztémákon belüli változások, biológiai folyamatok megismerését csak hosszabb – több évtizedig tartó – kutatások teszik lehetővé. Ennek megfelelően az erdészeti és a konzervációbiológiai kutatásokat az eddigieknél jobban kell támogatni és a különböző kapcsolatokat, ezek változásainak összhatását hosszú időtartamú kutatásokkal feltárni. Aki erről megfejtkezik, az a „laikusok biztonságával” vezetheti konfliktusokkal szegélyezett tévútra a témával foglalkozókat.

AZ ERDÉSZETTUDOMÁNY ÉS AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS TÖRTÉNELMI TÁVLATAI

Az erdők jövője, megőrzésük és fenntartható (tartamos) fejlesztésük, valamint sokoldalú hasznosításuk terén tapasztalható szemlélet- és feladatváltás megalapozása sem lehetséges újabb kutatási eredmények nélkül. Az erdészeti gyakorlat dolga, hogy

az újszerű feladatokkal kapcsolatos kutatási eredményeket ésszerűen, a fejlesztés határainak ismeretében alkalmazza. Az erdők története folyamán számos tényező segítette, vagy gátolta a tudomány vívmányainak és a gyakorlati tapasztalatoknak a hasznosítását annak függvényében, hogy a különböző érdekviszonyok miként alakultak.

A továbbiakban megkíséreljük az erdészettudomány és az erdőgazdálkodás kölcsönhatását történelmi távlatokban és a jelen időszakra vonatkozóan egyaránt értékelni. Napjaink sokféle és nem mindig tárgyilagos vitáinak eldöntését is szeretnénk ezzel elősegíteni. „*Historia est magistra vitae*” – a történelem az élet tanítómestere. Ez a régi mondás az erdészetre is érvényes főleg a 21. század kezdetén, amikor az erdők értékelését és jövőjét tekintve rendkívül sokféle állásfoglalás és vélemény közül kell a szakmailag helyeset kiválasztani, vagy elfogadni. Jelentős mértékben elősegíti ezt a tudomány eredményeinek és a gyakorlati tapasztalatoknak a figyelembe vétele.

A Föld (a világ) erdészete, az erdészettudomány, és az erdőgazdálkodás egy hosszabb folyamat eredményként az ezredforduló időszakára különösen sajátos helyzetbe került. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy az erdő olyan megújuló, megújítható „erőforrás”, amelynek ökológiai és ökonómiai szerepe pótolhatatlan. A 21. század kezdetére az egész világon érzékelhetővé vált az erdőket, az erdők fenntartását és hasznosítását illető erőteljes szemléletváltás, amely valójában már az előző évszázad idején elkezdődött. A fák, az erdők több évtizedes, sőt évszázados kora, élettartama a gyors változásokat, a „hirtelen” szakmai irányelv módosításokat azonban aligha teszi lehetővé. Ez számos – következményeit tekintve – vissza nem fordítható kedvezőtlen hatástól is megóvjá, óvhatja az erdőket. Az újabb tudományos eredményeket az erdészeti gyakorlat szívesen fogadja, hasznosításukra azonban csak folyamatosan, kellő megfontoltsággal kerül sor. A kutatási eredmények alapján javasolt változtatás, vagy a szemléletváltás akkor eredményes, ha tudományosan megalapozott, ha szignifikáns kutatási eredmények igazolják „az újnak” az adott szakterületen való ígéretes alkalmazhatóságát. Könnyen belátható, hogy az ilyen jellegű tudományos bizonyításnak **más az idő igénye** például a gabonatermesztésben vagy az építészetben, mint a hosszú idő távú erdészeti fatermesztésben vagy az erdők fenntartásában, fafaj összetételének alakításában és fejlesztésében. Ezért is veszélyesek az erdészettudomány területén kellő jártassággal nem rendelkezőknek azon törekvései, amelyekkel azonnali változásokat kívánnak az erdőgazdálkodás területén elérni az egyoldalúan megvilágított, kellően nem igazolt megállapításaikkal. Ez vonatkozik azokra az észrevételekre, „bírálatokra” (?) is, amelyek az erdők jelen állapotát tévedhetetlennek vélt minősítésekkel illetik. Ide kell „sorolni azokat is akik a külföldi szakirodalomban fellelhető „újdomságokat” kellő mérlegelés – például az ökológiai adottságok egybevetése – nélkül javasolják a hazai erdőgazdálkodási gyakorlatba bevezetni. Ilyen magatartás főleg azokra a kutatásban, oktatásban működő „elméleti” személyekre lehet jellemző, akik örvendetesen több nyelven értenek, de hiányzik az erdészeti gyakorlatuk, kutatási tapasztalatuk. Tévedéseik forrása az lehet, hogy kellően nem ismerik a hazai erdőket, vagy elegendő átfogó erdészeti szakismerettel nem rendelkeznek. Általánosítani természetesen ez esetben sem lenne helyes.

AZ ERDŐK TÖRTÉNETE „HOSSZÚ LEJÁRATÚ (IDŐTARTAMÚ) KÍSÉRLET”

A különböző állásfoglalások, vélemények helyes megfogalmazásához eligazítást nyújt az erdők, az erdőgazdálkodás és a velük kapcsolatos tevékenységek hosszabb időtávú megfigyelése, valamint történetének az ismerete és nem utolsó sorban a kutatás is. Az alapos erdőtörténeti elemzés felfogható hosszú időtartamú kísérletként is. Itt kell utalni arra, hogy az erdők története folyamán számos – egymástól különböző – hatás, társadalmi és gazdasági igény volt meghatározó arra nézve: miként változzon az erdők képe, miként alakuljon térfoglalásuk, fafaj összetételük, szerkezetük. Az adott időszak társadalmi (emberi) szükségleteit (érdekeit) kívánták kielégíteni újabb és újabb, az erdőt (erdőgazdálkodást) illető irányelvek, eljárások alkalmazásával, mert az éppen aktuális (meglévő) erdők csak a korábbi időszak „követelményeinek” feleltek meg. Az igények bővülésével arányosan egyre világosabbá vált, hogy az erdőkkel kapcsolatos ismeretek nélkül ezeket az igényeket eredményesen teljesíteni nem lehet. Ez tette sürgetővé az erdészettudomány létrehozását, fejlesztését, amelynek megalapozását jelentősen elősegítették a többi tudományágak, az alaptudományok területén elért eredmények. Miként az erdészettudománynak, úgy a mai értelemben vett erdőgazdálkodásnak és az erdészeti kutatásnak is csak néhány évszázados múltja van Magyarországon és a Világon egyaránt. Az erdőgazdálkodás kezdeti időszakában, – mint őstermelés – a külterjes módszerek alkalmazásával is el lehetett érni az elsődrendű szerepet játszó faanyagának az újratermelését a fokozatosan növekvő fafelhasználás mellett is. A 18. század végére azonban Európa szerte már „szakmává” fejlődött az erdőgazdálkodás, hogy a gyorsan növekvő igényeket kielégíthesse. Ehhez a „szakmai” alapokat az erdészettudomány teremtette meg. A szakmai „jelleg” lényegét a fa tervszerű (üzemszerű) gazdaságos megtermelése jelentette.

AZ ERDŐKÉP TUDATOS ALAKÍTÁSA EMBERI BEAVATKOZÁS ÚTJÁN

Az erdők főleg az embernek a velük kapcsolatos tudatos – *az idők folyamán tudományosan egyre jobban megalapozott* – tevékenysége, az erdőgazdálkodás révén alakultak át és többé-kevésbé igazodtak az adott kor igényeihez. A társadalmilag, gazdaságilag kezdeményezett változásokat (terület, szerkezet, fafaj összetétel stb.) azonban az erdészeti területén csak hosszabb idő múltán lehet elérni. Ennek az lett a következménye, hogy az adott időszak céljainak megfelelő erdőkép csak később, az illető történelmi kort követően jött létre. Ezt nevezhetjük akár történelmi „fázis eltolódás”-nak is. Az említett, hosszú időtartamú fatermesztési ciklus miatt azonban az erdő nem alakulhatott másként. Ezért a „jelen kor” egyes szakemberei az újabb tudományos eredmények birtokában nem képesek mindig tárgyilagosan értékelni a korábbi idők erdőgazdálkodását. Csakhogy miként az első autók mellett a gépkocsigyártással szemben támogatott követelmények szerint elmarasztalnánk, éppen úgy helytelen lenne az egy vagy két évszázad előtti erdőgazdálkodást a tudomány mai állásának megfelelően kárhóztatni, esetleg túlértékelni. Az érdekltségi viszonyok változása, a jövedelemszerzés hajtó ereje mindenkor

hatással volt az erdőkép tudatos alakítására. Az erdők hasznát és szolgáltatásait ezek függvényében felértékelték vagy kevesebbre becsülték.

A TERMÉSZETI ERŐK SZEREPE AZ ERDŐK KIALAKULÁSÁBAN

Az erdők létrejöttét és változását hosszabb távon és alapvetően a *természeti erők* befolyásolják, miként ez áll a Föld egész növénytakarójának összetételére is. Az előbbieken vázolt emberi beavatkozások akkor voltak igazán szakszerűek, ha a természeti törvényekkel, adottságokkal összhangban történtek. Az egyes tájak növénytakaróját a földtörténeti, a földfelszíni, a klimatikus és a talajtényezők, az *ökológiai adottságok* együttesen határozzák meg. Az erdő elterjedésére főleg a klimatikus tényezők, a hőmérséklet és a nedvesség hatottak és hatnak. Az ember elősegítette, vagy gátolta a természet erőinek, törvényszerűségeinek az érvényesülését, jelentősen megváltoztatta a Föld természetes növénytakaróját. Az utolsó jégkorszak óta eltelt 14–12 ezer év folyamán az ember lényeges változásokat idézett elő környezetében. Ezt igazolja többek között az is, hogy az erdők területi aránya a 7 ezer évvel ezelőtti 80%-ról a 21. század kezdetére mintegy 30%-ra csökkent a Földön. A csökkenés az utóbbi kétezer évben volt a legnagyobb. Európában még a „római időkben is” az erdőszűlség a mainak a kétszerese volt. Az élőhelyek ilyen mérvű csökkenése és a vadászat miatt közel száz állatfaj pusztult ki. A Kárpát medencének és környékének a növénytakaróját illető változásokat kronológiai sorrendben *Zólyomi B.* és *Komlódi M.* írta le. Eszerint 10–12 ezer évvel ezelőtt a preboreális klíma fázis, (szubarktikus erdő, tundra), 6–8 ezer évvel ezelőtt a boreális (mogyoró fázis, erdő sztyepp és puszta), 4 ezer évvel ezelőtt az atlanti fázis (tölgyesek), 2 ezer évvel ezelőtt a szubboreális fázis (bükk és gyertyán erdők) a bükk I. fázis, majd a bükk II fázis következett. A jelenkorban a bükk visszaszorult, a fenyő terjedt, kialakult a kultursztyepp. A *Rubner (1960.)* féle beosztás szerint Magyarország a délkelet-európai tölgy-bükk erdők övébe tartozik.

A természeti erők szerepe az emberi beavatkozás, termelési és egyéb tevékenység függvényében különböző mértékben érvényesülhetett az erdők kialakulását illetően. Az ember által okozott környezeti változások az utóbbi 12 ezer év folyamán fokozatosan gyorsulva következtek be. A változások mértéke arányban volt az emberiség lélekszámának, valamint a termelésnek a növekedésével. A természetes regenerálódás csökkenő mértékben tudta csak ellensúlyozni a környezetváltozás kedvezőtlen hatásait. Az erdőirtások és a változó mezőgazdasági technológiák súlyos talaj erózió okozójává váltak. Az ipari forradalom a növényzet fajgazdagságának, a biodiverzitásnak a csökkenésével is járt. A haszonelvűség az erdőtulajdonosok körében sok helyen vált uralkodóvá, fékezte és jelenleg is számos területen fékezi az erdei ökoszisztémákban a természeti erők érvényesülését. Ezen a területen számos olyan kérdés merül fel, amelyre a kutatásnak kell mielőbb választ adni.

A FA ÉS A VAD – ELLENTÉTEK ÉS ÖSSZHANG

A FA SZEREPE

Az erdők története során változott a természeti erők, a természet törvényeinek a figyelembe vétele. A változások visszatükröződtek a faállományok létrehozásának, a fatermesztésnek a módjában, az erdőben megtermelt fa mennyiségében, a faanyag szerepében és hasznosításában is. A kitermelt fa rendkívül sokoldalúan felhasználható nyersanyag volt az emberiség története során mindenkor. Megtermelése során nem károsodik, hanem javul a környezet, mert testének felépítése során a carbont a légköri széndioxidból nyeri, valamint a talajból felvett víz és ásványi anyagokból a nap "ingyenes" energiájának segítségével a fotoszintézis eredményeként jön létre. Nincsen olyan alkotórésze, amelyet ne lehetne hasznosítani. A „vágásra érett” fa kitermelése az erdőhasználat (hasznosítás) során az ún. főhasználatokhoz tartozott és oda soroljuk ma is, miként az erdő élete folyamán szükségessé váló ritkításokat: nevelővágásokat (tisztítások, gyérítések) az előhasználatokhoz. Az idők folyamán a társadalmi igényekkel együtt változtak a fatermesztési és a fakitermelési eljárások, és velük együtt a feldolgozás eszközei, technológiái az egyszerű, kézi fakitermeléstől és fafeldolgozástól a 21. század gépesített fakitermeléséig és faiparáig. Az ember első szerszámai a fa megmunkálására is alkalmasak voltak. A kitermelt fa lehetőség szerinti teljes felhasználása napjainkra általános törekvéssé vált. A fahasznosítás, a fafeldolgozás a rendelkezésre álló, kitermelt (kitermelhető) faanyagra épülhet. A faipari kutatásnak köszönhetően az idők folyamán újabb és újabb fatermékeket állítottak elő a különböző erdei faválasztékokat hasznosítva. A megtermelt fa választék-összetétele jelentős mértékben függött és függ a fatermesztési technológiáktól. Az erdők faállományának a nevelése számottevően igazodott a termelési célhoz. Az erdő életébe való emberi beavatkozásoknak, az erdészeti kutatásnak az egyik fő feladata is az volt, hogy az adott erdő megfeleljen a termelési célkitűzéseknek, napjainkban az erdő sokoldalú hasznosításának, a fenntarthatóságnak. A fa iránti kereslet az ipari termeléssel arányosan nőtt, helyenként rablógazdálkodás szintű fakitermelésekhez vezetett. Szoros kölcsönhatás alakult ki a faellátás, a fafeldolgozás, a faipar és az erdőgazdálkodás között. A technika fejlődésével arányosan vált lehetővé az, hogy a technika feleljen meg és egyre jobban igazodjon a megtermelt fa kitermeléséhez és feldolgozásához, legyen természetbarát! A gépesítés előrehaladásával együtt megvolt a lehetőség arra is, hogy a kitermelésre kerülő fa nevelésekor kis mértékben vegyék figyelembe a gépesítés lehetőségeit és igényeit is (a géphez igazítsák a faállományt). Ez azonban soha nem volt és nem lehetett jelentős. Teljesen nem lehetett figyelmen kívül hagyni számos országban azért, mert a munkaerőhiány az adott időszakban számottevő volt.

A VAD (A VADON ÉLŐ ÁLLATVILÁG) AZ ERDEI ÖKOSZISZTÉMA SZERVES TARTOZÉKA ÉS A KONFLIKTUSOK

Az erdő és termékeinek változásához tartozott és tartozik napjainkban is egyebek között a vadállomány, amely korábban élelmiszerként, ruházatként (vad-bőrök) szolgált az embert, mígnem a turizmus, a sport és egyéb célok sokoldalú lehetőségével

tette színessé és vonzóvá az „erdei ökoszisztémák” hasznosítását. A vad, a vadon élő állatvilág is az erdő, - mező szerves része. Eredetileg a vadászat az embert veszélyeztető vadállatok elleni harcot jelentette. Az Ural lábainál, a magyarság őshazájában, mintegy két évezreddel ezelőtt a finnugor őslakosság törzsi kötelékben üzte az étel-met, ruházatot és csereeszközt produkáló és harci gyakorlatot is nyújtó vadászatot. Anonymus a Gesta Hungarorum-ban a harci kiképzés alapját jelentő vadászatról így ír: „... ifjak majdnem minden nap vadászaton voltak, aminek következtében azon időktől fogva máig a magyarok a legjobbak a vadászatban, megelőzve más nemzeteket”. A magyarságnak otthont adó Kárpát-medence gazdag vadállománya főleg a változatos természeti adottságoknak köszönhető. A honfoglalás előtt itt élő hunok, avarok a magyarokhoz hasonló vadásznép voltak. A honfoglalás idején a vadban bővelkedő új hazában mindenki kedve és szükséglete szerint ejthette el az erdők, mezők, mocsaras vidékek vadját. Ettől kezdve az elmúlt évezredben sokat változott a vadászati jog, a vadgazdálkodás és a vadászat módszere.

Annak ellenére, hogy a vadgazdálkodást, a vadászatot hivatalosan az erdei mellék haszonvételek közé sorolták és sorolják, mégis évszázadokon át sok helyen a vadászat jelentette az erdő igazi értékét és legnagyobb hasznát. A vadászati céloknak alárendelt erdő képét, szerkezetét a vadgazdálkodási érdekekhez igazították. Erre sokoldalú lehetőség volt. *A probléma ott kezdődött, amikor a kiváló minőségű és mennyiségű fa megtermelésének feladatait és a vadászati célokat kellően nem sikerült elkülöníteni vagy összehangolni.* A „hatalom” (erdőtulajdonosok, állam, közösségek stb.) döntésre jogosult képviselőinek jelentős része tartozott a szenvedélyes vadászok közé. Az erdőtulajdonosok többsége igyekezett ezt a szenvedélyt a maga hasznára vadászatok útján is „megvásárolni”. Annak érdekében, hogy elegendő „áru”, lehető vad legyen az erdőkben, sok helyen létrejött a túlszaporodott vadállomány, amely a „maga képére” formálta, károsította élőhelyét, az erdőt. Nem ok nélkül panaszkodott annak idején Bánk bánnak Tibor: „...Szép földjeinkből vadászni berket csinálnak, ahová nekünk belépni sem szabad”. Az ezredfordulóra a vadgazdálkodásban is számottevő szemléletváltás következett be. Az igazi vadász vadgazdává vált, akinek a feladata a szakszerű, tudatos vadgazdálkodás, amely egyúttal az élővilág, a természet védelmét is jelenti. A különböző konfliktusok az erdő-, a mező-, és a vadgazdák között azonban máig sem szűntek meg. Az erdészeti kutatás keretében számottevő „nagyvad” kutatás próbálta a különböző mértékű konfliktusokat megoldani, amelyek helyenként az erdő- és vadgazdálkodás között kibékíthetetlennek látszó ellentéteket szültek. Általánosnak mondható az idők folyamán kialakult álláspont, amely szerint: *az erdő tartozéka a vad, és nem fordítva.* Ennek elfogadása esetén az erdő, mint a vad élőhelye, szolgáltatja a vad búvóhelyét, táplálékát, amely legtöbbször a természet tárgyát képező fajok károsításával jár. Nem közömbös azonban az erdőben és a mezőgazdaságban okozott vadkár mértéke, amely elsősorban az adott erdő vadeltartó képességétől és a meglévő vadlétszámtól függ. Nem ritka dolog az sem, hogy a vadgazdálkodási érdekeket helyenként az erdőgazdaságiak elé helyezik, amelynek többek között a vadállomány-nyal, a vadászattal szembeni állásfoglalás lehet a következménye. A 21. században várható, hogy az erdei ökoszisztéma szemlélet keretében az eddigiéknél kedvezőbben alakul ez a kérdés is, amelynek megoldásához a vadgazdasági tudományos kutatás

számottevően járulhat hozzá. A kutatás többek között kidolgozta a vadászterületek vadeltartó képességének a meghatározási módszereit, a szaporodásbiológiai és egészségügyi kérdéseket.

ERDŐK AZ ÓKORTÓL NAPJAINKIG, AZ ERDŐK JÖVŐJE

Mindezek előrebocsátása után érdemes az egyes történelmi időszakokat külön is megvizsgálni. *Miként alakult az idők folyamán az ember, a társadalom érdekeinek függvényében az erdő (a vad) szerepe a Földön?* (Közismert tény, hogy az erdő és az ember ősidők óta szoros kapcsolatban van egymással.) Hogyan változtak az erdőkkel szemben támasztott társadalmi gazdasági igények? Miként törekedett az ember arra, hogy az erdők életébe való beavatkozással elősegítse ezen igények kielégítését? A felsorolt kérdésekre adott válaszokhoz célszerű kapcsolódni a jelen értékelésével és a jövőre vonatkozó erdészetpolitikai célok, feladatok ismertetésével. E témakörök bonyolult és főleg terjedelmes volta miatt *teljességre egyik esetben sem törekedhattünk. A régmúlt időkre csak nagyon röviden térünk ki.*

AZ ÓKORTÓL A 21. SZÁZADIG

Az ókor embere természetes része volt az erdőnek, amelytől számottevő mértékben függött az élete, a sorsa. Védelmet és élelmet, ruházatot és némi tűzifát várt az erdőtől. Házi állatai, és a vadállomány is jórészt itt talált menedéket valamint táplálékot. Ennek megfelelően igyekezett az erdő szerkezetét alakítani (Ligetes, bokros, változatos erdőkép), vagy olyan erdőt, bozótot keresni, amely megfelelt az igényeinek (kőkorszak). Az erdő életébe való beavatkozása azonban minimális volt, mert nem rendelkezett ehhez megfelelő eszközökkel és képességgel. Tevékenységének alapját a gyakorlati tapasztalatok képezték. Erdészettudományról akkor még nem volt szó. Meg kell azonban jegyezni, hogy a történelem valamennyi időszakában rendelkeztek az emberek bizonyos fokú ismeretekkel, amelyek a fás növények tulajdonságaihoz, neveléséhez adtak eligazítást. Példaként Vergiliusra és a régi rómaiakra utalunk.

*Az ókortól napjainkban is sokszor hivatkozunk Vergilius Georgica című könyvére, amelyben a fák tulajdonságairól és a velük való bánásmódról ír. Már a rómaiaknak volt fogalma az „erdőtenyésztésről”, a természetes és a mesterséges erdőfelújításról. Vergiliustól származnak a következő sorok: „Principio, arboribus varia est natura creandis, ...ipsae sponte sua veniunt...pars autem posito surgunt de semine”...A „sponte sua” kifejezés a természetes felújításra (magvetés és sarjadzás), míg a „pars autem posito surgunt de semine” az ember által végzett magvetésre vonatkozik. Ismerték a talaj minősége és a növények fejlődése közötti kapcsolatok egy részét is: „Nem minden föld bír mindent megteremni. Folyó mentén nő a fűz, a mocsarakon a sűrű éger”. Tudtak arról, hogy: „különböző a fák hazája: egyedül India terem fekete ébent...” (*divisae arboribus patriae, sola India nigrum fert ebum...*). Azt javasolták, amit ma is jónak tartunk, hogy: „Neveljünk csemetéket a beültetendő terület közelében, vagy ahhoz hasonló talajon”. A pásztorok és az erdei legeltetés ellen így emelte fel szavát Vergilius: „gyakran a pásztorok gondatlansága miatt tör ki az*

erdőtűz...sövényt kell fenni és minden lábas jószágot távol kell tartani a fáktól...mert a kemény hideg, a száraz forró nyár nem árt annyit az erdőnek, mint a nyáj kemény fogának mérge...". Az itt említett „sövényt” akár napjaink vadkár elhárító kerítésének az „elődjeként” is tekinthetjük. Az erdők védelmét így indokolta: „védelmezzük az erdőt szépségéért, hasznáért”...az erdőesztétika sem volt ezek szerint ismeretlen...és az erdő hasznát így méltatja...”Hasznos fát ad az erdő, hajózásra való fenyőket, házépítéshez szükséges cedrust és ciprust...”. Az erdő rovására terjeszkedő mezőgazdaság problémája az ókorban sem volt ismeretlen, amelyet Vergilius a következők szerint fogalmazott meg: „Ahonnan a haragos szántóvető az erdőt kipusztítja, ahol a fák gyökerével együtt a madarak régi tanyáját tönkreteszi, ott földhasogató ekék ragyognak a műveletlen mezőn...”. A felsoroltakból az erdőgazdálkodásra is lehet következtetni. A természettudományokkal is foglalkozó Vergilius ezeket a szabályokat a gyakorlati tapasztalatok alapján fogalmazta meg. Ezek ma is igazak. Az akkori tudás és a mai közötti különbséget is mutatják és indokolják, hogy ennek a kornak az erdészeti ismereteit is érdemes megbecsülni.

Az emberiség története folyamán az idő múlásával együtt növekedtek és változtak a fa iránti igények. Épületei, házi és harci eszközei az erdő fájából készültek, azokat a fákat termelte ki, amelyek e célra megfeleltek. A fafelhasználás gyors növekedése rablógazdálkodáshoz vezetett. Rohamosan csökkent az erdők területe, amelyhez hozzájárult az is, hogy a lakosság lélekszámának növekedésével arányban nőtt az élelmiszerfogyasztás. Az élelmiszer megtermeléséhez pedig egyre több termőföldre volt szükség. A kitermelt fák helyén szerencsés esetben természetes úton jelentek meg az „utódok”, vagy az erdőtakarótól megfosztott terület az erózió révén elkopárosodott. Az erdőirtás nyomán keletkezett „termőföld” csak egy ideig volt képes a növekvő élelmiszerszükséglet kielégíteni. A középkorban már főleg bányászati, kohászati, tűzifa, épület- és hajóépítés, vagy a vadászat és az állattenyésztés (makkoltatás) szolgáltatásban kívánták az erdőket hasznosítani. (Sarjerdők, szálerdők, legelő-erdők a helyi céloknak megfelelően.) A bányászat és a kohászat faszükséglete is jelentős volt. A növekvő fafelhasználással együtt jelentkezett a felismerés, hogy az erdőkkel gazdálkodni kell, a kitermelt fa helyét, a „vágásterületet” a továbbiakban is erdővel kell hasznosítani, az „üres” erdőterületeken ismét erdőt kell létesíteni, elsősorban természetes úton. A fahasznosításnak egyik sajátos területe volt a honvédelem, amely a favarak, a gyepek áthatolhatatlan sűrűségeivel igyekezett az ellenség útját állni

Az új- és a legújabb kort elsősorban az elérhető legnagyobb mennyiségű, valamint legjobb minőségű és értékű fa megtermelésére való törekvés, a tulajdonos számára megfelelő jövedelem elérése jellemezte. Mindez az erdők életébe való nagy arányú emberi beavatkozással járt, amelynek eredményeként a természetes erdők nagyobb része gazdasági erdővé alakult. E mellette már a környezet-, a természet védelme, az emberiség jólétének a kiemelt szolgálata is kezdett növekvő jelentőségűvé válni. *Az erdőszettudományi ismeretek* bővülésével együtt számottevően növekedett azoknak a szakembereknek a száma, akik a bonyolult, magas fokon szerveződött erdei biocönózis életébe a természeti törvények ismeretének legjobb szintjén kívántak beavatkozni. Így vált lehetővé, hogy az egykori természetes erdők szerkezetét megközelítve, létre-

jöttek a természetközeli erdők, terjedni kezdtek a természetközeli erdőgazdálkodás módszerei, irányelvei.

Az erdők környezet- és élővilág- védelmi szerepe, a társadalmi szociális, jóléti szempontok kielégítése, a legújabb korban lett igazán meghatározóvá. Ez vált az erdők funkcióinak elsődrendű szereplőjévé. Megelőzte a fatermelést, amely korábban az első helyet foglalta el. Az erdészeti kutatás megállapítása szerint a rövid távon nagy fahozamú intenzív fatermesztés a monokultúrák térhódításával arányosan számottevően gyengítette a faállományok stabilitását és csökkentette az erdő növény és állatvilágát, annak sokféleségét. Közben az ökoszisztéma szemlélet az erdőgazdálkodásban is örvendetes gyorsasággal kezdte meg térhódítását. Az erdőtervekben is megjelentek az ide vonatkozó szakmai előírások. Folyamatosan erősödött(ik) az a helyes felfogás, amely szerint az erdei ökoszisztéma valamennyi alkotójára való tekintettel szabad az embernek az erdő életébe beavatkozni. A biodiverzitás szerepe és jelentősége egyre szélesebb körben tudatosult. Jelentős gondot okoz e témakörökben a biológiai, erdészettudományi ismeretek területén még fennálló fehér foltok mértéke. Rendkívüli veszély forrása az is, hogy szép számmal vannak olyan személyek, akik néhány – rövid távon mutatkozó, kellően nem ellenőrzött és bizonyított – kutatási eredményből nagy biztonságot mutatva, „lehengerlően” fejtik ki tévedhetetlennek nyilvánított álláspontjukat. Többek között ez is indokolja az erdészeti kutatási témák súlypontjainak módosítását, és az ide vonatkozó vizsgálatoknak az „idő”, a faállományok hosszú távú megfigyelésének a függvényében való felgyorsítását. Itt kell külön is kiemelni az erdészetben régóta ismert tartamosság fogalmának a fenntarthatóságra való bővülését is. Az erdők, a természetközeliesség valamennyi jellemzőjét, az erdők sokoldalú hasznát a fenntartható erdőgazdálkodás útján folyamatossá kell tenni. Egyszerűbben kifejezve: a fatermesztésre (fahozamra), a jövedelemre vonatkozó korábbi tartamosságot az ökológiai tényezők kedvező fenntartásával kell bővíteni.

Az ezredfordulón azonban a környezetbarát fa nyersanyagának is növekedett a gazdasági életben betöltött szerepe. A dendromassza teljes hasznosítására vonatkozó faipari törekvések, a faipari kutatás egyre több eredménnyel járt. A rohamosan súlyosbodó energiaellátási problémák ismét előtérbe helyezték a fa energia célú hasznosítását is. Egyes előrejelzések szerint nem kizárt, hogy a jövőben számos helyen faellátási gondokkal kell majd számolni. Az erdők fatermesztését ismét a korábbiakhoz figyelem kezdni kísérik. Felmerül a veszélye annak is, hogy a fa iránti kereslet, a fapiac élénkülése a szakszerűnél több fa kitermeléséhez vezethet. A Föld erdeiben még fellelhető fa tartalékok egyrészt kimerülőben vannak, másrészt olyan vidékeken található, amelyek feltáratlanok, vagy amelyek megközelítése ma még el nem fogadható költségekkel jár. A faárak növekedése ezt a problémát is megoldhatja.

A 21. SZÁZAD ÉS AZ ERDŐ

A 21. század kezdetén a Föld erdőgazdálkodására jelentős hatással voltak a századfordulót megelőző nemzetközi tudományos konferenciák, rendezvények határozatai, és az élővilággal kapcsolatos állásfoglalások, egyezmények. Kiemelt jelentősége volt ezek között a „Feladatok a XXI. századra” (Agenda 21) című átfogó programnak,

amelyet az ENSZ Riói Környezet és Fejlődés című konferenciáján 1992-ben fogadtak el.

A globális környezeti problémák és támogatási területek témáiban az erdők kivétel nélkül jelen vannak, úgymint: – *A biológiai sokféleség megőrzése*, – *éghajlatváltozás veszélyének csökkentése*, – *a vízfolyások védelme*, – *az ózonréteg védelme*, – *a sívatagosodás elleni küzdelem*. Ezekből is következtetni lehet arra, hogy a jelen évszázad folyamán várhatóan tovább növekszik az erdőknek az élővilágban betöltött szerepe és az erdő fájának a nyersanyag ellátásban való részaránya. Kiténik ez az EU-ak az erdő-fa- és papír szektorral kapcsolatos stratégiai céljaiból is, a 2001-ben elfogadott EU Közösség Fenntartható Fejlődés Stratégiájából. Célszerű kiemelni, hogy tovább növelte az erdőknek az élővilágban betöltött súlyát a földi éghajlatra gyakorolt hatásuk. A Földi éghajlatának a szempontjából meghatározó szerepe van a többféle hatást kifejtő növénytakarónak. Közte és az üvegházhatású gázok között jelentős a kapcsolat, a kölcsönhatás. E helyen a szén-dioxid elnyelését emeljük ki, amelyben az erdőknek is egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak. A különböző FAO és egyéb nemzetközi tájékoztatók arra engednek következtetni, hogy az *erdőgazdálkodásnak és az erdészeti kutatásnak változatlanul az egyik fő feladata marad az erdő fenntartható materiális hasznának a biztosítása, miközben az erdő immateriális hasznának, ökológiai szerepének és szolgáltatásainak a jelentősége tovább növekszik*. Kellően nem tudatosult azonban, hogy jelentős ökonómiai háttérrel kell rendelkezni ahhoz, hogy ezt a szerepet az erdők optimális mértékben betölthessék. Az említett szén-dioxid elnyelés kedvező ökológiai hatásán túl ki kell emelni azt is, hogy a fanövedék mértéke, anyagi haszna is közvetve összefüggésbe hozható ezzel, mert a faanyagának mintegy a felét a légkörből származó széndioxid alkotja.

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy erősödik az állásfoglalás, amely szerint az ökonómiai előfeltételek és pozitív eredmények hiányában az erdészeti ökológiai követelmények teljesítése is hiányt szenved. *Meg kell teremteni a kettő harmóniáját*. Sajnos ezen a téren az ezredforduló időszakában nemzetközileg sem kedvező a helyzet, bár egyre inkább tudatosabb válik, hogy a szélsőséges törekvések egyik területen sem járnak kellő eredménnyel. *Joggal kárhoztathatók azok a jelenségek, amelyek az erdőgazdálkodástól a jövedelmezőség irreális mértékét várják el*. A külföldi szakirodalomból is arra lehet következtetni, hogy a magyarországinál számos európai államban nagyobb hangsúlyt kapnak az ökonómiai, jövedelmezőségi kérdések. Tág tere van még a jövedelmezőségnak és a versenyképességnek. Kedvezőbbé teszi a helyzetet az, hogy az előző évszázadban az ökológiai tartamosság, a biodiverzitás, az erdőgazdálkodás fenntartható fejlődése széles körben „polgárjogot nyert”. Ezek egyidejű érvényesítése a 21. század kiemelt feladata. Az ökonómiai vonatkozású erdészeti célkitűzések súlyát is ezek figyelembevételével kell már értelmezni. Kiténik ez az erdészeti Szektor EU stratégiájának céljaiból, amelyek a következők:

- Innovatív termékek előállításának a megváltozott piaci és konzum igények figyelembe vételével.
- Intelligens és hatékony termelési eljárások kidolgozása és alkalmazása csökkentett energia felhasználással.

- A biomaszra hasznosításának bővítése és új termékek gyártására, valamint energiatermelésre való felhasználása.
- Az erdészeti erőforrásokkal szemben támasztott több funkciós igények kielégítése és a velük való fenntartható gazdálkodás.
- Az erdő-fa és papír szektor helye a társadalmi perspektívában.

A felsorolt célok teljesítésével együtt járt és együtt kell, hogy járjon az erdő- és fagazdaságban egy olyan jelentős szemléletváltással, amely tudományosan megalapozott, amely hosszabb távon hatással van az ágazatra. Mindenkor ügyelni kell azonban arra, hogy bármilyen változást tapasztalunk vagy eszközölünk, a változások és változtatások hatását tudományosan bizonyítani kell. A különböző feltevéseknek, előzetes elképzeléseknek bármilyen úton való publikálásakor erre rá kell mutatni!

SEZMLÉLETVÁLTÁS AZ EZREDFORDULÓN

A harmadik évezred kezdetére a Föld erdeinek szerepe és erdőgazdálkodásának módja jelentősen változott. Ez a változás kontinensenként számottevő különbségeket mutat. Ennek ellenére **több** olyan szemléletbeli azonosság is kimutatható, amely az egész földre és a korábbi időszakokra is vonatkozik.

Az élő fa „megtermelése”, az erdőből való faanyaggyerés minden időben alapvető cél volt, bár az erdő fája az egyes történelmi időszakokban különböző célokat szolgált. Ez érthető. A fa és a faállomány nélkül az erdő nem képes rendeltetésének megfelelni, a vele szemben támasztott változó igényeket kielégíteni. Számos előrejelzés szerint – amint már szó volt róla – a fának, megújítható nyersanyagként és energiahordozóként, Európában anyagi bázisként is a jövőben az eddigieknél nagyobb lesz várhatóan a gazdasági életben betöltött szerepe. A fatermesztés jelentősége nem, súlya azonban a 21. század kezdetére az erdők rendeltetését tekintve megváltozott, ami jelentős szemléletváltással járt együtt. A védelmi és a szociális, a jóléti funkciók után a harmadik helyre került. Ez természetesen nem járhatott együtt – miként számosan értelmezik – az erdő fatermesztésének a leértékelésével. Sajnálatos, hogy napjainkban még az erdészeti szakkörökben is néhányan – az erdészethez nem tartozók közül többben – az erdő faállományát, a faállomány nevelését nem sorolják már elsőrendű erdészeti feladatok közé. A magára hagyott erdő „kultusza” terjedőben van. Pillanatnyilag ez a legolcsóbb erdőgazdálkodási „semmittevés”, amit „fals” szemléletváltásnak kell tekintenünk. Az esetleg még fellelhető „öserdő”-maradványokat természetesen meg kell őrizni! Ezek kutatása számos kérdésben nyújthat eligazítást. Ennek ellenére nem reális az a lehetetlen törekvés, hogy újabb öserdőket hozzunk létre. Az erdőrezervátumok kialakítása nem jelent öserdő létesítést! Annál inkább az erdőkben lejátszódó természetes folyamatok kutatását. *Muzsnay G.* a székelyföldi öserdőket 1898-ban a következők szerint jellemezte: “Bármerre tekintünk, mindenütt csak a természet rombolása és egyúttal teremtő munkája, a fák egymással és az elemekkel való szüntelen küzdelme látható.... Unokák és dédunokák várják a 300–400 éves törzsek kidőlését, ha kidültek, legott új élet kél a régi romjain”.

Az 1960-as évek elején kezdtük az ERTI- ben a hosszúlejárátú erdőnevelési és fa-termési kísérleteket az egész országra kiterjedően. Ennek eredményekén már több helyen rendelkezünk olyan 1 ha-os „kontroll” parcellákkal, amelyek az emberi beavatkozástól „mentes” erdő „rémképét”(?) tárják az érdeklődők elé. A faállomány az erdő meghatározó része, amelyet a kísérletek bizonyossága szerint is gondolni, ápolni kell a jelenben és a jövőben egyaránt! Ez a szemléletet (álláspontot) sokan nem tekintik irányadónak. Könnyű arra rávenni az erdőgazdálkodók egy részét, hogy ne végezzen el erdejében költség és munkaigényes feladatokat. Természetesen felújított fiatal elegyes erdők számos helyen, így Magyarországon is tanúskodnak erről. Az elszaporodott „nem kívánatos növények, fafajok” sokaságától megdöbbenve most már kárhozzátják az el nem távolított invazív növényeket azok is, akik ezt korábban előre nem látták és az erdők magára hagyását indokolatlan mértékben szorgalmazzák(ták). *Fel-mérhetetlen a felelőssége azoknak, akik az erdők ápolását, nevelését mellőzni óhajtják.* A helyenként kialakulóban vagy terjedőben lévő kedvezőtlen helyzetre megtalálják sajátos magyarázatukat és a felelősség áthárításának szakmailag el nem fogadható indokait.

A fa életében és a kitermelése után egyaránt szolgálja az élővilágot, az emberi-seget. Ritkán hangsúlyozzák, hogy a fa környezetbarát nyersanyag, minőségét és növekedését a természeti törvényeket betartó emberi beavatkozással szabályozni, javítani lehet. Az üvegház hatású gázok csökkentését illető törekvések között joggal hangoztatjuk, hogy a faanyagok mintegy a felét a levegő széndioxid tartalmából nyert carbon alkotja. Abban az esetben, ha az erdő fája az emberi beavatkozás (ápolás) hiányában lábon szárad, lebomlása folyamán az egykor elnyelt széndioxid ismét szennyezi a levegőt. Az eddigiekben ezért is többször hangsúlyoztuk, hogy 21. században tovább nő az élő fának, a faanyagnak is a szerepe a Földön. Kedvezőnek mondható az is, hogy a fa ára az évszázad első évtizedében várhatóan robbanásszerűen növekszik. Ez kedvez a belterjes erdőgazdálkodásnak és fékezi a fapazarlást, de ösztönzőleg ha a túlzott mértékű fakitermelésekre is. Számolni kell tehát a fa iránti kereslet növekedésével és az erdőgazdálkodásban a fatermesztés szerepének az ismételt növekedésével. Ez a növekedés azonban nem történhet másként mint a természeti törvények figyelembevételével, szigorú betartásával.

KONFLIKTUSOK ÉS FELOLDÁSUK A LEGÚJABB KOR ERDŐGAZDÁLKODÁSÁBAN A SZEMLELÉTVÁLTÁS NYOMÁN

Az előbbieken vázlatosan felsorolt „erdőtörténeti folyamat”, – amelynek során az erdőkép és az erdők rendeltetése, sőt a fatermesztési cél is jelentősen változott – a különböző szakterületek és a civil szervezetek körében számos konfliktus, véleményeltérés forrásává vált. Elegendő, ha az új- és a legújabb kori erdészeti politikára, stratégiai irányelvekre, termelési eljárásokra és törekvésekre utalunk. Az erdők tudományosan megalapozott létesítésének, ápolásának és nevelésének eredményeként, az erdészeti termőhely feltárás, az állományalkotó fafajok termőhely igényének meghatározása és gyakorlati bevezetése révén napjainkra sikerült a Föld jelentős részén az erdöket magas hozamú (produktivitású) erdökké alakítani. Ez a folyamat egy fél évszázadot

meghaladó időszak alatt, főleg a második világháború után ment végbe. Nemzetközi és hazai viszonylatban az erdész szakemberek, kutatók úgyszólván maradéktalanul egyetértettek vele és részt vettek a megvalósításában. Ennek is köszönhető, hogy jelentősen növekedett az erdők fatermésének mennyisége és javult a megtermelt fa minősége. Mire ez Európában és hazánkban megtörtént, újabb irányelvek és célok: az ökológiai tartamosság, az erdei ökoszisztémákban való gondolkodás, a biodiverzitás, az egész élővilág védelme is előtérbe került, bár eddig sem volt ismeretlen, amint ez a különböző szakmai utasításokból, törvényekből is kitűnik. A nagy produktivitású erdők létesítése újabban már nemzetközileg is ritkán szerepelt a központi feladatok között. A fa energia célú és újabb területeken való felhasználásának jelentős növekedésével számottevő változások lehetségesek és várhatók ezen a téren is.

A különböző – főleg az erdők fatermésének értékelését illető – változások okai közé sorolható, hogy az erdészethez kapcsolódó más tudományterületek képviselői: biológusok, ökológusok stb. esetenként egyoldalúan, például botanikai, ornitológiai vagy más szempontok alapján értékelték és értékelik az erdőgazdálkodást, amelynek megalapozásában és szakszerűségének eldöntésében az erdészeti kutatás szerepe az irányadó. A sokoldalú kölcsönhatás következtében az ezredfordulóra jellemzővé vált az erdészetben egy jelentős szemléletváltás, amely érintette az erdőgazdálkodás biológiai, technikai és ökonómiai vonatkozásait egyaránt. Sajnálatos, hogy ezzel egy időben a helyesen értelmezett és alkalmazott tudományterületi interdiszciplinaritás, a különböző tudományos eredmények gyakorlati vonatkozású szintézise, kellő mértékben nem érvényesült. Még napjainkban is ez jellemzi esetenként a különböző vitákat és az erdőgazdálkodás aktuális, valamint hosszú távú feladatainak a meghatározását. Az említett szemléletváltás tartalmilag nemzetközileg sem mindenben egységes. Ennek ellenére el kell fogadni azt, hogy a második világháború befejezése óta érlelődik a Föld erdeinek a szerepét, megőrzését és fejlesztését illető közös gondolkodás, amely természetesen magába foglalja az adott kontinensek helyi viszonyai által indokolható különbözőségeit is. A kialakult konfliktusok feloldásának előfeltétele a vitatott kérdéseknek tudományosan megalapozott értelmezése, amely legtöbb esetben széles körű kutatás, kísérletezés útján oldható meg. Az erdészetben ezek a kutatások rendkívül időigényesek, hosszú távra és a témák sokaságára kell, hogy kiterjedjenek.

NEMZETKÖZI VÁLTOZÁSOK A MÁSODIK VILÁGHÁBORÚ UTÁN, MINT, A 21. SZÁZADI VÁLTOZÁSOK ELŐFUTÁRAI

A második világháborút követően a világ, elsősorban Európa fáinsége rendkívüli mértékben megnőtt. Az öreg Kontinens erdeinek jelentős részén a háború miatt súlyos károk keletkeztek. Ennek köszönhetően az erdészeti kutatás és gyakorlat fő feladata a háborús károk felszámolása után az erdők produktivitásának, fatermésének a növelése volt. Ezért a kutatási témák között kiemelt szerepet kapott Európa szerte a gyorsan növő fafajok termesztése (nemesnyárok, akác, fenyők), az intenzív erdőművelési eljárások kidolgozása és egyúttal a termelés racionalizálása. Ez szinte az egész kontinensen sikerült. Szakirodalmi források, tudományos rendezvények sokasága is tanúsítja, hogy az egyes országok miként törekedtek erdeik fatermését növelni, erdő területüket

új erdőtelepítésekkel gyarapítani. Ausztria, Németország, Anglia, Spanyolország, Írország és más államok – közöttük Magyarország – tudósításai, a tudományos szakfolyóiratokban megjelent tanulmányok, egyaránt büszkén adtak számot már a fatermesztésben és a faellátásban elért kezdeti sikerekről. Ezek a sikerek helyenként az erdészetben elérhető gazdasági eredmények túl értékeléséhez vezettek. Sokan és sokszor megfellejtkeztek arról, hogy az erdészeti termelés eredményeit nem lehet a jövedelem hajszolás jegyében vég nélkül növelni. A szakemberek többsége már a 18., 19. században kiállt az erdők megőrzése, tartamos fenntartása, az erdőgazdálkodás hosszú távú céljainak megfogalmazása, és jövedelmezőségének folyamatossá tétele mellett.

A 20. században a *fenntartható fejlődés* gondolata úgyszólván az egész Földön kedvezően új helyzetet teremtett és erősítette az erdészetben két évszázada polgárjogot nyert tartamosság eszméjét. Az egész élővilágra nézve létfontosságúak voltak a biodiverzitás megőrzésére vonatkozó állásfoglalások. Többek között az EU tagállamok 2001-ben fogalmazták meg azt a célt, amely szerint 2010 ig drasztikusan meg kell gátolni az ökoszisztémák, a fajok és a gének területén a biológiai sokféleség további csökkenését. Az IUCN által közzétett adatok szerint több, mint 16 ezer állat és növényfajt a kipusztulás veszélyeztetet. Az ide vonatkozó kutatások eredményei szerint a biológiai sokféleség az előfeltétele az ökoszisztémák számtalan teljesítményének, többek között a víz körforgalom, a klíma szabályozásának és még sok minden másnak. A biológiai sokféleség drámai csökkenését főleg a második világháború után az élőhelyek leromlása vagy tönkretétele okozta. Az EU részéről az első igazán konkrét lépést a probléma megoldása érdekében a magas ökológiai értékű „Natura 2000” területek kiválasztása jelentette. A biológiai sokféleség veszteségeinek megakadályozására az EU akcióterv négy területet jelölt meg:

- A tagállamok törekedjenek mindenek előtt a Natura 2000 keretében a biológiai sokféleség mintaszerű megőrzésére, helyreállítására.
- Meg kell akadályozni a trópusi esőerdők további irtását.
- A Kyotói egyezmény alapján csökkenteni kell az üvegházhatású gázok kibocsátását és ezáltal a kedvezőtlen klímaváltozást.
- A tudományos kutatás bővítése útján növelni kell a biológiai sokféleséggel kapcsolatos ismereteket.

A szakemberek a felsorolt célok teljesítését szkeptikusan szemlélik. Az ipari államok évtizedek óta rablógazdálkodás szerűen túlfogyasztják adottságaikat. A szükséges intézkedések régóta ismertek. Az eddigi eredménytelenségek láttán *a továbbiakban elsősorban már nem akció tervekre, hanem határozott, konkrét intézkedésekre van szükség.*

Közben a megtermelt fa feldolgozása, hasznosítása, a faipar fejlesztése lehetővé tette a korábban értéktelenebbnek, vagy nem hasznosított fa részek felhasználását (fakompozitok, farostlemez, faforgácslap stb.). Ezért is vált lehetővé, hogy az ezredforduló időszakában Európa számos országában bőségesebb lett a fa és a fatermékekkel való ellátás. A korábbi fa-takarékossági törekvések helyébe egy időre a fafelhasználás mértékének a növelése lépett. Több európai országban jelszóvá vált: „Faanyagot használni mindenhová, ahol ez gazdaságosan lehetséges”. A műanyagokkal szennye-

zett világban felismerték, hogy „*a fa környezetbarát, sokoldalúan hasznosítható nyersanyag*”, amelynek a megmunkálása viszonylag kevés energiát igényel. Végeredményben a faipar fejlesztése közvetetten hozzájárult az erdőgazdálkodás jövedelmezőségéhez is. Sokan hangoztatták, hogy korszerű faipar nélkül aligha lehet korszerű erdőgazdálkodást folytatni. A 21. század kezdetére új helyzetet teremtett a fáhasznosításban a világ méretű energiaválság, amely ismét ráirányította a figyelmet a fában rejlő energiára. A háztartások hagyományos tűzifa felhasználásán túl nagyobb kapacitású erőművek kezdtek el fával helyettesíteni a dráguló fosszilis energia hordozókat. A biomassza iránti növekvő keresletből arra lehet következtetni, hogy a jövőben az erdők tartamos fatermése újra a társadalmi igények központi kérdése lesz. Várhatóan megváltozik az itt-ott kinyilvánított társadalmi vélemény, amely szerint az erdész fagyilkos. Az erdészeti kutatás témái között is várható változás, mert az utóbbi időszakban az erdőpusztulás, a klímaváltozás és a tájépítés mellett az erdészeti fatermeszteséssel kapcsolatos kutatások háttérbe szorultak.

A fa iránti kereslet növekedése a 21. század első évtizedében a faárak emelkedésével járt, amely a fa energia célú hasznosítása nyomán várhatóan a jövőben tovább folytatódik. Európa számos országában mintegy 30%-al nőtt a fa ára meghaladva az olaj és a földgáz árának a növekedését is. Az áremelkedés megfékezése miatt szorgalmazzák a fakitermelés növelését. Az erdészeti ökonómiai tényezők egy átmeneti mélypont után ennek következtében ismételen kedvezően kezdenek alakulni. A faárak pozitív irányú változása elősegítette az erdőgazdálkodásban az ökológiai követelmények teljesítését is. Lehetővé vált, hogy a tartamos (fenntartható) erdőgazdálkodás céljai a korábbi, esetenként túlzott mértékű, jövedelem centrikusság mérséklésével az ökológiai tényezők kedvező fenntartását illető törekvésekkel bővültek. Mindez jó irányban kezd hatni a Föld erdeinek stabilitására akkor, amikor a civilizációs ártalmak, a kedvezőtlen környezeti hatások (légszennyezés stb.) egyre nagyobb mértékben károsították az erdők élővilágát.

Újszerű erdőpusztulások jelentek meg a Föld különböző részein. Ezek sokkolták az erdészettudomány művelőit és a gyakorlati szakembereket egyaránt. A téma az erdészeti kutatás központi kérdései közé került. Európában létrehozták a nemzetközi erdővédelmi mérő és figyelő hálózatot. Ennek köszönhetően folyamatosan nyomon követhető az erdők egészségi állapotának változása. A szegénységgel és fahiánnyal küzdő kontinenseken ezzel egy időben nőtt a meglévő erdők kizsarolása. Az erdőterület főleg a trópusokon évente 10 millió ha-t meghaladó mértékben csökkent. Örvendetes viszont, hogy Európában és Ázsia egyes területein jelentős új erdőtelepítések valósultak meg. Ebben Magyarország nemzetközi viszonylatban is élen járt, amelynek bizonyossága az ezredfordulót megelőző fél évszázad alatt létesített 600 ezer ha új erdő.

Az erdőkkel szemben támasztott társadalmi igények, valamint az erdészeti kutatás új eredményeinek és az erdőgazdasági gyakorlat követelményeinek a *változásszámtottevően módosította az erdészeti szakoktatás, főleg a felsőoktatás feladatait is*. Ennek egyik jele, hogy az európai egyetemeken az erdészeti fakultások lassanként kivételnek számítanak. A világ, a világ erdészeie jelentős átalakuláson ment és megy át, a tudományos ismeretek bővülése a szakismeretek oktatásának a reformját indokolta. A folyamat az 1960-as, 70-es években az egyetemek jelentős átszervezésével kez-

dődött. Az 1980-as, 1990-es években a fatermesztés oktatása jelentősen csökkent. A változások valószínűleg a TU München keretében voltak a legkifejezőbbek, ahol a klasszikus agrártudományoktól eltekintve kisebb oktatási egységeket alakítottak ki. A német nyelvterületen, amellyel a magyar felsőoktatásnak is évszázados gyümölcsöző kapcsolatai vannak, az ezredforduló időszakában a következő variációk alakultak ki: Göttingenben még klasszikus erdészeti fakultás működik 14 Ordinariátussal, Freiburgban Erdészeti- és Környezettudományi fakultást hoztak létre, míg a TU-Dresdennek Tharandtban Erdő-, Föld- és Víz tudományi Fakultása van. A Boku Bécs nem rendelkezik fakultási szervezettel, az erdészeti témákat 7 Ordinariátus oktatja. Az ETH Zürichben pedig nincsen erdészettudományi képzés. Az egyetemi reform 2002-ben az osztrák egyetemeket teljesen átalakította. Így történt ez a többi európai országban, hazánkban is. Magyarországon a felsőoktatási reform napjainkban is élénk vita tárgya. Ez vonatkozik a NYME-en az erdő, a vad és a környezettudományi szakokra, amelyek együtt képeznek Sopronban egy egyetemi kart. Ennek a karnak is sajátos a felépítése, az Intézetek, Tanszékek, és főleg az oktatott tantárgyak sokasága jelzi azt, hogy az utóbbi évtizedekben a tudományterületen jelentős volt az ismeretek bővülése. Kérdéses lehet az is, hogy az egykor oktatott tantárgyakat, mint például az erdőművelést, célszerű-e újabban 4–5 tantárgyra osztva oktatni. A jövő nem tűnik jelenleg túl kedvezőnek. A kétszintes oktatás (BSc, MSc) kialakulóban van. A tapasztalatok nyomán van némi (vitatható) remény a 21. századnak megfelelő korszerűsítésre. Ezzel a témával érdemes külön is foglalkozni. E helyen csak vázlatát kívántuk nyújtani egyes jellemző oktatási kérdések, témák változásának, amelyek az erdészettudománnyal szervesen összefüggnek és az erdőgazdálkodás jövőjét is érintik.

A Kárpát medencei erdőkkel, valamint az itt folyó vadgazdálkodással az Erdészeti Kutatások következő számában (II.) foglalkozunk.

TARTAMOS GAZDÁLKODÁS AZ ERDŐVEL, MINT TERMÉSZETI ERŐFORRÁSSAL

FÜHRER ERNŐ¹

BEVEZETÉS

Az erdő a természetes állapothoz közel álló, olyan kiegyensúlyozott rendszer, olyan ökoszisztéma, melyben a környezeti tényezők és a növény-, valamint állattársulások között sokoldalú kölcsönhatások érvényesülnek. Természetes környezetünk egyik meghatározó eleme, és mára, a több ezer éves emberi civilizáció fejlődése révén kialakult kultúrtáj szerves részévé vált. Jelentőségét e tekintetben nagy, Magyarországon mintegy 20%-os területi elterjedése, és az a tény bizonyítja, hogy a legtöbb természetesnek tekinthető, sok esetben egyedüli és ritkaságnak számító élőhely csak erdőben fordul elő.

Az erdőben végzett emberi beavatkozásoknak ökológiai szempontból két alapvető típusa van. Az egyik tevékenység során az erdő javait az ember anélkül vette igénybe, hogy azok megújulásáról gondoskodott volna. Ezért az erdőben fellelhető táplálék, továbbá az állati almozásra kitűnően alkalmas avartakaró, valamint a tűzi- és épületfa túlzott mértékű gyűjtése az erdei termőhely elszegényedéséhez és degradációjához vezetett. Meglepő módon mindez a növények (fajok) és élőhelyeik gazdagodását eredményezte, hiszen igen ritka és szép növények élnek az ilyen termőhelyeken (pl. a mészkő- vagy dolomit kopárok stb.).

A 19. században az emberi igények növekedése az erdő materiális javainak tudatos előállítását, azaz termesztését igényelte. A szakszerű és tervszerű erdőgazdálkodás bevezetése, valamint a tartamosság elvének érvényesítése a kedvezőtlen ökológiai folyamatokat később megállította és stabilizálta az erdei termőhelyek termőképességét.

A 20. század második felétől napjainkig a természettudományi ismeretek robbanásszerű bővülésével először maga a tudomány, majd pedig a társadalom szereplői is felismerték az erdőnek a természet háztartásában betöltött ökológiai (CO₂-megkötés és -tárolás stb.) jelentőségét. Az erdő azonkívül, hogy munkahelyeket teremtve megújítható nyersanyagot és környezetbarát termékeket szolgáltat, fontos, elsősorban talaj- és vízvédelmi szerepet játszik, élettere ritka növény- és állatfajoknak, alapja a biológiai sokféleség megőrzésének és létével javítja az ember általános közérzetét, egészségét. Ezért nem véletlen, hogy ma, amikor földünkön még mindig, egy magyarországnyi területnek megfelelő erdő pusztul el évente, a civilizált világ elsőrendű feladatának tekinti az erdőnek, mint természeti erőforrásnak a fenntartását, bővítését és életközösségként stabilitása megőrzését.

¹ Erdészeti Tudományos Intézet, fuhrere@erti.hu

AZ ERDŐ KÖRNYEZETKÍMÉLŐ MŰVELÉSI ÁG, A FA MEGÚJÍTHATÓ NYERSANYAG

Az utóbbi években gyakran éri negatív vélemény az erdész tevékenységét, az erdőgazdálkodást, holott a termőföld legtermészetesebb, legkörnyezetkímélőbb művelési formája az erdővel történő hasznosítás. Az erdő jelenléte, legyen az természetközeli-, származék- vagy kultúrerdő, ökológiai szempontból mindenképpen előnyt jelent az intenzíven kezelt mezőgazdasági termőföld-hasznosítás, vagy még inkább más infrastruktúra (ipar, közlekedés stb.) által elfoglalt területhasznosításhoz képest.

Mindezt alátámasztja az, hogy:

- Az erdész igen szigorúan veszi számításba a természeti tényezőket, azaz az ökológiai adottságokat. Így céljainak eléréséhez mind az erdőfelújításokban, mind pedig az erdőtelepítésekben a termőhelynek megfelelő, azt optimálisan hasznosító fafajok kiválasztása a kiindulási alap. Az erdészeti gyakorlatban alkalmazott termőhelyértékelő rendszer számba veszi a klíma-, a talaj- és a hidrológiai viszonyokat, mely tényezők önállóan is megújítható természeti erőforrásnak tekinthetők. A tartamos erdőgazdálkodás egyben garantálja ezek tudatos megőrzését és fenntartását.
- Az erdei fák nagy többsége – összehasonlítva a mezőgazdasági és kertészeti kultúrnövényekkel –, a nemesítés által még mindig érintetlennek tekinthető. A nemesnyarak kivételével, az intenzíven kezelt ún. kultúrerdők is genetikai szempontból alig befolyásolt populációk, hiszen részben természetesen (akác) vagy mageredetű szaporítóanyag alkalmazásával (fenyők) mesterségesen felújíthatók. A természetes genetikai erőforrások éppen az erdei populációk révén állnak ma a nemesítés számára rendelkezésre.
- A mezőgazdaságban legtöbbször egy növényfajtaival, tiszta monokultúrában folyik a gazdálkodás. Valamennyi beavatkozás ennek fenntartását és a konkurens fajok eltávolítását szolgálja. Ezzel szemben erdőben különböző fajokat elegyíthetnek, hasznosítva az ebből adódó ökológiai (biodiverzitás növelése) és ökonomiai (jó minőségű és értékes faanyag) előnyöket. A tisztítások és gyérítések a kevésbé konkurens elegyfajok megsegítését is szolgálhatják, egy többszintű és fajban gazdagabb erdőkép kialakítása érdekében. Sajnos, a beerdősítendő területek gyenge termőképességűek, ezért rajtuk csak monokultúrák képesek fejlődni. A ma meglévő, egykor, zömében nem erdőterületen mesterségesen létesített, sokszor kritizált elegyetlen tű- és lomblevelű erdők is, általában gyenge termőképességű termőhelyek beerdősítésével keletkeztek. Tájji szinten azonban, ezen erdők a biológiai sokféleség bővítését messze-menőikig szolgálják.
- Peszticidek és műtrágyák használata mind a védett, mind pedig a gazdasági erdőkben szinte teljesen megszűnt. A biotikus károsítók elleni vegyszeres védekezés is csak ott történhet, ahol már a károsítók tömeges fellépésének megakadályozásában a biológiai módszerek alkalmazása nem segít.
- Ellentétben a mezőgazdasággal, ahol a termés betakarítása évente történik, erdőben sokkal ritkább és mértékét tekintve gyengébb a beavatkozás. Nevelés (tisztítás, gyérítés) céljából történő beavatkozásra 15–20 évenként, a végleges betakarításra (véghasználat), azaz véghasználatokra pedig 40–150 évenként kerül sor.

- Végül a természetes biológiai folyamatokat messzemenőig figyelembe vevő erdőművelés, csak kevés energetikai-bevitelt jelent az ökoszisztémába. A kitermelt faanyaggal a benne tárolt szervesanyag ugyan kikerül az erdőből, de a tápanyagokban gazdag levelek, ágak és a gyökérzet az erdőben és annak természetes anyagforgalmában marad. Ezért a gazdasági erdőben sincs külső tápanyag-utánpótlásra szükség, az anyagforgalom saját erőből, természetes úton képes megújulni, és a megtermelt szervesanyag egy része hasznosítható fatermékként a lakosság javát szolgálni

Az erdészek szakmai meggyőződése, hogy a természeti törvények ellenében tartamosan gazdálkodni nem lehet. Az erdőt, mint természeti erőforrást hosszú távon csak akkor lehet rentábilisan fenntartani, ha a mezőgazdasági növényekhez képest igen lassan növő fát, extenzív módon, kevés energia-ráfordítással, az ökológiai adottságoktól függő termőképességet optimálisan hasznosítva termeljük meg.

AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS TÖBBCÉLÚ FELADATAI

Az erdőgazdálkodás sokrétű szerepet játszik a társadalom és az egyén életében egyaránt. Az erdő nyújtotta materiális javak és szolgáltatások, valamint a védelmi és közjóléti funkciók tartamos hasznosítása mással nem helyettesíthető és ezért nem is nélkülözhető a nemzetgazdaság számára.

A termelési funkciók:

- ✦ a nemzetgazdaság faalapanyaggal való ellátása;
- ✦ az erdőtulajdonosok és -gazdálkodók megélhetését biztosító anyagi feltételek (jövedelem) megteremtése;
- ✦ fatermékek előállítás;
- ✦ munkahelyek biztosítása az erdő és faipar, a hozzájuk szorosan kapcsolódó szállítás és idegenforgalom területén.

A védelmi funkciók:

- ✦ természetes vízkészletek védelme (mennyiség és minőség, lefolyás-szabályozás/árvízvédelem),
- ✦ talajvédelem (termőerő-fenntartás, víz- és szélerózió),
- ✦ lokális és regionális klímavédelem;
- ✦ biotóp- és fajvédelem (állat- és növényfajok életterének és fajgazdagságának védelme);
- ✦ a táj tájképi- és természetes szerkezetének megőrzése (esztétika és sokfélelenség, beleértve az erdei ökoszisztémák területi eloszlását és strukturáját).

Jóléti, szociális funkció:

- ✦ egészségmegőrző és pihenést, kikapcsolódást nyújtó szolgáltatások.

Az említett tulajdonosi és társadalmi célokból levezethető **az erdőgazdálkodás mai és jövőbeni cselekvési programja. Ennek központjában az ember által természetközeli módon kezelt erdő és a stabil erdei ökoszisztéma fenntartása áll.**

Az erdőnek, mint természeti erőforrásnak a fenntartását a többcélú erdőgazdálkodás szolgálja. Ez egy olyan modell megvalósítását tűzi ki, **mely szerint az erdő valamennyi funkciója (termelés, védelem, üdülés) alapvetően egyenrangú és egyenértékű az összes erdőterületen.** Ma még, némely esetben valamelyik funkció nagyobb hangsúlyt kap, mint a másik. A jövőben viszont egy olyan modellt lesz célszerű használni, amely tekintettel a sokrétű és egy időben érvényesülő igényre az erdőt nem osztja fel területileg gazdasági és védelmi rendeltetésű erdőre.

Természetesen a többcélú erdőgazdálkodás modelljében különböző szinteken, eltérő minőségben jelennek meg konfliktusok (privát és társadalmi érdekkülönbözés), melyek feloldására lehetőség nyílik a hosszú, közép és rövid távú tervezésen (erdő- és üzemervek) keresztül.

A 21. SZÁZAD ERDŐGAZDÁLKODÁSÁNAK ALAPJAI

Az erdőgazdálkodás jövőjének helyes megítéléséhez célszerű a múlt rövid felidézése. A szakszerű erdőgazdálkodás, mint az erdő anyagi javainak tartamos és tervszerű használata a 19. század elején kezdődött el Magyarországon. Az ember felismerte, hogy a növekvő igények teljesítése az erdő kiéléséhez vezet, mind az erdei legeltetés és alomgyűjtés, mind pedig a túlzó és mértéktelen fakitermelés révén. Az említett tevékenységek megszüntetése, ill. korlátozása eredményezte később, hogy az erdő az emberi beavatkozás, a szakszerű és tervszerű erdőművelés hatására a táj szerves és fontos elemévé vált. A 20. században bevezetett erdőtörvények és rendeletek tartalmazták már azokat az **alapelveket, amelyek megteremtették az erdőgazdálkodásban, mint gazdasági ágazatban talán először, az ökonómia és ökológia egyensúlyát.** Az erdőgazdálkodás alapjai a következők:

Tartamosság elve

Eredetileg ez a fogalom fakitermelésnek és erdőterületnek a tartamos fenntartására vonatkozott. Később kiterjesztették az erdő valamennyi materiális és immateriális szolgáltatására, majd pedig az erdőnek, mint ökoszisztémának a kedvezőtlen környezeti és emberi behatásoktól való tartós védelmére.

Az erdészeti tartamosság fogalmának továbbfejlesztését jelentette a fenntartható fejlődés Riói **Környezeti Konferencián** (1992.) történő elfogadása. Az európai erdőgazdálkodás számára pedig a Helsinkiben az **Európai Erdők Védelme** érdekében megtartott miniszteri konferencián (1993.) az alábbi nemzetközi definíció ad a jövőre vonatkozóan iránymutatást: „**tartamos erdőgazdálkodás az erdők területének és javainak oly módon és mértékben történő hasznosítása, mely mellett fennmarad a biológiai sokféleség, a produktivitás, a felújulóképesség, a vitalitás és az a képesség, amivel a jelenben és a jövőben egyaránt teljesülnek a legfontosabb ökológiai, gazdasági és szociális funkciók anélkül, hogy más ökoszisztémákban kár keletkezne**”

Vagyis az erdőgazdálkodásnak több célt kell egyidejűleg teljesítenie. Igen fontos a termelési funkciója, elsősorban a fanyersanyag tartamos megtermelése, melyből továbbfeldolgozás után hasznos és nem nélkülözhető termékek sokaságát állítják elő. Ezen túlmenően az erdőgazdálkodás jóléti, védelmi és rekreációs szerepe egyre nagyobb jelentőséggel bír.

Fahasznosítás

A fának, mint megújítható nyersanyagnak különböző célokra való alkalmazása a tartamosság elvének érvényesítését messzemenőig szolgálja akkor, ha

- ✦ a fa nem megújítható nyersanyagokat helyettesít (pl. szén, olaj stb.),
- ✦ vagy olyan termékeket állítanak elő belőle, melyek nem megújítható nyersanyagok felhasználásával készülnek (pl. fém vagy műanyag helyett az építő- és bútoriparban).

Mindehhez előfeltétel még az is, hogy *nem szabad több fát az erdőből egy adott időszak alatt kitermelni, mint amennyi ott növekszik*, vagyis az erdő regenerációs képességét az igénybevételek nem léphetik túl.

A fa felhasználása csökkenti a CO₂ kibocsátás mértékét. Ezen pozitív hatás a következő okokra vezethető vissza:

- ✦ azok a fatermékek, melyek hosszabb időre beépítésre vagy egyéb felhasználásra kerülnek a szenet tárolják és időlegesen kivonják a forgalomból;
- ✦ a CO₂-kibocsátás csökken, ha a fa olyan termékeket helyettesít, melyek előállításához és alkalmazásához nagyobb energiaráfordítást igényel;
- ✦ a fosszilis energiahordozók elégetésével az évmilliók során a földkéregbe: megkötött szén szabadabbá válik. A tartamosan megtermelt fa elégetése azonban a CO₂-mérleg szempontjából semleges, hiszen ugyanannyi CO₂ szabadul fel a fából, mint amennyit a fotoszintézis során megkötött;
- ✦ a fotoszintézis révén a fa, szervesanyagában megköti és ott, hosszú ideig tárolja a szenet. Amíg az ember által érintetlen (kezeletlen) erdőben a lekötött és az élőlények légzése során felszabadult szén egyensúlyban van, addig a szakszerűen kezelt erdőben a véghasználati kor alatt több szén kötődik le, mint amennyi felszabadul.

Az erdőtelepítések a mezőgazdaságilag rentábilisan nem hasznosítható területeken ugyancsak a CO₂ biomaszában történő tartós lekötését jelenti.

Magyarországon a légkörből, a fahasznosításon keresztül mintegy 2,1 millió tonna szén, tartós megkötésére kerül sor évente. Ez kb. 8–9%-a az éves szénkibocsátásnak. A megkötött szén 60%-a az erdők élőfa-készletében, 40%-a pedig a tartós faipari termékek anyagában raktározódik el rövidebb-hosszabb ideig. Ez az effektus különösen nagy jelentőségű akkor, amikor Magyarországon, mint ahogy a világ számos országában, a klímaváltozás mérséklése érdekében a széndioxid kibocsátás csökkentése társadalmi és politikai törekvés egyaránt.

Az erdőkben évenként képződött szervesanyag kitermelése jelenleg csak 75%-os. Ez átmenetileg az élőfakészletben többlet szénlekötést eredményez. A fakitermelések időbeni elnyújtása azonban a faanyag minőségi romlásához vezet, ennek következtében pedig, a hazai alapanyagból előállított tartós fatermekekben megtestesülő szénlekötés és hozzáadott értéknövelés csorbat szenved. Mindez, finánciális szempontból kritikus helyzetet teremthet az erdőgazdálkodóknak

Védelmi és rekreációs funkció

Magyarország területét eredendően 40–45%-ban borították egykoron összefüggő, zárt erdők. Ezek a talaj- és vízvédelmi, valamint a klímakiégnyelítő hatást éppúgy teljesítették, mint a jelenlegi, szakszerűen kezelt erdők. Erdőgazdálkodással e hatást növelni csak ott lehet, ahol céltudatosan a termőföld termőképességének (futóhomok-megkötés, kopárfásítás, vizlefolyás-szabályozás stb.) megőrzése érdekében erdősítést végeznek. Az erdőben kialakult fény-, hő- és nedvesség-viszonyok, továbbá speciális tápanyag-készletek nagyon sok élőlénynek biztosítják az életfeltételeket, így sok növény- és állatfaj fennmaradása kizárólag az erdő létének köszönhető.

A változatos tájszerkezet és a sokszínű tájkép kialakításában az erdőnek igen nagy szerepe van. Mindez, és a hozzá szorosan kapcsolódó esztétikai hatás, erősíti az erdő rekreációs funkcióját, melynek érvényesülése, már nagymértékben függ az erdőgazdálkodás mikéntjétől.

Hangsúlyozni kell, hogy a rövid távú gazdasági előnyöket szem előtt tartó erdőgazdálkodás ronthatja az erdő védelmi és rekreációs szerepét. A nagy területen végrehajtott tarvágás, vagy kezeletlen fenyves és nyaras monokultúrák jó példaként szolgálnak erre.

Természetközeli erdőgazdálkodás

A természetközeli erdőgazdálkodás olyan gyakorlat alkalmazása, amely törekszik az ökológiai és ökonómiai érdekek közötti harmónia, ill. kompromisszum megteremtésére. A természetközeli erdőgazdálkodás központi eleme a természetközeli erdőművelés, melynek jellemvonásai az alábbiak:

➤ A termőhelynek megfelelő fafajmegválasztás

Az erdőművelés központi, a termőhelyhez kötött feladata a helyes fafajmegválasztás, amely több évtizedre meghatározza a természet színvonalát és kockázatát is. Ezért fontos annak tisztázása, hogy mely fajok természetek és mely fajokot érdemes a termőképesség és a várható teljesítmény alapján természeteni. Meghatározandó az egyes fajok arányrésze a társulás különböző fejlődési fázisaiban. Az erdőknek tükröznie kell a tájra jellemző természetes erdőtársulások fajokösszetételét, ezért az őshonos fajok előnybe részesítése feltétlen indokolt. A nem őshonos fajok alkalmas termőhelyre telepítése hatékony eszköze lehet a gazdálkodás és teljesítőképesség fokozásának, ill. az ún. kényszer-fafajú termőhelyeken az egyetlen fafajválasztási lehetőségünk. A tervezésnél az ökológiai–biológiai szempontokon túl a

jövőben nagyobb figyelmet kell fordítani az egyes fafajok és választékok ökonómiai értékére, a kezelési és használattechnikai lehetőségekre, valamint az erdő védelmi szerepéből adódó elvárásokra. Vagyis a gyakorlat nyelvére lefordítva a fafaj-megválasztás célja annyi ökológiai szempontból indokolt fafajt kell alkalmazni, amennyi a termőhely termőképességének tartamos fenntartásához szükséges, és annyi gazdasági szempontból értékes fafajt, amennyi a termőhelyi hozamképességet hosszútávon optimálisan hasznosítja.

➤ **Változatos faállomány szerkezet**

Ugyanazon fafaj a termőhelytől függően másképpen hat a talajra és annak termőerejére, ugyanakkor azonos termőhelyen eltérően viselkedik az állomány mindenkori elegyességétől függően. Az elegyetlen fenyvesekben szótan előforduló lombos fafajok például nagyobb stabilitást adnak az állománynak, így a termőképesség fenntartása is jobban biztosított. Ahol arra mód nyílik, a többszintes, elegyes állományok hasznosíthatják optimálisan – eltérő alombomlásuk és a különböző gyökérrendszerük-ből adódó eltérő talajfeltárásuk révén –, a termőhely termőképességét. Az elegyesség és az állomány szerkezet helyes megválasztása és kialakítása döntően befolyásolja a jövőbeni természet kockázatát és vele a teljesítőképességet, hiszen a természetbiztonsága a kockázat több fafajra való megosztása útján történik.

➤ **Természetes felújítás**

A genetikai változatosság megőrzése és költségtakarékosság szempontjából is előnyben kell részesíteni a generatív úton történő természetes felújítás különböző módzatait. Ez elsősorban az őshonos fafajoknál, a bükknél, a kocsánytalan tölgynél és a gyertyánál jöhet számításba, amennyiben az üzem biztonsága a véghasználati árbevétel kitolódása miatt a hosszabb felújulási időszakot képes elviselni. Magyarországon a nagyvad okozta károk, a természetes felújítást sokhelyütt nem teszik lehetővé. A vad elleni védekezés pedig, oly mértékben emeli meg az erdőfelújítás költségeit, ami sokszor már elviselhetetlen a természetközeli erdőgazdálkodásban.

➤ **Erdőművelési beavatkozások**

Az erdő természetes fejlődése révén hasznosítható materiális és immateriális javak nem elégségesek ma már a civilizált ember számára. Az erdőművelési beavatkozásoknak ezért a természetes fejlődési folyamatok figyelembe vételével fontos feladata lesz a jövőben a faállományok stabilitásának növelése és az értékes, minőségi faanyag megtermelése úgy, hogy a beavatkozások mértékét mindenkor az erdő elsődleges rendeltetése, valamint a termőhely és az üzem teljesítőképessége határozza meg. Általában jó termőhelyen kifizetődik az intenzív és magas fokú szakmai odafigyelést igénylő beavatkozás, közepes termőhelyen közepes intenzitásúak, míg gyenge termőhelyen csak az erdő fenntartása érdekében történnek beavatkozások. Fontos kritérium, hogy az erdőben lejátszódó természetes folyamatokat messzemenőig vegyék figyelembe és károk ne keletkezzenek sem a talajban, sem pedig a faállományban.

➤ **Integrált erdővédelem**

Az erdő legfontosabb materiális produktuma a tartamos erdőgazdálkodás útján megtermelt fa. Előállítására nem igényli sem a tápanyag-utánpótlást, sem pedig a növényvédőszer alkalmazását. A biológiai és biotechnikai erdővédelmi eljárások előnyt élveznek a kémiai védőszerrel szemben. Tágabb értelemben az erdővédelemhez tartozik az erdő számára még elviselhető vadsűrűség fenntartása. A túlzott vadlétszám nemcsak a legtöbb fafaj természetes felújítását teszi lehetetlenné, hanem többlet költségeket eredményez az erdősítésekben. A törzsek és gyökerek sebzésén (rágás, kaparás, kitépés stb.) keresztül gombák hatolnak be fába és tönkre teszik annak minőségét, ezen keresztül értékét.

➤ **Integrált természetvédelem**

A természetközeli erdőgazdálkodás egy időben és nagy területen szolgálja a táj- és a víz-, valamint a növény- és állatfajok védelmét. A biológiai sokféleség (biotóp-, faj- és genetikai diverzitás) a termőhelyi adottságok különbözőségében, a változatos fafajösszetételben, az eltérő kezelési eljárásokban, a változó kor- és állománystruktúrában, valamint térbeli eloszlásban jut kifejezésre.

Ezen túlmenően még megjelennek a természetközeli erdőgazdálkodás koncepciójában speciális természetvédelmi célok is. Erdőrezervátumokban például az erdőnevelés szinte teljesen megszűnt, az erdei vegetáció emberi behatás nélkül fejlődik. A védett erdők nagy részében csak a struktúrát és a fafajösszetételt megőrző beavatkozás lehetséges. Új szemléletet és feladatot jelent a különösen értékes erdei biotópok védelme, mint pl. a nedves vagy túl száraz élőhelyek, az ártéri erdők stb., melyek gyakran igen ritka növény- és állatfajok egyedüli életterei. A természetvédelemnek ezért a tartamos gazdálkodás tekintetében kitűnő terepet nyújt a természetközeli erdőgazdálkodás.

A TARTAMOS ERDŐGAZDÁLKODÁS GAZDASÁGI ALAPJAI

A tartamosság magában foglal nemcsak az ökológiai-, hanem az ökonómiai- és szociális aspektusokat is. Így pl. az erdőgazdálkodásban, a magyarországi vállalkozások és az ott dolgozó alkalmazottak boldogulása a tartamosság elvének is alapvető eleme.

A nemzeti erdővagyon jellemzői

Magyarországon a második legnagyobb művelési ágú terület az erdő. Jóval nagyobb területi arányú a szántó (49%), több mint a fele a gyepek (12%) és jóval kisebb területen fordul elő a kert/gyümölcsös (4%). Az erdőgazdálkodás alá vont terület 1 998 472 ha (2006. december 31.), az erdőtervvel rendelkező és faállománnyal borított terület pedig 1 869 349 ha. Ez utóbbi érték alapján számítva az ország erdő-sűrűsége 20%-os.

Az európai helyzettől eltérően Magyarországon az erdőterület 88%-án lombos fafajú erdő található, így a fenyvesek területe 12%. Az erdőterület 57%-át őshonos fafajok (tölgyek, cser, bükk, gyertyán stb.), 43%-át pedig honosított fafajok (akác, fenyők), vagy klónozott fajták (nemesnyárok) foglalják el. Az egyes fafajok növekedését, ill. szervesanyag-képzését a földfeletti biomassa, az ún. élőfakészlet mutatja, melynek nagysága eléri a 344 millió m³-t. Élőfakészletben mérve ezen összegből az őshonos fafajok 66%-ot, a nem őshonos fafajok és fajták 34%-ot képviselnek.

A termőhelyi viszonyoktól, a fafajtól és genetikai adottságaitól, valamint az erdőművelési beavatkozásoktól függő fatermőképesség meghatározza az erdőgazdálkodás mozgásterét, jövedelemtermelő-képességét: Az ország erdőterületének jelentős részét, mintegy 35%-át kedvezőtlen adottságú, gyenge növekedésű, így gazdaságtalan erdő borítja. Az erdők 51%-a közepes fatermőképességű, melyekben a gazdálkodás még bizonyos körülmények között rentábilisan fenntartható. Az erdők mintegy 14%-án található azonban csak olyan ökológiai és faállományszerkezeti viszonyok, melyek eredményes és jövedelmező erdőgazdálkodást tesznek lehetővé, biztosítva a gyenge hozamú erdők szakszerű fenntartását is. A tulajdonosi-szerkezet átalakulásából (58% állami, 42% privát, melyből rendezetlen, gazdálkodás alá nem vont 0,4%) adódó előnytelen birtokszerkezet pedig, tovább növeli a gazdálkodás kockázatát. Ennek alapján kimondható, hogy erdeink jó része a jövőben csak állami érdekből, közérdekű erdőfenntartással és nem kizárólag gazdasági racionalitásból tartható fenn.

Hazánkban a fakitermelési tevékenység a tartamosság elvének érvényesítése miatt részletesen szabályozott és a tíz évre szóló erdőtervekben meghatározott előírások szerint történik. Az erdőgazdálkodók az üzemterv adta lehetőségeket az elmúlt években mintegy 75%-os mértékben használták ki, így az élőfakészlet és annak kitermelhető részében a tartalékok tovább növekedtek.

A szükségszerű mezőgazdasági szerkezetátalakítás a közeli és távoli jövőben egyaránt előre vetíti a rentábilisan mezőgazdaságilag nem művelhető területek beerdősítését. Valószínűsíthető, hogy az erdőtelepítésre szánt mezőgazdasági területek nagy többsége a leggyengébb ún. harmadosztályú szántók kategóriájába fognak tartozni. *Führer* és *Járó* számításai szerint erdőtelepítés szempontjából országosan számításba vehető mintegy 650 eha alacsony talaj-értékszámú szántóterületből több mint 400 eha a Nagyalföldön található. Itt a fás vegetáció igényei szempontjából inkább a szélsőséges ökológiai viszonyok a jellemzőek. A termőhelytípus változatok milyenségétől függően tervezhető a többnyire alacsony hozamú őshonos fafajok arányrésze, illetve a gazdasági megfontolásokból kívánatos fafajú kultúrerdők hányada. A nem őshonos, ún. exota fafajok, valamint nemesített fajták alkalmas termőhelyre telepítése pedig, egyrészt hatékony eszköze lehet a gazdálkodás és teljesítőképesség fokozásának, másrészt, sok esetben egyetlen fajajmegválasztási lehetőségünk. A többi erdőgazdasági tájcsoporthoz erdőtelepítésre számításba jöhető területek 20 és 70 eha között változnak. Azonban e területeken – az erdőtenyészet számára kedvezőbb klímaviszonyok ellenére – az évezredes, háborítatlan talajfejlődés révén kialakult erdőtalajok a több évszázados mezőgazdasági művelés hatására szinte teljesen erodálódtak, vagy egyes szintjei oly mértékben összekeveredtek, hogy rajtuk faállományok gyenge-közepes növekedésük miatt gazdaságosan nem, vagy csak részben termesztethetők.

Gazdálkodási problémák

A magyar erdőgazdálkodás a liberalizált piacgazdasági körülmények között nem tekinthető jövedelmező ágazatnak. Az egy hektárra eső átlagos gazdálkodási nyereség az elmúlt években néhány száz Ft-ot ért el, bár termőhelytől és fafajtól függően igen nagy a szórás. Várhatóan tovább romlik ez az érték, hiszen *a gazdálkodás a természeti erőforrások, az ún. ökológiai potenciál hasznosításán alapszik, melynek igénybevétele csak bizonyos korlátok között lehetséges*. Még van lehetőség az erdőgazdálkodás költségeinek csökkentésére, amennyiben tudatosabban használják ki a természetes folyamatokban rejlő biológiai erőt (pl. természetes felújítás) és az eddiginél jobb szervezeti formákat alakítanak ki (pl. hatékonyabb államerdészeti struktúra). Az egyre növekvő piacgazdaság kényszerhelyzetet teremt az erdőgazdálkodásban, mivel a termelés volumene és a racionalizáció foka a közeli jövőben csak kismértékben emelhető.

Várható, *hogy az Európai Unióba történő belépésünk a magyarországi gazdálkodók országon belüli piacvesztését fogja eredményezni*. A kitermelhető, jó minőségű iparifa mennyiségének növekedése az erdőtelepítések megvalósítása mellett sem várható, míg a faipar igénye az emberi szükségletek gyarapodása miatt jelentősen emelkedni fog. Mindez az import növekedését vonja majd maga után.

A nehéz gazdasági helyzet alapvetően az igen alacsony faáraknak köszönhető. A liberalizált piacgazdaság ma még lehetővé teszi, hogy a nem tartamos erdőgazdálkodás útján megtermelt faanyag is bekerüljön a kereskedelem vérkeringésébe. *A magyarországi fafeldolgozás alacsony színvonala és kapacitáshiánya ugyancsak az árak leszorítását eredményezik*.

A magyar érdekeltségű faipari fejlesztés mellett a közeljövőben kütörési lehetőségként jöhet számításba az alacsony értékű, gyenge faválasztékok energetikai célú hasznosítása. Természetesen, ennek már tágabb, a fosszilis energiahordozók helyettesítésével összefüggő társadalmi jelentősége is van.

Piaci lehetőségek javítása

A magán-erdőgazdálkodás területén történő önkéntes összefogás megszüntetheti a kedvezőtlen üzemi struktúrákat, különösen a törpe birtokokon folyó gazdálkodás és a piaci kiszolgáltatottság tekintetében. Ilyen irányú szerveződés *még hátra van Magyarországon*.

A környezettudatos szemlélet elterjedésével a független szervezetek (PEFC, ISO 14000) részéről minősített és tanúsított erdei választékoknak egyre nagyobb lesz a jelentősége. A tartamos, természetközeli erdőgazdálkodást folytató erdészeti üzemek ezt a lehetőséget a későbbiekben kihasználhatják piaci részesedésük és jövedelmezőségük növelésére.

A fa energetikai célú hasznosításának kiterjesztése a tartamosság tágabb értelmezése szempontjából rendkívül fontos. A faiparban keletkezett hulladékokat égetés útján már nagyrészt felhasználják. Mindez megfontolandó a fakitermelések (tisztítás, gyérités, véghasználat) során keletkező apadék esetében is. A fatüzelésű berendezések egyre növekvő alternatívát jelentenek a fosszilis tüzelőanyagok bázisán működő be-

A fa energetikai célú hasznosításának kiterjesztése a tartamosság tágabb értelmezése szempontjából rendkívül fontos. A faiparban keletkezett hulladékokat égetés útján már nagyrészt felhasználják. Mindez megfontolandó a fakitermelések (tisztítás, gyérités, véghasználat) során keletkező apadék esetében is. A fatüzelésű berendezések egyre növekvő alternatívát jelentenek a fosszilis tüzelőanyagok bázisán működő berendezésekkel szemben, de csak ott, ahol a kitermelhető fakészlet mennyisége nagy. Mind gazdasági, mind pedig ökológiai szempontból elsődlegességet kell adni a faipari hulladékok hasznosításának. Az állománynevelés során keletkező apadéknak egy eddig még kevésbé ismert mennyisége ugyanis az erdei talaj tápanyag-visszapótlására fordítódik.

Analóg a mezőgazdasághoz, az erdészeti üzemek sem lesznek a jövőben képesek egyedül az eladott faválasztékok árából fenntartani működőképességüket. Mivel a társadalom *az erdőgazdálkodástól a faprodukción kívül az erdő védelmi és rekreációs funkciójának legmagasabb fokú teljesítését is elvárja, meg kell próbálni a szolgáltatásokat piaci körülmények közötti értékesíteni.*

ERDÉSZETPOLITIKAI INTÉZKEDÉSEK

Az előre jelzett környezeti változások, mint pl. a szélsőséges klímaviszonyok, vagy lokális jellegű problémák, mint pl. a talajvízszint-süllyedés, az erdei ökoszisztémák destabilizálódásához vezetnek. Az erdő természetes alkalmazkodóképességének végesek a határai, és így kérdésessé válhat az erdőgazdálkodás teljesítőképessége is. Ezért az eddigi erdészeti politikai célkitűzések mellett az erdő stabilitásának fenntartása fog a jövőben nagyobb hangsúlyt kapni. A tartamosság érvényesítését elősegítő intézkedések kimunkálásánál az alábbi szempontok fokozottabb figyelembe vétele indokolt:

- *A természetközeli erdőgazdálkodás kiterjesztése* a lehetséges mértékig. A természetes felújítás preferálása. A minőségi fatermesztés (nagyobb volumenű és jobb minőségű választék-szerkezet) fejlesztése érdekében az indokolt szerkezetátalakítások erőteljesebb támogatása. A nagyvadállomány szabályozása az elviselhető mértékig.
- *A fa növekvő hasznosítása* hozzá járul a tartamosság érvényesítéséhez. A az erdő kitermelhető növedéke több, mint a kitermelt fakészlet, a két mennyiség egymáshoz való közelítése ezért ökológiai és gazdasági szempontból egyaránt indokolt. Tekintettel kell lenni azonban, a talaj megfelelő és elegendő tápanyag-utánpótlására.
- *A hazai fatermékek felhasználását az import alapanyaggal szemben előnyben kell részesíteni*, de nem kereskedelmi korlátozások révén, hanem a hazai fának, mint a tartamos erdőgazdálkodás produktumának certifikációján keresztül.
- *A piaci lehetőségek kiaknázása az üzemek kölcsönös együttműködése és az erdei apadék energetikai hasznosítása révén.*

- *Hatékonyabb államerdészeti struktúra kialakítása és a magán erdőgazdálkodás működőképességének megteremtése.*
- *A tudás és információ alapú társadalom ágazaton belüli kiterjesztéséhez az erdészeti kutatás, mint új ismereteket szolgáltató tevékenység soron kívüli támogatása és fejlesztése.*

**ERDÉSZETI ÖKOLÓGIA
ÉS ERDŐMŰVELÉS**

ERDÉSZETI KUTATÁSOKAT MEGALAPOZÓ FÖLDTANI VIZSGALATOK BÜKK-HEGYSÉGI MINTATERÜLETEKEN

KALMÁR JÁNOS¹, KUTI LÁSZLÓ², SZENDREINÉ KOREN ESZTER³

ÖSSZEFOGLALÓ

A pályázati kutatás (GVOP-3.1.1.–2004-05-0190/3.0) keretén belül létesített parcellákon 2005–2007. között végzett földtani vizsgálatok célja a geológia háttér megismerése, amely a talajképződést és közvetve az erdős területek növényzetének fejlődését befolyásolja. A Bükk-hegység nyugati részének földtani és morfológiai jellemzése után részletesen bemutattuk a parcellák földtani képződményeit, az itt található közeteket és ezek elváltozásait. A különböző erdőtalaj-típusok az alapkőzetet fedő laza üledékből keletkeztek, amelyben a felaprózott kőzetek előzetesen mélységi (bazalt) vagy felszíni elváltozásokat (agyagpala, homokkő) szenvedtek. Vizsgálataink célja az összefüggések keresése az alapkőzet, a morfológia, a talaj és az erdőállomány között, a feltételezett klímaváltozások ismeretében.

KULCSSZAVAK: Bükk-hegység, Belpátfalva, Szarvaskő, földtani háttér, triász, júra, vörös agyag, felszíni üledékek, talajképződés, klímaváltozás

ABSTRACT

GEOLOGICAL STUDIES TO PROMOTE FOREST RESEARCH IN THE MODEL AREA OF BÜKK

This paper presents the results of the geological studies took place within research on the forest stands of western Bükk Mts. The aim of the study is to examine the geological background which influences the soil formation and, indirectly, the development of the forests. After presentation of the geological and morphological characteristics relating to western part of Bükk Mts., the geological formations of experimental plots, the rock types and their transformations are shown. In the studied area the different forest soil types were formed on the loose, surface covering sediments, in which, previously, the rock fragments were altered (i.e. the basalts) or weathered (the shales or the sandstones). Finally, the connection between the basal rocks, the morphology, the soil level and the forest vegetation was pointed out in relation to the supposed climatic changes.

KEYWORDS: Bükk Mts., Belpátfalva, Szarvaskő, geologic background, Triassic, Jurassic, red clays, surface covering sediments, soil formation, climatic changes

¹ Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, kalmarj@mafi.hu

² Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, kutil@mafi.hu

³ Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest, korene@erti.hu

BEVEZETŐ

2005–2006-ban az „Éghajlatváltozás és erdészeti beavatkozás” c. GVOP pályázat (GVOP-3.1.1.–2004-05-0190/3.0) keretében földtani vizsgálatokat végeztünk a Bükk-hegységben, Bélápátfalvához és Szarvaskőhöz tartozó erdőkben kitűzött kísérleti parcellákban. E geológiai vizsgálatok a termőhely talajának változása szempontjából a földtani háttérét adják a térségben folytatott erdészeti kutatásokhoz.

A BÜKK-HEGYSÉG NYUGATI RÉSZE: FÖLDTAN, MORFOLÓGIA

A Bükk Magyarország legbonyolultabb földtani felépítésű területe. Földtani megismerése az ország többi területéhez hasonlóan a 19. század végén megkezdődött, kutatása azonban gyakran háttérbe szorult, mert nem található benne a modern nagyipar számára értékes bányászati nyersanyag. A több mint 100 év alatt felgyülemlett földtani ismereteket Balogh összegezte 1964-ben megjelent Monográfiájában. A MÁFI 1976-ban, majd 1986-ban elvégezte a hegység újrafelvételezését. Ezek az új szemléletű kutatások választ adtak egy sor, korábban megválaszolatlan alapvető kérdésre (Pelikán, 2005.).

Mai ismereteink szerint a hegység földtani fejlődéstörténete három nagy szakaszra bontható. Az első, legidősebb szakasz történéseinek csak a végét ismerjük, ezek a hegység északi részének a karbon korú üledékeiben rögzültek.

A második szakasz a paleozoikum végére és a mezozoikumra esik. A perm időszaki partközeli–sekélytengeriből a triász folyamán fokozatosan nyílttengerivé váló, a vulkánokkal tarkított környezet a jura időszakban óceáni medencévé alakult át. Ezután a mélyen betemetődött kőzetegyüttes meggyűrődött, majd kiemelkedve szárazfölddé vált és erősen lepusztult.

A paleogénben kezdődött a harmadik fejlődéstörténeti szakasz, melynek során a felső-eocénben a tenger ismét meghódította a területet és csak a neogén végén, a panóniai emeletben vonult vissza véglegesen. Az ezt követő kiemelkedés és szárazföldi lepusztulás alakította ki a hegység mai képét.

A Bükk-hegység, bár legmagasabb pontja az Istállóskő csak 958,4 m Magyarország legmagasabb hegysége. A Központi-Bükk legegységesebb megjelenésű kistája a Garadna-völgy által kettéosztott Bükk-fennsík, amelynek mészkőterületén fejlett karsztformák; töbrök, töbörök, víznyelők, karsztszurdokok és jelentős méretű barlangok találhatók. Ennek nyugati nyúlványán, a Bélkő térségében jelöltük ki a 11–13., ill. 15. és 17. parcellákat.

A Bükk-fennsíktól ÉNy-ra helyezkedik el az Északi-Bükk, amelyet 600–700 m közötti tetők urálnak. Felszínét sugarasan kifelé irányuló, konzekvens, mély eróziós völgyek tagolják. A Déli-Bükk nyugati fele elsősorban mészkőből, alárendelten agyagpalából és vulkáni kőzetekből épült fel. A kőzettani különbség jelentősen befolyásolta a formakincs alakulását, ami a mészkő területén karsztformákban, a nyugati részen, Mónosbél és Szarvaskő térségének sűrű völgyhálózatában szembetűnő.

A Bükk többszakaszú fejlődésen átment tönkröghegység. Az első fázisban, a középső–kréta gyűrődést követő kiemelkedés során több ezer méter vastag kőzetanyag

pusztult le. Tönkösödése a középső-eocén végén–felső-eocén elején befejeződött. Ennek az időszaknak a maradványait őrzi a Bükk-fennsík.

A következő fázisban a felső-eocénnal kezdődően a terület ismét tenger alá került. Az alsó miocénben azonban már biztosan szárazulat a teljes terület, amely az újabb kiemelkedés utáni felfokozott lepusztulással ismételtelen felszabdálódott. A középső-miocénben a peremterületeket rövid időre ismételtelen elborította a tenger, s ezután emelkedett ki a mai hegység. A negyedkor előtti képződményeket a pleisztocén és holocén korú, változatos genetikájú laza üledékek borítják

A Bükk-hegység nyugati részében, ahol kutatásaink folynak (1. ábra), alapjában három földtani képződményegyüttes határozza meg a terület jellegét: a Bükkfennsík Mészki Formáció (felső triász Tr), a Mónosbéli Formációcsoportot (középső-felső júra) képező Rocska-völgyi Agyagpala (J-a), Vaskapui Homokkő (J-h) és Mónosbéli Mészki valamint a Szarvaskői Bazalt Formáció (J-b).

Bükk-hegység csaknem teljes területének természetes növénytakarója az erdő. A 250–400 m Balti tenger feletti magasságban cseres-tölgyes található. Mészki-területeken már viszonylag alacsonyan, 300 m Balti tenger feletti magasságban megjelennek a mészkedvelő tölgyesek is. 500–700 m között a gyertyános-tölgyesek jelentik a tölgyesek és a bükkösök öve közötti átmenetet. A hegység déli oldalán 700 m-nél megjelennek a bükkösök (4. ábra, 1. fotó), bár az északi lejtőkön ezek már a 200 m-es magasságban is találhatók.

Kutatási területünk jellemző fafaja a talaj- és termőhelytípusoknak megfelelően a kocsánytalantölgy és a bükk. E két jellemző fajon kívül említést érdemel, a tájban jelentős mennyiségben előforduló gyertyán is.

Kutatási területünk az Eger-patak, a Berva-patak és a Meszes-patak között található. A terület morfológiájára jellemzők e vízfolyások mélyen bevágódott mellék-völgyei ((Rocska-völgy, Nagy-szoros, Gilicka-patak, Meszes-patak), meredek oldalakkal, amelyeket szakadékos árkok (Sötét-lápa, Erős-lápa, Új Határ-völgy, Simon-lápa) vagy karsztos völgyek (Szárz-völgy) tagolnak. Az így elkülönülő hegyhátak viszont lankásak (Nagy-Szenes, Kis-Szenes, Közép-kert, Sándor-hegy), kis szintkülönbségekkel. Valószínű, hogy e hátságok egy pleisztocén korú vagy még régebbi eróziós felületnek a részei; így a Bétkő és közvetlen környéke, amely a Bükk-fennsík legnyugatibb részének a karsztosodott peremterülete.

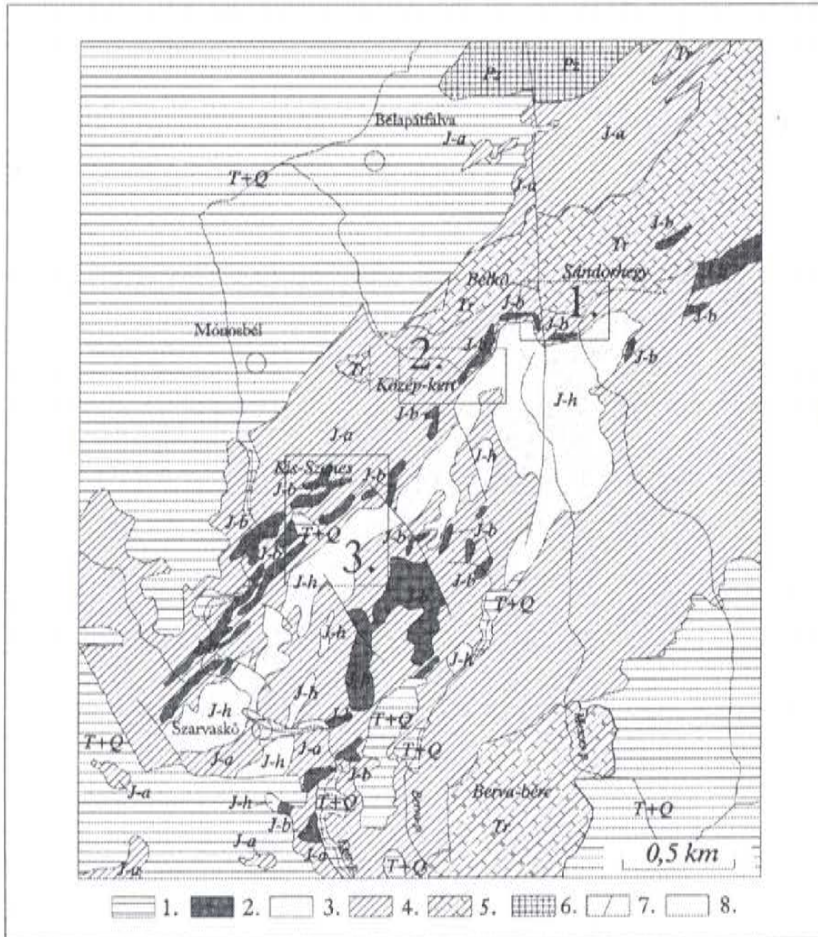
AZ ÁLLOMÁNYOK ÉS TERMŐHELYEIK VIZSGÁLATAINAK HELYSZÍNEI

A vizsgálati területek az EGERERDŐ Zrt Egri Erdészetének területéhez tartoznak. Az erdészeti művelési formák és a termőhely talajának kapcsolata vizsgálatához két térségben jelöltünk ki erdőállományokat. Bélapátfalva térségében a bükkösöket, Szarvaskő térségében pedig tölgyeseket vizsgáljuk. Mindkét kísérleti térségben a parcellák kijelölése olyan módon történt, hogy legyen köztük zárt állomány és un. lékes vágási módú erdőrészlet is. Kijelöltünk olyan területet, ahol a léket nem régen hozták létre, olyat is, ahol spontán jött létre a lék, és olyat is, ahol még zárt állományok vannak.

A kutatás helyszínéül 31 kisméretű (0,10–0,35 ha-os) parcellát választottunk ki, melyek különböző helyzetű, összetételű, korú és művelésű erdőrészekben helyezkednek el (1. táblázat). E 31 parcella közül 21 bükkös állományban, 10 pedig tölgyesben van. A parcelláknál GPS segítségével rögzítettük a terület négy sarkának és középpontjának a geodéziai koordinátáit, hogy évekkal később is visszakereshetők legyenek.

1. táblázat. Vizsgálatok helyszínei az Egri Erdészet területén

<i>Erdőrészlet</i>	<i>Parcella száma</i>	<i>Terület (ha)</i>	<i>Kitettség</i>	<i>Főfafaj</i>	<i>Kor</i>
Szarvaskő 12A	1.	0,25	NY	KTT	101
	2.	0,16	NY	KTT	VH
Szarvaskő 6B	3.	0,10	NY	KTT	99
Szarvaskő 5E	4.	0,09	DK	KTT	92
	5.	0,15			
	6.	0,25			
Szarvaskő 7A	7.	0,16	É	KTT	VH
	8.	0,25	É	KTT	96
Szarvaskő 5C	9.	0,25	K	KTT	101
	10.	0,25			
Bélapátfalva 21D	11.	0,13	É	B	VH
	12.	0,13	É	B	VH
	13.	0,13	É	B	VH
Bélapátfalva 20C	14.	0,35	É	B	95
Bélapátfalva 19D	15.	0,16	NY	B	95
	16.	0,25			
	17.	0,20			
	18.	0,25			
Bélapátfalva 38C	19.	0,10	K	B	95
	20.	0,14			
	21.	0,18			
Bélapátfalva 41A	22.	0,06	NY	B	VH
	23.	0,25	NY	B	125
Bélapátfalva 42C	24.	0,08	É	B	fiatal
	25.	0,25	É	B	VH
Bélapátfalva 42D	26.	0,09	NY	B	VH
Bélapátfalva 42C	27.	0,08	É	B	fiatal
Bélapátfalva 42A	28.	0,25	É	B	125
Bélapátfalva 42B	29.	0,16	É	B	125
	30.	0,26			
	31.	0,18			



1. ábra. A Bükk-hegység nyugati részének földtani vázlatja Pelikán (2005) után

1. Kvarter és terciér (T+Q); 2. Júra: Szarvaskői Bazalt Formáció (J-b); 3. Vaskapui Homokkő Formáció (J-h); 4. Rocskavölgyi Agyagpala Formáció (J-a); 5. Triász mészkő (Tr); 6. Paleozoikum (Pz); 7. Vető; 8. Mintaterületek: 1. Bélkő (11–13., 15. és 17. parcellák); 2. Nagyszoros (22–31. parcellák); 3. Szarvaskő (1–10. parcellák)

Fig. 1. Geological sketch of the western part of Bükk Mts., after Pelikán (2005)

1. Quaternary and Tertiary deposits (T+Q); 2. Jurassic: Szarvaskő Basalt Formation (J-b); 3. Vaskapu Sandstone Formation (J-h); 4. Rocskavölgyi Shale Formation (J-a); 5. Triassic Limestone (Tr); 6. Paleozoic formations; 8. Model areas: 1. Békő (11–13., 15. and 17. plots); 2. Nagyszoros (22–31. plots); 3. Szarvaskő (1–10. plots)

A lék és zárt állományú erdő, illetve szabad területek meteorológiai adatoknak a mérésére a vizsgálati területeken 3 meteorológiai mérőállomást került felállításra. Ezeket az állomásokat automata műszerekkel szerelték fel, ami lehetőséget nyújtott folyamatos megfigyelésekre, követve a különböző fedettségű erdőterületek mikroklimájának változásait, és regisztrálva a különbségeket és hasonlóságokat.

A terület földtani-morfológiai térképének készítéséhez sűrű hálózatban bejártuk a kísérletbe vont erdőállományokat, és közet ill. üledékmintákat vettünk (pl. 4–6. parcella, lásd 2. ábra). A parcellák területén kiásott talajszelvényekben (3. ábra), a lemélyített sekélyfúrásokban és a természetes vagy mesterséges feltárásokban azonosítottuk a területeken a felszíni, ill. felszín közeli földtani képződményeket. A képződmények közetanyagából vett mintákon komplex ásvány-kőzettani (szedimentológiai, optikai és elektronmikroszkópos, röntgen és termikus) vizsgálatokat, valamint geokémiai (nyomelem) analízist végeztünk.

A PARCELLÁK TERÜLETÉN AZONOSÍTOTT FÖLDTANI KÉPZŐDMÉNYEK

Mezozoikum

A területen kifejlődő mezozoós képződmények közül triász és júra korú képződményeket azonosítottunk.

Triász

A terület ÉNy-i részén, a Bélkőtől északra a 11–13., 15. és 17. parcellákban világosszürke vagy krémszínű, szakaszosan sávozott, helyenként (a korallós zátony-zónákban) összepréselt, breccsás szövetű mészkő (Bükkfennsíkai Mészkő Formáció) jelenik meg, összeroppant drúzás kalcitsomókkal, finomszemcsés, mikropátitos-metapátitos szerkezettel, 1% alatti oldási maradékkal, anchizónás metamorf elváltozásokkal (4. ábra, 2. fotó).

Vékony csiszolatban a mészkő anyaga egymásba fogazódó, 0,05–0,12 mm-es kalcitszemcsékből áll, 1–3% kerekded, esetenként vékony lencséké elnyírt kvarc-szemcsékkel és néhány muszkovit-lapocskával. A közet nagy része 0,5–1,5 mm széles sávokat képező, nyírt, irányított, zavaros, 0,01–0,03 mm-es kalcitszemcsékből áll.

Egyes mészkőmintákban pátos, ikerlemezes 0,3–0,8 mm-es kalcittal kitöltött lencsék helyezkednek el, valamint 0,10–0,25 mm széles másodlagos, üde, pátos, ikermentes kalciterek és kevés, szétágazó limonitos repedés.

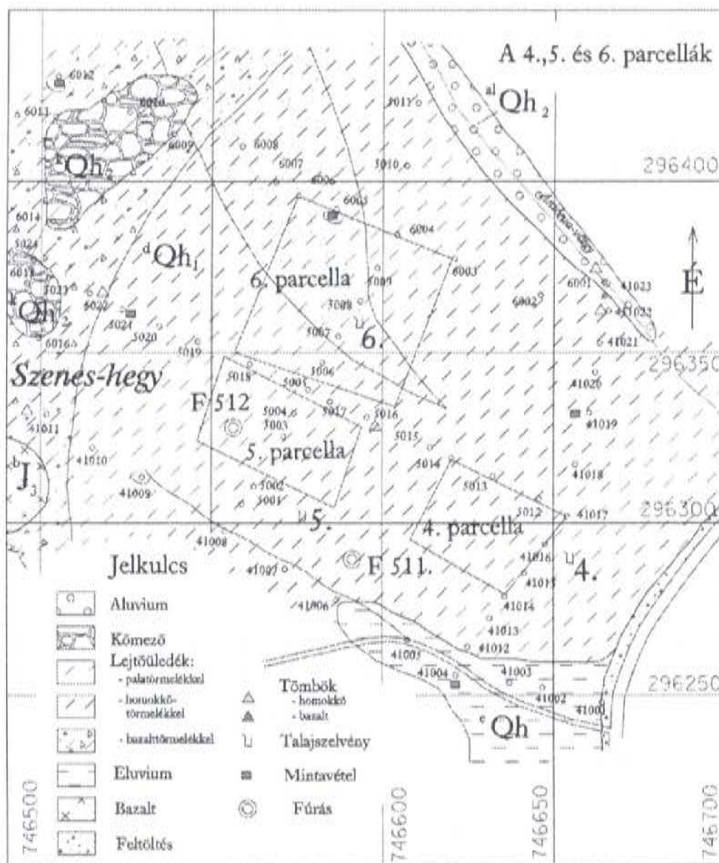
A mészkő termikus vizsgálata gyakorlatilag monominerallikus, Mg-mentes kalcitot mutatott ki, nyomokban vashidroxidokkal, valószínűleg egy repedés kitöltésével.

A közet É-D-i vagy ÉK-DNy-i csapású, 68–85° DK-i dőlésű, 10–30 cm-es padokban, centiméteres lemezekben jelenik meg. A mészkőben jól kifejlett harántrepedés-rendszer látható, ÉNy-DK csapással, közel függőleges dőléssel.

A triász mészkő jellegzetes felszinformái a 4–10 m átmérőjű karsztos mélyedések, töbrök, víznyelők, valamint az 5–30 cm-es, lapos darabokból vagy szabálytalan tömbökből álló kőmezők.

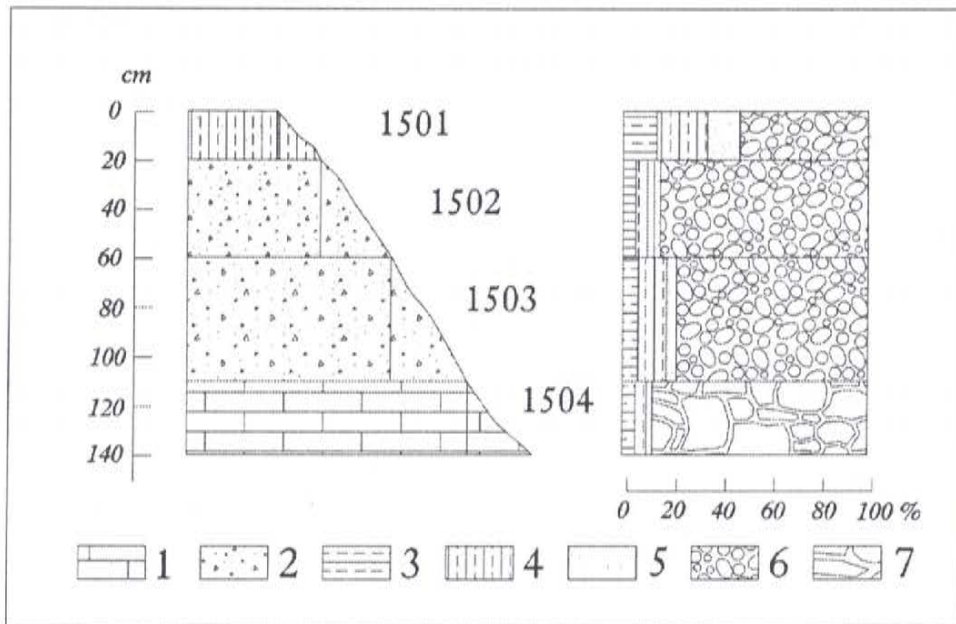
Júra

A júra korú képződmények közül a vizsgált parcellák területén a középső-felső júra korú Mónosbéli Formációcsoporthoz tartozó Rocska-völgyi Agyagpala, Vaskapui Homokkő és Mónosbéli Mészkő valamint a Szarvaskői Bazalt jelenik meg.



2. ábra. Egy parcellacsoport földtani-morfológiai térképe, talajszelvényekkel és sekélyfúrásokkal

Fig. 2. Geological and geomorphological map of a group of plots with location of the soil section trenches and the shallow boreholes



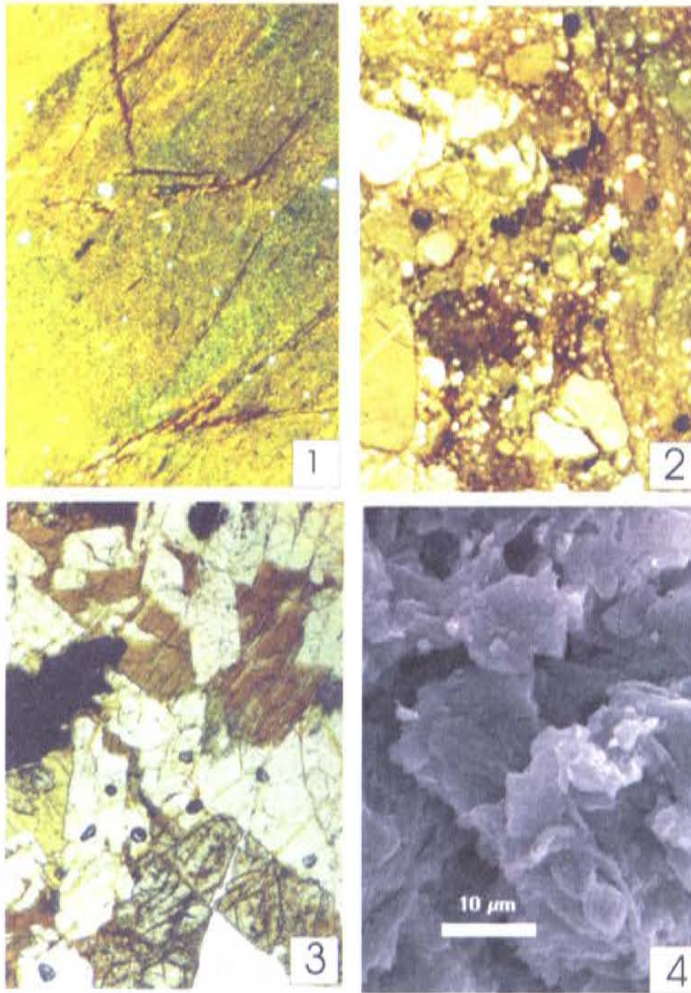
3. ábra. A 15. talajszelvény és a benne vett minták szemcseösszetétele
 1. Repedezett triász mészkő; 2. Mészkőtörmelék, vörös agyagos mátrixszal; 3. Agyag;
 4. Kőzetliszt; 5. Homok; 6. Törmelék; 7. Repedezett mészkő.

Fig. 3. Soil section trench No. 15 and the grain size composition of the samples
 1. Fractured Triassic limestone; 2. Limestone fragments with red, clayey matrix; 3. Clay;
 4. Silt; 5. Sand; 6. Debris; 7. Fractured limestone.

Rocska-völgyi Agyagpala

E képződmény – mely az 1–8. és részben a 9. parcellák területén volt azonosítható – jellegzetes kőzete az agyagpala vagy az aleuritós agyagpala. Anyaga üde állapotban világos- vagy sötétszürke (4. ábra, 3. fotó), felszínközelsben rozsdaszínű, finomszemű, finoman rétegzett, lencsésen nyírt kőzet, finom csillámos hártványokkal, felületén számos dörzstükörrel, mangánhidroxidos dendritekkel, limonitos agyaggal kitöltött harántrepedésekkel. A 4., 5., 7., 8. és 9. parcellában a palában vékony, 1–2 cm-es finomhomokos lemezek is megjelennek. A palában gyakoriak a kemény, tömeges, 1–3 cm-es vasas-mangános gumók.

Mikroszkóp alatt az agyagpala ~90%-át a 0,01 mm-nél finomabb, javarészt lemezkékből álló, kis és közepes kettőtörésű, csillámszerű agyagásványok képezik, amelyek egy jól irányított, palás szövetbe rendeződnek. A nagyobb, 0,02–0,07 mm-es csillámlapok és a szegletes, hasonló méretű kvarcsemcsék részaránya max. 5%. Szórványosan láthatók mikroklin-szemcsék és cirkon-szilánkok. Az opak, 0,02–0,06 mm-es, szegletes, szenesült növényi töredékek a palássággal párhuzamos sávokban



4. ábra. A vizsgált területek közelein készült mikroszkópos minták

1. Agyagpala, limoniterekkel. Rocska-pataki Agyagpala Formáció, 4105. minta, 4. parc., talajszelvény, 50 cm. + nikolok, a kép hossza 4 mm; 2. Kovával cementált kvarcos-földpátos homokkő, Vaskapu Homokkő Formáció, 25007. minta, 25. parc., feltárás, 30 cm. + nikolok, a kép hossza 4 mm. 3. Gabbro, Szarvaskői Bazalt Formáció, 10002. minta, 10. parc., útbevágás, 70 cm. + nikolok, a kép hossza 4 mm; 4. Vörös agyag, sajtóalakú, hatszögletes kaolinit-lemezekkel és hullámos-karélyos montmorillonittal, 1704. minta, 17. parc., talajszelvény, 110 cm. Páztízó elektronmikroszkópos felvétel.

Fig. 4. Microscopical sections from the rocks of the examined areas

1. Shale with limonite veins. Rocska Valley Formation, sample No. 4105, 4. plot., soil section trench, 5 cm depth., + Nichols, the length of photo area is 4 mm. 2. Quartz and feldspar bearing sandstone with silica cement. Vaskapu Sandstone Formation, sample No. 25007, 25. plot, outcrops, 30 cm depth. + Nichols, the length of photo area is 4 mm. 3. Gabbro. Szarvaskő Bazalt Formation, sample No. 10002, 10. plot., way cut, 70 cm depth, + Nichols, the length of photo area is 4 mm. 4. Red clay, with euhedral kaolinite and waved-lobal montmorillonite sheets. Sample No. 1704, 17. plot, soil section, SEM photo

dúsulnak fel. A mintát opállal és kerekded opak ásványokkal kitöltött, 0,1–0,3 mm-es keresztetek és lencsés, szabálytalan lefutású limoniterek szelik át (5. ábra, 1. fotó).

Az aleuritós agyagpala vékony csiszolatban nagyon finom szemű, gyengén irányított kőzet, amely 0,005–0,02 mm-es (ritkán 0,06–0,1 mm-es) kvarcsczemcsékből és hasonló nagyságrendű csillámlemezekből áll, igen finom szemű agyagos mátrixban. A kvarcsczemcsék élesek, szilánkosak, a csillám kilúgozott. Szórványosan jelenik meg a plagioklász és a kovakötőredék. A kőzetet átlósan szericites-kvarcos és limonitos, 0,01–0,03 mm széles erecskék szelik át.

Az aleuritós agyagpala 33% agyagásványból (montmorillonit, illit, kaolinit és klorit), 57% kvarcból, 4% földpátból és kis mennyiségű egyéb ásványi fázisból tevődik össze (4007. minta, 2. táblázat).

2. táblázat. Kőzetminták röntgendiffrakciós analízise

Minta sz.	2203.	2503.	4007.
Parcella száma	3.	13.	25.
Hely	talajszelvény	talajszelvény	feltárás
Mélység, cm	45–60	40–90	130
Kőzet	vörös agyag	homokos pala	agyagpala
Ásványok %			
Montmorillonit	27	8	10
Illit/montmorillonit	6	3	
Illit	6	14	11
Kaolinit	6	2	8
Klorit		3	4
Kvarc	26	55	57
Kálicföldpát	2	2	1
Plagioklász	2	5	3
Kalcit	15		
Hematit	1		
Goethit	3	2	1
Gipsz		ny	1
Amorf fázis	6	6	4
Összesen	100	100	100

Megjegyzés: Az elemzést végezte dr. Kovács-Pálffy Péter és Kónya Péter

A homokos aleurolitos agyagkö. 0,008–0,012 mm-es, szilánkos kvarc-szemcsékből, >0,005 mm-es alacsony kettőtörésű és 0,008–0,01 mm-es közepes kettőtörésű, csillámszerű agyagásványok halmazából áll, közülük az utóbbi 0,02 mm széles, párhuzamos, lencsés sávokban csoportosul. A kőzetben kb. 12%, 0,05–0,1 mm-es, éleiken gyengén koptatott kvarcsczemcse, néhány hasadásos mikroklin-töredék és kifakult muszkovit-lapocskák is látható. Helyenként feldúsuló, szegletes vagy szabálytalan, 0,03–0,08 mm-es, opak, szenesült növény-töredéket is találunk a kőzetben. A limonit foltokban és vékony erecskében jelenik meg.

A limonitos-mangánhidroxidos gumók mikroszkóp alatt sötét, tömeges, finomszemű aggregátumként jelennek meg. A vörösesbarna limonitban és az opak mangánhidroxidban 0,03–0,06 mm-es kvarcszilánkok és finom szericitlapocskák találhatók. Az opak és az áttetsző, lencsés részek élesen elválnak egymástól. A limonitos részben 0,2–0,4 mm-es világosbarna agyaglencsék, hullámos szericitercskék láthatók. Felületi csiszolatban a mangánhidroxid (pszilomelán) fehér, enyhén rózsaszínű árnyalatú, sima, jól polírozható, lencsés-szabálytalan mezőket képez, a limonit szürke, szabálytalan mezőket, borostyánkő-színű belső reflexekkel, helyenként legyezőszerű, redőnyös, mikronos méretű goethit-kristályokból álló sávokkal. Mindkét ásványban lemezes és szilánkos átlátszó ásványok találhatók.

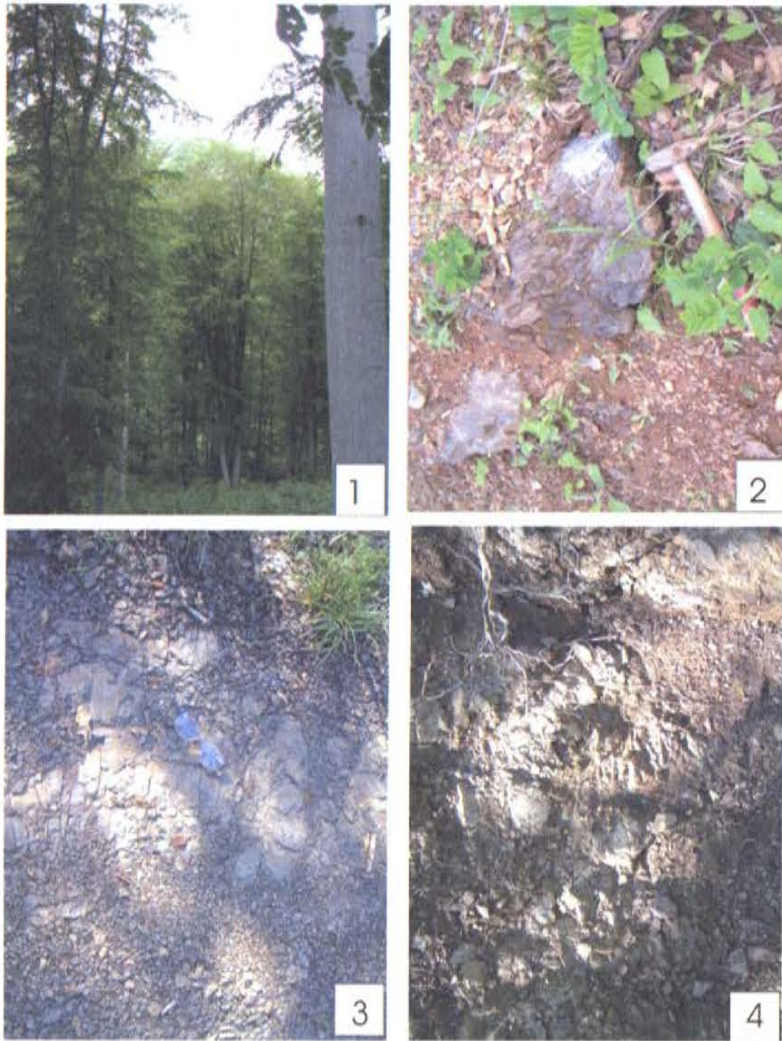
Vaskapui Homokkő

A képződményt, mely a vizsgált terület leggyakoribb kőzetösszlete a 9., 1., 19–21., 24–28. és 30. parcellákban találtuk meg.

Az alapkőzet szürke vagy zöldesszürke (4. ábra, 4. fotó), felszínközélen sárgás, finomszemű, levelesen rétegzett, közepesen kemény, finomcsillámos homokkő, gyakori kvarcerekkel és -lencsékkel, nyírási felületekkel, limonitos keresztetekkel. Egyes helyeken a kőzet jelentős mértékben megkeményedett, kovásodott, az eredeti szerkezete nem látható.

A homokkő vékony csiszolatban jól, illetve közepesen koptatott és lekerekített, 0,15–0,65 mm-es kvarcsemcsékből, 0,2–0,4 mm-es mikroklinből, ortoklázból és savanyú plagioklász-szemcsékből, szórványos, gyűrt és kilúgozott muszkovitlapocskákból áll (5. ábra, 2. fotó). A földpátok részaránya 10–12%. A kőzettörmelékeket csillámos kvarcit, finomszemű kvarchomokkő, bontott savanyú vulkáni kőzet, bontott bázikus vulkáni kőzet és bontott, izotróp üveg képezi. A kőzet alapanyag-jellegű cementje kovás: kalcedon rozettákból, apró, lemezes agyagásvány szálakból és opak ásványporból tevődik össze. Helyenként egymással párhuzamos nyírási sávok láthatók, feldúsult opak ásványokkal. A mintát 0,01–0,02 mm-es limoniterek hálózák be és kötik össze a limonittal impregnált 0,1–0,3 mm-es mezőket.

A kovásodott homokkőben vékony csiszolatban 0,2–0,8 mm-es, nagyrészt jól koptatott és lekerekített kvarcsemcsék, plagioklász, mikroklin, cirkon, titanit, savanyú vulkáni kőzet-, bontott bázikus üveg- és szericites palatöredékek láthatók, finom, szálás kalcedon cementtel, amely kitölti a szemcsék közötti pórusokat. A kalcedonban szericit és >0,01 mm-es üde kvarcsemcsék vannak. A mintát párhuzamos, szétágazó és újból összefutó, 0,01–0,04 mm-es limoniterek szelik át. A röntgendiffrakciós vizsgálat is kimutatja ezeknek az ásványoknak egy részét (2. táblázat, 2503. minta).



5. ábra. 1. Bükk szálerdő a 28. parcellában; 2. Palás szövetű mészkőtömbök a 15. parcellában; 3. Repedezett agyagpala az erdei út nyomvonalában, a Rocska-völgy bal oldalán, a 3. parcella fölött; 4. Feltöredezett Vaskapui homokkő, 9024. feltárás, 9. parcella.

Fig. 5. 1. Beach tree high forest in 28. plot; 2. Schistose limestone blocks in 15. plot; 3. Fractured shales in the path of forest way, on the left slope of Rocska valley, below 3. plot; 4. Crushed Vaskapu sandstone, outcrops No. 9024, 9. plot

Mónosbéli Mészkö

Ezt a mészkötypust, amely 2–20 m széles lencsákat képez a Vaskapui Homokkő Formációban a 24. és a 27. parcellákban találtuk meg. Anyaga szürke vagy piszkos-fehér, finomszemű, helyenként jelentősen átkristályosodott, nyírási felületekkel, kalcit haránterekkel, a felszínen kioldási barázdákkal.

Vékony csiszolatban a minta mikropátitos, amelyben helyenként üde, máshol zavaros alpanyagban számos, 0,08–0,32 mm-es, kerek vagy ellipszis alakú, sötétebb színű algapellet van, szórványos, azonosítatlan váztöredékekkel. A minta felét 0,6–1,2 mm-es pátos, részben sajátalakú kalcitkristályok mozaikja képezi, kevés ikerlemezes kristállyal. Az algapelletes részében, 0,3–0,5 mm-es fészkekben, sugaras-rozettás kalcedon látható, gyenge, világosbarna limonitos elszíneződéssel.

Szarvaskői Bazalt

Ezt a területen kisebb-nagyobb feltárásokban megjelenő bázikus kőzetösszetletet az 5., 6., 10., 19, 20., 22., 23., 25., 29–31. parcellákban tártuk fel. E bázikus kőzetösszetleten belül a Szentpétery (1953.) bazaltot, diabázt, gabbrót valamint elváltozott eruptív kőzeteket írt le, amelyeket mi is megtaláltuk.

A bazalt eredetileg felszínre kiömlő, bázikus vulkáni kőzet lencsékben, kis méretű, részben bontott, nyírt lávafolyásokban jelenik meg. Ezek kibúvási láthatók a 20., 22., 23., 29. és 30. parcellákban. Anyaga szürke, finomszemcsés, szilánkosan töredezt vulkáni kőzet, amelyet esetenként 0,5–1,5 mm széles, helyenként lencsés kifejlődésű fehér kvarcerek szelnek át, A kőzet felülete rücskös, színe sötét barna, rozsdafoltokkal.

Vékony csiszolatban a bazalt szerkezete hialopilités, interszertális, 0,1–0,4 mm-es, végein összeilleszkedő plagioklász-lécekkel, a lécek között sötét üveggel, helyenként sajátalakú hipersztén fenokristályokkal, apró augit-szemcsékkel és augit sajátalakú fenokristályokkal. A bontás során az eredeti szerkezetből és az ásványokból sok helyen csak reliktumok maradtak.

A diabáz a tenger fenekén kifolyt lávából keletkezett bázikus vulkáni kőzet, amely a területen szintén kis kibúvákat képez. A kőzetet a 6., 21., 30. és 31. parcella területén tártuk fel. A kőzet sötétszürke, felületén rozsdafoltos, kemény, tömeges, közepes szemű, >1 mm-es, hasábos földpát-kristályokkal, fekete, ill. sötétzöld, alakatlan ásványszemcsékkel, fehér, max. 1 mm-es karbonát lencsékkel és limoniterekkel.

Vékony csiszolatban a kőzet ofitikus szerkezetű, 0,2–0,4 mm széles, ikerlemezes, bázikus plagioklász lécekből és ortopiroxénből állt. A plagioklászban szericit és prehnit fészkek keletkeztek. A piroxén, kis méretű reliktumokon kívül sok esetben teljesen kloritosodott, epidot és opak ásványszemcsék helyettesítették, A plagioklászot vékony limoniterek szelik át. Jelentős mennyiségű a másodlagos kova (kalcedon), amely lencsékben, erekben jelenik meg

A gabbró a mélységben szilárdult bázikus kőzet az 1. parcellában törmelékben és a 10. parcellában egy ~10 m-es lencse alakú feltárásban jelenik meg, mint szürkésbarna, darabos, durvaszemű eruptív kőzet, 1–2 mm-es fehér plagioklász és szürkészöld amfibol (?) szemcsékkel, sok limonitfészkekkel és érrel.

Vékony csiszolatban (5. ábra, 3. fotó) a gabbró 0,6–1,4 mm-es, mozaikszerű, széles ikerlemezes, szericitesedett bázikus plagioklászból és nagy mértékben limonitosodott színes ásványokból áll. A színes ásványokat ortopiroxén és hornblende maradványok képezik. A limonit részben a hornblendét, részben kloritot és egy szálas rostos ásványt (uralitot?) helyettesít. A színes ásványokból kivált opak ásványokat szintén szálas limonit szegélyezi. A 10. talajszelvény oldalában, szálban 5–1 cm-es pegmatitlencsék láthatók. A felszínen a kőzet erősen bontott, homokszerű murvává alakult át.

A bontott bázikus kőzetek. Az előbbi kőzeteket az eredeti állapothoz képest jelentős mértékű elváltozást szenvedett anyag képezi, amelyek szerkezetéből és ásványai-ból megmaradt annyi, hogy azonosíthatók legyenek. A területen olyan kőzetek is megjelennek, amelyekről csak azt lehet megállapítani, hogy eredetileg eruptív kőzetek voltak, mert az elváltozás minden nyomot eltüntetett. Ilyen kőzetek láthatók törmelékben a 20. parcellában, szálban és törmelékben a 30. és 31. parcellában.

Szabad szemmel vizsgálva a kőzet világos vagy sötétszürke, igen kemény, repedezett, tömeges, igen finom szemcsés, szórványos fehér kvarcerekkel és rozsdaszínű limonitfészkekkel.

Vékony csiszolatban a kőzet szerkezete kriptokristályos, szövete irányított, a nyírási felületekkel párhuzamosan, anyaga klorit, epidot, kalcedon, szericit és opak ásványok, gyakori üde, ikermentes, részben sajtá alakú 0,1–0,2 mm-es albitszemcsékkel. A kőzetet 0,05–0,1 mm-es, kvarccal vagy kalcedonnal kitöltött erecskék szelik át. Az erek falain pikkelyes szericit látható, helyenként limonitos színezzel. A bontás jellege kloritosodás, szericitesedés, kovásodás és limonitosodás.

Az eruptív kőzetek elváltozása alapján két fázisban történt. Az időben elsők a magmás utóhatás és a gyűrődés-nyírás során bekövetkezett ún. endogén elváltozások: a kloritosodás, epidotosodás, albitosodás, kvarccal-kalcedonnal való helyettesítés és a földpátok szericitesedése. A második a felszínre kerülés következtében megindult és napjainkban is folytatódó bontás: a földpátok agyagosodása és a vastartalmú ásványok limonitosodása.

Tercier – Eocén (?)

A 11–13., 15. és 17. parcellák területén megjelenő vörös agyag nagy része nem helyben keletkezett (Jámbor, 1959.), hanem a Bükk-fennsík karsztosodott felszínéről származik. Feltételezhető — és ezt Balogh (1964.) sem zárja ki — hogy a Bükk-fennsík karsztosodása és a vörös agyag keletkezése az eocénben kezdődött. Ezt a feltevést erősíti meg a vörös agyagban talált bauxit-ásványok (diaszpór) jelenléte. Az agyag montmorillonitból, kaolinitből és illitből áll (2. táblázat, 2203. minta), amelyben a vörös színt a diszperz hematit adja. Az agyagásványok jól láthatók a pástázó elektromikroszkópos felvételen (5. ábra, 4. fotó)

Kvarter

A parcellák alapkőzetét változatos vastagságú és genetikájú laza üledék fedi. Az üledék kora részben pleisztocén, részben holocén. Jellegzetessége a laza, konszolidálatlan állag, az igen változatos szemcseösszetétel (az agyagtól a durva törmelékig,

3. ábra), és a magas pórusterfogat. Az üledék törmelékes részét az alapkőzetből kivált vagy egy távolabbi előfordulásból lehordott kőzet képezi.

ALAPKŐZET, BONTÁS, TALAJOSODÁS

A területet felépítő kőzet jellege egyrészt a terület formakincseit, befolyásolja a felszíni laza üledékek keletkezését, mozgását és vízháztartását.

A Bükk-hegység nyugati részének a morfológiáját alapvetően a két, jelentősen különböző összetételű és fizikai tulajdonságú kőzetegyüttes határozza meg. Egy karsztosodott, sziklás, száraz völgyekkel és töbrökkel tagolt mészkőfelszín és egy lankás, lapos dombhátakkal, de mélyen bevágódott, élő vizes völgyekkel jellemezhető palás-homokkőves aljzatú zóna, amelyből az eruptív kőzetek kis méretű, meredek kúpokként emelkednek ki.

A mészkő esetében nem beszélhetünk bontásról. Az eredetileg nyírt, látens repedésekkel felszabdalt kőzet a felszín közelében lapokra, lemezekre, tömbökre esik szét, a repedéseket pedig a felülről behordott vörös agyag tölti ki. Ez a vörös agyag a talajképző kőzet, ennek a felszíne talajosodik.

Az agyagpala és részben a lemezes-palás homokkő a felszín közelében emellett, hogy a paláság, a réteglapok és a repedések mentén apró szilánkokra esik szét, jelentős mértékű bontást szenved: a kőzetet alkotó agyagásványok megduzzadnak, a földpát és a csillámok egy része agyagosodik, a vastartalmú ásványok limonitosodnak, kovaerek és -gumók keletkeznek. Ezek a változások nagy része a holocén völgybevágódások előtt, tehát a pleisztocén egyes, melegebb és csapadékosabb időszakában mentek végbe. A recens talajképződés alapkőzete itt az elmállott, feldarabolt és többé-kevésbé megmozgatott júra korú agyagpalából vagy homokkőből keletkezett laza üledék.

Az eruptív kőzeteknél egyértelmű, hogy csak azok esetében látható felszíni bontás, amelyekben az eredeti ásványi összetétel már az utómágnás (vagy metamorf) folyamatok során megváltozott. Ezért az eruptív kőzeteken a talaj anyakőzete a többszörösen elváltozott, bontott, lejtőn mozgó, heterogén törmelék.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a talajképződési folyamatok szorosan összefüggnek a földtani háttérrel képező kőzetekkel, a kőzeteken lévő laza üledékekkel, az adott terület morfológiájával. Az, hogy a talajszerkezet kialakulásában (és a talaj vízháztartásában) milyen szerepet játszik a különböző szerkezetű és művelésű erdőállomány a jelenleg is folyamatban lévő kutatás célkitűzése.

AZ ALAPKŐZET ÉS AZ ERDŐ

Az erdő hosszú távú fenntartásához szükséges a klímaváltozás várható hatásainak ismerete is. Ezért fontos megismerni a különböző erdők termőhelyének talaját, a talajok alapkőzetét és a területet fölépítő földtani képződményeket, a talaj vízgazdálkodását. E tényezők tulajdonságai és viszonya határozza meg az erdőállományok fejlődését a változó klimatikus körülmények között.

A talajok kiszáradása – a növényzet fokozott nedvesség-felvétele és a csapadék nem megfelelő eloszlása miatt – jelenleg folyamatban van. Ennek minimális szintre csökkentése az állományok szerkezetének megfelelő átalakításával, illetve folyamatos erdőborítás biztosításával lehetséges. Az állományszerkezet átalakításához az adott terület földtani felépítése, a talaj és alapkőzete vízgazdálkodási tulajdonságainak, szárazodásainak, módosulásainak ismerete elengedhetetlen.

A projekt keretében kijelölt különböző korú és állományszerkezetű faállományok eltérő fedettséget biztosítanak a termőhely talajának más-más módon befolyásolva a talajok nedvesség veszteségét (*Danszky, 1963.*),

Ehhez szükségesek olyan ismeretek, mint a különböző talajok száradási különbségeinek leírása, a veszélyeztetett területek talajfizikai, vízgazdálkodási paramétereinek meghatározása és a mutatók eltéréseinek megfelelő művelési eljárás kidolgozása.

ÖSSZEGZÉS

A Bükk-hegység nyugati felén létesített kísérleti parcellákon végzett kutatás során azonosítottuk a területén megjelenő, a hegységet alkotó és a felszínalakzatot meghatározó kőzeteket: a felső triász korú mészkő, a középső-felső júra korú agyagpala, homokkő, mészkő és bázikus eruptív kőzetek. E képződmények köztípusain mikroszkópos és nagyműszeres vizsgálatokat végeztünk abból a célból, hogy felismerjük a feltárt képződményekben a Bükk-hegység kutató szakemberek által leírt kőzettani-rétegtani egységeket. A szerkezeti és kőzettani vizsgálataink során kitértünk a kőzetek elváltozásaira, amelyek megelőzték (és részben meghatározták) a talajosodási folyamatokat. Fontos megállapítani, hogy az elváltozások nagy része a földtani múltban, a pleisztocénben vagy még régebben ment végbe. Mindezek figyelembe vételével kell a vizsgált szelvényekben a talaj anyakőzetét (anyaüledékét) definiálni, amely nem az adott területet felépítő kőzet (ágyazati kőzet), hanem az azt borító, eltérő genetikájú és heterogén összetételű üledék, amelyben előfordulhatnak az alapkőzetből származó, különböző méretű darabok, szilánkok vagy szemcsék is. Miután a talaj-alapkőzet rendszer összefüggéseit tisztáztuk, akkor tudjuk erdészeti módszerek alkalmazásával a rendszer vízháztartását érdemben befolyásolni.

IRODALOM

- Balogh K. 1964. A Bükk-hegység monográfiája. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve.
- Danszky I. 1963. Magyarország erdőgazdasági tájainak erdőfelújítási, erdőtelepítési irányelvei és eljárásai. Budapest
- Jámbor Á. 1959. A Bükk-fennsík pleisztocén „vályog”-képződményei. Földtani Közöny, 89(2)181–184.
- Pelikán P. (ed.) 2005. A Bükk-hegység földtana. Magyarország Tájegységei Térképsorozata. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa. Mezozoikum, pp. 44–92. Negyedidőszak, pp. 129–132.
- Szentpétery Zs. 1953. A Déli Bükk-hegység diabáz- és gabbrótömegei. A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve. 41 (1):1–102.

TERMŐHELYI ÉS ERDŐMŰVELÉSI KUTATÁSOK CSERES- TÖLGYESEK BEN A TERMÉSZETES FELÚJÍTÁSOK ÉRDEKÉBEN

ILLÉS GÁBOR¹

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk cserések természetes felújításának termőhelyi és erdőművelési problémakörével foglalkozik. Egy konkrét terület természetes felújításának sikere, vagy kudarca több tényezőtől függhet: nevezetesen a vadlétszámtól, a termőhelytől és magától az erdőműveléstől is. Az esetleges kudarcok okainak felderítése ezeket a szálakat végig kell kövesse. A tanulmány egy somogyi erdőterület természetes felújítási nehézségei nyomán indult kutatás módszereit és első eredményeit mutatja be.

KULCSSZAVAK: természetes felújítás, cser, erdőnevelés, termőhely, vadgazdálkodás

ABSTRACT

SITE AND SILVICULTURAL STUDIES IN TURKEY OAK STANDS TO PROMOTE NATURAL REGENERATION

The paper deals with the site condition and silvicultural issues of natural regeneration in semi-arid forest types of Turkey oak stands, especially. The success or the failure of natural regeneration may depend on many different agents such as wildlife, land-site conditions, and silviculture itself. To find out the reasons of failed regeneration actions a research must track all the possible underlying relations. This paper presents the methods and the first results of a study designed to discover the reasons of unsuccessful regenerations in a forest stand in county Somogy.

KEYWORDS: natural regeneration, Turkey oak, forest tending, land-site, wildlife management

BEVEZETÉS

Bármely, a természetes felújítás lehetőségeire fókuszáló kutatási téma kidolgozása elsősorban erdőnevelési és termőhelyi megközelítést igényel. Korunkban ez kiegészül a korszerű informatikai eszközök, elsősorban a térinformatikai és statisztikai eszközök alkalmazásával. Utóbbi kettő, mint eszköz, igen hatékonyan támogathatja az előbbi két szakterületet az elérhető eredmények minőségének emelésében.

¹ ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, illesg@erti.hu

Termőhelyi megközelítést igényel a téma azért, mert az ökológiai tényezők alapvetően megszabják az erdő, és benne a fák létfeltételeit, ezzel együtt persze a megújulási és felújulási lehetőségeiket.

Erdőnevelési és erdőművelési megközelítést pedig azért igényel témánk, mert ez az eszköztár, mely segítségével az erdőgazdálkodó a céljai és az erdőállományok lehetőségei közötti optimumot megtalálja. Ez az optimum jelenti a gazdasági értelemben vett tartamosságot, *miközben* nem veszélyezteti az erdő ökológiai értelemben vett tartamosságát.

Jelen tanulmányban egy ökológiai szempontokkal összehangolt cél, nevezetesen a természetes felújítás megvalósítási lehetőségeire irányuló, folyamatban lévő kutatási témát ismertetünk.

PROBLÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A vizsgálatok helyszíne a SEFAG ZRt. Szántódi Erdészetének területén található, egy 2165 ha nagyságú erdőtömb.

A kutatással érintett területen nehézségekbe ütközik a cseres-tölgyes állományok felújítása, ezért a kutatási feladat alapvetően két problémakör felderítését igényli: Először is meg kell tudni a sikertelenség okát, másodsor pedig alternatívákat kell kidolgozni a megoldásra vonatkozóan.

A felújítások sikertelensége alapvetően három okban gyökerezhet:

- ✦ a vadlétszám nagyságában,
- ✦ a termőhely alkalmatlanságában,
- ✦ a faállomány alkalmatlanságában.

A vadlétszámról csak tájékoztató jellegű adatok állnak rendelkezésre, de ezek hiányában is látható nyomai vannak a vad nagyobb számú jelenlétének. Ez önmagában még nem jelenti ennek az erdőfelújításokra nézve káros voltát. Mielőtt ezt kijelenthetnénk, a vad jelenlétének hatását vizsgálni kell.

A vizsgálati terület általános termőhelyi jellemzése kapcsán az alábbiakat lehet megállapítani:

- ✦ A levegő relatív páratartalma áprilisban, átlagosan 53–55%; júliusban pedig 52–54% (OMSZ adatok alapján).
- ✦ A hőségnapok száma 9–14 nap között van évente, míg a nyári napok száma eléri az 55–67 napot.
- ✦ A nyári középhőmérséklet: 16–17 °C közötti, a nyári csapadékmennyiség 360–400 mm között alakul átlagosan (OMSZ adatok alapján).

Az adatokból látható, hogy a terület a cseres–kocsánytalan tölgyes erdészeti klímátípusban helyezkedik el. Ebben az esetben pedig nagyobb szerepe van a talaj tulajdonságainak, és a többlet vízhatást jellemző hidrológiai viszonyoknak az erdőterületek általános termőhelyi értékelésében, mint az egyéb termőhelyi tényezőknek. Ez indokolja, hogy a kutatás során a termőhely kérdésre kiemelten ügyeljünk.

A fentiek alapján a megoldás keresése a következő kérdéssorra fűzhető fel:

- Választ kell kapni arra a kérdésre, hogy a területen jelenlévő jellemző termőhelyi feltételek lehetővé teszik-e a cserések természetes felújítását?
- Ha igen, akkor annak eldöntése a cél, hogy a vadlétszám miatt, vagy az erdőállományok szerkezete (erdőművelési gyakorlat) miatt sikertelenek-e a felújítások?
- Ha a sikertelenség oka a magas vadlétszám, akkor a kérdés úgy merül fel, hogy hogyan lehet meghatározni és elérni az optimális vadlétszámot?
- Ha a sikertelenség erdőművelési okokra vezethető vissza, akkor a különböző termőhelyi feltételek között lévő cseres állományokban milyen erdőművelési és erdőnevelési eljárásokat, hogyan és mikor kell alkalmazni ahhoz, hogy maximalizálni lehessen a természetes felújítások területét?

ANYAG ÉS MÓDSZER

A probléma jellegéből és a célkitűzésből következően a megvalósításban terepi mérésekre és megfigyelésekre, valamint kísérletek beállítására volt szükség, ahol új adatok gyűjthetők. Emellett, a meglévő erdőtervi adatok értékelésére is szükség volt a jelenlegi erdőművelési gyakorlat értékeléséhez.

Alapos terepbejárás nyomán, valamint az erdőtervi adatok elemzése után 10 kísérleti helyszínt (parcellát) jelöltünk ki. A helyszíneken a kísérleteket úgy terveztük, hogy a kérdéseket egyszerre tesszük fel az összes kísérleti helyszínen.

A részletes termőhelyi és erdőnevelési kísérleteknek alávetett területek kiválasztási szempontjai a következők voltak:

- ✦ lehetőleg elegyetlen cseres állomány legyen, tehát a cser elegyaránya közelítse a 100%-ot,
- ✦ a területek koreloszlása fogja át a teljes termelési időszakot (vágásfordulót);
- ✦ az állomány legyen jellemző a területre és korosztályára;
- ✦ minden korosztályból legyen legalább két kísérleti terület.

A kísérleti területek adatait 2004-ben az *1. táblázat*, elhelyezkedésüket az *1. ábra* mutatja.

1. táblázat. A kísérleti helyszínek listája és főbb adatai (üzemterv alapján)
Table 1. List and main data of experimental plots (management plan based)

Erdőrészlet	Koordináták		Kor év	Záródás %	Magasság m	D _{1,3} cm
	EOV Y	EOV X				
Zamárdi 2L	168849	565584	86	56	21	30
Zamárdi 5E	167610	565456	86	81	23	30
Balatonendréd 2G	165865	566342	51	77	22	24
Balatonendréd 2H	165478	566384	51	76	24	26
Balatonendréd 7A	164409	569370	10	80	1	-
Balatonendréd 13A	163625	567794	33	100	15	14
Balatonendréd 14C	163287	568669	33	95	14	12
Balatonendréd 19G	163359	569992	7	70	1	-
Balatonendréd 24H	162594	570292	63	86	20	26
Balatonendréd 24M	162298	570365	63	81	20	20



1. ábra. A kísérleti területek elhelyezkedése
Fig. 1. Location map of experimental plots

A kutatási program a kísérleti parcellákon az alábbi metodikát követte:

- A kísérleti területek helyszínein 50×50 m-es, állandósított kísérleti parcellákat létesítettünk.
- A parcellákon termőhely-feltárást végeztünk.
- A parcella területén belül található összes fa fajtát, átmérő adatát, magassági- és nevelési osztály besorolását elvégeztük, ill. mértük. Átmérőnkénti magasságmérésekkel magassági görbés felvételt készítettünk.
- A fiatalabb, még törzskiválasztási korba nem ért állományok esetében a parcellát határjelekkel azonosítottuk. Ezekben törzsenkénti felvételt nem végeztünk.
- A kísérleti parcellákon belüli állományrészekben minden erdőnevelési beavatkozást tervezünk és előkészítünk, majd a végrehajtást ellenőrizzük. Ehhez kértük a SEFAG ZRt. és az MgSZH Erdészet Igazgatóság részéről érintettek együttműködését.
- A növedékfokozó gyéritési korú és a felújítási fázisba kerülő állományokban egy-egy darab 6×6 m-es, vadkizárásos kísérletet állítottunk be. Ezekben a kvadrátokon belül vizsgáljuk a természetes úton megjelenő csemeték mennyiségét és faji összetételét, valamint összehasonlítjuk a parcellák kerítetlen területével.
- Amennyiben kimutatható lesz, hogy a vadlétszám hatása nem kizárólagos, úgy a továbbiakban az erdőnevelési beavatkozások hatását vizsgáljuk a kísérleti parcellákon alkalmazott más-más gyéritési stratégiák alkalmazásával.

A kísérleti parcellákon kívüli területeken az alábbi munkákat végezzük el:

- ✦ A fahasználatok és az erdőnevelési gyakorlat elemzése (korábbi üzemtervi adatok felhasználásával).
- ✦ Termőhely-térképezési munkák.

A FAHASZNÁLATOK ÉS AZ ERDŐNEVELÉSI GYAKORLAT ELEMZÉSE

Elvégeztük az előző tervidőszakban (1992–2002), a kérdéses területen történt fahasználatok szűrőpróbaszerű értékelését, annak vizsgálatára, hogy az állománynevelés során végrehajtott gyéritések összefügghetnek-e a természetes felújítási nehézségekkel? Ezen túlmenően vizsgáltuk, hogy az erdőnevelés során kialakuló állomány-szerkezet mennyire felel meg a modelltablák és a fatermési tábla alapján meghatározható, ideálisnak tekintett állomány-szerkezetnek. Elemzéseinkhez megkértük a területileg illetékes Erdészeti Igazgatóságot (Kaposvár), hogy röviden foglalják össze a cseres erdőállományok nevelésekor és tervezésekor követett főbb irányelveket. Emellett, a különböző korú erdőrészek terv- és tényadatait használtuk fel annak érdekében, hogy a tisztításoktól a növedékfokozó gyéritésekig értékelhessük a cser erdőnevelés szempontjainak érvényesülését a gyakorlat során. Az elemzést a Balatonendréd községhatárban található állományokban végrehajtott fahasználatok esetében készítettük el, összesen 21 erdőrészlet bevonásával.

Az elemzésekhez növtér index vizsgálatokat használtunk.
A növtér-index (Veperdi G., 2005.):

$$S\% = a / H_f * 100,$$

ahol: a: a fák átlagos távolsága; H_f : a felsőmagasság (jelen esetben az átlagmagasság, mert H_f csak a táblai állományokra volt ismert).

Az index alkalmas a nevelővágások megítélésére. Az elemzés egy összehasonlítást jelent, mely összehasonlításban a fatermési táblában reprezentált szabályos állomány növtér-indexét (Kovács, 1983.) és az aktuális faállományok nevelővágás után kialakuló növtér-indexét hasonlítjuk össze. A táblait meghaladó növtér-index túlságosan erős, az attól elmaradó index túlságosan gyenge gyéritésre utal.

Kísérleti nevelővágások tervezése

A törzskiválasztó és növedékfokozó gyéritési korú állományokban kísérleti nevelővágásokat jelöltünk. A jelöléssel érintett erdőrészek a Balatonendréd 2H és 13A jelűek voltak. A Balatonendréd 13A erdőrészletben lévő mintaterületen a gazdálkodó, az együttműködés keretében és a vágásbesorolásnak megfelelően végrehajtotta a kísérleti nevelővágást. A javasolt nevelővágások az uralkodó és közbeszorult koronaszintekben (2. és 3. Kraft-osztály) található egyedek egy részének eltávolításával a főállomány fainak nagyobb korona növtér biztosításának célját szolgálták, figyelembe véve a csertölgy koronafejlesztési tulajdonságait (Gencsi, Vancsura, 1992.). A nevelővágásra tervezett állományok fatermési adatait a fatermési táblák adataival, a tervezett nevelővágásokat pedig az erdőnevelési modellek összehasonlításában értékeltük.

Termőhelyi vizsgálatok

A tíz kísérleti területen elvégeztük a termőhelyfeltárás munkáit. Ennek során, a parcellákon talajszelvényeket nyitottunk és a helyszíni talajvizsgálatok mellett a talajminták laboratóriumi vizsgálatát is elvégeztük.

A vizsgálatok célja kettős: Egyfelől cél, hogy pontosan megállapítsuk, milyen termőhelyi feltételek között található a vizsgált faállományaink és van-e termőhelyi akadálya a természetes felújításuknak. Másfelől, szintén cél, hogy véletlenszerűen összehasonlítsuk az üzemtervek termőhelyi adatait a megfigyelt termőhelyi tulajdonságokkal.

Termőhely-térképezés

A termőhely-térképezési munkákban a digitális térképezési módszereket használtuk (Dobos et al, 2006.). A vizsgálatokhoz a mintavételek tervezését igyekeztünk oly módon elvégezni, hogy a mintavételi helyek információit a lehető leghatékonyabban lehessen felhasználni.

A vizsgált erdőtömbön belül, a már meglévő kísérleti területeink adatát felhasználva a mintavételi helyek kijelölése következőképpen történt:

A vizsgált erdőtümbön belül, a már meglévő kísérleti területeink adatát felhasználva a mintavételi helyek kijelölése következőképpen történt:

A feltárandó területet előzetesen osztályokba soroltuk. Az osztályozás alapját a domborzati sajátosságok képezték. Ennek indoka, hogy az általunk alkalmazott léptékben a makroklimatikus viszonyok és a földtani tényezők többé-kevésbé konstansnak tekinthetők, illetőleg változatosságukra vonatkozóan nem rendelkezünk ennek a feltevésnek ellentmondó információval. Így a termőhely tulajdonságait, mint például a talajtípus, legnagyobb hatással elsősorban a domborzati elemek tulajdonságai (pl.: lejtés és kitétség) és a rajtuk lévő vegetáció, ill. korábbi emberi hatások, talajművelés határozzák meg. Annak ellenére, hogy a terület részletes erdőtörténeti előzményeit ismernénk (de aminek feltárása külön munkafeladat keretében indokolt lehet) feltételezhetjük, hogy a múltban is erdő művelési ágba tartozott a terület jelentős része, minekután a Bedő-féle erdőterképen is erdőként szerepel. A domborzati formációk előzetes figyelembe vételét a domborzathoz köthető hidrológiai kategóriák módosító hatása is indokolja. Az osztályozás során tehát az egész területet domborzati pozíciója (Jenness, 2006.) alapján csoportokra bontottuk, mely csoportok területi megoszlását a 2. táblázat tartalmazza. Az így kialakuló csoportok képezik a mintavétellel érintett területi egységeket, amelyeken belül a kiosztásra kerülő mintaszámokat kellett megállapítani. A keretszámok meghatározásához induláskor azt a feltételt szabtuk, hogy legalább minden 10 ha-ra jusson egy mintaterület. Ennek megfelelően a csoportokra jutó minta elemszámot szintén a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Az erdőtümb domborzati klasszifikációja
 Table 2. The relief classification of investigated forest stands

Domborzati forma megnevezése	Terület, %	Terület (ha)	Pontok száma
Bevágódott, mélyebb völgyek	13,3	287,3	29
Sekély völgyek	4,8	103,5	10
Felvíz jellegű szakaszok	0,0	0,4	1
U-alakú völgyek	9,1	196,9	20
Sík területek	19,7	425,8	43
Nyílt lejtők	30,0	650,1	65
Felső lejtőszakaszok	7,0	151,0	15
Helyi kiemelkedések, dombok a völgyben	0,0	0,2	1
Kisebb dombok, sík területen	4,2	90,2	9
Tető és gerinc jellegű szakaszok	12,0	259,6	26
Összes terület	100,0	2165,1	218



2. ábra. 2006-os térképezési terv sárgával jelölve
 (A színek melletti számok az üzemterv talajtípus kódjai)
 Fig. 2. Thematic soil-type map according to the management plan.
 (The yellow area represents the mapping plan for 2006)



3. ábra. A mintavételi helyek ábrázolása a 2006-os térképezési terv területén
 Fig. 3. Location of sample points inside the mapped area of 2006

Az így kialakított mintavételi hálózat pontjain a 2006. év folyamán minimális bolygatást jelentő, fűrásos talajmintavételt végeztünk, amely alkalmával a szintek helyszíni leírását és mintavételezését végeztük el. A minták későbbi laboratóriumi elemzése után pedig a helyszíni és a laborvizsgálati eredmények ismeretében talajtípus meghatározás történt.

Térinformatikai, statisztikai adatbázis és értékelés

Az adatok tárolására és az elemzések elvégzésére, valamint az eredmények megjelenítésére térinformatikai környezetet használtunk (ArcGIS). Az adatbázis létrehozása a területről rendelkezésre álló, M=1:10 000 méretarányú, EOTR-ben készült topográfiai térképállományok digitális változatának előállításával vette kezdetét. Ehhez a Földmérési és Távérzékelési Intézetől beszereztük a térképszelvény-lapok GeoTiff képállományait, melyeken lehatároltuk a vizsgálati területet. A GeoTiff állományokról aztán a síkrajzi elemeket digitalizáltuk, főként a szintvonalakat és az ismert magasságú pontokat, csakúgy, mint a főbb utakat. A szintvonalakból és az ismert magasságú pontokból aztán előállítottuk a vizsgálati terület 1:10 000 méretarányú, digitális domborzat modelljét (DDM). A DDM további fontos adatállományok forrása, mint amilyen a lejtésviszonyok térképe, valamint a kitétségi viszonyok térbeli eloszlását bemutató térképállomány. Ezek a térképállományok fontos termőhelyi paraméterek nagy területre történő, a gazdálkodás számára kielégítő pontosságú meghatározására nyújtanak lehetőséget.

A talajvizsgálatok eredményeit leíró statisztikai eszközökkel, többek között variancia analízissel elemeztük.

A talajtípus térkép elkészítéséhez szükséges volt a mintavételi helyek adatainak valamilyen térbeli kiterjesztését elvégezni. Ennek céljából a felvételi adatsorokhoz különböző, a domborzattal összefüggő adatokat rendeltünk, mint amilyen a kitétség, lejtés, tengerszint feletti magasság. Ezek az adatok kerültek felhasználásra a diszkriminancia függvények felhasználásával készített talajtípus-térképek előállításához. Megvizsgáltuk, hogy a domborzati változók felhasználásával mennyire pontosan lehet szétválasztani az egyes talajtípusokat, illetve mennyire pontosan lehet a talajtípusokat besorolni a mintavételünk alapján. A végrehajtáshoz diszkriminancia analízist alkalmaztunk, hét különféle domborzati változó felhasználásával.

EREDMÉNYEK

A fahasználatok és az erdőnevelési gyakorlat elemzésének eredményei

Annak megítélésére, hogy a tervezés gyakorlata mennyiben illeszkedik a modell-táblák iránymutatásához, tekintsük a 3. táblázatot.

A táblázatban vastaggal szedett mezők egyezést mutatnak a tervezési elvek és a modell-tábla ajánlásai között. A dőlt betűvel kiemelt mezők kisebb eltérést mutatnak lefelé a tervezési elvekben a modell-tábla ajánlásaitól. (Pl.: Eggyel kevesebb visszaterés, és/vagy 10 m³/ha-t nem meghaladó eltérés a gyérités erélyében.) A dőlt, vastag betűvel szedett mezők jelentős eltérést mutatnak lefelé a tervezési elvekben a modell-

tábla ajánlásaitól. (Pl.: Eggyel-kettővel kevesebb visszatérés, és/vagy 10 m³/ha-t meghaladó eltérés a gyérités erélyében). Az aláhúzott és dőlt mezők kisebb eltérést mutatnak felfelé a tervezési elvekben a modelltábla ajánlásaihoz képest. (Pl.: Eggyel több visszatérés és 5 m³/ha-t nem meghaladó eltérés a gyérités erélyében.) A ahogy nem kiemelt mezők fatermési osztályai nem fordultak elő a mintában.

3. táblázat. A cser erdőnevelési modelltábla ajánlásai (Béky et al., 1989 nyomán)
Table 3. Recommendations of the tending model for Turkey oak (Béky et al., 1989)

Fatermési osztály	Tisztítás		Törzskiválasztó gyérités		Növedékfokozó gyérités	
	Erély (m ³)	Gyakoriság	Erély (m ³)	Gyakoriság	Erély (m ³)	Gyakoriság
I.	23–29	3	51–79	3	50–80	2
II.	<u>18–26</u>	3	<u>38–54</u>	3	52	1
III.	<u>14–23</u>	3	30–43	3	41	1
IV.	<u>13–21</u>	3	<u>25–28</u>	2	32	1
V.	<u>11–16</u>	3	<u>25</u>	1	27	1
VI.	14–23	2	22–23	2	-	-

Az összehasonlítás alapján elmondható, hogy általánosságban kisebb eréllyel tervezik a fahasználatokat, mint amit a modelltábla alapján várnánk. Különösen igaz ez a jobb fatermési osztályokban, de főként a fiatalabb állományoknál. Ennek egyik lehetséges oka a száraz termőhelyen annak elkerülése, hogy erőteljesebb bontáskor a cserjék elborítsák az állományokat. Másrészt közrejátszhat a vékony faanyag csekély mértékű értékesíthetősége is.

A belenyúlások erélyének értékelése összetett kérdés, a túl erős gyéritések záródásihiányt és elcserjésedést, esetleg készlethiányt, a túl gyenge gyéritések növekvő száradék képződést és kedvezőtlen koronaszerkezetet eredményezhetnek.

A 3. táblázatból nem tűnik ki ugyan, de nagyon jó tervezési törekvés az elegyeség megtartása főként, ha az nem csak a felső koronaszintre törekszik. Terepi tapasztalataink azt mutatták, hogy főként a 30 évnél idősebb állományokban a felső koronaszint túlságosan sűrű (nyilván a záródás megtartására érdekében) és fák korona-alakja kedvezőtlen. Megfontolandó lenne egy, a felső szintben szellősebb koronaszerkezetű és alsó szintjében mezei juharral és ezüsthárssal elegyes állományszerkezet kialakítására való törekvés – ahol ezt a termőhelyi feltételek megengedik.

Növőtér index vizsgálatok

A növőtér index vizsgálatok eredményei azt mutatják (4. ábra), hogy a fiatal, 25 évnél fiatalabb állományok növőtér-indexe jóval meghaladja a fatermési tábla által prognosztizált ideálisnak tekintett értéket, amit a nevelővágások még tovább növelnek. Annak kiderítése, hogy milyen okokra vezethető vissza ez az igen tág hálózathoz megfelelő index érték még további vizsgálatokat igényelne. Egy lehetséges magyará-

zat, hogy a vad által erősen megritkított természetes felújítások eredményeként alakul ki ez a meglehetősen tág hálózat. A tág hálózat megmagyarázhatja, hogy miért maradnak el különösen a fiatalkori gyérítések erélyei a nevelési modelltábla értékeitől. (Fontos megjegyezni, hogy az ábrán látható adatok több, helyben elkülönülő és eltérő korú faállomány adatait mutatják, egyfajta hamis időszorként, nem pedig egy konkrét faállomány időbeli fejlődését, mint a fatermési tábla görbéi! Így nem állíthatjuk, hogy a fatermési tábla lefutása helyett e görbeszakaszok egybeillesztése adja a jelenlegi állományok növtér-index alakulását!)

A harminc évnél idősebb állományoknál merőben más a helyzet. Mondhatjuk, hogy ezek a területek zömükben túlságosan sűrű faállománnyal rendelkeznek. (A mintában 12-ből 7 esetben.) Ez mindenképpen rontja mind a méretes faanyag megtermelésének esélyét, mind a kedvező koronaszerkezet kialakításának esélyét, ezzel együtt pedig a természetes felújítás lehetőségeit. Különösen igaz ez, ha figyelembe vesszük, hogy a cserésekben törzskiválasztó gyérítések időszakának végére, 50 éves korra ki kellene alakítani a V-fák hálózatát (fokozatos ernyős felújítógágás és cser nevelési modelltábla alkalmazása esetén), valamint a törzskiválasztó gyérítések során lehetőséget kellene teremteni a V-fáknak kedvező koronaszerkezet kialakítására. Ez segíti a természetes felújítást, mivel a növedékfokozó gyérítések idején már nincs lehetőség a koronaméret jelentős növelésére. A sűrűn tartott állományok késői megnyitása, felújítógágás bontógágása címén, csak fattyúhajtásodást és elcserjésedést eredményez, amint azt számos területen láthattuk.

A kísérleti nevelővágások első eredményei

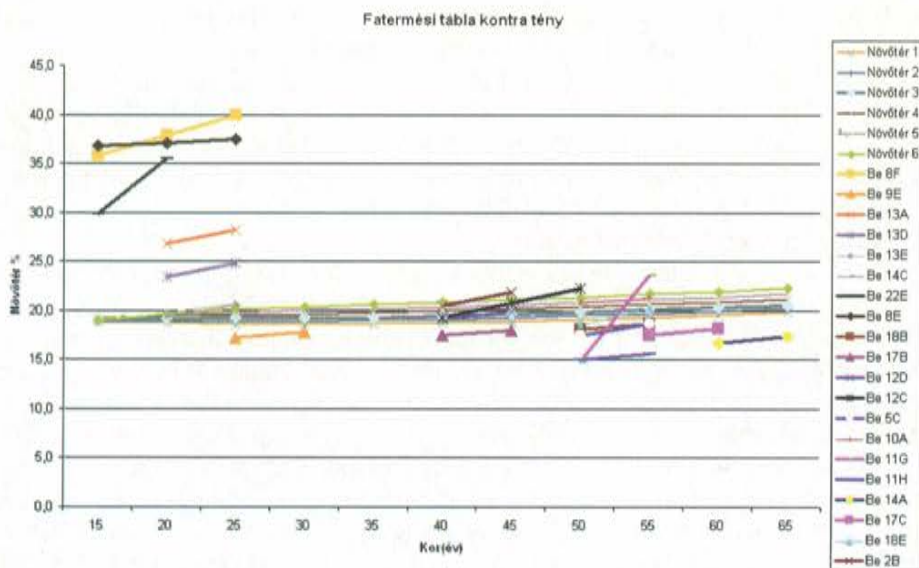
A nevelővágásokban érintett erdőrészetek (az adatokat a 4. táblázat foglalja össze):

Balatonendréd 13A erdőrészet (BE13A): Kor: 35 év. Fatermési osztály: II.

Balatonendréd 2H erdőrészet (BE 2H): Kor: 53 év. Fatermési osztály: II.

4. táblázat. Faállomány-szerkezeti adatok és a javasolt nevelővágások
Table 4. Stand data and the data of proposed thinnings

Erdőrész; fajaj		Dg	Hg	N	G	V
		cm	m	db	m ²	m ³
Főállomány (javasolt)						
BE13A	CS	16,3	16,1	808	16,9	147,2
BE2H	CS	25,8	22,4	420	22,1	264,4
Mellékállomány (javasolt)						
BE13A	CS	12,2	14,7	396	4,6	36,8
BE13A	EH	16,5	14,5	4	0,1	0,8
BE2H	CS	17,6	18,6	164	4,0	39,4
BE2H	A	14,3	18,3	16	0,3	2,5
Egészállomány (tény)						
BE13A	CS	15,1	15,8	1204	21,5	184,0
BE2H	CS	23,9	22,0	584	26,1	303,8



4. ábra. A vizsgált állományokban kialakult növőter-index a tervezett gyéritések elvégzése előtt és után a fatermési tábla adataival összevetve

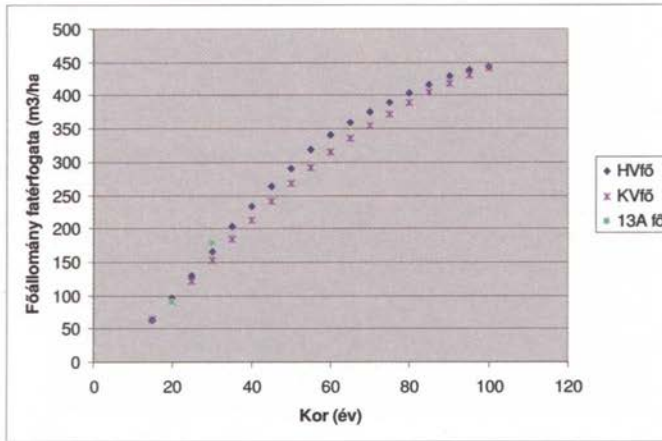
Fig. 4. Growing space of thinned stands before and after the tending operation together with the yield tables standard values

Ahhoz, hogy ezeket a gyérités jelöléseket értékelhessük, az állományok jelenlegi paramétereit és a tervezett gyéritések adatait a rendelkezésre álló fatermési táblák adataihoz viszonyítottuk (Hajdú G., 1973.; Kovács F., 1983.)

Az összehasonlítás során a két fatermési tábla fő- és mellékállomány adatait és a kísérleti területek adatait vetettük össze. Az eredményeket az 5–7. ábrák foglalják össze. Az ábrákon (5–7. ábra) jól nyomon követhető, hogy más-más szemlélettel készültek a fatermési táblák. A Hajdú-féle tábla erőteljesebb fiatalkori belenyúlásokat – nagyobb fiatalkori mellékállomány, kisebb főállomány – tervezett, nagyobb fiatalkori növőteret biztosítva a csernek. Ennek okaként felhozható, hogy a cseresek általános értékelésekor Hajdú Gábor kiemeli, hogy a cseresek túlságosan sűrűn tartottak. A jelenlegi faállományok mind a két modell értékeinél nagyobb sűrűséget mutattak.

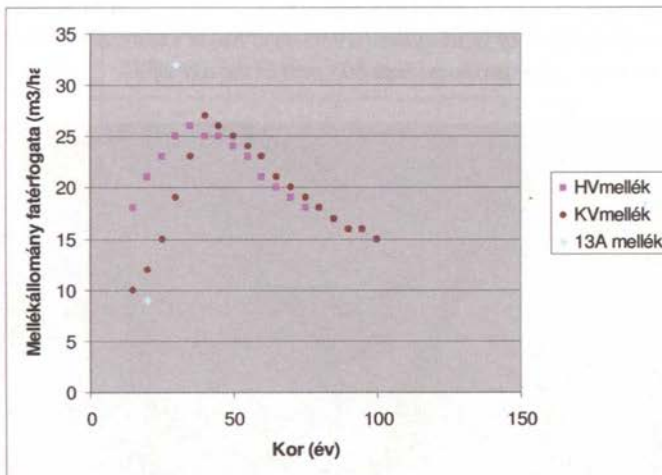
A Balatonendréd 13A erdőrészletben az optimálisnak vélt faállomány-szerkezet kialakítása érdekében mindkét táblai értéknél erélyesebb gyéritést terveztünk. Ennek oka, hogy az állomány fái az elvártnál jóval kisebb koronával rendelkeztek, ezért az uralkodó koronaszint bontásával igyekszünk kihasználni a koronafejlesztés aktív időszakát. Az eljárás létjogosultságát az elkövetkező felvételek fogják alátámasztani, vagy megcáfolni. A mi elvárásunk szerint a fák a nagyobb növőter hatására rövid idő alatt „belakják” a megbontott koronaszintet és nagyobb levélfelülettel és fényben álló koronával jobban kihasználják a termőhely lehetőségeit. Ennek révén végül is ritkább cserjeszint és jobb koronaszint áll majd rendelkezésre. Kedvezőtlen esetben a koronaszint megnyitása a fák fattyúhajtásodását és a cserjeszint megerősödését fogja ma-

gával hozni. A mi véleményünk szerint ehhez a jelenleginél még erőteljesebb bontás kellett volna. A gyérítések előtti és utáni állapotot a 8. ábra mutatja.



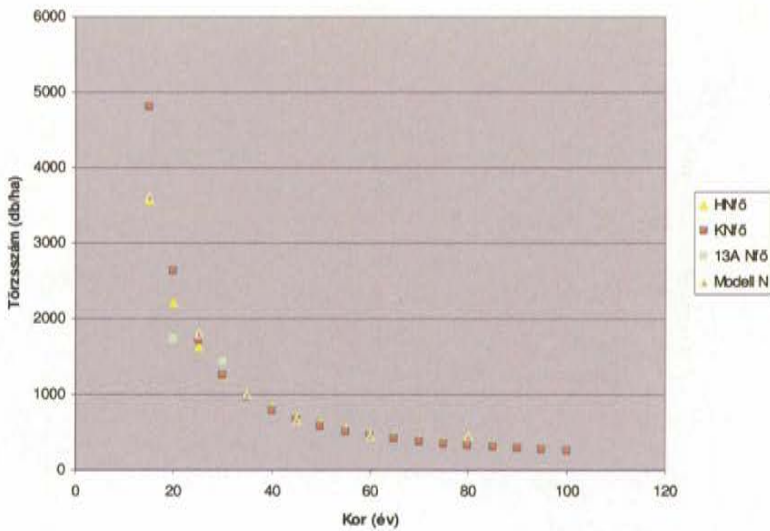
5. ábra. A Be 13A erdőrézsfőállománya 20 és 30 éves korban összevetve a fatermési táblák adataival (HV: Hajdú-féle; KV: Kovács-féle adat). Saját jelölés alapján: 147 m^3 , 35 éves korban

Fig. 5. The living stock of main stand in forest compartment Be13A in the age of 20 and 30 years together with the data of yield tables (HV: Data of Hajdú's table; KV: data of Kovács' table) Our proposal was 147 m^3 , in the age of 35.



6. ábra. A Be 13A erdőrézsfmellék állománya 20 és 30 éves korban összevetve a fatermési táblák adataival (HV: Hajdú-féle; KV: Kovács-féle adat). Saját jelölés alapján: 36 m^3 , 35 éves korban

Fig. 6. The living stock of removed stand in forest compartment Be13A in the age of 20 and 30 years together with the data of yield tables (HV: Data of Hajdú's table; KV: data of Kovács' table) Our proposal was 36 m^3 in the age of 35.



7. ábra. A Be 13A erdőrezs főállományának törzsszáma 20 és 30 éves korban összevetve a fatermési táblák adataival (HV: Hajdú-féle; KV: Kovács-féle adat), ill. az erdőnevelési modell tábla adatával. Saját jelölés alapján: 808 db, 35 éves korban

Fig. 7. The stem number of main stand in forest compartment Be13A in the age of 20 and 30 years together with the data of yield tables (HV: Data of Hajdú's table; KV: data of Kovács' table) Our proposal was 808 pcs. in the age of 35.



8. ábra. Koronaszerkezet gyérités előtt és...
Fig. 8. Crown structure before, and...

gyérités után
after thinning

A TERMŐHELYI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A termőhely vizsgálatok eredményeinek összefoglalása látható a 5. táblázatban.

5. táblázat. A kísérleti parcellák termőhely feltételei
Table 5. The site conditions of experimental plots

<i>Erdőrészlet</i>	<i>Klíma</i>	<i>Hidrologiai kategória</i>	<i>Genetikai talajtípus</i>	<i>Fizikai féleség</i>	<i>Termőréteg vastagság</i>	<i>Megjegyzés</i>	<i>Fatermesztési érték</i>
Zamárdi 2L	CS-T	VFLEN	BFÖLD	vályog	80 cm, KME	tipikus cser termőhely	jó
Zamárdi 5E	CS-T	SZIV	eltemetett talajon kialakuló BFÖLD	vályog	130 cm, MELY	kocsánytalan tölgyes	jó
B.endréd 2G	CS-T	VFLEN	CSBE	vályog	45 cm, SE	bazifil tölgyes	közepes
B.endréd 2H	CS-T	VFLEN	erodált CSBE	vályog	50 cm, SE	bazifil tölgyes	közepes
B.endréd 7A	CS-T	VFLEN	BFÖLD	vályog	75 cm, KME	tipikus cser termőhely	jó
B.endréd 13A	CS-T	VFLEN	KMBE	homokos vályog	40 cm, SE	bazifil tölgyes	közepes
B.endréd 14C	CS-T	VFLEN	BFÖLD	vályog	80 cm, KME	cseres tölgyes	jó
B.endréd 19G	CS-T	VFLEN	KMBE	vályog	30 cm, ISE	bazifil tölgyes	gyenge-közepes
B.endréd 24H	CS-T	VFLEN	KMBE	vályog	30 cm, ISE	bazifil tölgyes	gyenge-közepes
B.endréd 24M	CS-T	VFLEN	KMBE	vályog	35 cm, ISE	bazifil tölgyes	közepes
<i>Erdőrészlet</i>	<i>Kitétség</i>	<i>Lejtés (°)</i>	<i>Lejtő kategória</i>	<i>T.sz.f.m.</i>			
Zamárdi 2L	D-NY	3	tető	208 m			
Zamárdi 5E	NY	17	völgy	160 m			
B.endréd 2G	K	10	oldal	195 m			
B.endréd 2H	K	6	oldal	186 m			
B.endréd 7A	K	5	tető	226 m			
B.endréd 13A	É-NY	0	tető	262 m			
B.endréd 14C	D	0	tető	242 m			
B.endréd 19G	K	6	oldal	215 m			
B.endréd 24H	D-NY	13	oldal	177 m			
B.endréd 24M	NY	12	oldal	182 m			

A termőhely feltárás eredményeinek összevetése az üzemterv adataival látható a 6. táblázatban.

A 6. táblázatból látható, hogy helyenként jelentős eltérések vannak az üzemtervek genetikai talajtípus adatai és a helyszínen fellelt talajtípusok között. Ez a tény igen kedvezőtlen a gazdálkodás és az erdőtervezés szempontjából egyaránt, és felveti a termőhelyi viszonyok beható vizsgálatának és feltárásának szükségességét a területen.

Összefoglalva megállapítható, hogy közepes–jó fatermesztési értékű erdőterületekkel állunk szemben, ahol a felújításnak esetenként a sekély, igen sekély termőtalajokon, csapadékszegény években lehetnek termőhelyi akadályai.

6. táblázat. Üzemtervi talajtípus és a megállapított talajtípus
Table 6. The found soil types and the soil types in the management plan

<i>Erdőrészlet</i>	<i>Üzemtervi talajtípus</i>	<i>Megállapított talajtípus</i>
Zamárdi 2L	<i>humuszkarbonát talaj</i>	<i>típusos barnaföld</i>
Zamárdi 5E	<i>humuszkarbonát talaj</i>	<i>eltemetett talajon lévő barnaföld</i>
B.endréd 2G	<i>típusos barnaföld</i>	<i>csernozjom barna erdőtalaj</i>
B.endréd 2H	<i>típusos barnaföld</i>	<i>erodált csernozjom barna erdőtalaj</i>
B.endréd 7A	<i>típusos barnaföld</i>	<i>típusos barnaföld</i>
B.endréd 13A	<i>típusos barnaföld</i>	<i>karbonátmaradványos barna erdőtalaj</i>
B.endréd 14C	<i>típusos barnaföld</i>	<i>típusos barnaföld</i>
B.endréd 19G	<i>humuszkarbonát talaj</i>	<i>karbonátmaradványos barna erdőtalaj</i>
B.endréd 24H	<i>agyagbemosódásos barna erdőtalaj</i>	<i>karbonátmaradványos barna erdőtalaj</i>
B.endréd 24M	<i>agyagbemosódásos barna erdőtalaj</i>	<i>karbonátmaradványos barna erdőtalaj</i>

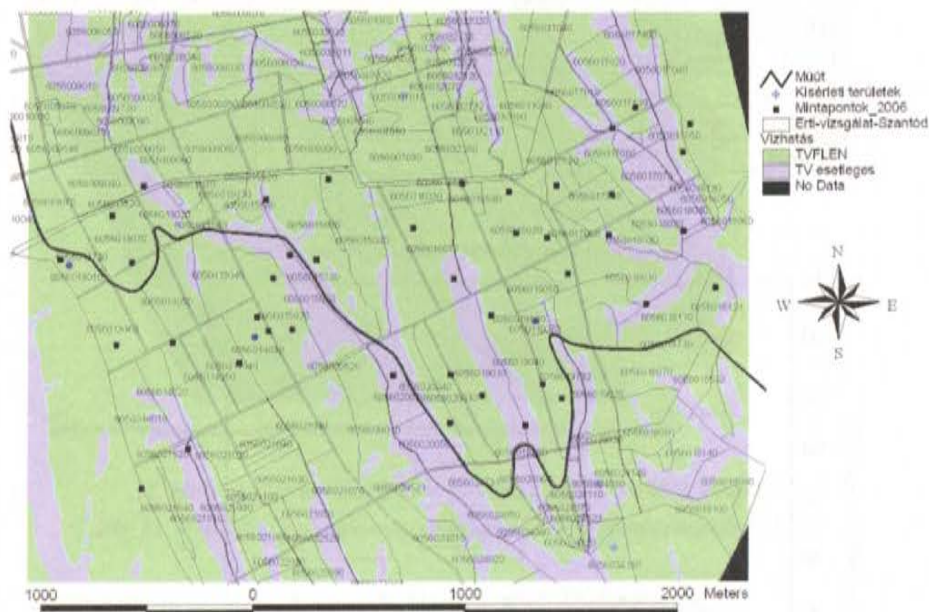
Megjegyzés: egyezik, eltér.

A termőhely-térképezési munkák eredményei

A terepi felvételek és a laborvizsgálati eredmények adatait használtuk a fűrészpontokban fellelhető talajtípusok meghatározására. A mintaterületek talajait négy talajtípusba tudtuk besorolni. Ezek a humuszkarbonát talaj (HK), a karbonát-maradványos barna erdőtalaj (KMBE), a csernozjom barna erdőtalaj (CSBE) és a barnaföld (BFÖLD) talajtípusok voltak. Ezek a talajok ebben a sorrendben javuló termőhelyi adottságokat jeleznek. A talajtípuson kívül minden felvételi helyre megállapítottuk a termőréteg vastagság és a fizikai féleség kategóriát, hogy a későbbiekben a célállomány táblázatokat fel lehessen használni.

A termőhelyek általános jellemzésére a domborzatmodellből a tengerszint feletti magasság, a lejtés és a kitétség értéke közvetlenül kinyerhető volt. A klímatisz besorolása a makro-klimatikus adottságok alapján cseres, ill. kocsánytalan tölgyes. A völgyhatás miatt lokálisan gyertyános tölgyesbe hajlik az erdő klímája. Ezt a fagyléces

állományok jól jelzik. A hidrológiai viszonyokat tekintve az üzemtervek csak a többlet vízhatástól független kategóriát említik, habár a domborzattal összefüggő többletvíz kategóriák időszakonként jelen lehetnek a területen. Ezek jelenlétére a fagylécesség megjelenése ugyancsak utal (9. ábra).



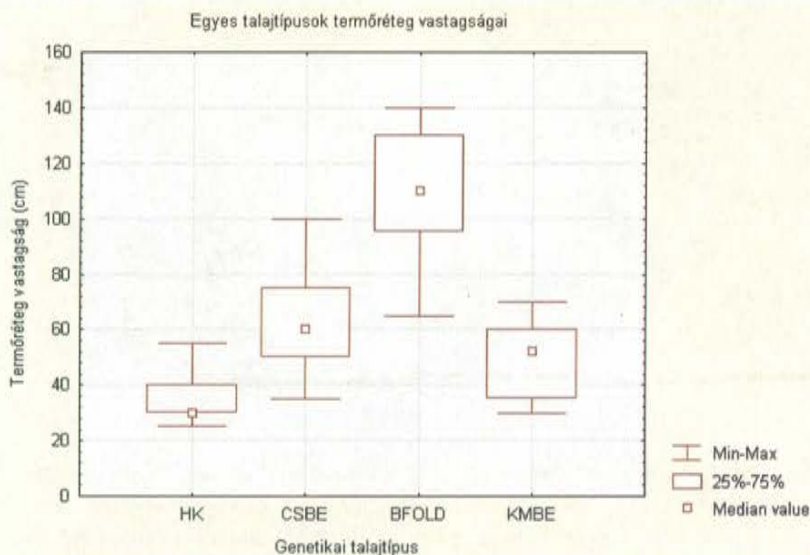
9. ábra. A többletvízhatástól független (világos zöld), és domborzattól függő, esetleges többlet vízhatással érintett területek (türkiz). A számok a tájékozódást segítő részletazonosítók.

Fig. 9. Areas without (hell green) and with (turquoise) additional water supply on the basis of DEM's data. Numbers are compartments identifiers

A talaj tulajdonságait tekintve már nem ilyen egyszerű a helyzet. Fizikai féleségükben a talajok a terepi tapasztalatok és a labor eredmények tekintetében is, termőrétegükben mindenhol teljesítették a vályog fizikai féleség kategória kritériumait. Így ez egyszerűen alkalmazható a térképezett területre. A termőréteg vastagság megállapításában úgy jártunk el, hogy a mintában szereplő talajtípusok jellemző (átlagos) termőréteg vastagságával és szórásával jellemeztük az egyes talajtípusokhoz sorolt területek termőrétegét. Erre azért van szükség, mert jelenleg a rendelkezésre álló 45 pont adata nem elegendő pontosabb predikciós eljárások alkalmazásához, de a minták számának emelkedésével ez a lehetőség is elérhető lesz. Másfelől úgy találtuk, és ezt be is mutatjuk, hogy a talajtípusok szerint jól elkülönülnek a termőréteg vastagság értékei (10. ábra és 7. táblázat), a talajtípusok pedig elég szorosan köthetők egyes domborzati elemekhez.

7. táblázat. A talajtípusok átlagos termőréteg vastagság értékei és szórásuk
 Table 7. The average rootable depth of soil types and their standard deviations

Talajtípusok	Termőréteg vastagsága (cm)		
	átlag	db	szórás
HK	35	10	10
CSBE	63	15	16
BFÖLD	108	10	24
KMBE	49	10	14
Összes	64	45	31



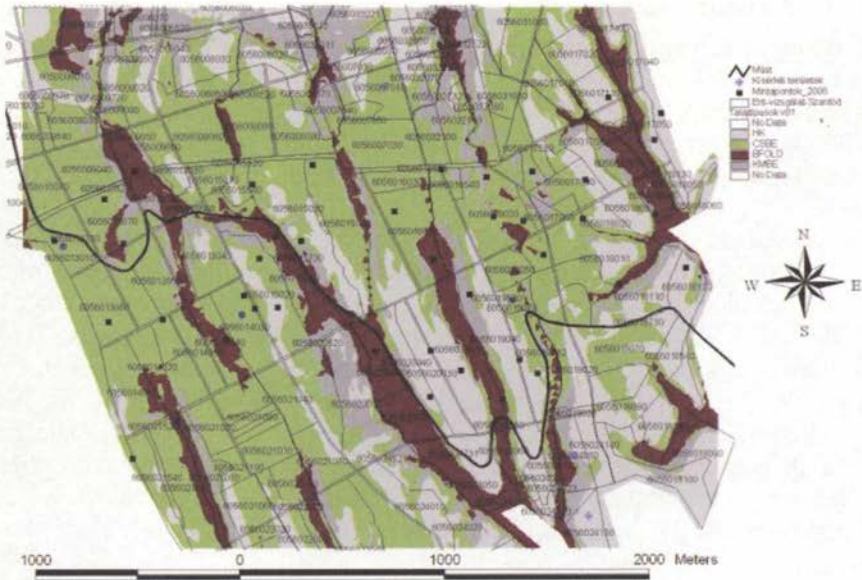
10. ábra. Az egyes talajtípusok termőréteg vastagság értékei
 (Kis négyzet: medián érték, téglalap: a 25 és 75%-os kvartilisek közé eső értéktartomány)

Fig. 10. Statistics of the rootable depth of soil-types

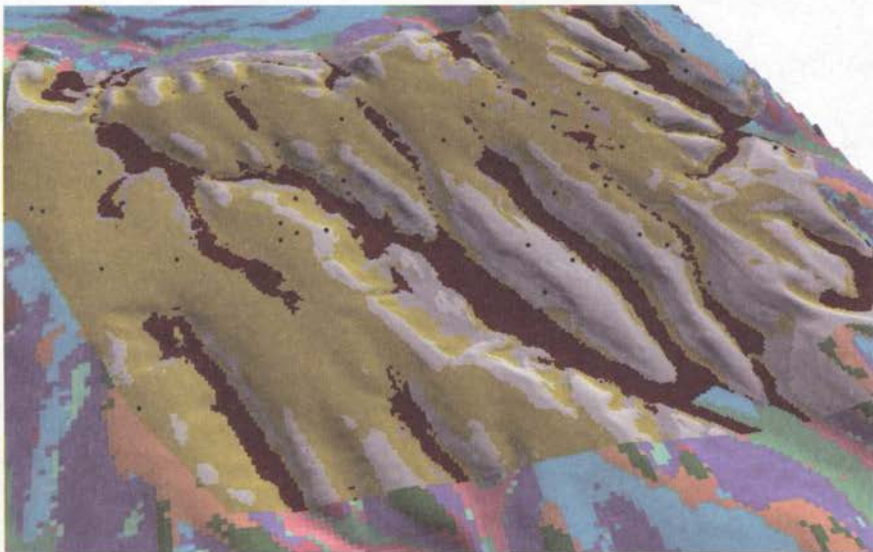
A 10. ábrán jól látható sorrend alakítható ki a talajtípusok között: HK-KMBE-CSBE-BFÖLD.

Az átlagok összehasonlítását szolgáló variancia analízissel kimutattuk, hogy a talajtípusok átlagai szignifikánsan különböznek. Egyedül a KMBE típus átlaga nem tér el kimutathatóan a HK és CSBE átlagától, de a BFÖLD értékétől igen.

A talajtípus térkép elkészítéséhez elvégeztük a mintavételi helyek adatainak térbeli kiterjesztését. Az eredményeket a 11. és 12. ábra, ill. a 8. táblázat szemlélteti.



11. ábra. Az egyes talajtípusok térképe az erdőrészek területén
Fig 11. Predicted soil type map of mapped forest compartments in 2006



12. ábra. A talajtípus térkép perspektivikus képe.
Fig. 12. The perspective view of soil-type map

A 11–12. ábrából és a 8. táblázatból levonható következtetések és kiegészítések:

A talajtípus térkép meglehetősen nagy, erdőrészekben belüli változatosságot mutat a talajtípusok vonatkozásában. Amennyiben ez a változatosság igazolódik, úgy indoka lehet erdőrészek későbbi megosztásának is.

Különösen a perspektivikus ábrázolásból jól látható, hogy a talajtípusok elhelyezkedése jól követi a domborzat sajátosságait, amit a korábbi felvételeink is megerősítenek.

Hangsúlyozni kell, hogy az itt bemutatott térkép a 45 mintavételi hely alapján készült „1.0-s” verzió. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló adatok által hordozott információk jelenlegi leoptimalisabb feldolgozása révén készült, amelyet újabb adatok felvételével fejleszthetünk és pontosíthatunk, ami a hosszú távú cél is. Tehát a feltárás előrehaladtával ennek a területnek is újra és újra rajzoljuk a térképét, egyre jobban közelítve a valóságos viszonyokat. Ennek oka, hogy jelenleg minden típusból csak 10–15 db adattal rendelkezünk (7. táblázat). Ily módon a statisztikai feldolgozás behatárolt. A terepi munkák befejezése után, mikor talaj típusonként több tucat felvételünk lesz, pontosabb eredményekre leszünk képesek. Ez a KMBE esetében például a találati pontosság jelentős javulását eredményezheti majd.

A VADKIZÁRÁSOS KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI

A vadkizárásos kísérletek a kutatás jelen fázisáig nem mutattak értékelhető eredményeket, vagyis nincs különbség a kerített és a kerítetlen területek felújulási viszonyaiban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is köszönetünket fejezzük ki a SEFAG ZRt. és a kaposvári ÁESZ Igazgatóság munkatársainak, akik sokat segítettek a kutatási feladatok végrehajtása során. Külön köszönet illeti a SEFAG ZRt. vezetését, amiért az innovációs forrásait a kutatás rendelkezésére bocsátotta.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Béky A., Hajdu G., Kovács F. 1989. Cseres tölgyesek erdőnevelési modellje. In: Béky A. (szerk). A tölgy természetése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 141–150.
- Dobos, E., Carré, F., Hengl, T., Reuter, H.I., Tóth, G. 2006. Digital Soil Mapping as a support to production of functional maps. EUR 22123 EN, 68 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Gencsi L., Vancsura R. 1992. Dendrológia. Budapest. Mezőgazda Kiadó. 260–267.
- Hajdu G. 1973. Cser fatermési tábla. In: Danszky I. (szerk). Erdőművelés. II. kötet. 253.
- Jenness, J. 2005. Random point generator (randpts.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3. Jenness Enterprises. Available at: http://www.jennessent.com/arcview/random_points.htm
- Jenness, J. 2006. Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a. Jenness Enterprises. Available at: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.
- Kovács F., 1983. A csertölgy állományok fatermése. Erdészeti Kutatások Vol. 75:179–188.
- Veperdi G., 2005. Dendrometria. Oktatási segédanyag. Sopron

TERMÉSZETES ERDŐFELÚJÍTÁSI ELJÁRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA GYERTYÁNOS–KOCSÁNYTALAN TÖLGYESBEN

TOBISCH TAMÁS¹

ÖSSZEFOGALÓ

A tanulmányban gyertyános–kocsánytalan tölgyes különböző természetes felújítási eljárásait hasonlítom össze. A tölgy csemeték magasságát és átmérőjét 1997. és 2003. között 1 m² területű, véletlenszerűen elhelyezett négyzetben mértük. A csemeték megmaradása a bontóvágások mértékétől, ill. azok és a végvágás időzítésétől hosszabb távon független volt. Erőteljesebb bontás hatására a magassági és a vastagsági növekedés fokozódott, a csemeték egyúttal nyurgábbá váltak. Az így kialakult különbségek azonban a végvágás után néhány évvel már nagymértékben lecsökkentek. Közvetlenül a végvágás után a csemeték magassági növekedése átmenetileg a legtöbb esetben lassult, ill. leállt, a tőátmérő azonban töretlenül nőtt.

KULCSSZAVAK: bontóvágás, csemeték alakja, csemeték öngyérülése, csemeték növekedése, természetes felújítás, tölgy

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENT NATURAL REGENERATION METHODS OF A SESSILE OAK– HORNBEAM STANDS

This paper analyses different natural regeneration methods of a sessile oak-hornbeam stand. Seedlings' heights and diameters were measured in 1 m² randomly distributed quadrates from 1997 to 2003. In long-term, self-thinning of oak seedlings was independent of the method of natural regeneration. Height and diameter growth of seedlings increased and diameter-to-height ratios became smaller if closure of the parent stand canopy was lower. However, these differences decreased to a great extent by a few years after final cuttings. Height growth of seedlings decreased or stopped temporarily in most cases immediately after the final cuttings. In contrast, intensity of diameter growth did not change at this time.

KEYWORDS: canopy closure, growth of seedlings, sessile oak, self-thinning of seedlings, shape of seedlings, shelterwood cutting

¹ ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, tobischt@erti.hu

BEVEZETÉS

A gazdasági erdők életében az egyik legkritikusabb időszak a felújítás. Ez az időszak döntő fontosságú az állomány későbbi fejlődése szempontjából (*Ovington and MacRae 1960.*). Mind ökológiai, mind ökonómiai szempontból ezért különös gondossággal kell megválasztani a felújítás módszerét. A felújítási eljárások azonban viszonylag kevésbé kutatottak (*Rogers et al. 1993.*).

Természetes felújítás során az anyaállomány megbontása számos termőhelyi változást idéz elő (*Papp 1954., 1958, Szappanos 1967., Vesterdal et al. 1995., Boerner and Sutherland 1997., Morris and Boerner 1998., Blennow 1998.*). A termőhelyi tényezők közül a kocsánytalan tölgy számára különös jelentőséggel bírnak a fényviszonyok, amelyek szoros összefüggésben állnak az anyaállomány záródásával (*Szappanos 1969.b, Marquis 1979., Agestam et al. 2003., Lupke and Hauskeller-Bullerjahn 2004.*). A tölgy-újulatot ugyanis sokan fényigényesnek tekintik (*Krahl-Urban 1959. cit. von Lüpke 1998.*), ezért az elterjedt nézet szerint gyors felszabadítást igényel (*Gesztes 1906, Vadas 1921., Majer 1966., Koloszar 1989., Solymos 2000.*). Ha az újulatot időben nem szabadítják fel, akkor a csemeték többsége elpusztulhat (*Fekete 1888., Lupke and Hauskeller-Bullerjahn 2004.*).

Szappanos (*1969.b*) és Nemky (*1973.*) ugyanakkor megállapította, hogy megfelelő körülmények között a kocsánytalan tölgy éveken át képes eltérni az árnyalást. Ennek tudható be, hogy üdőbb erdőtípusok esetében a felszabadítás is lassabb lehet (*Szappanos 1967., Danszky 1973.*). Jarvis (*1964.*) kimutatta, hogy a fiatal kocsánytalan tölgy az árnyalásra adott alaktani és élettani reakcióját tekintve árnytűrő fajnak tekinthető.

Magyar (*1933.b*) szerint a magyar viszonyok között a kocsánytalan tölgy csemeték elpusztulásának a legtöbb esetben nem fény-, hanem nedvességhiány az oka. Ezt támasztja alá Szappanos (*1969.a*) kutatása is. A talajnedvesség azonban az állomány megbontásával szintén az újulat megmaradása ill. fejlődése számára kedvező irányban változhat (*Barg and Edmonds 1999.*).

Az állomány megbontásával együttjáró pozitív hatások a bontás mértékének növelésével emelkedhetnek (*Szappanos 1969.b, Nemky 1973., Marquis 1979., Kolb et al. 1990., Teclaw and Isebrands 1993., Gross et al. 1996., Madsen and Larsen 1997., van Hees 1997., Nilsson et al. 2002., Curt et al. 2005.*). Egyes esetekben ugyanakkor éppen árnyalás hatására fokozódott a magassági növekedés (*Ovington and MacRae 1960., Jarvis 1964., Igboanugo 1990., Ziegenhagen and Kausch 1995., Chaar et al. 1997.a*). Több esetben azonban azt tapasztalták, hogy árnyalásban a magassági növekedés fokozódása ellenére a szervesanyag-képzés csökken (*Ovington and MacRae 1960., Jarvis 1964.*). Más eredmények szerint az árnyalás bizonyos mértékű fokozásával a szervesanyag-képzés is fokozódhat (*Kolb and Steiner 1990., Ziegenhagen and Kausch 1995.*).

A nemzetközi irodalmat is figyelembe véve megállapítható, hogy a felújítással, ill. az újulat fejlődésével foglalkozó eddigi kutatások a legtöbb esetben igen rövidtávúak voltak, sok esetben 1–3 év adatain alapultak. Nem voltak tehát kellő mértékben tekintettel arra, hogy hosszabb távon, erdőművelési szempontból az újulat fejlődését tekintve milyen jelentőséggel bírnak a különböző módszerek által előidézett

termőhelyi változások. A külföldön szerzett tapasztalatok hasznosítását megkérdőjelezzük továbbá a lényegesen eltérő termőhelyi viszonyok is.

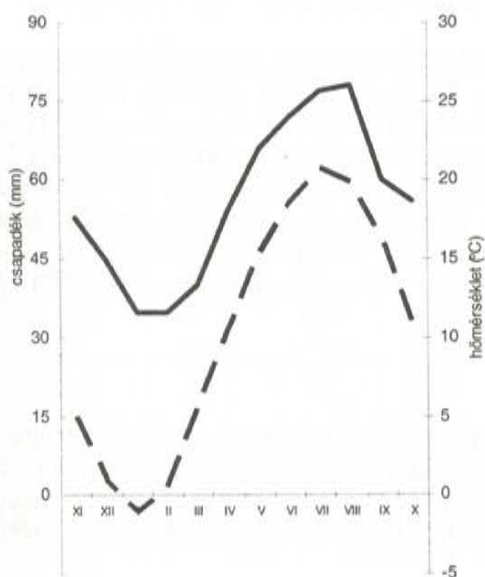
Hazánkban a kocsánytalan tölgy természetes felújításával kapcsolatban csupán egy kísérlet került publikálásra (Szappanos 1967., 1969.a,b), ami az erdőművelési gyakorlat számára igen kevés. Jelen tanulmányban ezért egy újabb kísérlet eredményeiről számolok be. Tanulmányomban arra a kérdésre keresem a választ, hogyan befolyásolja a bontóvágások és a végvágás időzítése, valamint a bontóvágások mértéke a tölgy csemeték megmaradását (öngyérülését), növekedését és alakját egy hazai gyertyános–kocsánytalan tölgyes állományban.

VIZSGÁLT TERÜLET

Kutatásunkat Farkaserdőn, Káld 45 A erdőrészletben végeztük. A vizsgált állomány rozsdabarna erdőtalajon tenyészik gyertyános–tölgyes klímában, 200 m tengerszint feletti magasságban (1. ábra). A kísérleti területet 1994-ben bekerítették.

A felújítás megkezdése előtt az erdőrészlet anyaállományát kocsánytalan tölgy (75%), cser (11%), valamint gyertyán (14%) alkotta (ÁESZ adatok, 2004.). A lomb-szint teljes záródása 95% körüli volt. A felújítás megkezdése előtt az állomány nudum volt. A felújítási kísérlet megkezdése előtt, 1995-ben bőséges makktermés volt a területen. A lehullott makk mennyisége terepen végzett felmérés alapján 600–800 ezer db/ha volt.

A lágyszárú vegetációban a végvágás után helyenként a csomós ebír (*Dactylis glomerata*) tömeges előfordulása volt a jellemző. Emellett magas borítással rendelkezett a virágrúgó kakukkorma (*Cardamine impatiens*), a kákicsvirág (*Mycelis muralis*), valamint a betyárkóró (*Erigeron canadensis*). Később a siskanád (*Calamagrostis epigeios*) és a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) szaporodott el.



1. ábra. A kísérleti terület klímájának jellemzéséhez használt klimadiagram

A csapadék adatok Káld, a hőmérséklet adatok Pápa meteorológiai állomások 1901. és 1950. között mért adatainak átlagai (Forrás: Kakas, 1967.).

MODSZEREK

A felújítás kivitelezése

A kísérletet 2002-ig Somogyi Zoltán közreműködésével Béky Albert vezette. A vizsgált állományt megközelítőleg azonos területű parcellákra osztották. Az egyes parcellákban a felújítás módja különböző volt. Az egyes felújítási módokat az *1. táblázat* foglalja össze. 2000 tavaszán a teljes területet Nabuval permetezték. 1999 és 2000 nyarán a kislevelű hárs sarjakat, 2002 szeptemberében pedig a hárs sarjakon kívül a tölgnél magasabb gyertyánokat töre vágták. 1999 nyarán néhány kisebb foltot a csalánt és a siskanádat a csemeték fölül lekaszálták.

1. táblázat. Az anyaállomány bontásának és végvágásának végrehajtása az egyes parcellákban

<i>Időpont</i>	<i>Parcella száma</i>	<i>A bontás mértéke</i>
1995–1996.	26.1.	70% záródásra bontás
	26.2.	70% záródásra bontás
	28.1.	50% záródásra bontás
	28.2.	50% záródásra bontás
1996–1997.	27.	40% záródásra bontás
1997–1998.	26.1.	30–40% záródásra bontás
1998–1999.	28.1.	végvágás
1999–2000.	26.1.	végvágás
	26.2.	végvágás
	27.	végvágás
2001–2002.	28.2.	végvágás

Mintavételezés

Mind az öt parcellában 1997-től kezdődően 1×1 m-es véletlenszerűen elhelyezett kvadrátokban mértük véletlenszerűen kiválasztott tölgy csemeték magasságát, valamint töátmérőjét. A gyertyánt, a csert valamint az egyéb fafajokat nem mintavételeztük. A 2000. év kivételével az egyes parcellákban elhelyezett kvadrátok száma 20 ill. 30 volt. A 2000. évben minden parcellában 15 kvadrátot helyeztünk el. 1997-ben a 26.1. és a 26.2., ugyanebben az évben és 1998-ban a 28.1. és a 28.2. parcellát nem különböztettük meg, mivel kezelésük azonos volt. 1997-re vonatkozólag tehát a továbbiakban csak a 26., a 27., és a 28. parcellát, 1998-ra vonatkozólag pedig a 26.1., a 26.2., a 27. és a 28. parcellát különböztetem meg.

Az adatok feldolgozása

Az adatfeldolgozás során a csemeték alakját (nyurgaságát) az átmérő és a magasság hányadosával (d/h) jellemeztem. A hányados dimenzió nélküli, mivel mind az átmérőt, mind a magasságot m-ben fejeztem ki, Segítségével megállapítható, hogy milyen a vastagodás ill. a magassági növekedés aránya. Ha ugyanis a hányados értéke

emelkedik, az arra utal, hogy a csemeték vastagodása fokozódik a magassági növekedéshez képest. Ha csökken, akkor ez azt jelenti, hogy a magassági növekedés erélye nő meg a vastagodáshoz képest (azaz a csemeték nyurgulnak). A hányados időbeli változásának vizsgálata által tehát kiderül, hogyan változik meg a csemete szervesanyag-képzésének a magassági és a vastagsági növekedés közötti „megosztása”.

Az adatokat variancia-analízissel értékelttem a BIOMstat 3.3 program (2002.) segítségével. Az adatok normalitását Kolmogorov-Szmirnov próbával, a varianciák homogenitását F-max teszttel (Hartley, 1950.), valamint log-anova próbával (Martin and Games 1977.) vizsgáltam. Mivel a parametrikus ANOVA feltételei nem teljesültek Kruskal-Wallis ANOVA-t használtam az adatok feldolgozásához.

EREDMÉNYEK

A csemeteszám változása

Az egyes kezelések közötti különbségek adott időpontban

1997-ben a 26. parcellában szignifikánsan több volt a csemete a 27. ($p < 0,05$), valamint a 28. ($p < 0,01$) parcellához képest (2. táblázat, 2. ábra). A 27., valamint a 28. parcellában található csemeték száma szignifikánsan nem különbözött. A négyzetméterenkénti átlagos csemeteszám 2003-ban a 26.2. parcellában volt a legmagasabb (15,5). Az átlagos csemeteszámban szignifikáns különbséget ekkor csak a 26.1. és a 28.1. ($p < 0,05$), valamint a 26.2. és a 28.1. parcella ($p < 0,05$) között találtunk. Az egyes parcellákban a csemeteszám 1997-ben még megfigyelhető különbségek tehát nagymértékben lecsökkentek.

2. táblázat. A négyzetméterenkénti csemeteszám a természetes felújítás parcelláiban

Parcella száma	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
26.1. (a)	41,5 ^b (30,6)	41,6 ^{bc} (27,5)	24,9 ^{bcde} (15,5)	23,7 ^{bcde} (13,7)	19,5 ^{bcde} (11,2)	17,4 ^{cde} (7,8)	13,3 ^{bcc} (5,6)
26.2. (b)	41,5 ^a (30,6)	44,2 ^{ac} (34,3)	28,1 ^{acc} (15,2)	25,7 ^{ac} (6,9)	22,8 ^a (10,9)	23,5 ^c (8,8)	15,5 ^{acc} (8,9)
27. (c)	28,7 ^{de} (22,8)	32,6 ^{ab} (15,6)	20,3 ^{abde} (13,4)	20,7 ^{ade} (9,8)	14,8 ^{ade} (9,6)	17,7 ^{abde} (9,9)	14,3 ^{abde} (8,3)
28.1. (d)	28,7 ^{ce} (29,6)	24,9 ^c (17,0)	19,6 ^{acc} (12,6)	19,3 ^{acc} (11,7)	14,0 ^{acc} (10,2)	14,2 ^{acc} (6,7)	9,5 ^{cc} (5,4)
28.2. (e)	28,7 ^{cd} (29,6)	24,9 ^d (17,0)	20,9 ^{abcd} (12,7)	22,5 ^{abcd} (11,1)	15,0 ^{acd} (9,2)	13,9 ^{acd} (7,6)	12,2 ^{abcd} (8,3)

Megjegyzés: az adatok feldolgozása során az egyes parcellákat minden évre vonatkozólag páronként hasonlítottam össze (zárójelben a szórás van feltüntetve). A parcellákat betűkkel jelöltem, amelyek az első oszlopban zárójelben találhatóak. Ha adott parcella (pl. „a”) adott évben nem különbözött szignifikánsan ($p < 0,05$) egy másik parcellától (pl. „b”), akkor ez utóbbi betűjele az előbbi parcellára vonatkozó adatnál fel van tüntetve. A felújítás módszere a 26.1. és a 26.2., valamint a 28.1. és a 28.2. parcella esetében a kísérlet kezdetén meggyezett (1. táblázat).

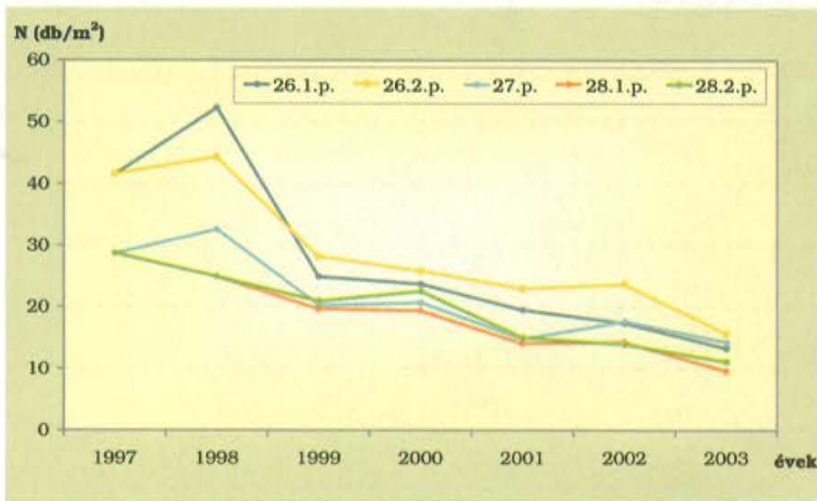
Az egyes kezeléseken belüli időbeli változások

A csemeték négyzetméterenkénti száma 1997. és 1998. között a 26.1., 26.2., valamint a 27. parcellában kissé emelkedett (3. táblázat, 2. ábra). Az emelkedés azonban nem volt szignifikáns. 1998. és 1999. között ezekben a parcellákban erőteljes öngyérülés volt tapasztalható. A 26.1. és a 27. parcellában a csökkenés szignifikáns volt ($p < 0,01$). 1999. után a csemeteszám minden parcellában fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott, bár kisebb emelkedések is előfordultak. Az évről évre tapasztalt csökkenések azonban a legtöbb esetben nem bizonyultak szignifikánsnak. Erőteljesebb öngyérülést 2000. és 2001. között tapasztaltunk a 27. ($p < 0,05$), valamint a 28.2. ($p < 0,05$) parcellákban. 2002. és 2003. között pedig a 26.2. ($p < 0,01$), valamint a 28.1. ($p < 0,05$) parcellában volt megfigyelhető a csemeteszám erőteljesebb csökkenése.

3. táblázat. A négyzetméterenkénti átlagos csemeteszám változása

Parcella száma	1997–1998.	1998–1999.	1999–2000.	2000–2001.	2001–2002.	2002–2003.	Öngyérülés (%)
26.1.	0,1	-16,7**	-1,2	-4,2	-2,1	-4,1	68
26.2.	2,7	-16,1	-2,4	-2,9	0,7	-8,0**	63
27.	3,9	-12,3**	0,4	-5,9*	2,9	-3,4	50
28.1.	-3,8	-5,3	-0,3	-5,3	0,2	-4,7*	67
28.2.	-3,8	-4,0	1,6	-7,5*	-1,1	-1,7	57

Megjegyzés: a táblázat celláiban a csemeteszám időbeli változása van feltüntetve. Az öngyérülés oszlopban a teljes mintavételi időszakra vonatkozó értékek találhatók. * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$.



2. ábra. A csemeteszám időbeli változása az egyes parcellákban

1997. és 2003. között a 27. parcellában volt a legkisebb (50%), a 26.1. parcellában a legnagyobb (68%) mértékű a mortalitás (3. táblázat). A teljes mintavételi időszakot figyelembe véve megállapítható, hogy a bontóvágások időzítésétől és mértékétől, valamint a végvágás időzítésétől függetlenül a csemeteszám-csökkenés mértékének időbeli változása minden parcellában közel hasonló volt (2. ábra). Az egyes bontások ill. a végvágás hatása a csemeteszám-csökkenésben nem szembetűnő.

Magassági növekedés

Az egyes kezelések közötti különbségek adott időpontban

Az anyaállomány erőteljesebb bontásának a hatása a 28. parcellában már 1997-ben észlelhető volt. Ennek a parcellának a csemetéi már ekkor szignifikánsan magasabbak voltak mind a 26., mind a 27. parcella csemetéinél (4. táblázat, 3. ábra). Ez utóbbi két parcella csemetéinek magassága nem különbözött szignifikánsan.

1998-ban a páronkénti összehasonlítás alapján a 26.1. és a 27. parcella kivétel az összes parcella között szignifikáns a különbség. A legmagasabb újulattal az előző évhez hasonlóan a 28. parcella rendelkezett. A 26.1. és a 27. parcella anyaállományának a záródása csekélyebb volt ugyan a 28. parcellához képest, újulatuk mégis alacsonyabb volt.

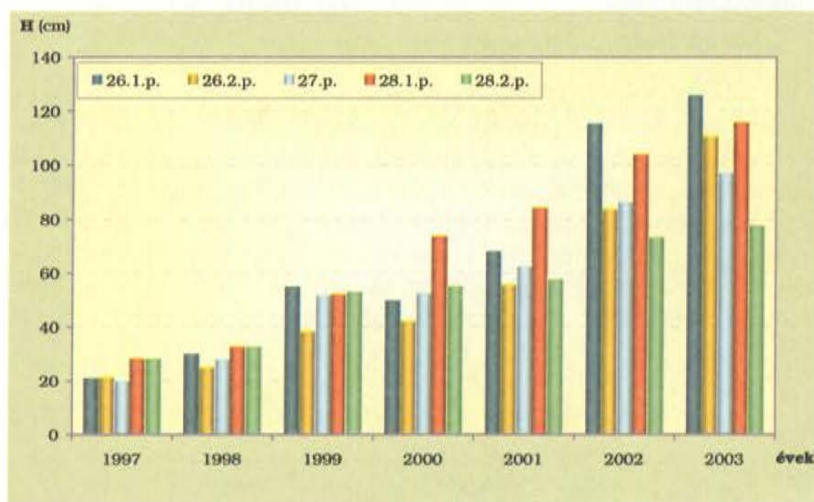
4. táblázat. Az újulat átlagos magassága az egyes parcellákban

Parcella száma	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
26.1. (a)	21,1 ^{bc} (10,0)	30,2 ^c (14,2)	55,1 ^e (16,1)	50,0 ^{cc} (21,7)	68,2 ^c (21,7)	115,5 (25,2)	125,9 (31,5)
26.2. (b)	21,1 ^{ac} (10,0)	24,8 (11,2)	38,3 (14,5)	42,0 (14,8)	55,5 ^c (17,6)	83,7 ^c (15,2)	110,5 ^d (33,2)
27. (c)	19,8 ^{ab} (7,8)	28,0 ^a (12,5)	51,7 ^d (16,4)	52,4 ^{ac} (22,4)	62,4 ^a (18,7)	86,3 ^b (22,2)	97,0 (31,8)
28.1. (d)	28,2 ^c (11,6)	32,6 ^c (12,8)	52,1 ^{cc} (16,6)	73,7 (26,7)	84,3 (23,7)	104,0 (21,1)	115,8 ^b (31,1)
28.2. (e)	28,2 ^d (11,6)	32,6 ^d (12,8)	53,0 ^{acd} (19,2)	55,0 ^{ac} (22,4)	57,6 ^b (26,0)	73,2 (27,3)	77,4 (45,6)

Megjegyzés: a táblázat cm-ben kifejezett adatokat tartalma, zárójelben a szórás van feltüntetve. A parcellákat minden évre vonatkozólag páronként hasonlítottam össze. Az egyes betűkombinációk jelentését ld. a 2. táblázatnál

Az egyes parcellák újulatában lévő magassági különbségek az 1999. évre erőteljesen lecsökkentek (4. táblázat, 3. ábra). Ekkor a legerőteljesebben zárt (70%) anyaállománnyal rendelkező 26.2. parcella csemetéi jóval alacsonyabbak voltak ($p < 0,01$) a többi parcellához képest. A többi parcella esetében viszont az újulat magassága csak kismértékben különbözött, bár némely esetben ez a különbség is szignifikánsnak bizonyult ($p < 0,05$). Ez ekkorra már végvágott 28.1. parcella csemetéinek a magasságán

tehát nem észlelhető szembetűnő módon a végvágás hatása. Ez csak a 2000. évre vált jól észlelhetővé. Ekkor ebben a parcellában a csemeték magassága a többi parcellában tapasztalt értéket jóval meghaladta ($p < 0,01$). Ez a különbség még 2001-ben is megmaradt volt. 2002-re azonban a 26.1. parcella csemetéi behozták lemaradásukat, sőt le is hagyták a növekedésben a 28.1. parcella csemetéit ($p < 0,01$). 2003-ra pedig a 26.2. parcella csemetéi is utolérték a 28.1. parcella csemetéit. E két parcella újulatának magassága ekkor már nem különbözött szignifikánsan.



3. ábra. Az újulat átlagos magasságának időbeli változása az egyes parcellákban

Az egyes kezeléseken belüli időbeli változások

A 28.2. parcella kivételével az összes parcellában a magasság majdnem minden évben szignifikánsan emelkedett (5. táblázat, 3. ábra). A növekedés üteme azonban az 1999–2000 közötti időszakban az ekkor végvágott 26.1., a 26.2. és a 27. parcellában erőteljesen lassult. A 27. parcellában a csemeték magassága ekkor nem változott szignifikánsan. Ugyanebben az évben a 26.1. parcellában pedig a csemeték magasságának szignifikáns csökkenését tapasztaltuk. A 26.2. parcellában szintén alig növekedtek a csemeték (bár a növekedés $p < 0,05$ szinten szignifikánsnak bizonyult).

A teljes mintavételi időszakot figyelembe véve megállapítható, hogy a 28.2. parcellában az 50%-os anyaállomány alatt fejlődő csemeték magassági növekedése volt a legcsekélyebb mértékű. Ebben a parcellában 1999–2000., 2000–2001., valamint a 2002–2003 közötti időszakban a csemeték magassága szignifikánsan nem változott.

5. táblázat. Az újulat magasságának változása az egyes parcellákban

Parcella száma	1997–1998.	1998–1999.	1999–2000.	2000–2001.	2001–2002.	2002–2003.
26.1.	9,1**	24,9**	-5,1**	18,2**	47,3**	10,4**
26.2.	3,7**	13,5**	3,7*	13,5**	28,2**	26,8**
27.	8,2**	23,7**	0,7	10**	23,9**	10,7**
28.1.	4,4**	19,5**	21,6**	10,6*	19,7**	11,8**
28.2.	4,4**	20,4**	2	2,6	15,6**	4,2

Megjegyzés: a táblázat celláiban az átlagos magasság időbeli változása van feltüntetve cm-ben kifejezve. A 26.1. parcellában a magasság átmeneti csökkenését 1999. és 2000. között a döntés és a közelítés okozta károk idézheték elő. * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$.

Vastagsági növekedés

Az egyes kezelések közötti különbségek adott időpontban

1997-ben és 1998-ban az egyes parcellák csemetéinek vastagsága közel megegyezett, bár egyes esetekben a kismértékű különbség is szignifikánsnak bizonyult (6. táblázat, 4. ábra). Jól látható különbség csak 1999-re alakult ki. Ekkor a már végvágott 28.1. (1. táblázat), valamint az 50%-os záródású anyaállománnyal rendelkező 28.2. parcella csemetéi voltak a legvastagabbak. E két parcella adatait összehasonlítva kiderül, hogy az 1998–1999. telén végrehajtott végvágás hatása a 28.1. parcellában a magassági növekedéshez hasonlóan a vastagodást tekintve sem volt észlelhető 1999-ben. A többi parcellában ugyanebben az évben a csemeték vastagsága az anyaállomány záródása szerint változik. A legcsekélyebb záródással (30%) rendelkező 26.1. parcellában a legvastagabbak, a legerőteljesebb záródással (70%) rendelkező 26.2. parcellában pedig a legvékonyabbak a csemeték.

6. táblázat. Az újulat átlagos töátmérője az egyes parcellákban

	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
26.1.	3,1 ^b	3,7 ^{cd}	6,4	9,8 ^d	10,5 ^{bc}	13,2 ^{bd}	14,4
(a)	(1,1)	(1,4)	(1,8)	(3,1)	(3,2)	(3,7)	(5,7)
26.2.	3,1 ^a	3,4 ^{cd}	5,1	8,1 ^{ce}	10,8 ^{ac}	9,8 ^{ad}	13,8
(b)	(1,1)	(1,1)	(1,6)	(2,5)	(2,2)	(2,0)	(6,0)
27.	2,8	3,7 ^{abc}	5,6	8,7 ^{be}	9,8 ^{ab}	10,9 ^c (3,4)	11,8
(c)	(0,8)	(1,2)	(1,8)	(2,4)	(2,5)		(5,1)
28.1.	3,3 ^e	3,6 ^{abce}	7,3 ^c	10,3 ^a	11,7	11,7 ^{ab}	14,7
(d)	(1,0)	(1,3)	(2,3)	(2,7)	(3,4)	(2,9)	(6,4)
28.2.	3,3 ^d	3,6 ^{abcd}	7,3 ^d	7,9 ^{bc}	8,6	9,3 ^c	12,0
(e)	(1,0)	(1,3)	(2,5)	(1,9)	(2,2)	(3,1)	(6,3)

Megjegyzés: az adatok mm-ben vannak kifejezve, zárójelben a szórás van feltüntetve. A parcellákat minden évre vonatkozólag páronként hasonlítottam össze. Az egyes betűkombinációk jelentésének magyarázatát ld. a 2. táblázatnál

A végvágás után a 2003. évre a 26.1., és 26.2. parcella csemetéi az átmérőt tekintve utolérlik az egy évvel korábban végvágott 28.1. parcella csemetéit. A három parcella közötti különbség ekkor már nem volt szignifikáns. A legvékonyabb újulattal ekkor a 27., valamint a 28.2. parcella rendelkezett. Ezek között a parcellák között sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget.

Az egyes kezeléseken belüli időbeli változások

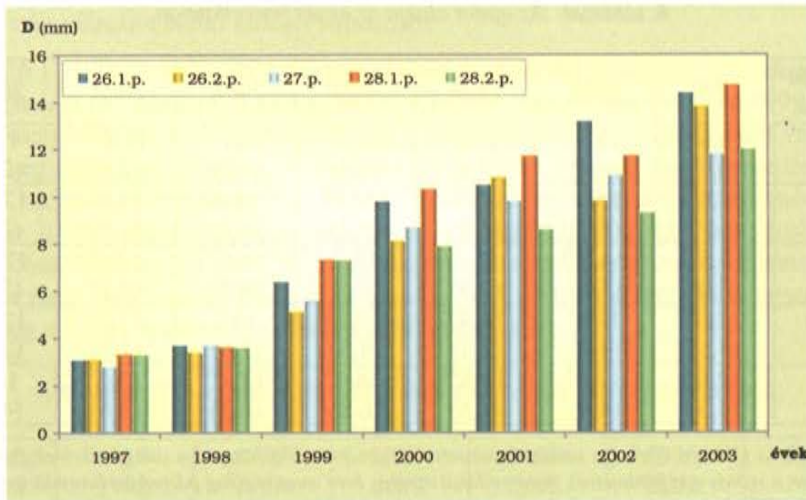
A csemeték évről-évre történő vastagodása minden parcellában a legtöbb esetben szignifikáns volt (7. táblázat, 4. ábra). 1998. és 2000. között a 28.2. parcella kivételével az összes parcellában az újulat intenzív vastagodása figyelhető meg, majd a növekedés visszaesése tapasztalható. Az 1999–2000 telén végvágott parcellák átmérője közvetlenül a végvágás után (2000-ben) hasonló ütemben növekedett, mint végvágás előtt (1999-ben). Ugyanakkor a végvágás időzítésétől függetlenül 2000. és 2002. között a parcellák többségében vastagsági növekedés üteme csökkent. Ekkor sem „viselkedtek” azonban egységesen a parcellák, mert a 26.2. parcella újulatának növekedése 2001-ben, a 26.1. parcelláé pedig 2002-ben viszonylag erőteljes volt. A vastagodás üteme 2002. és 2003. között a 26.1., valamint a 27. parcellában lassult, a növekedés nem volt szignifikáns. A 26.1. parcellában ugyanakkor 2001–2002. időszakban az átmérő kismértékű csökkenése figyelhető meg. A csökkenés nem szignifikáns. A magassági növekedéshez hasonlóan a leggyengébben az átmérő esetében is a 28.2. parcella csemetéi nőttek. 2000. és 2001., valamint 2001. és 2002. között az újulat vastagodása ebben a parcellában nem volt szignifikáns.

7. táblázat. Az újulat átlagos tőátmérőjének változása az egyes parcellákban

Parcella száma	1997–1998.	1998–1999.	1999–2000.	2000–2001.	2001–2002.	2002–2003.
26.1.	0,6**	2,7**	3,4**	0,7	2,7**	1,2
26.2.	0,3**	1,7**	3**	2,7**	-1	4**
27.	0,9**	1,9**	3,1**	1,1**	1,1**	0,9
28.1.	0,3**	3,7**	3**	1,4**	0	3**
28.2.	0,3**	3,7**	0,6*	0,7	0,7	2,7**

Megjegyzés: a táblázat celláiban az újulat átlagos tőátmérőjének változása van feltüntetve mm-ben kifejezve. A 26.2. parcellában az átmérő csökkenése 2001. és 2002. között a véletlenszerű mintavételre vezethető vissza. Mivel a különbség nem szignifikáns, az átlagos tőátmérő változatlanak tekinthető.

* - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$



4. ábra. Az újulat átlagos tőátmérőjének időbeli változása az egyes parcellákban

A csemeték alakja

Az egyes kezelések közötti különbségek adott időpontban

1997. és 1999. között a bontások eltérő időzítése és mértéke szignifikánsan befolyásolta a csemeték alakját (8. táblázat, 5. ábra). Erőteljesebb bontás hatására a csemeték nyurgulását lehet megfigyelni. 1997-ben a 28. parcella csemetéi szignifikánsan nyurgábbak a másik két parcella csemetéihez képest ($p < 0,01$). A 26. és a 27. parcella között ugyanakkor nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, bár az erősebben megbontott 27. parcella csemetéi átlagosan nyurgábbnak tűnnek. 1998-ra megfigyelhető az 1997–1998. telén 30%-ra bontott anyaállománnyal rendelkező 26.1. parcella csemetéinek a felnyurgulása is. Ekkorra már szignifikánsan nyurgábbak ezek a csemeték a 26.2. parcella csemetéihez képest ($p < 0,05$). Az összes parcellát figyelembe véve legvastkosabbak a csemeték a legerőteljesebben zárt anyaállománnyal rendelkező 26.2. parcellában, bár ennek a parcellának d/h hányados értéke még mindig nem különbözik szignifikánsan a 27. parcellára vonatkozó értéktől. A különbség csak 1999-re vált szignifikánssá ($p < 0,01$).

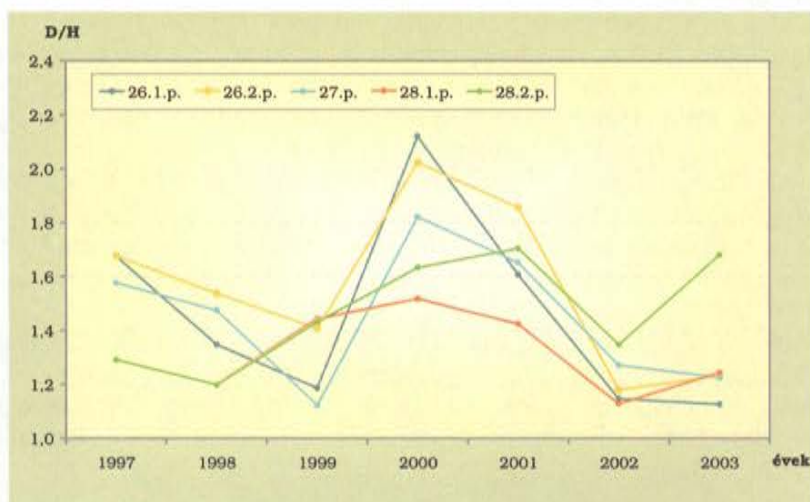
1999-ben a 28.1. parcella végvágása (1998–1999 tele) után a csemeték alakja ebben a parcellában nem különbözött szignifikánsan a 26.2. és a 28.2. parcella csemetéinek alakjától. Ettől eltekintve 1999-ben is megfigyelhető, hogy a még nem végvágott parcellákat figyelembe véve ott a legnyurgábbak a csemeték, ahol az anyaállomány záródása a legcsekélyebb.

8. táblázat. Az újulat alakja az egyes parcellákban

Parcella száma	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
26.1. (a)	16,8 ^{bc} (6,7)	13,5 ^c (4,7)	11,9 (2,8)	21,2 ^b (5,8)	16,1 ^{cc} (3,8)	11,5 ^{bd} (2,0)	11,3 (2,5)
26.2. (b)	16,8 ^{ac} (6,7)	15,4 ^c (6,7)	14,1 ^{dc} (4,2)	20,2 ^a (5,3)	18,6 (4,4)	11,8 ^a (1,8)	12,3 ^{cd} (2,6)
27. (c)	15,8 ^{ab} (5,9)	14,8 ^{ab} (5,9)	11,3 (3,1)	18,2 (5,5)	16,5 ^{ac} (4,2)	12,7 ^c (2,3)	12,3 ^{bd} (3,0)
28.1. (d)	12,9 ^e (4,5)	12,0 ^e (4,4)	14,4 ^{bc} (3,1)	15,2 ^e (4,5)	14,2 (3,0)	11,3 ^a (1,7)	12,4 ^{bc} (2,9)
28.2. (e)	12,9 ^d (4,5)	12,0 ^d (4,4)	14,3 ^{bd} (4,5)	16,4 ^d (6,8)	17,1 ^{ac} (6,3)	13,5 ^c (3,6)	16,8 (4,3)

Megjegyzés: a táblázat értékei a minden csemetére kiszámított (d/h) hányados átlagértékeinek ezerszerese (zárójelben a szórás van feltüntetve). A parcellákat minden évre vonatkozólag páronként hasonlítottam össze. Az egyes betűkombinációk jelentésének magyarázatát ld. a 2. táblázatnál.

Az 1999–2000 téli végvágás után az egyes parcellák között a csemeték alakjára vonatkozóan tendencia-szerű különbségek nincsenek. Az újulat relatív vastagsága (D/H) szerint évről évre változó volt a parcellák sorrendje (8. táblázat, 5. ábra). A 2003. évre azonban a frissen végvágott 28.2. parcellát leszámítva a többi parcella újulatának alakjában lévő különbségek nagymértékben lecsökkentek. Bár az esetek felében ekkor is szignifikánsnak bizonyult a különbség ($p < 0,01$), de abszolút értékben ez már nem volt jelentős a korábbi évekhez képest.



5. ábra. Az újulat alakjának időbeli változása az egyes parcellákban

Az egyes kezeléseken belüli időbeli változások

A 26.1., a 26.2., valamint a 27. parcellában a csemeték alakjának változása hasonló tendenciájú (9. táblázat, 5. ábra). Mind a három parcellában 1997. és 1999. között fokozatosan csökken a d/h hányados, azaz a csemeték inkább nyúlnak, mint vastagodnak. A végvágás után azonban mindhárom parcellában a vastagsági növekedés ugrás-szerűen megnőtt a magassághoz képest. Ezután ismét fokozatos csökkenés, majd 2002. és 2003. között viszonylagos stagnálás tapasztalható a d/h hányadosban. Ez utóbbi időszakban a 26.1. és a 26.2. parcellában a hányados értéke szignifikánsan nem változott meg. A 27. parcellában a változás $p < 0,01$ szinten szignifikáns ugyan, de a különbség a két év során mért értékek között igen alacsony.

9. táblázat A csemeték alakjának időbeli változása az egyes parcellákban

Parcella száma	1997–1998.	1998–1999.	1999–2000.	2000–2001.	2001–2002.	2002–2003.
26.1.	-3,3**	-1,6**	9,3**	-5,1**	-4,6**	-0,2
26.2.	-1,4**	-1,3	6,2**	-1,7**	-6,8**	0,5
27.	-1,0	-3,5**	7,0**	-1,7*	-3,8**	-0,5**
28.1.	-0,9**	2,4**	0,8	-1,0	-3,0**	1,2**
28.2.	-0,9**	2,3**	2,0	0,7	-3,6**	3,3**

Megjegyzés: a táblázat celláiban az alak jellemzéséhez használt (d/h) hányados átlagai ezerszeresének időbeli változása van feltüntetve. * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$.

A 28.1. és a 28.2. parcellában a csemeték alakjának változása 1997. és 2003. között szintén hasonló tendenciájú. 1997. és 1998. között a csemeték inkább nyurgulnak, majd az azt követő évben inkább vastagodnak. 1999. és 2000., valamint 2000. és 2001. között a d/h hányados értéke szignifikánsan nem változott meg egyik parcellában sem, bár a 28.2. parcellában ezen időszakban fokozatosan emelkedett. A következő évben mindkét parcellában szignifikánsan ($p < 0,01$) csökkent a hányados értéke, majd az azt követő évben szignifikánsan ($p < 0,01$) emelkedett.

ÉRTÉKELÉS

A csemeteszám változása

Az eredmények azt támasztják alá, hogy a tölgy újulat megmaradását elsősorban nem a fényviszonyok befolyásolták. Ha ugyanis így lett volna, akkor az eltérő mértékű bontásoknak, ill. a végvágások eltérő időzítésének erőteljesebben észlelhető lenne a hatása. Az anyaállomány záródása ugyanakkor alapvetően befolyásolja a talaj nedvességtartalmát is a lombozat csapadékfelfogása, valamint a gyökérkonkurencia által (Szappanos 1967.). Nem állítható tehát egyértelműen, hogy a talajnedvesség határozta meg elsősorban a csemeték öngyérülésének mértékét. Ebben az esetben ugyanis feltételezhetően erőteljesebb lett volna a különbség az egyes parcellák között az újulat

öngyérülésének mértékében. A csemeték öngyérülésének mértékét meghatározó tényezőkre jelen vizsgálatból nem lehet egyértelműen következtetni.

Az eredmények tehát csak részben igazolják Magyar (1933.b) hipotézisét, miszerint a magyar termőhelyi viszonyok között a kocsánytalan tölgy újulat megmaradását elsősorban nem a fényviszonyok határozzák meg (ld. a bevezetést). A nedvességviszonyok fontossága ugyanis jelen kutatással nem kimutatható. Az eredmények ugyanakkor ellentétben állnak Szappanos (1969.a) kutatásainak eredményével. Szappanos (1969.a) azt tapasztalta, hogy az általa vizsgált félszáraz (*Carex pilosa*) gyertyános-tölgyesben az újulat mennyisége a felújítás 10 éves időtartama alatt függetlenül a bontás erélyétől lényegesen nem változott. A vizsgált állományban az újulat mennyisége : kísérlet kezdetén átlagosan $38,7 \text{ db/m}^2$ volt. Ezzel szemben az általunk vizsgált üde (nudum) gyertyános-tölgyesben az újulat öngyérülésének mértéke $28,7 \text{ db/m}^2$ kiindulási mennyiség mellett is több mint 50%-os volt, holott a termőhelyi adottságok a tölgy újulat megmaradásának elvileg kedvezőbbek voltak. Nagyobb kezdeti csemeteszám esetében az öngyérülés még erőteljesebb volt. Természetesen figyelembe kell venni a mintavételi időszak időjárását is. Szappanos (1969.a) azonban erre vonatkozólag nem közöl adatot. Jelen kutatáshoz sem álltak rendelkezésre olyan csapadék adatok, amelyeknek a segítségével a csapadéknak az újulat megmaradására gyakorolt hatását vizsgálhattuk volna. Így csupán azt a következtetést lehet levonni, hogy Szappanos (1969.a) eredményeit nem lehet általánosítani.

A csemeteszámokban néhány esetben megfigyelhető kismértékű emelkedések okaira vonatkozólag biztos megállapítás nem tehető, hiszen azok egyik esetben sem bizonyultak szignifikánsnak.

A csemeték növekedése és alakja

Ahogy az várható volt, az erősebb bontás fokozta az újulat magassági, valamint vastagsági növekedését. Ezzel párhuzamosan a csemetéknek a vastagságukhoz viszonyított magasságuk is nőtt, azaz nyurgultak.

Az anyaállomány megbontásának időzítése ugyancsak befolyásolta az újulat növekedését. Ezzel magyarázható, hogy 1998-ban, ill. 1999-ben elsődlegesen nem az anyaállomány záródása szerint változik az egyes parcellákban az újulat átlagos magassága ill. átmérője. A magasságot tekintve a 26.1. és a 27. parcellában a csemetéknek ugyanis 1999-ig még nem volt elég idejük arra, hogy a 28.2. parcella csemetéit számottevően megelőzzék (4. táblázat, 3. ábra). A 26.1. parcellában ugyanis a csemeték két évig 70%-os záródású anyaállomány alatt fejlődtek, a 27. parcellában pedig a bontás késett egy évet a 28.2. parcellához viszonyítva. Az újulat átlagos átmérőjében tapasztalt különbség hasonlóképpen magyarázható. A 27. parcellában a bontás egy évvel való késleltetése az oka annak, hogy az anyaállomány jóval csekélyebb záródása ellenére nem voltak a csemeték 1999-ben számottevően vastagabbak a 26.2. parcella csemetéinél (bár a különbség szignifikáns, de mértéke csupán 0,5 mm; 6. táblázat, 4. ábra). A 28.2. parcellában pedig azért lehetnek az anyaállomány magasabb záródásának ellenére vastagabbak a csemeték 26.1. parcellához képest, mert ebben a parcellában 1996-ban és 1997-ben 50% záródású anyaállomány alatt fejlődtek a csemeték,

szemben a 26.1. parcellával, ahol ekkor az anyaállomány záródása 70% volt (1. táblázat).

A végvágás a termőhelyben a bontóvágásokhoz képest még drasztikusabb változásokat idéz elő (Bormann & Likens 1981, Binkley 1984, Adams et al. 1991, Hannerz & Hanell 1997, Ballard 2000, Marshall 2000). A mikroklíma még szélsőségeesebbé válik (Papp 1954, 1958, Barg and Edmonds 1999), valamint a csemetéknek a fotoszintézishez addig elsősorban használt szórt fény helyett közvetlen fényt kell használniuk. A megváltozott körülményekhez az újulatnak alkalmazkodnia kell. Az alkalmazkodás időt igényel, ami alatt az újulat fejlődése átmenetileg lassulhat (Jarvis 1964.). A megváltozott körülmények hatására ugyanakkor a csemeték produkciója később emelkedhet. Jarvis (1964.) kimutatta, hogy kocsánytalan tölgy esetében a szervesanyag-többlet eleinte főként a gyökérzetben jelentkezik. Később azonban a hajtás növekedése is fokozódik (Szappanos 1967., Nemky 1973.).

A végvágás hatására a vágásterület gyomosodása is megindul, így a megváltozott termőhelyi tényezőkhöz való alkalmazkodás mellett az újulatnak a megnövekedett gyomkonkurenciával is fel kell vennie az elsősorban vízért folyó versenyt (Nemky 1976.). Az erősödő kompetíciós nyomás ugyancsak azt idézheti elő, hogy az újulat eleinte a gyökérbérbébe fekteti szervesanyag-termelésének nagyobb részét (Harmer and Robertson 2003.).

A vizsgált állományban feltételezhetően hasonló folyamatok játszódhattak le. Közvetlenül a végvágás után a tölgy csemeték szervesanyag-képzése rövid ideig csökkenhetett, majd főként a gyökérzet fejlesztésére fordíthatták azt a csemeték. A 28.2. parcella kivételével ezért nem gyorsult egyik parcella esetében sem a magassági növekedés üteme közvetlenül a végvágás után, sőt a 26.1., a 26.2. és a 27. parcellában a magassági növekedés kifejezetten visszaesett. Ehhez azonban hozzájárulhatott a kedvezőtlen, aszályos időjárás is. A csapadék mennyisége ugyanis a 2000. évben a területre jellemző átlagnál jóval alacsonyabb volt. A tárolási valamint a fő felhasználási időszakban összesen 377 mm csapadék hullott az átlagos 477 mm helyett (Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet adatai). A 28.1. parcella újulatának intenzív növekedése ugyanakkor arra utal, hogy az aszályos időjárás önmagában nem indokolja a növekedés visszaesését.

Az újulat magasságának átmeneti csökkenését a 26.1. parcellában közvetlenül a végvágás után feltételezhetően a döntés és közelítés okozta károk idézték elő. A 28.1. parcellában a viszonylag kedvező időjárás okozhatta azt, hogy a csemeték magassági növekedése a végvágást követően sem lassult. A felhalmozási és a fő felhasználási időszakban hullott csapadék mennyisége közel átlagos (473 mm) volt. (Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet adatai). Ha azonban az újulat magasságát a 28.2. parcella újulatának magasságával hasonlítjuk össze megállapítható, hogy a végvágás magassági növekedést serkentő hatása a végvágást követő évben ebben az esetben sem észlelhető.

A magassági növekedés visszaesése mellett az átmérő töretlen növekedése a végvágás utáni első évben jelzi, hogy a szervesanyag-képzés üteme nem feltétlenül csökkent. E két folyamat eredőjeként a csemeték ebben az időszakban inkább vastagodtak.

A csemeték feltételezhetően ekkor a gyökérzetük fejlesztésére fordították szervesanyag-képzésüknek egy jelentős részét.

A 28.2. parcellában az újulat egyedülállóan „viselkedett”. Az 1999. évben a csemeték vastagsági növekedésüket tekintve nem maradtak le a végvágott 28.1. parcella csemetéitől, és így vastagsági növekedésben leelőzték a csekélyebb záródású anyaállománnyal rendelkező 26.1., valamint 27. parcella csemetéit. A végvágást követő első évben pedig a magassági növekedés fokozódását tapasztaltuk. Ekkor a csemeték inkább nyurgultak, mint vastagodtak szemben a többi parcellánál tapasztalttal. A magassági növekedés csak a végvágás után második évben lassult a vastagodás fokozódása mellett. A 28.2. parcella újulatának egyedülálló viselkedését a rendelkezésre álló adatok alapján kielégítő módon nem lehet megmagyarázni.

A végvágást követően az egyes parcellák újulatának egymáshoz viszonyított növekedését a parcellák termőhelyében, ill. az egyes parcellákra jellemző gyomkonkurenciában lévő különbségek befolyásolhatták. Ha azokat a parcellákat tekintjük, amelyek a 2000. évben már végvágottak voltak, megállapítható, hogy az eltérő mértékű bontóvágások, valamint azok és a végvágás eltérő időzítésének hatása néhány éven belül gyakorlatilag kiegyenlítődött. Ez igaz mind a csemeték magassági és vastagsági növekedésére, mind azok alakjára. Kivételt képez ez alól a 27. parcella, amely a növekedésben még a 2003. évben is viszonylag le volt maradva. Ennek oka az lehet, hogy ebben a parcellában a mikrodomborzat miatt nagyobb a fagyzug kialakulásának az esélye a többi parcellához viszonyítva. 2001 tavaszán is nagyobb fagykárt észleltünk ebben a parcellában. A fagykár hatására pedig a növekedés lassulhat (Chaar et al. 1997.a, Chaar et al. 1997.b, Chaar and Colin 1999.). Szappanos (1967.) ugyancsak úgy találta, hogy a később végvágott állomány újulata a magasságához képest fejlettebb gyökérzete miatt a végvágás után gyorsabban nő, mint a korábban végvágott állomány újulata. Hosszabb távon így képes lemaradását behozni, még akkor is, ha a végvágás időzítésében jelentős (négyévnyi) különbség van.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatáshoz a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt. nyújtott anyagi támogatást. Külön is megköszönöm Monostori Miklósnak, a Sárvári Erdészet erdőművelési műszaki vezetőjének a kísérlet gyakorlati kivitelezésében nyújtott segítségét. Köszönet illeti Balikó Jánost, aki a terepi felvételekben, valamint az adatok feldolgozásában működött közre. Végül köszönettel tartozom Járó Zoltánnak, Béky Albertnek és Somogyi Zoltánnak a kéziratához fűzött hasznos tanácsaiért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Adams, P.W., Flint, A. L., Fredriksen, R. L. 1991. Long-term patterns in soil moisture and revegetation after a clearcut of a Douglas-fir forest in Oregon. For. Ecol. Manage., 41:249–263.
- Agestam, E., Ekö, P.-M., Nilsson, U., Welander, N.T. 2003. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. For. Ecol. Manage., 176:61–73.

- Ballard, T.M. 2000. Impacts of forest management on northern forest soils. *For. Ecol. Manage.*, 133:37–42.
- Barg, A.K., Edmonds, R.L. 1999. Influence of partial cutting on site microclimate, soil nitrogen dynamics, and microbial biomass in Douglas-fir stands in western Washington. *Can. J. For. Res.*, 29:705–713.
- Binkley, D. 1984. Does forest removal increase rates of decomposition and nitrogen release? *For. Ecol. Manage.*, 8:229–233.
- BIOMstat 2002. Version 3.3. Exeter Software, East Setauket, USA.
- Blennow, K. 1998. Modelling minimum air temperature in partially and clear felled forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91:223–235.
- Boerner, R.E.J., Sutherland, E.K. 1997. The chemical characteristics of soil in control and experimentally thinned plots in mesic oak forests along a historical deposition gradient. *Applied Soil Ecology*, 7:59–71.
- Bormann, F.H., Likens, G.E. 1981. *Pattern and process in a forested ecosystem*. Springer, New York.
- Chaar, H., Colin, F. 1999. Impact of late frost on height growth in young sessile oak regenerations. *Ann. For. Sci.*, 56:417–429.
- Chaar, H., Colin, F., Collet, C. 1997a. Effects of environmental factors on shoot development of *Quercus petraea* seedlings. A methodological approach. *For. Ecol. Manage.*, 97:119–131.
- Chaar, H., Colin, F., Leborgne, G. 1997b. Artificial defoliation, decapitation of the terminal bud, and removal of the apical tip of the shoot in sessile oak seedlings and consequences on subsequent growth. *Can. J. For. Res.*, 27:1614–1621.
- Curt, T., Coll, L., Prévosto, B., Balandier, P., Kunstler, G. 2005. Plasticity in growth, biomass allocation and root morphology in beech seedlings as induced by irradiance and herbaceous competition. *Ann. For. Sci.*, 62:51–60.
- Danszky, I. 1973. Célállományok termőhelyei, felújítási és telepítési technológiái. In: Danszky, I. (ed.): *Erdőművelés I., II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 757–813.*
- Fekete L. 1888. A tölgy és tenyésztése. Magyar Királyi Allamnyomda, Budapest
- Gesztes L. 1906. A tölgyerdők ápolásáról. *Magyar Erdész*, 7:111–113.
- Gross, K., Homlicher, A., Weinreich, A., Wagner, E. 1996. Effect of shade on stomatal conductance, net photosynthesis, photochemical efficiency and growth of oak seedlings. *Ann. For. Sci.*, 53:279–290.
- Hannerz, M., Hanell, B. 1997. Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. *For. Ecol. Manage.*, 90:29–49.
- Harmer, R., Robertson, M. 2003. Seedling root growth of six broadleaved tree species grown in competition with grass under irrigated nursery conditions. *Ann. For. Sci.*, 60:601–608
- Hartley, H.O. 1950. The maximum F-ratio as a short cut test for heterogeneity of variance. *Biometrika*, 37:308–312.
- Igboanugo, A.B.I. 1990. Effects of shading on shoot morphology, wood production and structure of *Quercus petraea* seedlings. *For. Ecol. Manage.*, 38:27–36.
- Jarvis, P.G. 1964. The adaptability to light intensity of seedlings of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *J. Ecol.*, 52:545–571.
- Kakas, J. (ed.) 1967. Magyarország éghajlati atlasza, II. kötet, adattár. Országos Meteorológiai Intézet, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kolb, T.E., Steiner, K.C. 1990. Growth and biomass partitioning of northern red oak and yellow-poplar seedlings: effects of shading and grass root competition. *For. Sci.*, 36:34–44.
- Koloszár, J. 1989. Erdőművelési ismeretek. Kézirat, Sopron.
- Krahl-Urban, J. 1959. *Die Eichen*. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- Lupke, V., Hauskeller-Bullerjahn, K. 2004. A contribution to modelling juvenile growth exemplified by mixed oak-beech regeneration. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 175:61–69.
- Madsen, P., Larsen, J.B. 1997. Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *For. Ecol. Manage.*, 97:95–105.
- Magyar P. 1933. Újabb vizsgálatok a természetes újulat és az aljnövényzet viszonyáról. *Erdészeti Kutatások*, 35(4):451–473.
- Majer A. 1966. Erdőműveléstan I. B. (Fafajok). Kézirat, Sopron.
- Marquis, D.A. 1979. Shelterwood cutting in Allegheny hardwoods. *J. For.*, 77:140–144.
- Marshall, V.G. 2000. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest soils. *For. Ecol. Manage.*, 133:43–60.

- Martin, C.G., Games, P.A. 1977. Anova tests for homogeneity of variance: Nonnormality and unequal samples. *J. Educ. Stat.*, 2:187–206.
- Morris, S.J., Boerner, R. E. J. 1998. Interactive influences of silvicultural management and soil chemistry upon soil microbial abundance and nitrogen mineralization. *For. Ecol. Manage.*, 103:129–139.
- Nemky E. 1973. A tölgyemlék és a tölgyecseméte öko-fiziológiája tekintettel a tölgyesek természetes felújítására. Doktori értekezés tézisei. Erdészeti Egyetem, Sopron.
- Nemky E. 1976. A fényviszonyok hatása a tölgyecsemétek fejlődésére. *Az Erdő*, 25:251–256.
- Nilsson, U., Gemmel, P., Johansson, U., Karlsson, M., Welander, T. 2002. Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *For. Ecol. Manage.*, 161:133–145.
- Ovington, J.D., MacRae, C. 1960. The growth of seedlings of *Quercus petraea*. *J. Ecol.*, 48:549–555.
- Papp L. 1954. A tarvágás hatása az erdő mikroklímájára. *Erdészeti Kutatások*, 1954(1):45–54.
- Papp L. 1958. A záródás és az állományklíma kapcsolata. *Erdészettudományi Közlemények*, 1958(1):133–150.
- Rogers, R., Johnson, P.S., Loftis, D.L. 1993. An overview of oak silviculture in the United States: The past, present and future. *Ann. Sci. For.*, 50:535–542.
- Solymos R. 2000. Erdőfelújítás és -nevelés a természetközeli erdőgazdálkodásban. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Szappanos A. 1967. A *Carex pilosa* – gyertyános – kocsánytalan tölgyesek természetes felújításának főbb kérdései. Kandidátusi értekezés, Sopron.
- Szappanos A. 1969a. A *Carex pilosa* – gyertyános – kocsánytalan tölgyesek természetes újulatának darabszám- és növedékvizsgálata. *EFE Tud. Közl.*, 1969(1):21–38.
- Szappanos A. 1969b. Kocsánytalan tölgy állományok megvilágítottága és ennek hatása az újulat növekedésére. *EFE Tud. Közl.*, 1969(2):89–104.
- Teclaw, R.M., Isebrands, J.G. 1993. An artificial regeneration system for establishing northern red oak on dry-mesic sites in the Lake States, USA. *Ann. Sci. For.*, 50:543–552.
- Vadas J. 1921. Erdőműveléstan. Röttig – Romwalter Nyomda – Részvénytársaság, Sopron.
- van Hees, A.F.M. 1997. Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. *Ann. Sci. For.*, 54:9–18.
- Vesterdal, L., Dalsgaard, M., Felby, C., Raulund-Rasmussen, K., Jørgensen, B.B. 1995. Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands. *For. Ecol. Manage.*, 77:1–10.
- von Lüpke, B. 1998. Silvicultural methods of oak regeneration with special respect to shade tolerant mixed species. *For. Ecol. Manage.*, 106:19–26.
- Ziegenhagen, B., Kausch, W. 1995. Productivity of young shaded oaks (*Quercus robur* L.) as corresponding to shoot morphology and leaf anatomy. *For. Ecol. Manage.*, 72:97–108.

20 ÉVES AZ ERDÉSZETI MONITORING A SZIGETKÖZBEN

ILLÉS GÁBOR¹, SZABADOS ILDIKÓ²

ÖSSZEFOGLALÁS

A Szigetköz hullámtéri erdei a Duna elterelése előtt megfelelő mennyiségű víz jelenlétében a helyi tapasztalatok és a vonatkozó időszakban gyűjtött adataink alapján az országos átlagnál erőteljesebb növekedésre voltak képesek. Ezt a víz mellett az is lehetővé tette, hogy a talajok a Duna vizéből árvizek alkalmával kiülepedett hordalék miatt tápanyagban folyamatosan gazdagok voltak. Ez a kedvező adottság a Duna elterelése óta megváltozott. Munkánkkal a környezeti feltételek kedvezőtlen irányú változásának a fanövekedésre és a fák egészségi állapotára gyakorolt hatásait, az esetlegesen jelentkező növekedéscsökkenés, illetve állapotromlás mértékét igyekszünk kimutatni és dokumentálni.

KULCSSZAVAK: vízlépcső, hidrológiai változások, környezeti monitoring, erdészeti megfigyelések

ABSTRACT

THE 20 YEARS OF THE MONITORING OF FORESTS IN THE SZIGETKÖZ

Before the diversion of the Danube River, riparian forests in the floodplain of Szigetköz had been able to produce an outstanding growth rate far beyond the Country's average due to the advantageous water regime. This was proven by collected data from that time and supported also by local experience. Besides the permanent water supply floods had other notable proceed: to ensure the presence of available nutrients in soils. These suitable conditions from forest management point of view were changed dramatically. Our challenge is to identify and document any kinds of impacts of environmental changes on the health condition and growing rate of trees and forest stands.

KEYWORDS: hydro-power station, changes in water regimes, environmental monitoring, observations in forests

BEVEZETÉS

A Szigetköz a Csallóközzel együtt a Felső-Duna egyetlen nagy kiterjedésű folyómenti ártéri területe, kiemelkedő jelentőségű nedves élőhelye (wetland) volt. A természeti adottságok, az élőhelyek sokfélesége gazdag növény- és állatvilágnak adott ott-

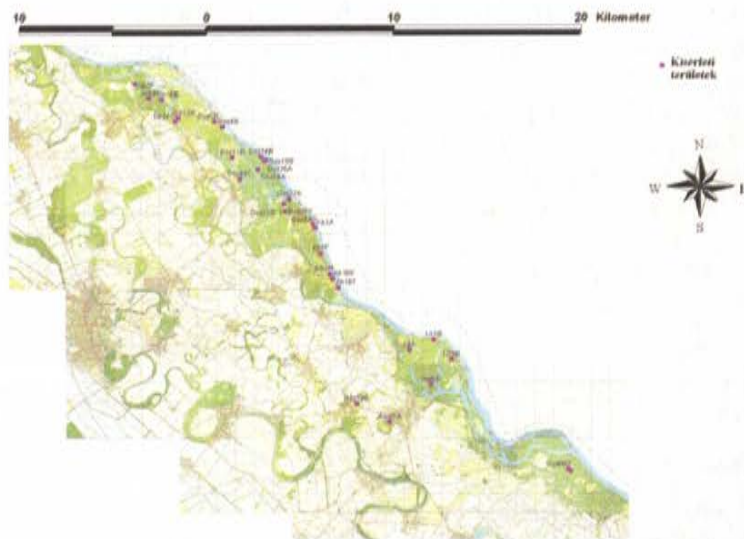
¹ ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, illesg@erti.hu

² ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, szabadosi@erti.hu

hont. Ez a nagymértékű diverzitás egyaránt vonatkozott a térség növény- és állattársulásainak változatosságára, a fajgazdagságra és az egyedszámra egyaránt. A bősi víz-erőmű üzembe helyezése hatására feltételezett és bekövetkezett változások vizsgálatára 1986-ban több intézmény közreműködésével hozták létre azt a biomonitort, amely vizsgálja a Szigetköz természetes és kultúr növényzetét, a különböző típusú növénytársulásokat és számos indikátor szerepet betöltő populáció és egyed fejlődését. Az Erdészeti Tudományos Intézet megalakulása óta tagja az MTA Szigetközi Munkacsoportjának (MTA Szigetközi Munkacsoport, 1995–2006), melynek keretein belül a méréseket és megfigyeléseket a KvVM megrendelésére végzi. Az elmúlt húsz év során számos kutatónk irányította a monitoring működését. Az indulásnál dr. Halupa Lajos vezetésével történt meg a területek kijelölése és a mérések beindítása. Ezt a munkát folytatta dr. Veperdi Gábor és dr. Somogyi Zoltán. Az ő értékeléseik és eredményeik alapozták meg az Ökológiai és Erdőművelési Osztály mai munkáját a térségben.

A monitoring általános ismertetése

A szigetközi erdészeti monitoring a térség faállományainak állapotát azok folyamatos, évről-évre történő felmérésével követi nyomon. A mérések illetve a megfigyelések kiterjednek a fák egészségi állapotára ill. növekedési viszonyaira egyaránt. A méréseket rögzített helyszíneken, rögzített módszerek szerint végezzük. Több mint 3 tucat megfigyelési terület segíti a változások detektálását (1. ábra) (Csókáné et al, 2002.).



1. ábra. A Szigetközben lévő erdészeti célú monitoring területek térképe
Fig. 1. Map of forest monitoring plots in the Szigetköz

A TERMŐHÉLY JELLEMZÉSE ÉS VÁLTOZÁSA A DUNA ELTERELÉSE UTÁN

A szigetközi erdők talajának a termőrétege újholocén öntésből alakult ki, a karbonátos nyers öntéstalajok (kb. 25%) mozaikszerűen váltakoznak a humuszos öntéstalajokkal és ezek nyers hordalékkal borított kombinációival. Az öntéstalajok termőértékét döntő mértékben az elöntési időtartam, ill. magassági fekvés és a fizikai talajféleség határozza meg. A humuszos öntéstalajok jellemzője, hogy a megtelepedett növényzet hatására kialakult egy humuszos szint, amely 20–40 cm vastagságú és 1–2% humusztartalmú.

A szigetközi talajok uralkodó fizikai talajfélesége a homok és az iszapos homok. Ezek a talajrétegek nagyon jó vízvezetők és a kapilláris vízemelésük is gyors. Mivel a pórusterük nagy, a víztelítés után gyorsan helyreáll a levegőzésük. Ezzel a tulajdonsággal függ össze a gyors szervesanyag-lebomlás, ill. tápanyagforgalom, de természetesen csak akkor, ha a vízellátás megfelelő. Az elöntések hordaléka (átlagosan 2 cm-es a lerakódás) és a növénytársulások nagy szervesanyag-képzése természetes körülmények között biztosítja az állandó tápanyag-utánpótlást.

A fedőréteg vízháztartásában az elöntésből és a csapadékból történő utánpótlás mellett a talajvíz is részt vesz, ha szintje eléri a fedő alsó síkját. Ilyenkor a fedőréteg a talajvízből kapilláris úton vesz fel vizet. Ahol erre nincs mód, ott a talajok nyáron gyorsan kiszáradnak.

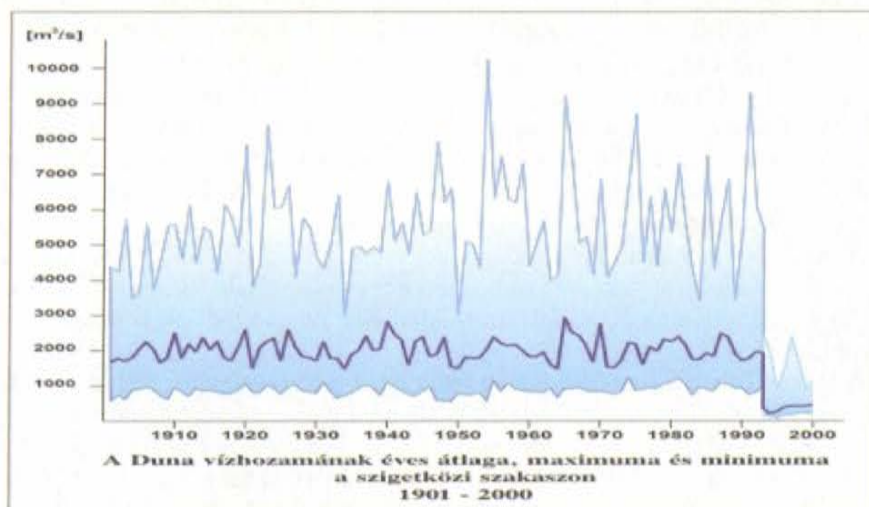
A Szigetközben a termőréteg alatt különböző mélységben 50–500 m vastagságú kavics, vagy durva homokos kavicsréteg található. Legnagyobb területen a kavicsréteg a talajfelszínhez közel, 100–150 cm-en belül van, de a felszínhez egészen közel – 50 cm-en belül – is előfordul. Ez a réteg a Duna eredeti vízjárásánál fontos szerepet játszott az árhullámok vízének levezetésében. A későbbiekben azonban jelentős talajhibává vált.

Hidrológiai viszonyok

A Szigetköz hullámterének hidrológiai viszonyait alapvetően a Duna vízjárása határozza meg: egyrészt az elöntések, másrészt a talajvíz mélységét befolyásoló szerepe által. Az elöntések jelentőségét külön ki kell emelni. Az évenként visszatérő rendszeres árvizek nemcsak a fatermesztést leginkább meghatározó vízellátást, de a vízben oldott anyagokon keresztül a tápanyagellátást is pótolják. Nem elhanyagolható az árvizeknek az erdővédelmi szerepe a károsítók (pocok, pajor) pusztításában.

A bőszi vízlépcső üzembe helyezése előtt a talajvizek legfőbb táplálója az év legnagyobb részében a talajvízhez képest magasabban lévő Duna volt. A folyó elterelése után a vízhozam csökkenése következtében a folyó közepes szintje 3–4 méterrel, vízhozama az eredeti 10–20%-ára csökkent a Dunacsúny-Szap szakaszon (2. ábra). Emiatt a folyamszakasz melletti néhány kilométeres sávban a talajvíz szivárgásának iránya megváltozott, a talajvízszint szignifikánsan csökkent, a Duna hosszú szakaszon állandó megcsapolóvá vált. A folyó elterelését követően a hullámtéri ágrendszerben a vízpótlás különféle módzatait valósultak meg a kárenyhítés érdekében. A nem éppen pénz- és energiakímélő szivattyús vízpótlás hatása alig vagy nem volt kimutatható a talajvízre. 1995-ben azonban elkészült a fenékküszöbös vízpótlás az 1843. fkm szel-

vényben, és befejeződött az ágrendszerben is a zárások kiépítése. Ezek a műtárgyak lényegesen javították a hullámtéri területek talajainak vízellátottságát, de az elszívár-gás irányát nem tudták megfordítani, és a hullámtér magasabban fekvő részeinek mesterséges elárasztása még ezzel sem megoldott. A mesterséges elárasztás feltétele, hogy májustól három napon keresztül a Duna vízhozama Pozsonynál meghaladja a másod-percenkénti 2500 m^3 -t, s a víz hőmérséklete legalább tíz fok legyen: ez esetben két hétre elárasztják a Szigetközt, amely során a hullámtér 70%-a kerül víz alá.



2. ábra. A Duna vízhozamának változása (Hajósy)

Fig. 2. Fluctuation of water amount on Danube

Az ERTI az erdészeti megfigyelési parcelláin hosszabb ideig rendszeresen végzett talajvízszint-méréseket, mert a vízügy által fenntartott kutak nem mindig estek az erdészeti parcellák közelébe, és a legnagyobb változást elszenvedett hullámtérből kevés adat állt rendelkezésre, főleg az 1992-t megelőző időszakból. A kutak automatizálása következtében már csak Lipóton folytatunk folyamatos mérést (3. ábra), a talajvíz változását a társintézmények mérési adatai alapján értékeljük.

A talajvízszintek változása a felszíni vizek változásának együttes hatására alakult ki a földrajzi helyzettől függően. Ennek alapján három részterületre bontható a hullámtér erdővel borított része:

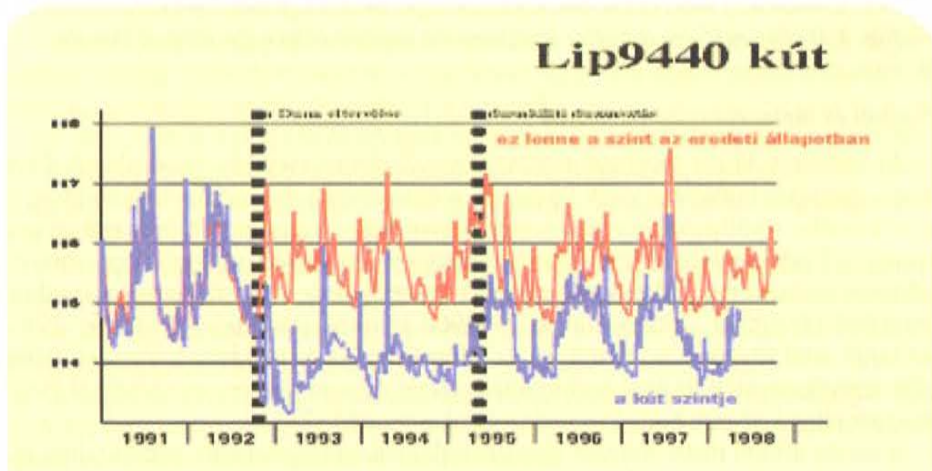
- ✦ a Dunakiliti alatti hullámtéren az elterelés után a talajvízszintek 1–2 méterrel süllyedtek, a növényvilág szempontjából fontos fedőréteg nedvesítettsége csökkent. A fenékküszöb üzembe helyezése után az eredeti állapothoz hasonló vízszintek alakultak ki.
- ✦ a Szigetköz középső részén, a főmeder néhány száz méteres körzetében volt a legnagyobb a talajvíz süllyedése, helyenként a 4 m-t is meghaladta (4. ábra). A vízpótlások során nem sikerült a talajnedvességi értékeken javítani. A part menti

néhány km-es sávban a talajvíz táplálja a Dunát. Ezen a kedvezőtlen jelenségen a vízpótlás sem változtatott, a szivárgási irány megváltoztatása csak a főmeder lényegesen magasabb vízhozamával (kb. 1000 m³/s) érhető el.

- ◆ az alvívcsatorna szapi torkolata alatti szakaszon nem történt lényeges változás az elterelés előtti állapotokhoz képest. A vízutánpótlás számottevően megemelte az 1993–1994. évi időszakhoz képest a vegetációs időben mért talajvízszintet, és biztosította a folyamatos kavicsréteg feletti elhelyezkedését.

Ez a helyzet viszonylag kedvező a nemesnyaraknak; számukra a tavaszi 80–150 cm talajvízmélység az ideális. A fűzeknek szükségük van az időnkénti elöntésre is, amelyre az elmúlt években már rendszeresen volt példa vagy természetes, vagy annak hiányában mesterséges elárasztás formájában.

A kialakult új helyzet új kutatási kérdéseket vetett fel a fák fiziológiai működése és a hidrológiai viszonyok közötti kapcsolat vonatkozásában. Az egyik ilyen fontos kérdés volt, hogy a nemesnyarak gyökérzete meddig hatol le a talajba, illetve hogyan viselkedik a kavicsréteg megjelenésének határán, valamint továbbmegy-e a kavicsba a talajvíz után. Gyökérfeltárással igazoltuk, hogy az eltereléssel érintett területeken a gyökérzet nem tudta követni a talajvíz nagy arányú változását. A kavicsfrakció szemcseeloszlásától függően csupán néhány centiméteres (3–10 cm) mélységig hatoltak vékony gyökerek a kavicsrétegbe. Azokban az időszakokban tehát, amikor a talajvíz tartósan nem éri el a termőréteget, akkor a növényzet kizárólag a felülről érkező vízre – az elárasztás hiányában – csak a csapadékra van utalva.



3. ábra. A lipóti erdészeti talajvízkút tényleges (kék) és elvi (piros) vízszintje (VITUKI)
 Fig.3. Effective and modelled groundwater level in the well of forest Lipót (Vituki)



4. ábra. A talajvízszint eltérése az elterelés előtti állapotoktól (MÁFI)
Fig. 4. Deviation of groundwater level from the position before diversion of Danube

Éghajlati és meteorológiai viszonyok

Az erdészeti klíma-meghatározás a jellemző növénytársulást veszi alapul. Eszerint a szigetközi hullámtér nagy része az erdős-sztyepp és kocsánytalantölgyes ill. cseres klímába sorolható. Az erdős-sztyepp klímátípusban a csapadék önmagában nem elegendő jó növekedésű erdők fennmaradásához, ha egyéb vízforrás (pl. talajvíz, rendszeres elöntés) nem áll rendelkezésre. A nemesnyarak éves vízigényére a szakirodalom 600 (Szodfridt, 2001.), illetve 750–900 mm-nyi (Barthelot-Bondulle, 1993.) vizet említ attól függően, hogy milyen az állomány kora és mekkora fatermést várunk el. De ennyi csapadék itt nem hullik, a talajvízzel és a rendszeres elöntésekkel kiegészülve azonban kedvező hidrológiai viszonyok teremtődtek.

A térség átfogó meteorológiai elemzése alapján a levegő relatív páratartalma magas, átlagosan 75%. A csapadék mennyiségének hetvenéves átlaga 649 mm, magasabb az országos átlagnál, 1971–2006 közötti időszakban azonban csak 546 mm volt.

A hőmérséklet évi átlaga 10 °C. A téli átlaga 3,9 °C, a nyári időszaké 19,3 °C. A hőmérséklet trendje 1971-től 0,03 °C-os emelkedést mutat átlagosan évente. A 10 °C fokos napi középhőmérsékletet meghaladó napok átlagos első előfordulási ideje március 6. (Győr), illetve március 13. (Mosonmagyaróvár) (Szalay, 1995.). Ez az időpont

a nemesnyarak fejlődésének megindulásához szükséges, vagyis ekkortól számítható számukra a tényleges vegetációs időszak.

A monitoring működése során az időjárási szélsőségek teljes skálája előfordult a rendkívüli aszálytól (1992) a rekord mennyiségű esőig (1996), a hosszú havas téltől a csapadékmentesig.

AZ ERDÉSZETI MONITORING MÓDSZEREI

A megfigyelések alapelve, hogy az egyes fafajokra általánosan jellemző, a kortól is függő növekedésben bekövetkezett változások a környezeti tényezők megváltozására utalnak. A fák számára esetünkben legfontosabb környezeti tényezőnek, a víznek mennyiségi változását a fák növekedésének mértéke és egészségi állapota jelzi. A két tényező összefüggése miatt a fanövekedés mérése egyúttal alkalmas lehet arra, hogy a fa egészségi állapotának esetleges leromlását is előre jelezze.

E tekintetben az egyik legjobb indikátor az évenkénti méretváltozás, melynek évről évre történő összehasonlítása segíti a fák egészségi állapotának nyomon követését.

Fatermési vizsgálatok módszere

A méréseket állandó kísérleti területeken található sorszámozott fákon végezzük. A parcellák száma a fahasználatok következtében évente változik, általában 30–35db aktív megfigyelési területünk van. A megfigyelési területek állandósított, rögzített területű parcellák (0,1–0,25 hektár), amelyeken faállomány-szerkezeti méréseket végzünk és az egyes számított értékeket egy hektárra vonatkoztatjuk (Birck *et al*, 1962.).

A terepi faállomány-felvételeket a vegetációs időszak kezdete előtt, tél végén végezzük, amikor a lehullott lomb és a már fekvő lágyszárú aljnövényzet a lombos állapotoknál kedvezőbb mérési feltételeket nyújtanak.

A parcellákon belüli fák mindegyikén átmérő- és magasságméréseket végzünk.

A famagasságot a hasonló háromszögek elvén működő, ultrahangos távmérővel és lézeres irányzóval felszerelt, svéd gyártmányú Vertex típusú magasságmérővel mérjük (UN ECE ICP Expert Panel, 2004.).

A mérési alapadatokat a terepi faállomány-felvételt követően számítógépen rögzítjük. A feldolgozás a STATISTICA 5.5 (StatSoft Inc., 2000.) programon belül saját fejlesztésű algoritmussal történik, amelynek során az alapadatokból a faállományt jól jellemző mennyiségeket számítunk.

A teljes faállományt a gyérítések miatt fő- és mellékállományra szükséges bontani. A két faállomány-felvételi időpont között kiszáradt fákat külön szerepeltetjük, ezek adatait az egészállomány-adatok nem tartalmazzák.

Első lépéséként kiszámítjuk minden fa átlagos mellmagassági átmérőjét, valamint megbecsüljük a magasságát és térfogatát. Azoknak a fáknak a magasságát, amelyeket nem mértünk meg a helyszínen, az átmérő ismeretében az átmérő-magasság függvény-nyel becsüljük.

A fatérfgat becslését a Király-féle fatérfgat-függvénnyel (Király, 1978.) végezzük:

$$v_t = \frac{d_{1,3}^2 * h^{(p_0+1)} * (p_1 * d_{1,3} * h + p_2 * d_{1,3} + p_3 * h + p_4)}{(h-1,3)^{p_0} * 10^8}$$

ahol: v_t = a törzs térfogata (m³)
 $d_{1,3}$ = a törzs mellmagassági átmérője (cm);
 h = a fatörzs magassága (m);
 p_i = fafajtól függő paraméterek.

Ezt követően kiszámítjuk az adott kísérleti parcella faállományának átlagos mellmagassági átmérőjét, átlagos magasságát, valamint a hektáronkénti törzsszámát, körlepősszegét és fatérfgatát. Mivel egymást követően több év állományjellemzői ismeretesek, módunkban áll az ezekben bekövetkezett változások mértékét is számítani, és ezeket elemezni. Fatermési vizsgálatainkban két időszakot, a Duna elterelése előtti és utáni éveket hasonlítottuk össze.

A heti kerületnövekedés mérésének módszere

Hetenkénti kerületnövekedést 8 erdőrészletben kialakított 13 fatermési parcellán, 10 fafajon, illetve fajtán mértünk. A mintatörzsek száma összesen 130 db. A törzsekre mellmagasságban módosított Hall-Liming-féle ún. dendrométerszalagot szereltünk, amelynek két végét acélrugó fogja össze. A szalag két állandósított pontja közti távolságot hetente mérjük tized milliméter pontossággal. A fatörzs vastagsági növekedése következtében a rugó tágul, s a növekedést a két állandósított mérési pont közötti távolság időszakonkénti (hetenkénti) mérésével határozzuk meg. A növekedés adott időszak alatti mértékére jellemző ún. növedékadat két egymást követő mérési adat különbsége.

Az évgyűrűmérés módszere

Vékony, 5,5 mm átmérőjű növedékfúróval a fa mellmagasságából (1,3 m) két egymással ellentétes irányból (észak és dél) vettük a csapokat, ügyelve arra, hogy a mintavétel iránya lehetőleg a bél felé mutasson, a lehető leghosszabb legyen. A mintavétel helyén keletkezett lyukakat gombaölő szerrel kezeltük az esetleges fertőzések elkerülése végett.

Az évgyűrűszélességek 0,01 mm pontosságú lemérése a Johann-féle Digitalpositiometerrel történt. Az azonos fából származó csapok esetében a különböző irányoknál az azonos korú évgyűrűk méretben akár lényegesen is eltérhetnek egymástól, de az feltétlenül szükséges, hogy az azonos helyről származó évgyűrűadatok szélsőérték-helyei, elsősorban minimumhelyei azonos években legyenek, vagyis a görbék szinkronban fussanak.

Az egészségi állapot felmérés módszere

A megváltozott hidrológiai viszonyok – a növekedés csökkenése mellett – legközvetlenebbül az egészségi állapot változásában jelentkeztek. Ez az állapot sokkal nehezebben határozható meg egzakt módon, mint a növedék, hiszen sok esetben szubjektív megítélésről van szó. Ezen szubjektív hatások csökkentésére, a fatermési parcellákon végzett egészségi állapot vizsgálatok kiegészítésére, 1996-ban létrehoztunk egy olyan 20 állandó pontból álló mintahálózatot, amely reprezentálja a hullámtéri erdőt. Az évente két-három alkalommal végzett bejárás során a levelek színét, épségét, a száraz ágak mennyiségét, a törzsek minőségét jegyeztük fel, továbbá figyeltük a lágyszárú növényzet faji összetételét és méretét.

Távérzékelte adatok feldolgozása

A távérzékeléssel nyert adatok használhatóságának vizsgálatát a nagy területű egészségi állapot becslésének igénye „kényszerítette ki” (Congalton et al, 2002.). Mindamelllett, hogy meg kellett vizsgálnunk azt a kérdést, hogy tudunk-e alkalmas módszertant találni a speciális monitoring feladat elvégzésére (Kadmon és Kremer, 1999.). A távérzékelte adatok feldolgozása során a megválaszolendő alapkérdések halmozát a következők szerint állítottuk össze:

- ⊕ Milyen volt az egészségi állapot egyes években a Szigetközben?
- ⊕ Hogyan változott (csökkent-e) az erdők területe az elterelés előtti állapothoz képest?
- ⊕ Az esetleges csökkenés után megmaradt erdőterületnek romlott-e az egészségi állapota?
- ⊕ Jellemzően hol figyelhető meg az egészségi állapot romlása?
- ⊕ Megadható-e területi kiterjedés a különböző egészségi/betegségi csoportokban?

A vizsgálatok kivitelezéséhez egy-egy infraszínes légifelvétel sorozatot használtunk fel az 1991-es, és az 1999-es évek nyári időszakából (Meyera et al, 1996.). Ily módon kedvezően reprezentálva volt egy, a Duna elterelése előtti időpont, és egy az elterelés utáni időpont, már majdnem 7 teljes vegetációs időszak elteltével, így az esetleges hatások detektálásának esélye megnőtt.

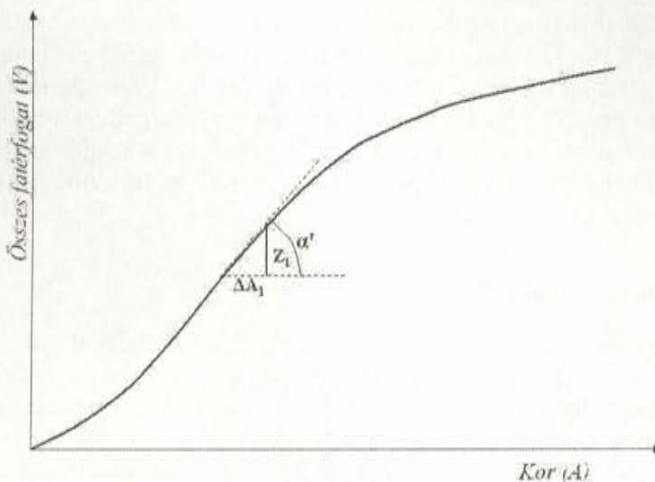
A módszerek részletes ismertetésétől e helyen eltekintünk, ezt megtettük egy korábbi közleményben (Illés és Somogyi, 2005.). A legfontosabb eredményeket azonban alább összegezzük.

AZ ERDÉSZETI MONITORING EREDMÉNYEI

A fő fafajok növekedésének sajátosságai az elmúlt 20 évben

Az erdőállományok folyónövedékének értéke egy, a növekedés ütemét jellemző érték, és azt mutatja meg, hogy az erdőterület faállománya az éves méretváltozás révén (átmérő- és magassági növekedés) mekkora fatérfogat többletet ér el az egyes

vegetációs időszakok alatt. A folyónövedék értékének értelmezését az 5. ábrán láthatjuk.



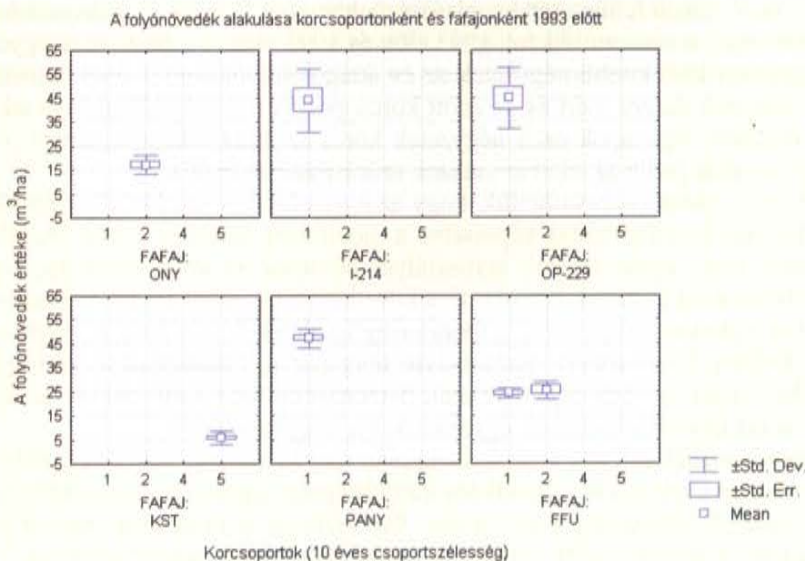
5. ábra. Az összfatermés lefutása a korról és a folyónövedék értelmezése (Veperdi G. nyomán)
 Fig. 5. The general connection between age and yield with the interpretation of annual increment (by Veperdi G.)

Az 5. ábrán feltüntetettük, hogy milyen az általános lefutása az összfatermés értékének a kor függvényében egy elegyetlen, egykorú faállomány esetében. Az 5. ábra alapján belátható, hogy a folyónövedék érték nem más, mint az összfatermés görbéjéhez illesztett pontbeli érintő meredeksége. Mivel az összfatermés görbéjének lefutása fajtánként eltérő és a korról is változik, ezért az ennek mindenkor meredekségét jellemező folyónövedék érték vizsgálatát korosztályonként és fajtánként, a tömegesen jelen lévő, meghatározó fajok esetében célszerű elvégezni.

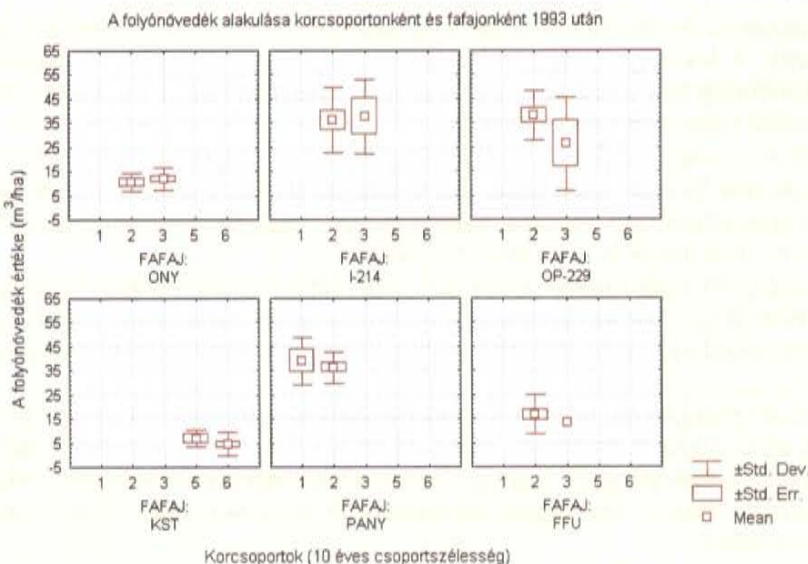
Esetünkben ilyen meghatározó fajok a nyárok, melyek több klónnal képviseltetik magukat; a fehérfűz; illetve a kocsányos tölgy, mely utóbbi a keményfás ligeterdők meghatározó faja. A továbbiakban ezekre a fajokra rövidítések formájában is hivatkozunk, ezért e rövidítéseket tömören összefoglaljuk.

A nyárok közül itt vizsgált fajták a következők: az óriás nyár (ONY), az olasznyár ('I-214'), a 'Pannonia' nyár (PANY), illetve az 'Agathe-F' (OP-229) fajta. A fehérfűz ('Bédai egyenes') rövidítése - FFU, míg a kocsányos tölgyé - KST.

Ezeknek a fajoknak a folyónövedék alakulását fajtánként és korosztályonként, az elterelés előtti és utáni időszakokra szétbontva vizsgáltuk, az eredményeket a 6. és 7. ábrák szemléltetik.



6. ábra. A fajok korosztályonkénti átlagos folyónövedéke az elterelés előtt
 Fig. 6. The average annual increment of species by age-groups before the diversion



7. ábra. A fajok korosztályonkénti átlagos folyónövedéke az elterelés után
 Fig. 7. The average annual increment of species by age groups after the diversion

A 6. és 7. ábrán feltüntettük az elemzésünkbe vont fafajok állományainak folyónövedék értékeit korcsoportonként, 1993 előtt és 1993 után. Az ábrákon az egyes évek függőlegesen lévő kisebb négyzetek az év átlagos folyónövedék értékét mutatják a vizsgált fafajaink összes mért és az adott korcsoportba tartozó faállománya tekintetében. A nagyobb téglalapok ezen négyzetek körül az átlag hibatartományát jelenítik meg, a talpacskák pedig az adott évi adatok szórásmezejét jelölik.

A 6. és 7. ábrán összevethetjük, hogy az egyes fafajok az elterelés előtt, ill. után milyen korosztályokkal voltak képviselve a monitoring területek között. Az ábrákról leolvasható, hogy egyes fafajok korosztályai bővültek az idők folyamán, vagyis a régebbi monitoring területek korosodása következett be, ezzel együtt ezek növekedési erélye is változott. Másrészt, a monitoring területek is bővültek, a letermelt állományok helyére közel azonos termőhelyre telepített új faállományok kerültek be a mérésekbe. Ennek következtében vannak összehasonlítható korosztályok az elterelés előtti és az azt követő időszakból, ugyanazokra a fafajokra nézve.

A folyónövedék értékek vizsgálata alapján megállapítható volt, hogy több fafajra vonatkozóan érzékelhetünk szignifikáns különbségeket ugyanazon korosztályba tartozó faállományok növekedésmenete között. Ilyen fafajok az óriás nyár, aminek jelentősen csökkent a folyónövedék értéke az összehasonlítható korosztályokban és csak 0,5% az esélye annak, hogy a két időszak átlaga megegyezik. A 'Pannonia' nyár esetében ugyancsak csökkent az egyazon korosztályok növedék értéke, és itt is csak 16% az egyezés valószínűsége. A fehérfűz esetében két összehasonlítható korosztály esetében is csökkent a folyónövedék értéke az elterelés előtti értékekhez képest. Ennek a fafajnak az esetében 11%, ill. 13% a két időszak átlagának egyezési valószínűsége. Némi visszaesés érezhető a kocsányos tölgy esetében is, de az nem mondható jelenleg jelentősnek. A kocsányos tölgy esetében felmerül, hogy a fiatalabb korosztályokban újabb monitoring területeket létesítsünk, és részletesebben vizsgáljuk ennek a fafajnak a növekedési viszonyait a Szigetközben.

A fentiek alapján érdemes tovább vizsgálnunk, miképpen tevődik össze ez a különbség az erdőállományokon belül, illetve hogyan oszlik meg a fafajok között. Valóban általános jelenségről van szó, vagy csak egy, nagyobb arányban képviselt fafaj állományai miatt jutunk kedvezőtlen eredményre?

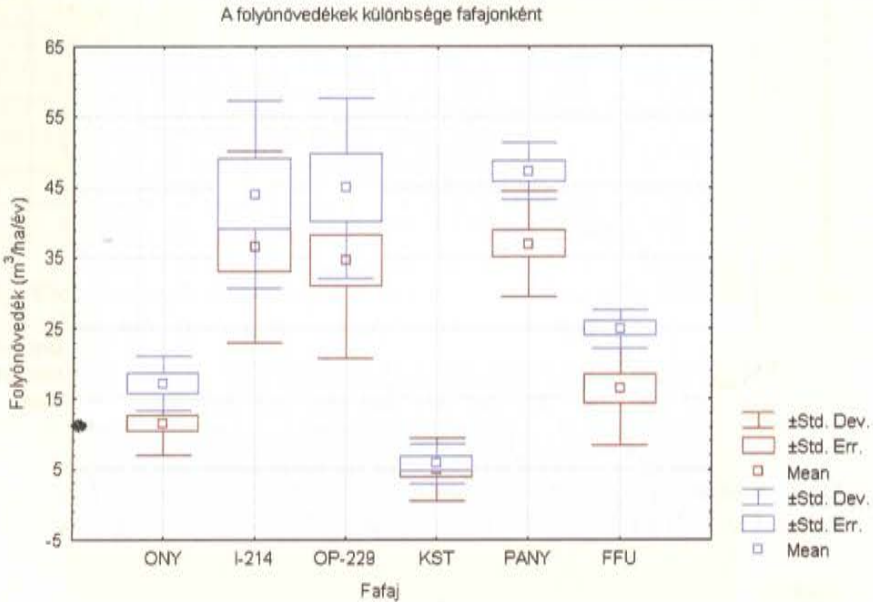
Ehhez nyújt tájékoztató pontot a 8. ábra, ahol egy grafikonon, de fafajonként külön-külön ábrázoltuk az átlagos folyónövedék értékek alakulását. Az ábrán kézzel az elterelés előtti időszakok jellemző adatait, pirossal az elterelés utáni időszak adatait jelöltük.

A 8. ábrából kitűnik, hogy az átlagos folyónövedék értékek rendre elmaradnak az elterelés előtti időszak értékeitől, némely fafajnál 20–30%-os visszaesés figyelhető meg. Másik érdekes jelenség, hogy a folyónövedék értékek szórásmezeje érzékelhetően megnőtt az elterelés óta, vagyis szélsőségesebb, ill. hektikusabb lett az állományok növekedésmenete.

Ezek az eredmények megerősítenek bennünket abban, hogy a fatermesztés általános feltételei romlottak a Szigetközben.

A fafajok esetében külön-külön elvégzett szignifikancia tesztek megmutatták, hogy általánosan, mind az öt fafaj esetében csökkentek a folyónövedék értékek és az

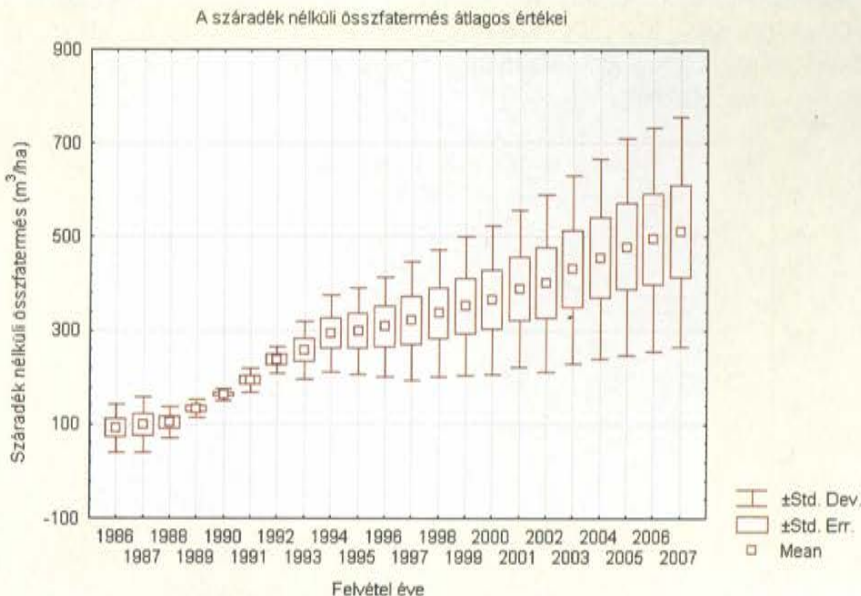
ONY esetében 17%; az 'I-214' esetében 48%; az 'Agathe-F' (OP-229) esetében 3%; a KST esetében 69%; a PANY esetében 3%; végül a FFU esetében csak 2% a valószínűsége annak, hogy az elterelés előtti és utáni folyónövedék értékek, vagy növekedési ütemek megegyeznek.



8. ábra. Az elterelés előtti (kék) és utáni (piros), időszakok folyónövedék értékei fajonként.
 Fig. 8. Annual increment of species before (blue) and after (red) the diversion

Végezetül bemutatjuk, hogyan változott az összfatermés átlagos értéke a Szigetköz azon erdőállományaiban, ahol a megfigyeléseket a fenti fajok esetében elvégeztük!

Ehhez a 9. ábrát hívjuk segítségül, amelyen azt látjuk, hogy az átlagos összfatermés értékének meghatározása az évek során egyre nehezebb feladattá vált, mivel az átlagos értékekhez tartozó bizonytalanság, nevezetesen az adatok szórása jelentősen, a többszörösére emelkedett. Ez egyfelől azt jelenti, hogy több területen kellene többet mérnünk, hogy az adatok pontossága ne változzon, másfelől pedig azt is jelenti, hogy a Szigetköz monitorozott területén a legjobb és a legrosszabb fatermesztési potenciállal jellemezhető területek között nőtt a szakadék, nagyobb lett a termőhelyek változékonysága. Mindez körütekintőbb erdőgazdálkodást és a tervezésre fektetett nagyobb hangsúly szükségességét jelenti a jövőben.



9. ábra. A vizsgált fajok állományaiban mért összfatermés alakulása
Fig. 9. Statistics of yield by years in the stands of investigated species

A növekedés összefüggése az ökológiai tényezőkkel

Az előző fejezetben bemutattuk, hogy a faállományok növekedési üteme az elterelés utáni időszakok tekintetében jelentős csökkenést mutat. Ez a jelenség a fafajtól függetlenül megfigyelhető, és a korosztályok között is fennáll. Annak megítélésében, hogy ez mennyire szorosan függ össze a Duna elterelésével megvizsgáltuk, hogyan változott a jellemző vízállás egyes évek vegetációs időszakán belül az elterelés előtt és után.

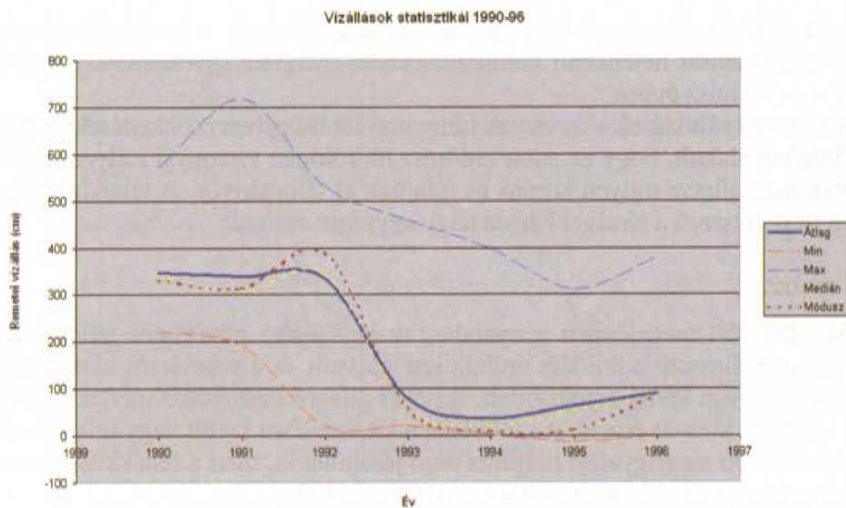
A vizsgálatokhoz az 1990 és 1996 közötti időszak napi, dunaremetei vízállás adatait használtuk fel. A vegetációs időszak figyelembe vételével minden év március 1. és október 31. közötti időszakot vontuk be a vizsgálatba.

Az adatokból az 1. táblázat szerinti statisztikákat készítettük el. A táblázatban szerepel az egyes évek megnevezése mellett, hogy mekkora volt a vegetációs időbeni átlagos vízállás, mekkorák voltak a minimum és maximum vízállás értékei cm-ben, valamint a minta elemszáma. Ezt követően feltüntettük a medián, ill. módusz értékeket (a medián az adatok sorbarendezése után adódó középső érték, a módusz pedig a leggyakoribb érték). Szerepel ezen kívül a táblázatban a minta szórása és a 95%-os megbízhatósági szinten érvényes tartomány-szélesség, amelyben az átlag mozoghat. (Tehát például, 1990-ben az átlagos vízállás a vegetációs időszakon belül $346,4 \pm 9,3$ cm.)

1. táblázat. Vízállások statisztikái 1990-1996 közti vegetációs időszakban
Table 1. Water level statistics in the vegetation season between 1990–1996

Év	Átlag (cm)	Min (cm)	Max (cm)	Db	Medián (cm)	Módusz (cm)	Szórás (cm)	Megbízhatósági tartomány (\pm cm)
1990	346,4	220	574	245	339	329	74,06	9,3
1991	338,8	189	717	245	307	313	111,14	13,9
1992	332,7	19	529	253	343	388	112,46	13,8
1993	77,2	19	457	245	57	57	62,77	7,9
1994	36,9	3	397	256	19	7	65,76	8,1
1995	63,2	-14	310	275	52	11	59,09	7,0
1996	89,2	-2	379	122	85	83	43,73	7,8

Ezekből az adatokból néhányat a szemléletesség kedvéért grafikonon is ábrázoltunk (10. ábra), amelyről a következőket tudjuk megállapítani:



10. ábra. A remetei vízállás változása a vegetációs időszakon belül 1990–96 között
Fig. 10. Water level statistics within the vegetation season between 1990 and 1996 at Dunaremete

- Az átlagos és a leggyakoribb vízszintek a vegetációs időszakon belül az elterelés után nem a minimális és maximális értékek felezősávjában, hanem inkább a minimális értékek környezetében találhatók.
- A maximális vízállás értékek a korábbi átlagos vízállás értékeihez közeledtek az elterelés után.
- Az átlagos és a leggyakoribb vízszintek az elterelés előtti időszak hetedére csökkentek.

A fatermési adatokkal történő összehasonlítás alapján pedig az előzőeket az alábbiakkal tudjuk kiegészíteni:

A faállományok növekedésében tapasztalt csökkenés nagy valószínűséggel az elterelés hatásának tudható be. A faállományok növedékadata 1993–1994-ben nagyon széles tartományban szórt, majd néhány fafaj esetében, gyors ütemben a harmadára csökkent a folyónövedék értéke.

A faállományok tehát nagyon gyorsan – két év alatt – „lereagáltak” a változást. Eddig tartott a tűrőképességük és a tartalékaik, melyek rövidebb kedvezőtlen időszakok átvészelésére alkalmassá teszik őket.

A 10. ábra tanúsága alapján elmondhatjuk, hogy a vízpótlás erőfeszítései ellenére úgy tűnik, hogy nem képes a faállományok növekedésében kedvező irányú elmozdulást előidéző vízviszonyok megteremtésére.

AZ EGYES FÁK NÖVEKEDÉSE

Heti kerületnövekedés-mérés alapján

A fentiekben részletezett ökológiai tényezők közvetlenül a vastagsági növekedésre gyakorolt hatását hetenkénti kerületnövekedés-méréssel igyekeztünk nyomon követni az elmúlt húsz évben.

A növedékváltozások – az esetek túlnyomó többségében csökkenések – nagysága attól függően alakult, hogy az adott erdőrész hidrológiai viszonyai milyen mértékben változtak meg, illetve milyen korúak és fafajúak az állományok. A talajvíz-változások alapján itt is célszerű a térséget három nagy egységre osztani:

Felső szakasz

Az elterelést megelőzően a nyárákat az egyenletes növekedés jellemezte, ami 1993-tól megváltozott: a fejlődés erőteljesen lelassult, és a vegetációs időszak hosszához képest nagyon korán befejeződött. Az éves átlagos vastagodás mértéke a korábbiaknak csak kb. 80%-át érte el. Az időközben kitermelésre került vagy túlkoros parcellák helyett újabb megfigyelési helyeket nem jelöltünk ki, mert a fenékküszöb megépítését követően a hidrológiai viszonyok normalizálódtak.

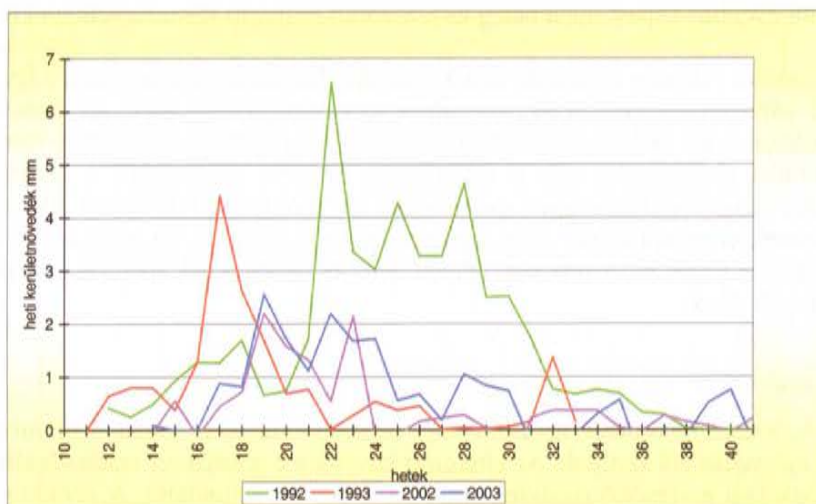
Középső szakasz

A közvetlenül az öreg Duna mellett található parcellák szenvedték el a legnagyobb mértékű talajvíz-süllyedést. Mivel itt a termőréteg általában sekély, a kavicsréteg a felszínhez közel helyezkedik el, így a vízhiány gyorsan és erőteljesen jelentkezett. A későbbiekben sem javult számottevően a helyzet, mert a hullámtérnek ez a magasabban fekvő része kiesik a vízpótló rendszer hatáskörzete alól. 1993-tól folyamatosan érzékeltük a gyorsan növekvő fafajok növedékének törésszerű visszaesését, és a jelentősebb mértékű pusztulásokat.

A Dunasziget 15A erdőrészletben lévő 'I-214' nyár parcellán észleltük legerőteljesebben a megváltozott hidrológiai viszonyok növekedésre gyakorolt negatív hatásait.

Már 1993-ban törésszerű visszaesés jelentkezett, az előző évi növedékhez képest 65%-os növedékvesztéssel tapasztaltunk, és a helyzet a következő években tovább romlott. 1998-ban az állomány életének eddigi legalacsonyabb vastagsági növekedését regisztráltuk, évi átlagos 5,6 mm-es kerületnövekedéssel, szemben az elterelés előtti 50–70 mm-es értékekkel.

A heti kerületnövekedés görbéje 1993-tól jelentősen megváltozott (11. ábra). Normál esetben a vegetációs időszak alatti heti növekedés jellemzője volt egy - árhullámok számától függő - két vagy háromcsúcsú görbe. 1993-tól már csak egy tavaszi növekedési csúcs volt megfigyelhető. 1996-ra azonban a görbe annyira torzult, hogy rajta tendencia már nem volt fellelhető: kis növekedések és leállások váltogatták egymást. 2006-ban az erdőrészlet végvágásra került, és szürkenyárral való erdősítése megtörtént. A terület talajvíz-problémái miatt elsődleges szempontként nem a nagy fatömeget adó faállomány létesítése volt a cél, hanem természetvédelmi szempontból elsőbbséget élvező erdővel való fedettség lehető legjobb színvonalon való fenntartása.



11. ábra. Különböző évek heti kerületnövekedésének jellege a Dunasziget 15A erdőrészletben 1992 óta

Fig.11. Weekly girth increment of a poplar forest in different years since 1992

A Dunasziget 15B erdőrészletben a fehérynáras kerületnövekedése összetett folyamat eredményeként jelent meg: 1993-ban erőteljes visszaeséssel érzékenyen reagált a vízhiányra, majd egy 1994 tavaszán végrehajtott erőteljes tisztítás eredményeként a fák növőtere megnőtt és a kedvezőbb életfeltételek hatására a növekedési erélyük is nagyobb lett. 1996-ra a kerületnövekedés mértéke nagyságában megközelítette az elterelés előtti szintet. Az állománynevelés kedvező hatásainak elmúltával újra a termőhelyi hatások érvényesültek a növekedés nagyságában, és 1997-től már ismét gyenge növekedést tapasztaltunk.

Szakirodalmi értékelések szerint a fehérynárak intenzív vastagsági növekedése 15–20 éves korban kezdődik, és kedvező termőhelyen 6–8 mm széles évgűrűk is képződhetnek, amely 38–50 mm kerületnövekedést jelenthet. A mintafákból ezt a növekedést egyetlen egyed sem érte el, sőt messze (kb. 50–70%-kal) elmaradtak ettől.

A Dunasziget 14B erdőrészletben a fűzállomány rendkívül gyenge növekedésű volt, az utolsó években csaknem az összes fa csúcscsáradtá vált, a hajtások csak az alsó ágörvekben jelentek meg. Mivel az állomány gyakorlatilag lábon kiszáradt, 2002-ben letermelésre is került. A parcella kitűzésekor nem észleltünk egészségi problémát és a talajvizsgálat során sem találtunk magyarázatot az állomány gyors összeomlására, bár a növekedése mindig gyenge volt.

A tölgy–szil–kőris ligeterdők az ártéri szukcessziós sor klimaxtársulását képezik. Többnyire öntés erdőtalajokon jönnek létre az ártér legmagasabban fekvő területein. A monitoringba bevont Dunasziget 22B erdőrészlet kocsányos tölgy–kőris állománya azonban mesterséges úton ültetett. Ezek a keményfás, lassú növekedésű állományok jelentős tartalékokkal rendelkeznek, így nem volt lényeges növekedésbeli eltérés a korábbi évekhez képest, ha a beteg és alászorult helyzetű fákat figyelmen kívül hagyjuk.

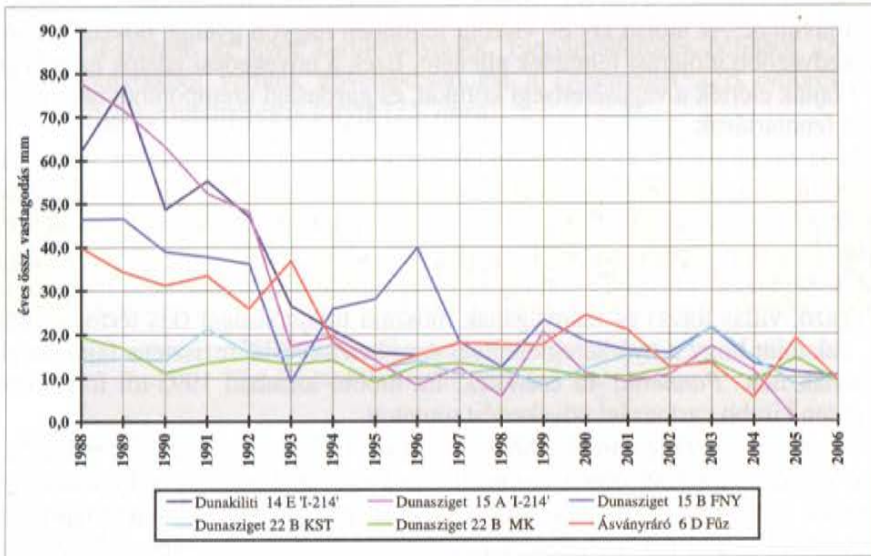
Érdekes jelenség olvasható ki a különböző fafajok növekedésének, s így a hidrológiai változásokra való érzékenységének az összehasonlításából. Az elterelés előtti időszakban a két lassan növő fafaj (kocsányos tölgy, kőris) növekedési üteme nagyságrenddel alacsonyabb volt a nyáráknál. 1993-tól ugyanakkor a gyorsan növő, egyúttal vízigényes dunaszigeti nyárak vagy az ásványrárói fehérfüzek átlagos vastagsági növekedése már kisebb volt, mint a keményfás fafajoké. Ez is azt mutatja, hogy a nyárak és a füzek most már sok helyen nem az igényeiknek megfelelő termőhelyen állnak (12. ábra).

Alsó szakasz

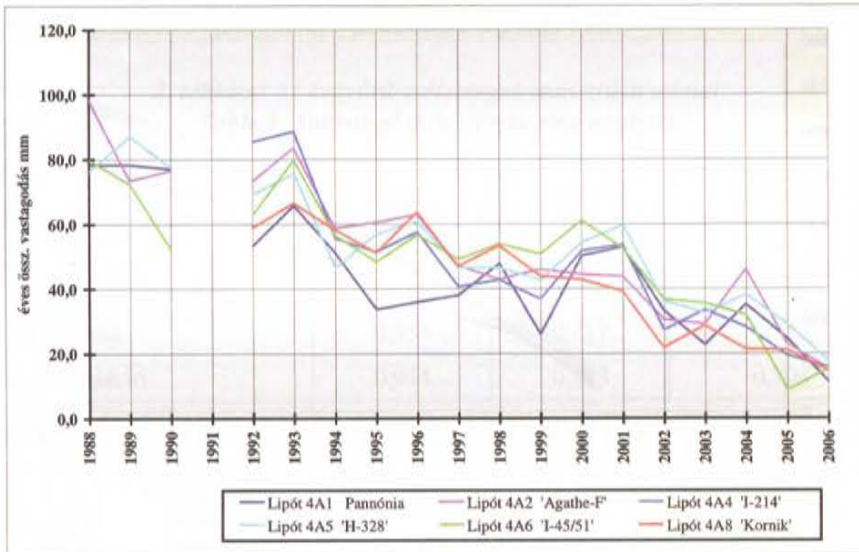
A füzesek elsősorban azokat a mély fekvésű területeket foglalják el, amelyek hekre elárasztás alá kerültek. Az elterelést követően a rendszeres áradások elmaradtak, és kezdetben a vízpótló rendszer sem volt képes ezt szimulálni. A kerületnövekedés törésszerű csökkenését 1994-től észleltük. Az eltérés az átlagos kerületnövekedéshez képest május végéig mintegy 20%, június végéig pedig már 50% -os mértéket ért el. A növekedés mértéke a következő években az elterelés előtti növedék 30–55%-át érte csak el. 2004-ben és 2006-ban annak ellenére tovább romlott a helyzet az évi összes 5, illetve 9 mm-rel, hogy mindkét évben a terület többször is elöntésre került.

A Lipót 4A erdőrészletben lévő 6 db parcella ún. nyárfajta-összehasonlító kísérlet részei, ahol azonos korú, de parcellánként más nemesnyár-klónokat ültettek. A termőhely némi szintkülönbség ellenére mindegyik parcellában azonosnak mondható és a nyártermesztéshez kiváló: vastag termőréteg, kedvező hidrológiai viszonyok, közelben elhelyezkedő mellékág. A talajvíz-mérések igazolták, hogy a vízpótlást követően a talajvíz a vegetációs időszak folyamán végig a termőrétegben maradt. Ilyen termőhelyi feltételek mellett az állományoktól jó növekedés várható el. A valóságban azonban a különböző nyárklónok kerületnövekedése 1994 óta jelentősen (35–40%-

kal) visszaesett, azt követően pedig stagnál, illetve enyhén csökkenő tendenciát mutat, ez utóbbi jelenség a korral csökkenő növekedési eréllyel is magyarázható (13. ábra).



12. ábra. Különböző fajajok éves kerületnövekedése
Fig.12. Yearly girth increment of different tree species



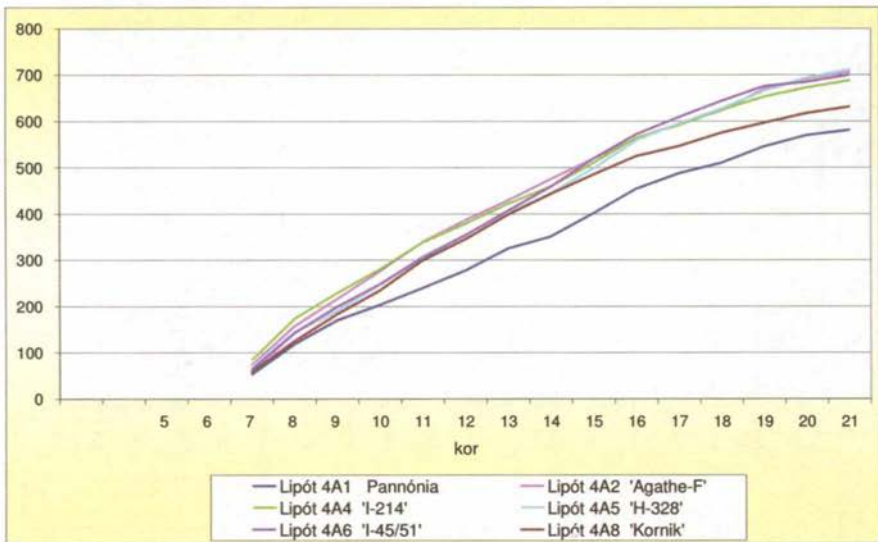
13. ábra. Éves kerületnövekedés a fajtaösszehasonlító kísérletben (Lipót 4A erdőrészlet)
Fig. 13. Yearly girth increment in a variety comparison trials stand

Az elterelést követő kiegyensúlyozatlan hidrológiai viszonyok mellett a fák nem tudtak rugalmasan – évről évre változásokkal – reagálni sem az elterelésből fakadó hirtelen és kedvezőtlen környezeti stresszre, sem pedig a javuló környezeti viszonyok nem érződtek olyan mértékben, mint amennyire a hidrológiai viszonyok időközben javultak. Az utolsó két év viszont feltűnően nagyon gyenge növedéket produkált a kedvezőbb időjárási feltételek ellenére. Ezek a növedései adatok azt mutatják, hogy a fajták elérték a vágásérettségi korukat, és gazdasági szempontból nem indokolt további fenntartásuk.

Ha az elmúlt tizenöt év vastagsági növedésmenetét vizsgáljuk (14. ábra), akkor az egyes fajták között lényeges eltérés nem tapasztalható, négy fajta görbéje teljesen egymást átfedve halad. A 'Pannonia' már több mint tíz éve leszakadt a többitől, a 'Kornik' lemaradása pedig az utóbbi néhány évben jelent meg.

A térségben az olasznyár volt régen a leggyakoribb nyárfajta, de kedvezőtlen alaki (elágazó, villás törzs) és faanyagának műszaki tulajdonságai (kis térfogatsűrűség) miatt, valamint hogy a nyárkéregfekéllyel szemben kevésbé rezisztens fajta, az alkalmasabbnak ítélt 'Pannonia'-ra cserélték. Ez utóbbi azonban 1995-től folyamatosan lényegesen kisebb vastagsági növedésmenetet mutatott.

A nemesnyárokra jellemző évközbéli normál növedései ütem közvetlenül az elterelést követően megváltozott, aszimmetrikussá vált, ahol a vastagsági növedék jelentős része – akár 80%-a is – a vegetációs időszak első felében vagy akár harmadában képződött. Az utóbbi néhány évben újra megjelent a jellegzetes, több csúcsú növedés, csak alacsonyabb növedékértékekkel. Az elterelést közvetlenül követő évektől eltérően a növedés szinte a teljes vegetációs időszakra kiterjedt, aminek részben hidrológiai, részben hőmérsékleti okai voltak.



14. ábra. Nyárfajták növedésmenete Lipót 4A erdőrészletben
Fig. 14. Growth pattern of different poplar cultivars in forest Lipót

Évgyűrű-elemzés alapján

A vastagsági növedék meghatározására még egy módszert alkalmaztunk, aminek a célja az volt, hogy a kocsányostölgy esetében a növekedési adatsorokat meghosszabbítsuk a kerületméréseket megelőző időszakra is. Erre lehetőség van, hiszen az évgyűrű 2π -szerese az éves kerületnövedék. Évgyűrűelemzés céljából azokból a kocsányostölgyfákból vettünk növedékcsoportokat a Dunasziget 22B erdőrészletben, amelyeken heti kerületmérés is folyik (15. ábra).

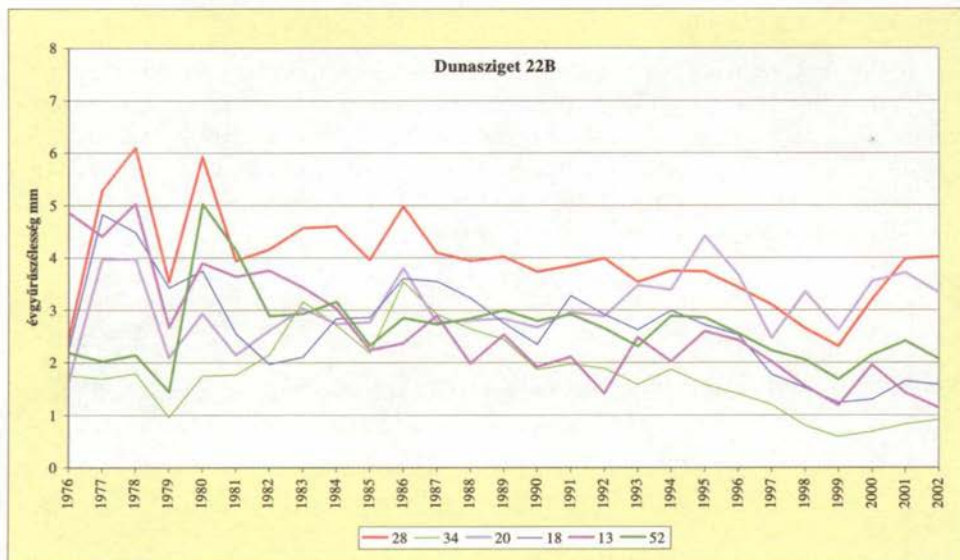


15. ábra. Kocsányostölgy növedécsapja
Fig. 15. Increment core of pedunculata oak

Az évgyűrűk szélességének jellemzésére a közvetlenül mért szélesség helyett a hosszabb távú tendenciákat kiszűrő, és csak az évi változásokat figyelembe vevő indexeket használjuk: Mindenegyves évgyűrűszélesség adatsorra fektethető egy olyan függvénygörbe, amely a mért szakasznak növekedési trendjét leírja (Fritts, 1976.). (Általában exponenciális vagy Hegershoff-függvény használatos.) A tényleges és a függvényérték hányadosából képzett mindenegyves indexérték azt fejezi ki, hogy a várható értékhez képest valójában annak hány százaléka realizálódott. Ezek az indexértékek már kortól függetlenek (16. ábra). A Dunasziget 22B kocsányostölgy évgyűrűszélességeinek főbb jellemzőit a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat Az évgyűrű-szélességek statisztikai adatai
Table 2. Statistical data of tree ring analysis

	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Átlag</i>
Csap mérete (év)	42	23	29
Évgyűrű-szélesség, mm	8,66	0,49	3,21
Érzékenység	0,333	0,217	0,277
Autókorreláció	0,954	0,223	0,703
Átlagkorreláció	0,56		



16. ábra. A kocsányostölgyek égyűrűmenete
Fig. 16. Tree ring width of pedunculate oaks

Az átlaggörbére illesztett függvény jellemzői:

$$\text{Hugershoff-függvény: } y = 4,664 * t^{0,129} * e^{-0,031 * t}$$

$$r = 0,806$$

$$r^2 = 0,649$$

Az indexgörbék alapján a szélsőérték helyek a következők:

Minimumhelyek: 1964, 1979, 1985, 1999

Maximumhelyek: 1966, 1986

1993., az elterelést követő első vegetációs év nem hozott visszaesést az égyűrűszélességben, azt követően viszont egyértelmű csökkenés figyelhető meg.

A FAÁLLOMÁNYOK EGÉSZSÉGI ÁLLAPOTA

1988-tól 1992-ig az állományok egészségesek voltak, az előforduló károsítók közül csak a nyárákra általában jellemző kéregfekély, illetve időnként egyes lombrágó rovarok kisebb mértékű (5–20%) levélrágása és az aszály érdemelnek említést. Ezt követően az eltereléssel érintett magasabban fekvő területeken, és közvetlenül a Duna parti sávjában jelentkezett az aszálymentesítő lombhullás, amely a normálisnál korábban jelentkező lombhullás, a fák ily módon védekeznek a száraz körülmények káros következményei ellen. A kedvező meteorológiai és javuló hidrológiai viszonyok

együttes hatása eredményeképpen 1996 óta a jelenséget már csak ritkán és csak a szárazabb termőhelyeken észleltük.

A Duna elterelése mindeztidáig leginkább a fűzekre volt hatással. A part menti fűzesek és bokorfűzesek egy része korábban kiszáradt, a megmaradtak állapotában az utóbbi néhány évben relatív javulást észleltünk, sok fa és bokor hajtott ki újra. A mellékágak mentén – közvetlenül a part mellett – az állandó magas vízállás miatt a fák a vízbe dőltek. A koronában, ill. annak alsó részében sok volt a száraz ág. A törzsek minősége több helyütt gyenge, az ágnyesések helyén tele vannak korhadással, sebfordással. Az önvetényült fűzesekben, amelyek egy szukcessziós fejlődés során jelentek meg, az előtések elmaradása szinte azonnal éreztette pusztító hatását. Az elterelést követően mára egy új meder alakult ki, és itt egy tipikus partmenti szukcessziós fejlődés figyelhető meg, különböző bokor és fa alakú fűzekkel, hazai nyár fajokkal és a hozzájuk csatlakozó légyszárú növényzettel, elsősorban csalánnal. Az egykori természetes parti erdőtüskés tehát megváltoztatta helyét, több tíz méterrel eltolódott, követve ezáltal a folyó új partját. A régi és az új partmenti fűzsáv közti partszakaszt gyomok foglalták el.

Fűztermesztésre kizárólag a hullámtér alsó szakasza lehet alkalmas. Kisbodaktól felfelé egyetlen egészséges, jó növekedésű állomány sem található.

A vízrendezési munkálatoknak egyéb erdőgazdálkodási kára is volt. 1993 tavaszán a hullámtéri vízpótló rendszer kialakítása érdekében elbontották az összes zárást, az ágrendszerek alsó, nyitott végét pedig elzárták a főmedertől. Ezáltal teljesen megszűnt a hullámtérben a közlekedési lehetőség, aminek egyik következménye lett, hogy nem lehetett elvégezni a szükséges erdőnevelési munkákat. A befejezést követő években nagy területeken kellett bepótolni a túl sűrű állományokban az elmaradt gyérítéseket.

Az enyhe telek és az árvizek elmaradása miatt évekig jelentős mértékű pocokkárral jelentkezett a fiatalosokban.

TÉRINFORMÁTAIKAI FELDOLGOZÁSOK

Az elvégzett területosztályozások eredményeiről megállapítható volt, hogy az egész vizsgálati területre vonatkozóan, nagyságrendi besorolások elvégzésére, az automatikus képosztályozási eljárás megfelelően alkalmazható. Az eredmények azt mutatták, hogy az osztályozni kívánt csoportok (felszínborítási kategóriák) valóban szétválnak és szétválaszthatóak a képi információk alapján. Tehát, az erdővel borított területek, a nem erdővel borított területektől és a vízfelületektől szétválaszthatóak és osztályozhatóak.

A felszínborítási kategóriák osztályozásának eredményei 1991 és 1999 összehasonlításában az alábbiak voltak:

- Megállapítható volt, hogy a két évfolyam vizsgálati összterületei között az eltérés kevesebb, mint 3%, ami az Öreg-Duna meder szlovákiai oldalon való lehatárolásának pontatlanságából adódik, de nem érinti a vizsgálatba vont erdőterületeket. Hatása az osztályokon belül 1% körüli, tehát elhanyagolható.

- Az erdőterület sem százalékos arányát tekintve, sem abszolút értékében nem csökkent, sőt ~6%-al nőtt a térség összes erdőterülete, ami javarészből azoknak a területeknek a beerdősüléséből adódik, ahonnan a Duna vize visszahúzódott a lecsökkent vízhozama következtében. Ezek az újabb keletű erdők azonban, szinte mind bokorfüzesek, ill. most már spontán kialakult puhafás ligeterdők fatermesztési jelentőségük nincs.
- Az üres területek aránya – tehát a nem erdővel borított területek – ugyancsak nőtt, mégpedig ~7,5%-al. Az üres területek nagyobb aránya ugyancsak nagyjából a Duna területfoglalásának, kiterjedésének csökkenéséből adódott.
- Az egészségi állapotra és fafajokra bontott osztályozások összehasonlításából, kiderült, hogy a kívánt részletességű elemzésekre – faj és egészségi állapot szintű elkülönítések –, a digitális automatikus képosztályozás jelenlegi módszere és kiinduló adatai nem megfelelőek. Az ilyen mélységű, és részletességű vizsgálatok monitoringon belüli felhasználásához a légifelvételek által hordozott információ nem elégséges.

JAVASLATOK

A fenti vizsgálatok eredményei megerősítik, hogy a Szigetköz nagy részén egyes fajok számára túl szárazzá váltak a termőhelyek, s itt fafajcserére van vagy lesz szükség, máshol pedig ugyanazokkal a fafajokkal, de az elterelés előtti viszonyokhoz képest kedvezőtlenebb feltételek mellett, lehet erdőgazdálkodást folytatni.

A megváltozott hidrológiai viszonyok az ökoszisztéma fajdiverzitására is hatással vannak, előfordul, hogy a csökkenő vízellátás mellett a fajszám eleinte csökken, de más invazív fajok betelepülésével a fajdiverzitás megnövekedhet.

Javasoljuk, hogy a későbbiekben a nemesnyár-fajtákat ne egyetlenül ültessék, hanem használják ki a nagyobb fajtaválaszték biztosította lehetőségeket, és egy-egy erdőrészletbe foltokba többféle fajtát tervezzenek. Ennek a megoldásnak kedvező erdővédelmi hatásai is vannak egyes károsítók elterjedésének megakadályozásában.

A termőhelyek az erdőgazdálkodás számára továbbra is kedvezőek, bár a létrejött új hidrológiai viszonyok már csak kivételes helyeken elégitik ki a fűzek igényeit, inkább már a nyár és keményfás gazdálkodásnak biztosítanak megfelelő körülményeket.



Széltörés 2006. augusztusban



A Szigetköz középső részén (Dunasziget) erőteljes pusztulás lépett fel a meder közelében lévő fűzesekben

IRODALOM

- BARTHELOT-BONDULLE 1993. Culture du peuplier: choix du site. Afocel-armef brain-sur-l'Authion
- BIRCK, O., KISS, R., MÁRKUS, L., SOLYMOS, R., TALLÓS, P. 1962. A hosszú lejárátú erdőnevelési és faterméstani kísérleti területek kitérésének, felvételének és fenntartásának irányelvei. Erdészeti Kutatások. Vol. 58. 1-3:217-259.
- CONGALTON, R. G., BIRCH, K., JONES, R., SCHRIEVER, J. 2002: Evaluating remotely sensed techniques for mapping riparian vegetation. Computers and Electronics in Agriculture 37 (1-3):113-126.
- CSÓKÁNÉ SZ. I., ILLÉS G., SOMOGYI Z. 2002. Erdészeti megfigyelések a Szigetközben. Zárójelentés. ERTI, Budapest. pp. 141.
- FRITTS, H.C. 1976. Tree ring and climate. Academic Press London
- HAJÓSY A. Könyvezeti változások a Szigetközben 1992-2000.
<http://gw.ace.hu/ddg/szakert/MTA1998/liabra3.htm>
- ILLÉS G., SOMOGYI Z. 2005. A Szigetközi ártéri erdők egészségi állapotának ortofotókon alapuló elemzése és értékelése. Tájékológiai Lapok, 3(2):335-360.
- KADMON, R., HARARI-KREMER, R. 1999. Studying Long-Term Vegetation Dynamics Using Digital Processing of Historical Aerial Photographs. Remote Sensing of Environment 68 (2): 164-176.
- KIRÁLY, L. 1978. Új eljárások a hosszú lejárátú erdőgazdasági üzemtervek készítésében. Kandidátusi értekezés. MTA Budapest
- LIEBE, P. 1998. A felszíni és felszín alatti vizek szintváltozásainak elemzése.
<http://gw.ace.hu/ddg/szakert/MTA1998/liabra3.htm>
- MEYERA, P., STAENZB, K., ITTENA, K. I. 1996. Semi-automated procedures for tree species identification in high spatial resolution data from digitized colour infrared-aerial photography. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 51 (1): 5-16.
- MTA SZIGETKÖZI MUNKACSOPORT KÖZLEMÉNYEI. 1995-2006. <http://szigetkoz.biz>.
- STATSOFT, INC. 2000. STATISTICA for Windows [Computer program manual].
<http://www.statsoft.com>
- SZALAY, S. 1995. A Szigetköz meteorológiai állapotának értékelése, különös tekintettel az 1995-ös évre. OMSZ jelentése, Budapest
- SZODFRIDT, I. 2001. Nyártermesztés. Mezőgazdasági Kiadó
- UN ECE ICP Expert Panel on Forest Growth, 2004: Estimation of growth and yield. p. 40.

A CSAPADÉK HATÁSA A CSER ÉVGYŰRŰMÉRETÉRE

SZABADOS ILDIKÓ¹

ÖSSZEFOGLALÓ

A kilencvenes évek óta megjelenő gyakori aszályok a csapadék növekedésben betöltött szerepének tanulmányozására terelték a figyelmet. A Dunántúlon két területen, a Zselicben és a Balaton-felvidéken eltérő korosztályú cseren vizsgáltuk, hogy különböző időszakok csapadékösszegei milyen mértékben határozzák meg az évgyűrű-szélességet. Szignifikáns kapcsolatot lehetett általában kimutatni az áprilisi, májusi és júniusi csapadékkal. Nagy szerepet kapott a növekedésben a fő felhasználási időszaki (májustól júliusig) és a súlyozott csapadékösszeg. Magas együttfutási értéket találtunk az évgyűrűindexek és az aszályindex között is.

KULCSSZAVAK: évgyűrű-szélesség, csapadék, aszályindex

ABSTRACT

IMPACT OF PRECIPITATION ON THE TREE-RING WIDTH OF TURKEY OAK

Frequent draughts occurring since the mid-nineties drew the attention to investigating the role of precipitation in tree growth. We conducted research in two Turkey oak stands of different ages on two locations in Transdanubia: Zselic and Balaton-felvidék. Significant correlation was found between tree growth and the amounts of precipitation in April, May and June. Total precipitation of the May–July period and the weighted total precipitation also seem to play a significant role in growth. We found very similar patterns for tree-ring indexes and draught indexes as well.

KEYWORDS: tree ring width, precipitation, draught index

BEVEZETÉS, ELŐZMÉNYEK

Hosszú időszakok meteorológiai adatainak elemzésével napjainkra bizonyított tényné vált, hogy a Föld klímája megváltozott az elmúlt negyven évben. Egyértelműen nőtt a levegő átlaghőmérséklete, nőtt a levegő szén-dioxid tartalma, nőtt a nitrogén vegyületek mennyisége, és változott a csapadék mennyisége is. Ez utóbbi változás iránya azonban nem mindenütt egyöntetű, földrajzi helytől és időszakoktól függően csökkenést és növekedést is megfigyeltek, valamint jelentősen megváltozott a csapadék intenzitása is. Ezekre a változó külső tényezőkre valószínűsíthetően megváltozott módon reagál a fák növekedése is. Ahhoz, hogy valamilyen becslést lehessen adni a jövőbeni növekedési tendenciákra, a múltbéli kapcsolatokat kell alaposabban megismerni, és ehhez a fák növekedéséről is hosszú adatsorokkal kell rendelkezniünk. Bár a külső hatásokra a fák legérzékenyebben a magassági növekedéssel reagálnak, de éves

¹ ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, szabadosi@erti.hu

gyakoriságú magassági adatsorokkal csak kivételes esetekben rendelkezünk. Emiatt használjuk inkább a vastagsági növedékadatokat, amelyeket minden fa egész életében megőriz évgyűrűszélesség formájában. A klímára illetve csapadékra való érzékenység fafajonként némileg eltérő. Jelen tanulmányban a hazai erdeink 11,4%-át kitevő cser növekedési reakcióját értékeltük. Korábban a cser évgyűrűszélessége és az éves, valamint az október–április időszak csapadék közti kapcsolatot hazánkban Babos (1984.) vizsgálta.

MÓDSZER

Mintavételt befolyásoló szempontok

Az évgyűrű szélessége nagyon sok tényezőtől függ, ezért a mintagyűjtés során a lehető legtöbb, a vizsgálat szempontjából lényegtelen változót ki kell zárni. A termőhelyi tényezők mindegyike jelentős hatással van a fák növekedésére, hiszen alapvetően befolyásolják az asszimiláció intenzitását vagy hosszát. Időben állandó tényezőnek tekinthető a földrajzi és topográfiai elhelyezkedés, és egy fa életében általában a talaj is, bár ez alól vannak kivételek erősen erodálódó vagy szennyeződő talajok esetében.

A hidrológiai és meteorológiai tényezők ingadozása és szélsőségei éves változottsággal épülnek be az évgyűrű-szerkezetbe. Keskeny évgyűrűként jelenik meg minden olyan év, ahol a fotoszintézist gátolta a rendelkezésre álló víz hiánya, a túl alacsony vagy túl magas hőmérséklet vagy akár a csökkent fényviszonyok. E mellett kimutathatók tüzesetek és kései fagyok hatásai, de mindenképpen hatással van a CO₂ növekvő részaránya, a felvehető N-vegyületek mennyisége, de egyéb speciális hatások is előfordulnak, amelyekből nagy részarányt képviselnek a különböző abiotikus és biotikus károk.

A fák évgyűrűszélessége változik a korral is. Ez a változás azonban egy függvénnyel jól jellemezhető és beépíthető az elemzésbe. Sokkal nagyobb gondot okoz, hogy a rendelkezésre álló növtér meghatározóan befolyásolja az évgyűrűszélességet, és a növtér méretének időbeli változásáról nagyon kevés ismeretünk van. A gyérítések időpontjáról még találhatók feljegyzések, amelyből valószínűsíthető lehet, hogy a következő évek szélesebb évgyűrűit ez a beavatkozás okozta. A faegyedekre vonatkozóan nincsenek még ilyen információink sem, nem tudható, hogy a fa közeléből esetlegesen kiszáradt egy szomszédos. Közvetetten lehet csak becsülni a többi fával való összehasonlításból. Az elemzések – főleg a kormeghatározás során – ezért sokszor csak az alacsony és rendkívül alacsony növekedésű évek gyűrűit veszik figyelembe. A mintavétel során csak kimagasló vagy uralkodó fák jöhetnek szóba, amelyekről feltételezhető, hogy mindig rendelkezésükre állt a szükséges élettér.

Mintavétel, mérés és értékelés

A mintavételi helyszíneket a Dunántúl középhegyvidéki és dombsági területein jelöltük ki: Balaton-felvidéken és a Somogyi-dombságon. Ezeken a kiválasztott területeken két korosztályban vizsgáltunk a csert. A fiatalabb állományok 50–60 évesek voltak, amikor a növekedési menetük elérte a kulminációs pontot. Az idős állományok közel 90 évesek voltak. Minden mintaterületet 10 mintafa jellemzett, amelyekkel szembeni általános elvárás, hogy kimagasló vagy uralkodó magassági osztályba tartozzanak, koronájuk és törzsük szabályos és egészséges legyen. A mintavétel növedékfűróval történt a fák mellmagassági átmérőjénél két irányból – a lejtésviszonyoktól függően – észak-dél irányban, vagy a lejtő színtvonalával párhuzamosan.

Az évgyűrűs szélességek mérése LINTAB4 műszerrel és TSAP programcsomagal történt. A fentiekben említett kor hatásának kiküszöbölésére az évgyűrűadatokat indexekké alakítjuk, mely matematikai művelet után olyan relatív értékeket kapunk, amelyek azt fejezik ki, hogy az egyes években a tényleges évgyűrű szélessége mennyire tért el az adatsorra fektetett függvény adott évi függvényértékétől (Szabados I., 2002.). A továbbiakban már ezekkel az indexadatokkal dolgozunk.

Az elemzésekhez az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőállomásainak havi csapadékösszeg adatai (Hajósi tsa., 1975.), a Vízrajzi Évkönyvek adatai, valamint a Pálfai-féle aszályindexek (Pálfai, 1990.) álltak rendelkezésre. A havi csapadékösszegekből további olyan időszakos összegeket képeztünk, amelyeket az erdészeti gyakorlat vagy tudomány általánosan használ. Ezek a következők: hidrológiai év (előző év okt.–adott év szept.), vegetációs időszak (ápr.–szept.), tárolási időszak (előző év nov.–ápr.), fő növekedési időszak (máj.–júl.), fenntartási időszak (aug.–okt.) csapadéka (Führer, 1994., 1995.; Manninger, 2004.) és a Pálfai által kidolgozott havonkénti vízigény szerint súlyozott csapadékösszeg (Pálfai, 1990.).

EREDMÉNYEK: AZ ÉVGYÜRŰINDEX ÉS A CSAPADÉK KAPCSOLATA

Nyilvánvaló igazsággként kezelt, hogy a csapadék jelentős hatással bír a növekedési folyamatokra. Arról azonban már kevesebb információnk van, hogy mely időszakok csapadéka különösen fontos, és melyeké kevésbé meghatározó.

Havi csapadék és évgyűrűs szélesség értékelése

Az évgyűrűindexek és az évgyűrű keletkezési évének minden havi csapadékösszege között korrelációs elemzések készültek. Ebből kiderült, hogy – gyakorisági sorrendben – általában június, április, május hónapok csapadékával volt leggyakrabban kimutatható korrelációs kapcsolat, bár az értékek gyakran a szignifikancia-szint határán voltak. Az „általában” egyben azt is jelenti, hogy számos kivétellel is lehetett találkozni.

Két erdőgazdasági táj két-két korosztályú erdőrészlet fái kerültek elemzésre (1. táblázat). A vizsgált időszak a rendelkezésre álló meteorológiai adatok miatt Kaposvár térségében 1930–1995, Veszprém környékén pedig a fák kora miatt 1935–2003., illetve a fiatalabb állomány esetében 1966–2003.

1. táblázat. Autókorreláció és a cser évgűrűméret és a havi csapadékösszeg közötti korrelációs együttható (r)

Helyszín	Kor	Aut. korr.	2. hó	3. hó	4. hó	5. hó	6. hó	7. hó	8. hó
Veszprém 83A	87	0,75	0,20	0,32	0,12	0,33	0,20	-0,02	0,00
Veszprém 78C	52	0,74	0,32	0,29	0,11	0,20	0,19	0,16	0,26
Somogyaszaló 5I	89	0,41	0,26	0,17	0,20	0,13	0,26	0,03	-0,14
Kaposfüred 1A	58	0,70	0,13	0,01	0,31	0,23	0,13	0,10	0,06

Megjegyzés: a pozitív szignifikáns kapcsolatok külön kiemelve

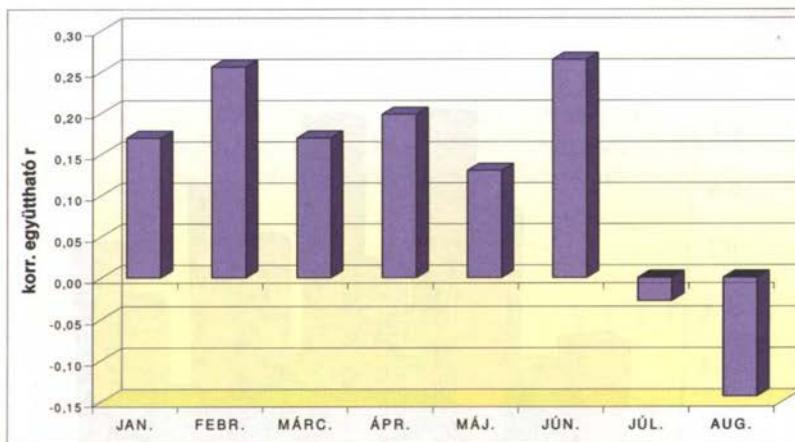
Esetünkben az elsőrendű autókorreláció nagysága 0,41–0,75, vagyis minden évgűrűméretet 16–57 % (r^2) közötti mértékben az előző évi határoz meg. Három állománynál statisztikailag még több évvel korábbi hatás is szignifikáns szinten kimutatható, ami egyben azt is jelenti, hogy ezeknek a fáknek nagy belső meghatározottságuk van az évgűrűszélességre, külső hatásokra kevésbé érzékenyen reagálnak. Ezzel a problémával szembesülünk is, amikor a csapadékkal való korrelációt vizsgáljuk. A magasabb rendű szignifikáns autókorreláció egyben azt is mutatja, hogy a külső körülmények változására a cser évgűrű-szélessége kevésbé kimutatható módon reagál.

A havi csapadékoknál a februártól júniusig tartó időszak csapadékának volt szerepe az évgűrűk szélességének meghatározásában (1. ábra), és ezek a hónapok közel hasonló súllyal szerepeltek.

Időszaki csapadékösszegek és az évgűrűszélesség értékelése

A hosszabb időszakok csapadékával való korrelációs együtthatóknál is azok az értékek magasak, ahol az év eleji csapadék is szerepel az összegben, így a hidrológiai év, a naptári év és a tárolási időszak csapadéka tűnik fontosnak (2. táblázat). Külön kiemelhető, hogy a fő felhasználási időszak (május–július) csapadéka kevésbé tűnik meghatározónak, pedig ez az érték a többi fafajnál mindig a legmagasabb korrelációt hozza. Lehet, hogy ebből a nyári csapadéktól való kevésbé függésből adódik a fajnak az a tulajdonsága, hogy jobban elviseli a szárazságot, mint a kocsányos- és kocsánytalantölgy vagy a bükk. A bemutatott mintaterületek közül a Kaposfüred 1A eltérően viselkedik a korrelációs kapcsolatok hiánya miatt. Az 1. táblázat ugyan már nem tartalmazza a szeptember hónappal való kapcsolatot, mert az 0 közeli érték vagy negatív, ellenben ebben az esetben olyan fokú negatív értékkel (-0,64) találkozhatunk, hogy minden olyan csapadékösszeggel való kapcsolatot kimutathatatlanná tesz, amelyben a szeptember havi szerepel. Számottevően javul a kapcsolat szorossága, ha a csapadékösszegeket augusztus hónappal bezárólag számítjuk. Annál is inkább jogos ez, hiszen az őszi és téli csapadéknak már csak a következő év növedékére lehet hatása. Ezek alapján a 3. táblázat már csak az augusztusig, illetve júniusig számított hidrológiai, augusztusig figyelembe vett naptári és vegetációs időszakok csapadékösze-

geivel számított korrelációs együtthatókat tartalmazza. Megállapítható, hogy a kapcsolat szorossága lényegesen javult.



1. ábra. Évgyűrűindex korrelációs kapcsolata a havi csapadékösszeggel Somogyaszaló 5I cseres példája

2. táblázat. Korrelációs együttható a cser évgyűrűméret és időszaki csapadékösszegek között

Helyszín	Kor	okt.– szept.	jan.– dec.	ápr.– szept.	súlyozott	nov.– ápr.	máj.– júl.	aug.– okt.
Somogyaszaló 5I	89	0,22	0,12	0,04	0,22	0,32	0,22	-0,23
Kaposfüred 1A	58	0,05	-0,02	-0,02	0,18	0,27	0,15	-0,29
Veszprém 83A	87	0,42	0,30	0,21	0,30	0,37	0,24	0,08
Veszprém 78C	52	0,43	0,36	0,26	0,46	0,37	0,29	-0,02

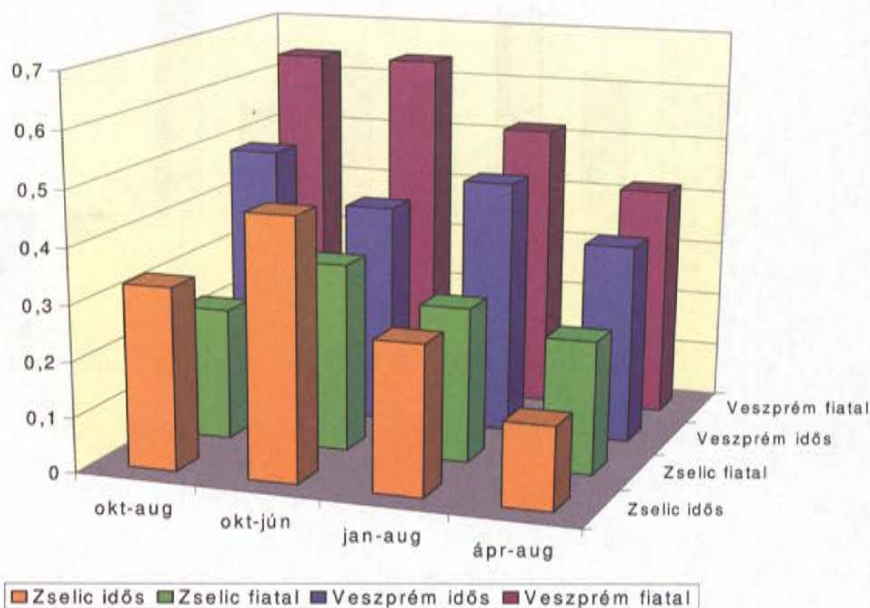
Megjegyzés: a pozitív szignifikáns kapcsolatok külön kiemelve

3. táblázat. Korrelációs együttható a cser évgyűrűméret és időszaki csapadékösszegek között

Helyszín	Kor	okt.–aug.	okt.–jún.	jan.–aug.	ápr.–aug.
Somogyaszaló 5I	89	0,33	0,47	0,27	0,15
Kaposfüred 1A	58	0,24	0,34	0,28	0,24
Veszprém 83A	87	0,49	0,40	0,46	0,36
Veszprém 78C	52	0,64	0,64	0,52	0,42

Megjegyzés: a pozitív szignifikáns kapcsolatok külön kiemelve

A fenti értékek alapján kortól való függés nem állapítható meg a csapadék és az évgyűrűszélesség között, inkább a földrajzi elhelyezkedés tűnik meghatározóbbnak: a Balaton-felvidéki cseresek csapadéktól való függése lényegesen nagyobb, mint a somogyiaké.

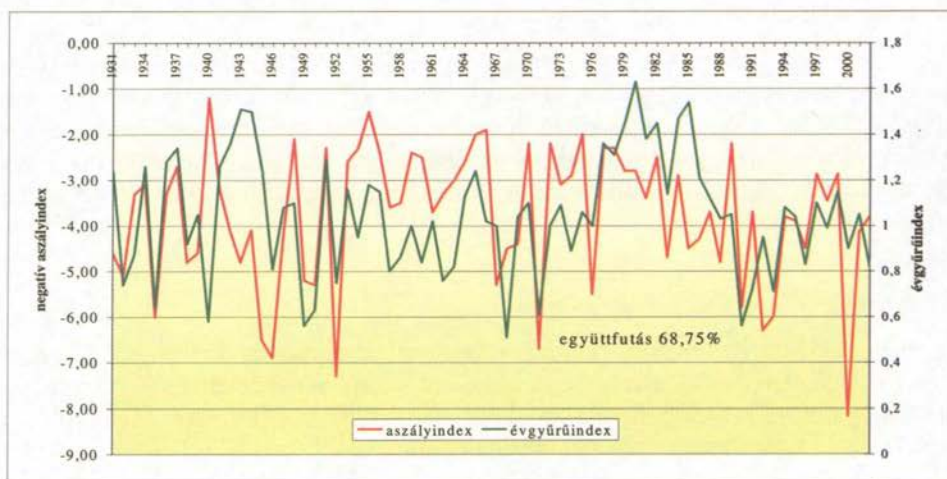


2. ábra. Évgyűrűindex korrelációs kapcsolata időszaki csapadékösszegekkel

Aszályindex és az évgyűrűszélesség értékelése

Egy év időjárási viszonyai a növények fejlődésének szempontjából jól jellemezhetők a különféle aszályossági indexekkel, amelyek a hőmérsékleti és csapadékviszonyokat összevontan fejezik ki. 1930 óta nagy területi felbontásban állnak rendelkezésünkre a Pálfi-féle (PAI) aszályindexek. Az évgyűrűindexszel való korrelációs kapcsolat csak ritka esetben tűnt szignifikánsnak, ami két ok miatt is lehet gyenge: egyrészt az aszály leggyakoribb előfordulási ideje nálunk július-augusztus, amikor a fák növedékének meghatározó része már kialakult, másrészt pedig a nyári aszály hatása sokszor csak a következő évben jelenik meg. Az évgyűrűindexek és az aszályindexek együttlátása ellenben mindenütt magas volt. Az együttlátás azt jelenti, hogy az esetek milyen százalékában fordul elő, hogy növekvő aszályhoz csökkenő évgyűrű és megfordítva, kevéssé aszályos évhez szélesebb évgyűrű tartozik. A vizsgált esetekben ez az együttlátási érték 70% körüli volt.

Somogyaszaló 5I idős cseres: Az évyűrű- és aszályindexek együttfutása 69%. (3. ábra). A hiányzó 31% nagy része is egy időszakra tehető, 1939–1944 között (6 évig) nem volt azonos tendencia. Ekkor az aszályindex növekedése ellenére nőtt az évyűrűmérés. Mindez az állománynak a 25–30 éves időszakára esik, vélelmezhető, hogy valamilyen mesterséges ritkítás történt az állományban. Az üzemtervekben ez az időszak nem követhető nyomon, és nem is valószínű, hogy a háború idején ilyen jellegű tervezett erdőgazdálkodás folyt volna, inkább fakivágás történhetett tűzifa céljából. Az 1952-es és 2000-es eddigi legnagyobb aszályindexszel rendelkező évnél ugyan egyértelmű a keskenyebb évyűrűk megjelenése, de nem az aszály mértékével arányos.



3. ábra. Évyűrűindex együttfutása az aszályindexszel (PAI)

Kaposfüred 1A fiatalabb cseres: Az évyűrűindexek és aszályindexek együttfutása 69,6%, a korrelációs együtthatójuk azonban csak 0,24, amely érték viszonylag alacsony, a somogyaszalói idősebb állománynál számított értékénél is lényegesen alacsonyabb (0,36). Az elemzési időszak ugyan eltérő, de ha azonos időszakot (1956–2002.) veszünk figyelembe, akkor az idősebb állományban az aszályindex $r=0,42$ korrelációt mutat, vagyis lényegesen magasabbat, mint a teljes időszakra, vagy a fiatalabb állományban. Idősebb korban tehát szorosabb kapcsolat mutatható ki az aszályindexszel, mint fiatalabb korban.

Hasonló a helyzet a veszprémi cseresnél is, itt is az utolsó 36 évben az idősebb állomány áll szorosabb korrelációban az aszályindexszel.

4. táblázat. Korrelációs együttható a cser évgyűrűméret és aszályindex között

Helyszín	Kor	Időszak	Korr. r
Somogyaszaló 5I	89	1930–2002	0,36
Somogyaszaló 5I		1956–2002	0,42
Kaposfüred 1A	58	1956–2002	0,24
Veszprém 83A	87	1931–2002	0,31
Veszprém 83A		1966–2002	0,60
Veszprém 78C	52	1966–2002	0,51

KÖVETKEZTETÉSEK

A cser évgyűrűinek szélessége érzékenyen viselkedtek a csapadék mennyiségével szemben. Fontos a csapadék időbeli eloszlása is, a növekedésnél elsősorban az április–június időszak csapadéka játszik fontos szerepet. Amennyiben rendelkezünk ennek az időszaknak a jövőre vonatkozó scenáriójával, úgy becsülhetővé válik a cser jövőbeli növekedési jellege, illetve azon területek nagysága, ahol a fafaj természetes megjelenése várható.

KÖSZÖNET

A fentiekben bemutatott kutatást a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (NKFP) „Éghajlati bizonytalanság és a hazai erdőtakaró fenyegetettsége” című pályázata támogatta. A projektben együttműködő partnerünk, az Országos Meteorológiai Intézet adatait és szakmai segítségét is felhasználtuk.

IRODALOM

- Babos, K. 1984. A csertölgy és néhány más fafaj évgyűrűszélessége és az éves csapadék összefüggés-vizsgálata. Botanikai Közlemények, 71. 1–2.: 123–132.
- Führer, E. 1994. Csapadékmérések bükkös, kocsánytalantölgyes és lucfenyves ökoszisztémákban. Erdészeti Kutatások, Vol.84: 11–37.
- Führer, E. 1995. Bükkös, kocsánytalantölgyes és lucfenyves csapadékvíz és csapadékvízben oldott tápanyagbevétele. Kand. dissz. ERTI, Budapest
- Hajósy, F., Kakas, J., Kéri, M. 1975. A csapadék havi és évi összegei Magyarországon. OMSZ Bp.
- Manninger, M. 2004. Erdei fák éves és korszaki növekedésmenete és kapcsolódása egyes ökológiai tényezőkhöz. Erdő és Klíma IV. Sopron, 152–162.
- OMSZ havi meteorológiai jelentései.
- Pálfai, I. 1991. Az 1990. évi aszály Magyarországon. Vízügyi Közlemények, LXXIII: 2
- Szabados I. 2002–2004. A kocsánytalantölgy évgyűrűszélessége és a különféle csapadékösszegek kapcsolata. Erdészeti Kutatások, Vol. 91:19–25.
- Szabados I. 2002–2004. A dendrokronológiában alkalmazott néhány eljárás hazai felhasználása kocsánytalantölgyeken. Erdészeti Kutatások, Vol. 91:227–234.
- Vízrajzi Évkönyvek 1970–1995.

A 35 ÉVES ÁGFALVI (SOPRONI-HEGYSÉG) FAFAJÖSSZEHAJONLÍTÓ KÍSÉRLET EREDMÉNYEI

KONDORNE SZENKOVITH MARIANN¹

ÖSSZEFOGLALÓ

A fajmegválasztás az egyik legfontosabb és döntő jelentőségű erdőművelési tevékenység. A kísérlet célja a területen lévő 20 faállomány főbb állományszerkezeti jellemzőinek meghatározása és értékelése az egymást követő felvételezések időpontjában, a fafajok növekedési erélyének meghatározása, valamint javaslatok hasonló termőhelyek fajmegválasztásához. 35 éves korra elmondható, hogy ehhez hasonló termőhelyi adottságú területeken az őshonos kocsánytalan tölgy és bükk mellett a kísérletbe vont fenyők közül elsősorban az óriás jegenyefenyő, a különböző hálózatban ültetett lucfenyő, a zöld duglászfenyő, a simafenyő és a gesztes fenyő termesztése javasolható. A fafajok növekedési erélyének vizsgálata segítséget nyújt az elegyes faállományok kialakításához is, mert ez szabja meg az elegyítés módját, és ez határozza meg fiatal korban az erdőnevelési beavatkozások helyes időpontját és mértékét.

KULCSSZAVAK: fajmegválasztás, faállományszerkezeti tényezők vizsgálata, növekedési erély meghatározása

ABSTRACT

RESULTS OF THE TRIAL ON COMPARISON OF TREE SPECIES IN ÁGFALVA, SOPRON MTS, AT THE AGE OF 35

The tree species selection is one of the most important activities of silviculture. The aims of the investigation are the determination and evaluation of the main features of 20 stands' structure at the experimental plot in the times of the recording following one another, the determination of the tree species' rate of growth, and suggestions for the selection of tree species at similar sites. By the age of 35 the following species can be suggested: *Quercus petraea*, *Fagus silvatica*, *Abies grandis*, *Picea abies* planted in different spacing, *Pseudotsuga douglasii* var. *viridis*, *Pinus strobus* and *Pinus ponderosa*. Since the method of mixing and the correct time and measure of silvicultural interferences, particularly at young stands, will be determined by the formation of mixed stands, the investigation of the tree species' rate of growth will help it.

KEYWORDS: selection of the tree species, interconnection between stand structure features, growth rate of tree species

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, kondor.mariann@emk.nyme.hu

BEVEZETÉS

1968 folyamán az Erdőműveléstani Tanszék dolgozói Majer professzor vezetésével 2 fajokhoz hasonlító kísérleti terület tervét dolgozták ki. A kísérlet célja az adott termőhelyen előreláthatólag nagy fajozamú és termőhelyálló fajok kiválasztása. A telepítés hazai és kismértékben külföldi fajokkal történt. Gondoltak olyan kérdések tisztázására is, hogy például elegyetlenül melyik faj növekedése, illetve állomány szerkezete lesz kedvezőbb. A célok között szerepelt a fajok növekedési erélyének meghatározása, amelynek figyelembe vétele fontos az egyes állományok létesítésénél, mivel ez határozza meg fiatal korban az erdőművelési beavatkozások helyes időpontját. Az egyik parcellasort Nagylózs-Haraszti erdejében, míg a másikat a Soproni-hegység Ágfalva község határában létesítették. Az értékelés ez utóbbira vonatkozik.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleti terület a Soproni-hegység ágfalvi, volt úrbéresi rontott, sarj eredetű gyertyános állomány helyén található. Az erdőrészlet teljes területe 11,1 ha, amelyből a kísérleti parcellák 6,7 ha-t foglalnak el. A fennmaradó területet luc- és duglászfenyővel telepítették be. A kísérleti terület helyszínrajza a parcellákkal az 1. ábrán látható.

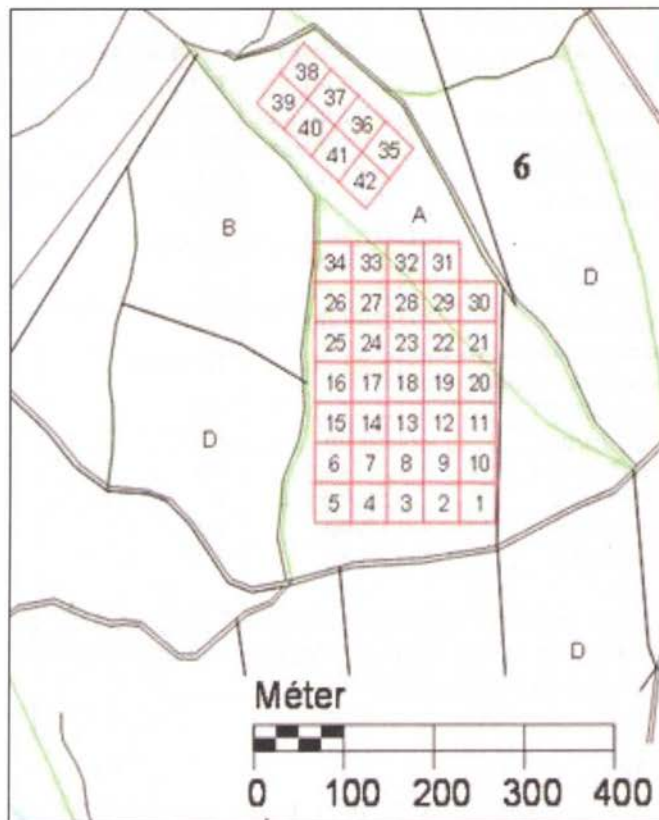
A terület a 41. Soproni-hegység erdészeti tájba tartozik, jelenlegi erdőrészlet száma Ágfalva 6A (2001. évi üzemterv). Átlagos tengerszint feletti magassága 350 m. A csapadék évi összege 750 mm, a csapadékeloszlás szubalpin jellegű. Fekvése északnyugati, lejtése 10°. A természetes erdőtársulás acidofil *Luzula albida* – gyertyános bükkös.

A kísérleti terület termőhelytípusa-változata: gyertyános-tölgyes, többletvízhatástól független, agyagbemosódásos barna erdőtalajú, közép-mély, vályog és üde termőhely-típus változat.

A rontott sarj-gyertyános letermelése után vágástakarítás, vegyszeres tuskókezelés és pásztás talajelőkészítés történt. Gödrös ültetéssel 35 fajtát telepítettek 40 x 40 m-es parcellákra, többségében 1,5 x 1 m-es hálózatban. A kísérleti területet vadkárelhárító kerítéssel látták el. Tesztfafajnak a lucfenyőt választották. Ezt különböző hálózatban és elegyítve is telepítették. A parcellákon az ápolásokon kívül egyszeri tisztítás történt 1986-ban, majd egyszeri törzskiválasztó gyérfítés a terület egy részén 1998-ban, másik részén 1999-ben.

A kísérleti területen eddig négyszer történt állományfelvétel: 10, 17, 23 és 35 éves korban. A felvételezést a következőképpen végeztük:

- ◆ parcellánként véletlenszerűen 2–3 sort jelöltünk ki úgy, hogy a sorokban minimum 100-100 egyed felvételét tudtuk elvégezni;
- ◆ famagasságot és mellmagassági átmérőt mértünk és meghatároztuk a felvett terület nagyságát;
- ◆ kiszámoltam az egyes parcellákra érvényes szorzószámot, az adatokat a biometria módszereivel értékeltem, ezt vonatkoztattam 1-1 parcellára, végül 1 ha-ra. (Az azonos fajajú és hálózatú parcellák átlagértékeivel számoltam.).



- 1–5.; 17. p. közönséges lucfenyő
6. japán vörösfenyő
7. p. európai vörösfenyő
8. p. szürke nyár
9. p. közönséges nyír
10. p. szelídgesztenye
11. p. kislevelű hárs
12. p. nagylevelű hárs
13. p. ezüst hárs
14. p. hegyi juhar
15. p. korai juhar
16. p. szitka lucfenyő
18. p. feketefenyő
19. p. erdeifenyő
20. p. csavarttűjű erdeifenyő
21. p. simafenyő
- 22–23. p. gesztesfenyő
- 24–25. p. zöld duglászfenyő
26. p. óriás jegenyefenyő
27. p. kaukázusi jegenyefenyő
28. p. közönséges jegenyefenyő
29. p. atlaszcédrus
30. p. selyemfenyő
31. p. hegyi mamutfenyő
32. p. óriás tuja
33. p. libanoni cédrus
34. p. oregoni hamisciprus
35. p. kocsánytalan tölgy
36. p. gyertyán
37. p. bükk
38. p. magas kőris
39. p. juharlevelű platán
40. p. kocsányos tölgy
41. p. vörös tölgy
42. p. cser

1. ábra. A kísérleti terület helyszínrajza
Fig.1. Layout of the experimental plot

Sajnos néhány parcella – a hiányos és tönkrement vadvédelmi kerítés miatt, biotikus károsítás, valamint emberi gyarlóság (lopás, csonkítás) miatt – napjainkban már értékelhetetlen. A vad teljesen tönkretette a libocédrus, a rezgőnyár, a hegyi juhar, a kőris, a cser és a platán parcellákat. De értékelhetetlen a szelídgesztenye, a tuja, az atlaszcédrus és a jegenyefenyőfélék többsége is.

35 éves korra az alábbi parcellák illetve fafajok adatai szerepelnek hálózattal és a fafajok rövidítésével a tanulmányban:

Parcella száma	Fafaj	Hálózat	Rövidítés
1. parcella	<i>Picea abies</i>	(1×1 m)	LF
2–3. parcella	<i>Picea abies</i>	(1,5×1 m)	LF átlaga
7. parcella	<i>Larix europaea</i>	(1,5×1 m)	VF
9. parcella	<i>Betula pendula</i>	(1,5×1 m)	NYI

Parcella száma	Fafaj	Hálózat	Rövidítés
11. parcella	<i>Tilia cordata</i>	(1,5×1 m)	KH
12. parcella	<i>Tilia plathyphyllos</i>	(1,5×1 m)	NH
13. parcella	<i>Tilia argentea</i>	(1,5×1 m)	EH
15. parcella	<i>Acer platanoides</i>	(1,5×1 m)	KJ
16. parcella	<i>Picea sitchensis</i>	(1,5×1 m)	SITF
18. parcella	<i>Pinus nigra</i>	(1,5×1 m)	FF
19. parcella	<i>Pinus sylvestris</i>	(1,5×1 m)	EF
21. parcella	<i>Pinus strobus</i>	(1,5×1 m)	SF
23. parcella	<i>Pinus ponderosa</i>	(1,5×1 m)	GEF
24. parcella	<i>Pseudotsuga douglasii</i>	(1,5×1 m)	DF átlaga
25. parcella	var. <i>viridis</i>		
26. parcella	<i>Abies grandis</i>	(1,5×1 m)	ÓJF
35. parcella	<i>Quercus petraea</i>	(1×1 m)	KTT
36. parcella	<i>Carpinus betulus</i>	(1,5×1 m)	GY
37. parcella	<i>Fagus sylvatica</i>	(1,5×0,5 m)	B
40. parcella	<i>Quercus robur</i>	(1×1 m)	KST
41. parcella	<i>Quercus rubra</i>	(1×1 m)	VT

A hálózati kísérletre beállított lucfenyő, valamint a különböző fafajokkal (pl. japán vörösfenyővel) elegyes lucfenyő, a hamis ciprus és elegyes erdeifenyő parcellák felvételével illetve értékelésével nem én foglalkoztam.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Ez a fafajösszehasonlító kísérlet ugyan csak 35 éves, lassan középkorú, de néhány értékes következtetés már levonható az eddigi eredményekből.

Az egyes fafajok összehasonlításához és a növekedési erély meghatározásához a famagasság és a mellmagassági átmérő 10, 17, 23 és 35 éves kor közötti változását használtam fel. A körlepősszeg 10 éves korban még aránylag kicsi, mértékét a törzszám erősen befolyásolja, tájékoztatóul azonban mind a négy korban számított értéket megadtam. A fatérfogat, különösen 10 éves korban még nem alkalmazható az összehasonlításra a bizonytalan alakszám miatt, így csak a 17, 23 és 35 éves kori értékeket tüntettem fel.

A törzsszámváltozás, azaz az eredeti törzsszámhoz viszonyított csökkenés 1 ha-ra vonatkoztatva az 1. táblázatban látható.

Az adatokból kitűnik, hogy a törzsszámcsökkenés természetes úton (természetes mortalitás) szinte valamennyi parcellán bekövetkezett.

Jól látható ez a csökkenés a 2. ábrán, amely szemléletesen mutatja a változást. 10 éves korban különösen jelentősen csökkent a bükk, a sitkafenyő és az óriás jegenyefenyő, míg legkevésbé a duglászfenyő, a kocsánytalan tölgy és a vörös tölgy törzsszáma változott. 17 éves korra kiegyenlítettebbé vált ez a csökkenés. Ekkor legkevésbé a törzsszámmal a kislevelű hárs, a feketefenyő és a gesztes fenyő volt jelen a területen. A csökkenés tovább folytatódott 23 és 35 éves korra is, bár lényegesen kisebb ütem-

ben. 35 éves korra a legkevesebb egyedszámmal a simafenyő és a gesztenenyő van jelen a parcellákon. A telepítési törzsszámhoz képest a sűrű hálózatban telepített lucfenyő törzsszáma csökkent a legnagyobbat. Ebben a korban a sűrű (1 × 1 m) hálózatban telepített vörös tölgy adja a legmagasabb törzsszámot, amelynek törzsszámcsökkenése 10 éves korban a legkisebb volt, s ez a kismértékű csökkenés megmaradt 35 éves koráig is.

1. táblázat. Törzsszámváltozás a telepítési darabszámhoz viszonyítva
1 ha-ra vonatkoztatva

Table 1. The change of stem number per hectare compared to the planting stem number

Törzsszámváltozás (db/ha)					
Fafaj/hálózat	telepítéskor	10 éves	17 éves	23 éves	35 éves
LF (1×1)	9500	6940	3587	2229	1583
LF (1,5×1)	6340	4312	3004	2808	1792
VF (1,5×1)	6340	5291	2275	2101	1916
NYI (1,5×1)	6340	4630	2206	1981	1900
KH (1,5×1)	6340	3623	1983	1812	1167
NH (1,5×1)	6340	4630	2515	2378	2278
EH (1,5×1)	6340	5435	2288	2036	1680
KJ (1,5×1)	6340	4167	2567	1877	1625
SITF (1,5×1)	6340	3704	2970	1659	1458
LF (1×1)	9500	6940	3587	2229	1583
LF (1,5×1)	6340	4312	3004	2808	1792
VF(1,5×1)	6340	5291	2275	2101	1916
NYI (1,5×1)	6340	4630	2206	1981	1900
KH (1,5×1)	6340	3623	1983	1812	1167
NH (1,5×1)	6340	4630	2515	2378	2278
EH (1,5×1)	6340	5435	2288	2036	1680
KJ (1,5×1)	6340	4167	2567	1877	1625
SITF (1,5×1)	6340	3704	2970	1659	1458
FF (1,5×1)	6340	4292	2118	1816	1417
EF (1,5×1)	6340	5650	2488	2219	1667
SF (1,5×1)	6340	3831	2295	1786	1222
GEF (1,5×1)	6340	2717	2064	1875	1267
DF (1,5×1)	6340	6081	2756	2550	2166
DF (1,5×1)	6340	6081	2756	2550	2166
ÓJF (1,5×1)	6340	3704	2368	1694	1611
KTT (1×1)	9500	9000	4756	2628	2000
GY (1,5×1)	6340	5750	3361	3032	2250
B (1,5×0,5)	13000	7246	4605	4241	2833
KST (1×1)	9500	7576	4175	3312	2375
VT (1×1)	9500	8930	5200	4750	3652

A famagasság mérésére eddig 3, 10, 17, 23 és 35 éves korban került sor. A 3 éves kori adat csak tájékoztató jellegű, ezért nem tüntettem fel azokat. Az egyes korokban mért átlagértékek a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat A famagasság(m) 10, 17, 23 és 35 éves korban
Table 2. The tree height (m) at the age of 10, 17, 23 and 35

Famagasság (m)				
Fafaj/hálózat	10 éves	17 éves	23 éves	35 éves
LF (1×1)	3,67	7,19	13,20	17,23
LF (1,5×1)	3,54	8,15	13,69	17,34
VF (1,5×1)	5,07	10,16	14,20	17,21
NYI (1,5×1)	5,41	10,12	12,20	15,06
KH (1,5×1)	2,50	7,51	11,78	16,32
NH (1,5×1)	4,46	8,14	11,30	15,14
EH (1,5×1)	2,36	6,00	10,50	16,60
KJ (1,5×1)	3,93	7,76	14,30	16,30
SITF (1,5×1)	3,37	7,89	14,00	15,80
FF (1,5×1)	3,53	7,70	11,10	15,30
EF (1,5×1)	5,24	9,18	12,40	15,70
SF (1,5×1)	3,58	6,73	12,60	17,01
GEF (1,5×1)	3,41	7,10	12,69	13,80
DF (1,5×1)	3,66	7,68	14,30	16,54
ÓJF (1,5×1)	2,50	5,28	12,66	17,41
KTT (1×1)	2,55	7,49	11,76	16,15
GY (1,5×1)	3,27	6,74	10,11	12,94
B (1,5×0,5)	2,70	6,69	10,10	15,35

10 éves korban a legjobb magassági növekedést a pionír fajok (nyír, erdeifenyő, vörösfenyő) mutatják, de jelentős a vörös tölgy növekedése is. 17 éves korra ezen fajok növekedése megtorpan. Erősen megindultak viszont a hársak, különösen a kislevelű hárs, a kocsánytalan tölgy, a bükk, mely fajok ekkorra már kinőttek a vad szájából. Abszolút magassági értékben azonban továbbra is a vörösfenyő, a nyír és az erdeifenyő vezet 10 m körüli magassággal. 23 éves korra a fenyők erőteljes magassági növekedése figyelhető meg, különösen az óriás jegenyefenyő, a duglászfenyő, a sitkafenyő és a lucfenyő esetén. 35 éves korra megindul a bükk és a kocsánytalan tölgy magassági növekedése is, ezen fajok ekkorra már a 10 éves korban mért magasságuk közel hatszorosát érik el. Ebben a korban 17 métert meghaladó magassággal a fenyők rendelkeznek, különösen jelentős az óriás jegenyefenyő utolsó 12 évben mutatott magassági növekedése.

A bükkösök és tölgyesek szempontjából fontos tény, hogy 20–25 éves koráig, a táblázat adatai szerint, a gyertyán versenytársa a bükknek és a tölgynek, a gyertyán ugyanis csak azután kezd növekedésben lemaradni. A korai juhar azonban lépést tart a fő állományalkotó fajok növekedésével, még 35 éves korban is túlnövi azokat, ve-

szélyeztetve a főfajok létét. A hársak közül a kislevelű hárs is egészen 35 éves korig növekedésben veszélyezteti a tölgyet és a bükköt, az ezüsthárs azonban 25 éves kor után magassági növekedésben lemarad a főfafajoktól, és már nem jelent veszélyt.

A magassági növekedés szemléletes változását a 3. ábra mutatja. A mellmagassági átmérő átlagértékei a 3. táblázatban olvashatók, s a változást szemléletesen a 4. ábra mutatja.

3. táblázat A mellmagassági átmérő (cm) 10, 17, 23 és 35 éves korban
 Table 3. The diameter at breast height (cm) at the age of 10, 17, 23 and 35

Mellmagassági átmérő ($d_{1,3}$) cm				
Fajaj/hálózat	10 éves	17 éves	23 éves	35 éves
LF (1×1)	4,70	8,28	15,13	19,18
LF(1,5×1)	4,96	11,65	14,64	17,60
VF (1,5×1)	6,49	11,65	14,64	18,30
NYI (1,5×1)	6,07	9,09	11,36	16,31
KH (1,5×1)	3,57	9,28	12,11	18,30
NH (1,5×1)	5,15	9,86	12,15	14,48
EH (1,5×1)	3,10	8,48	11,45	18,47
KJ (1,5×1)	3,79	10,20	13,25	16,21
SITF (1,5×1)	4,50	10,91	13,54	16,17
FF (1,5×1)	6,35	12,31	14,18	18,64
EF (1,5×1)	6,83	10,27	13,72	22,19
SF (1,5×1)	4,75	8,56	14,61	21,43
GEF (1,5×1)	6,70	13,20	17,23	19,77
DF (1,5×1)	4,58	10,49	14,11	17,39
ÓJF (1,5×1)	3,65	8,74	17,02	22,72
KTT (1×1)	2,76	7,00	10,48	17,18
GY (1,5×1)	3,28	6,21	8,23	9,76
B (1,5×0,5)	2,70	7,16	9,52	14,69

10 éves korban a legjelentősebb mellmagassági átmérővel a pionír fafajok állnak az élen, de igen jelentős a gesztesfenyő, a feketefenyő, a nagylevelű hárs mellmagassági átmérője is. 17 éves korra erőteljesen vastagodnak a hársak, a bükk, a kocsánytalan tölgy, valamint a korai juhar és az óriás jegenyefenyő, amelyek ebben a korban már ellenállóak a vad károsításával szemben. 23 éves korra a magassági növekedéshez hasonlóan a fenyők erőteljes vastagsági növekedése figyelhető meg, különösen az óriás jegenyefenyő esetében. 35 éves korra erőteljesen vastagszik a kocsánytalan tölgy, a bükk, valamint a hársak. Tovább tartja vezető helyét az óriás jegenyefenyő, amelyet az erdefenyő és a simafenyő követ.

A körlapösszeg, mely már 1 ha-ra vonatkozik, a 4. táblázatban, illetve az 5. ábrán tekinthető át.

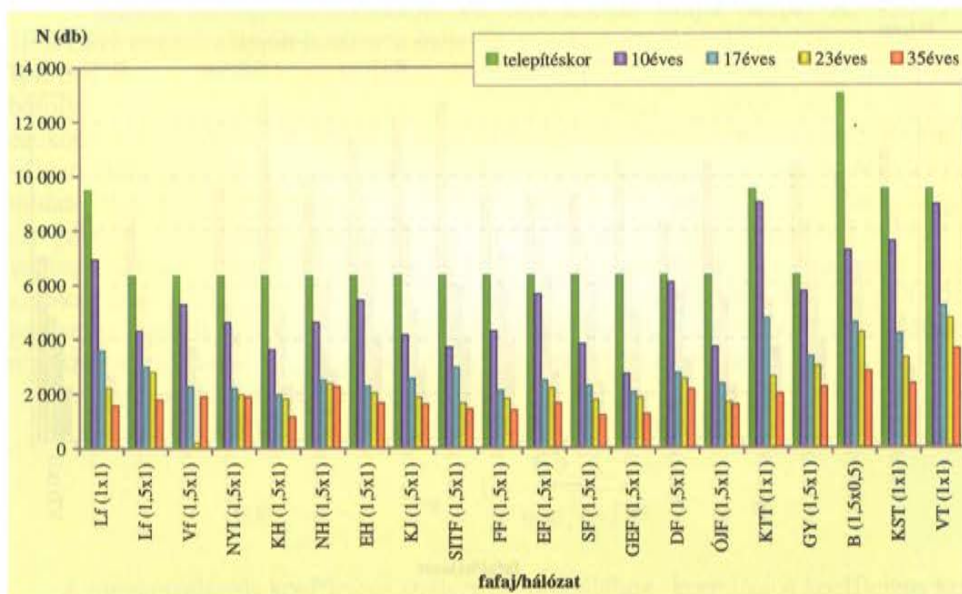
4. táblázat. Körlapösszeg 1 ha-ra vonatkoztatva, 10, 17, 23 és 35 éves korban
 Table 4. The basal area (m²) per hectare at the age of 10, 17, 23 and 35

Körlapösszeg (G) m ² /ha				
Fafaj/hálózat	10 éves	17 éves	23 éves	35 éves
LF (1×1)	12,03	20,51	40,12	45,74
LF (1,5×1)	8,31	22,32	38,30	43,55
VF (1,5×1)	17,51	24,88	35,38	39,89
NYI (1,5×1)	13,34	14,98	20,09	39,67
KH (1,5×1)	3,61	14,29	20,87	30,60
NH (1,5×1)	9,65	20,23	27,57	37,49
EH (1,5×1)	4,09	14,18	20,97	42,19
KJ (1,5×1)	4,68	26,23	25,89	33,53
SITF (1,5×1)	5,32	29,85	23,90	30,02
FF (1,5×1)	13,60	26,30	28,69	38,62
EF (1,5×1)	20,69	21,39	32,82	64,45
SF (1,5×1)	6,78	14,31	29,95	44,00
GEF (1,5×1)	9,60	29,84	32,05	39,08
DF (1,5×1)	10,00	15,80	39,86	51,43
ÓJF (1,5×1)	3,90	20,04	38,57	51,44
KTT (1×1)	5,40	19,99	22,68	46,35
GY (1,5×1)	4,80	10,30	16,14	16,82
B (1,5×0,5)	4,16	17,39	30,15	48,02

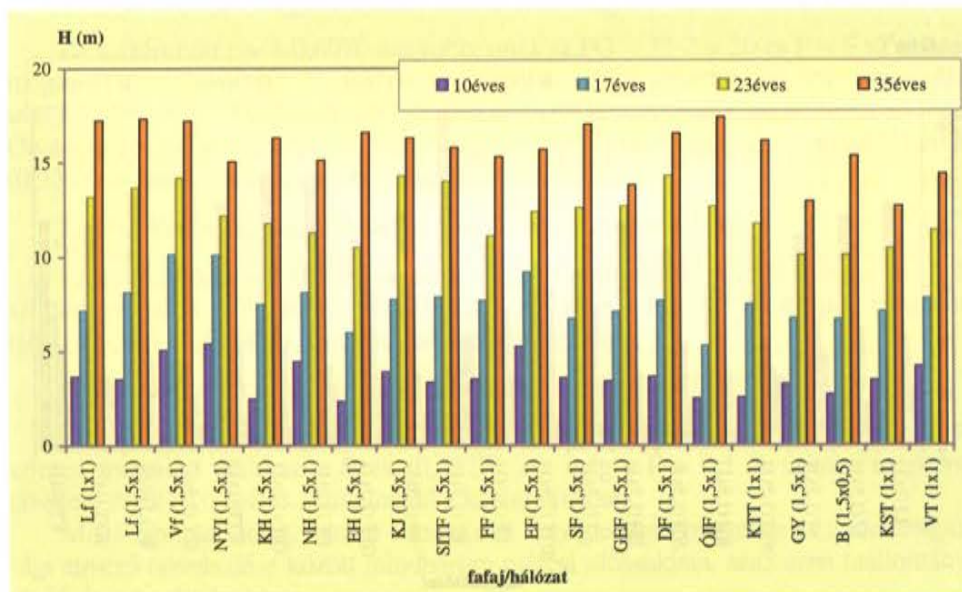
A körlapösszeg 10 éves korban még aránylag kicsi, mértékét a törzsszám erősen befolyásolja, tájékoztatóul azonban ezt a számított értéket is megadtam.

10 éves korban a legnagyobb körlapösszeggel az átmérőhöz hasonlóan a pionír fajok rendelkeznek. 17 éves korra azonban változik a helyzet, s a változást a hektáronkénti törzsszám erősen befolyásolja. Ha a két kor közötti százalékos körlapösszegnövekedést vesszük figyelembe, messze az átlag fölött áll a sitkafenyő, a korai juhar és az óriás jegenyefenyő, amelyek 10 éves kori, még jelentéktelen körlapösszegük, több mint ötszörösére növekedett erre az időszakra. Jelentősen nőtt a bükk, a kislevelű hárs és a kocsánytalan tölgy körlapösszege is az előző korhoz viszonyítva, ugyanakkor nagyon leállt az erdeifenyő (erős volt a törzsszámcsökkenés!), a kocsányos tölgy és a nyír körlapösszeg növekedése.

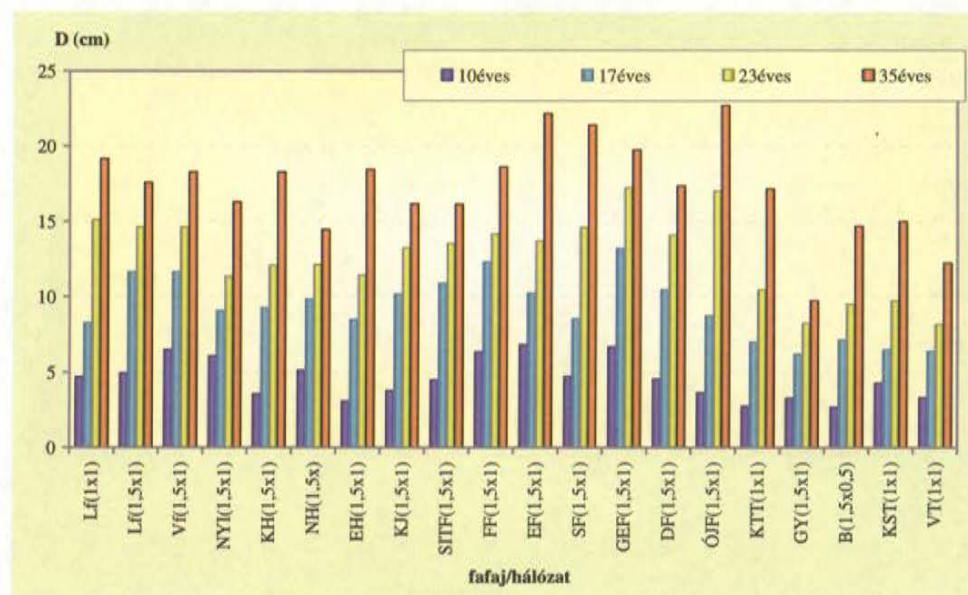
Változik a helyzet 23 éves korra. Csökken a körlapösszeg a sitkafenyő és a korai juhar parcellákon, mert itt volt a legnagyobb arányú a törzsszámcsökkenés 17 és 23 éves kor között. Ebben a korban jelentős körlapösszeggel rendelkezik már a luc-, a duglász- és az óriás jegenyefenyő. 35 éves korban is hasonló a helyzet, de ebben a korban már igen erőteljes a bükk és a kocsánytalan tölgy körlapösszeg növekedése. A fenyők, a körlapösszeg összehasonlításában, a vezető helyeket foglalják el.



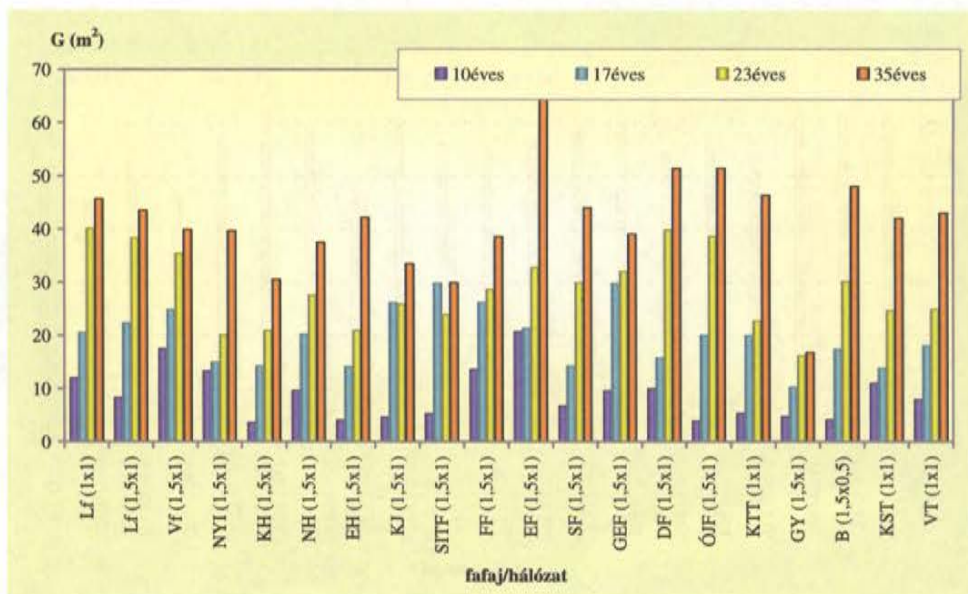
2. ábra. A törzsszám változása (db) 1 ha-ra vonatkoztatva
 Fig.2. Change of stem number value per hectare



3. ábra. A famagasság (m) változása
 Fig.3. Change of tree height (m)



4. ábra. A mellmagassági átmérő (cm) változása
Fig.4. Change of diameter at breast height (cm)



5. ábra. A körlapösszeg (m²) változása 1 ha-ra vonatkoztatva
Fig.5. Change of basal area (m²) per hectare

A fajok növekedési sorrendjét 10 éves korban Majer (Majer A., 1980.) a 100xGxH mutató alapján határozta meg. Ez a mutató azonban 17 illetve 23 éves korban már nem ad reális képet a növekedési erélyről. A körösszeget ugyanis erősen befolyásolja a hektáronkénti törzsszám, ezért a növekedési erély meghatározására ezekben a korokban a magassági- és a mellmagassági átmérő-növekedés változását választottam az első felvételezéshez, tehát 10 éves korhoz viszonyítva. Mindegyik mutató alapján meghatároztam a sorrendet, majd a két változó közötti összefüggés vizsgálatára a rangkorrekciós módszert választottam. A meghatározáshoz először a változók értékeit rangsoroltam, majd a rangsoroknak megfelelően úgynevezett rangszámot adtam. A két változó értékeit külön-külön rangszámoztam 1-től 20-ig, 20-szal jelölve az értékelt parcellák illetve fajok számát. Azt vizsgáltam, hogy a két változó rangszámai az azonos megfigyelési egységeken mennyire egyeznek.

A rangkorrelációs koefficiens képlete:

$$r_{\text{rang}} = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

A rangkorrelációs koefficiens statisztikai próbájához „korrelációs koefficiens kritikus r értékei” (Fisher és Yates, 1957 után) táblázatot alkalmaztam n-2 szabadságfokkal.

17 éves korban a rangkorrelációs koefficiens: $r_{\text{rang}} = +0,6070$ értéket kaptam.

Ez a számított $r = +0,6070$ nagyobb, mint az $FG = 22-2 = 20$ -ra $P = 5\%$ szinten megadott táblázati r érték (0,4227). Levonható tehát az a következtetés, hogy a magassági növekedés és a mellmagassági átmérő változás között szoros összefüggés áll fenn. Olyan szoros ez az összefüggés, hogy még a $P = 1\%$ szinten megadott táblázati r érték (0,5368) is alatta marad a kapott értéknek.

23 éves korban a rangkorrelációs koefficiens: $r_{\text{rang}} = +0,8363$

Ez a számított $r = +0,8363$ szintén nagyobb, mint az $FG = 22-2 = 20$ -ra $P = 5\%$ szinten megadott táblázati r érték (0,4227), sőt még a $P = 0,1\%$ szinten megadott táblázati érték (0,6524) is alatta marad a kapott értéknek.

35 éves korban a rangkorrelációs koefficiens: $r_{\text{rang}} = +0,8511$

Ekkor is a számított $r = +0,8511$ nagyobb, mint az $FG = 22-2 = 20$ -ra $P = 5\%$ szinten megadott táblázati r érték (0,4227), sőt még a $P = 0,1\%$ szinten megadott táblázati érték (0,6524) is alatta marad a kapott értéknek.

Megállapítható tehát: szoros a kapcsolat a magassági növekedés és a mellmagassági átmérő növekedése között mindhárom mérési időszakban, azaz ezen faállományok 35 éves koráig biztosan.

Ennek alapján adtam meg a fajok növekedési erély szerinti sorrendjét az 5. táblázatban 17, 23 és 35 éves korban.

5. táblázat. A fajok növekedési erély szerinti rangsora
 Table 5. The order of rate of growth of tree species

A fajok növekedési erély szerinti rangsora			
$a \cdot 100 \times \overline{G} \times \overline{H}$ mutató alapján	a mellmagassági átmérő és magassági növekedés alapján		
10 éves korban	17 éves korban	23 éves korban	35 éves korban
1. EF (1,5x1)	1. KH (1,5x1)	1. ÓJF (1,5x1)	1. ÓJF (1,5x1)
2. VF (1,5x1)	2. EH (1,5x1)	2. KTT (1x1)	2. LF (1x1)
3. NYI (1,5x1)	3. KTT (1x1)	3. EH (1,5x1)	3. SF (1,5x1)
4. GEF (1,5x1)	4. B (1,5x0,5)	4. KH (1,5x1)	4. LF (1,5x1)
5. FF (1,5x1)	5. SITF (1,5x1)	5. B (1,5x0,5)	5. EF (1,5x1)
6. LF(1,5x1, 1x1)	6. DF (1,5x1)	6. DF (1,5x1)	6. VF (1,5x1)
7. NH (1,5x1)	7. ÓJF (1,5x1)	7. SITF (1,5x1)	7. EH (1,5x1)
8. DF (1,5x1)	8. NH (1,5x1)	8. KJ (1,5x1)	8. KH (1,5x1)
9. SF (1,5x1)	9. KJ (1,5x1)	9. LF (1,5x1)	9. GEF (1,5x1)
10. SITF (1,5x1)	10. FF (1,5x1)	10. LF (1x1)	10. DF (1,5x1)
11. KST (1x1)	11. GEF (1,5x1)	11. SF (1,5x1)	11. FF (1,5x1)
12. KJ (1,5x1)	12. LF (1,5x1)	12. GEF (1,5x1)	12. KTT (1x1)
13. VT (1x1)	13. GY (1,5x1)	13. GY (1,5x1)	13. B (1,5x0,5)
14. GY (1,5x1)	14. VF (1,5x1)	14. NH (1,5x1)	14. SITF (1,5x1)
15. ÓJF (1,5x1)	15. VT (1x1)	15. KST (1x1)	15. NYÍ (1,5x1)
16. KH (1,5x1)	16. KST (1x1)	16. VT (1x1)	16. KJ (1,5x1)
17. EH (1,5x1)	17. LF (1x1)	17. FF (1,5x1)	17. NH (1,5x1)
18. B (1,5x0,5)	18. SF (1,5x1)	18. VF (1,5x1)	18. KST (1x1)
19. KTT (1x1)	19. NYI (1,5x1)	19. EF (1,5x1)	19. VT (1x1)
*	20. EF (1,5x1)	20. NYI (1,5x1)	20. GY (1,5x1)

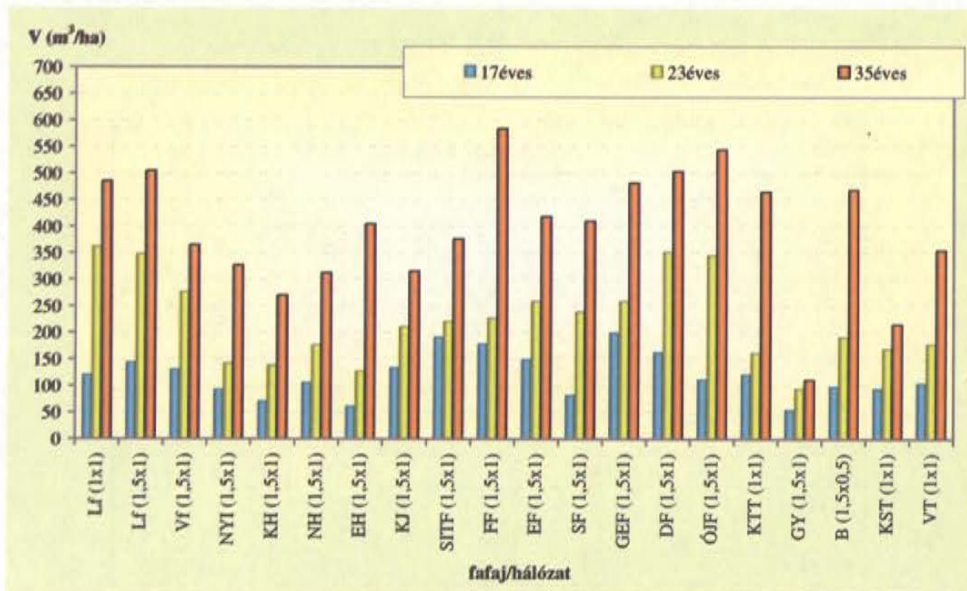
Jól látható, hogy a 10 éves korban vezető helyen álló pionír fajok növekedési üteme leállt, s 17, majd 23 éves korban is már ezek a fajok állnak a táblázat végén. Fiatal korban, de még inkább 23 és 35 éves korban szembetűnő a fenyők vezető helye. Különösen az óriás jegenyefenyő, amely 10 éves korban még a 17., majd 17 éves korban a 7. és 23 éves korban az első helyen áll a fajok rangsorában. Jól növekednek a hársak, megindult a bükk és a kocsánytalan tölgy is, gyenge viszont a vörös tölgy növekedési erélye.

A fatérfogat meghatározása fatömegtáblákkal történt. A fatérfogat változását, amely szintén 1 ha-ra vonatkozik, a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat. Fatérfogat (m^3/ha) 17, 23 és 35 éves korban
 Table 6. The volume (m^3) per hectare at the age of 17, 23 and 35

Fatérfogat (m^3/ha)			
Fafaj/hálózat	17 éves	23 éves	35 éves
LF (1×1)	120,6	362,4	486,2
LF (1,5×1)	143,8	347,8	505,4
VF (1,5×1)	130,8	276,6	365,5
NYI (1,5×1)	92,3	142,8	328,0
KH (1,5×1)	70,8	138,3	271,5
NH (1,5×1)	105,7	176,8	313,6
EH (1,5×1)	61,2	127,7	405,6
KJ (1,5×1)	133,3	211,0	316,4
SITF (1,5×1)	191,2	221,2	376,9
FF (1,5×1)	178,8	227,3	585,0
EF (1,5×1)	149,3	259,3	419,3
SF (1,5×1)	82,2	239,1	411,0
GEF (1,5×1)	199,9	259,3	482,6
DF (1,5×1)	163,2	352,2	504,5
ÓJF (1,5×1)	111,8	345,2	545,6
KTT (1×1)	121,1	161,5	465,7
GY (1,5×1)	54,8	94,1	111,9
B (1,5×0,5)	98,5	191,0	469,5

Ezen adatok azonban, főleg fiatal korban (jelen esetben a 10 éves kori felvétel) még csak tájékoztató jellegűek lehetnek, hiszen – a körlapösszeghez hasonlóan – jelentős szerepe van a hektáronkénti törzsszámnak. Ez ki is tűnik a sűrűbb hálózatú, illetve a magasabb törzsszámmal jelentkező parcellák javára, s ezért nem tüntettem fel a 10 éves kori értékeket. Legnagyobb fatérfogattal minden korban a fenyőfélék (sima-fenyőt leszámítva) rendelkeznek. 35 éves korra a törzsszámhoz viszonyítva a legjelentősebb fatérfogatot az óriás jegenyefenyő adja, amelyet szorosan követ a duglász-, a luc- és a gesztesfenyő, de jelentős már a bükk és a kocsánytalan tölgy fatérfogata is. A változást a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra A fatérfogat (m^3) változása
Fig.6. Change of volume (m^3) per hectare

KÖVETKEZTETÉSEK

Az erdő életében 35 év még nagyon rövid idő, így végleges következtetéseket nem, de egy-két tapasztalatot már most is le lehet vonni.

A Soproni-hegység ágfalvi, agyagbemosódásos barna erdőtalaján az első 10 évben a legjobb magassági- és mellmagassági átmérő növekedést a pionír fafajok (nyír, erdeifenyő, vörösfenyő) mutatják. Ezek magassága meghaladta az 5 m-t, vastagságuk pedig 6 cm körüli. Erre a korra már zárt állományt alkottak. Gyenge volt a bükk, a kocsánytalan tölgy, a gyertyán, a kislevelű- és az ezüsthárs, valamint az óriás jegenyefenyő növekedése. Meg kell jegyezni, hogy a kísérletbe bevont jegenyefenyők közül ez az egyetlen, amely 10 éves kor után is értékelhető eredményt ad, köszönhetően a vadkárosítással szembeni ellenálló képességének.

17 éves korra változott a helyzet mind növekedésmeneti, mind állományszerkezeti szempontból. A területen a legjobb állományszerkezetet a sitkafenyő és a gesztenyefenyő állományai mutatták. Igen kedvező képet mutatott még az erdeifenyő, a fekete-fenyő, a lucfenyő, feljövőben volt a bükk, a kocsánytalan tölgy és a korai juhar. A hársak közül különösen a kislevelű hárs állománya mutatott ígéretes állományszerkezetet, bár a fatérfogatot illetően a nagylevelű hárs vezetett, amely kezdetben gyorsabban növekedett a többinél és nagyobb volt a hektáronkénti törzsszáma is. A területen egyáltalán nem érzi jól magát a kocsányos tölgy, de a vörös tölgy növekedése sem kielégítő, bár ezen fafajok vezérhajtásait a vad fiatal korban teljesen tönkretette.

A tesztfafajnak választott lucfenyő mind növekedésben, mind a fatérfogat alakulásában az első harmadban foglal helyet.

23 éves korra ismét változik a helyzet. A legerőteljesebb növekedést az óriás jegenyefenyő mutatja, amely jelentős fatérfogattal is rendelkezik. Ígéretes a különböző hálózatban telepített lucfenyő magassági- és mellmagassági átmérő-növekedése is, s ez fatérfogatban is megmutatkozik. A vörösfenyő és az erdeifenyő növekedési erélye megtorpant, a hársak viszont ígéretesek, bár fatérfogat szempontjából a fafajok között az alsó harmadban foglalnak helyet.

35 éves korban a lényeges változást a bükk és a kocsánytalan tölgy egyre erőteljesebb növekedése jelenti, mind magassági-, mind mellmagassági átmérő növekedés tekintetében, sőt a fatérfogatuk alakulásában is.

A kísérleti terület faállomány szerkezeti tényezőinek vizsgálata megerősíti azt a már korábban ismert tényről, hogy az állományalkotó lombos fafajok még 35 éves korban is lassabban nőnek ezen a területen, mint a fenyők. A két pionír fényigényes fafaj, az erdeifenyő és a vörösfenyő, még a fenyők közül is gyorsan kiemelkedik, és ezt a növekedési erélyt 23 éves korukig megtartják. Fiatal korban egyáltalán nem, de a későbbi korokban jelentős az óriás jegenyefenyő növekedése. Az első 10 év lassú növekedése után 23 éves korra erőteljesen megindul és ez a fejlődés a későbbi korban is folytatódik.

A kísérleti területek faállományainak értékelése alapján a gyertyános-tölgyes, többletvízhatástól független, agyagbemosódásos barna erdőtalajú, közép-mély, vályog és üde termőhely-típus változatú, tehát az ágfalvi kísérleti területhez hasonló termőhelyi adottságú területeken az őshonos kocsánytalan tölgy és bükk mellett a kísérletbe bevont fenyők közül elsősorban az óriás jegenyefenyő, a különböző hálózatban telepített lucfenyő (a megfelelő arányok betartásával), a zöld duglászfenyő, a simafenyő és a gesztenye fenyő ültetése javasolható. E fafajok magassági- és mellmagassági átmérő növekedése erőteljes, és 35 éves korra jelentős fatérfogattal rendelkeznek.

A fafajok növekedési erélyének vizsgálatánál megállapítható, hogy ez segítséget nyújt az egyes faállományok kialakításához is. Az adatokból kitűnik, hogy a gyertyán 10 éves korától gyorsabban nő, mint a tölgyek és a bükk, de 20–25 éves kor körül a tölgyek és a bükk behozzák, majd túl is nőnek. A korai juhar azonban lépést tart a fő állományalkotó fafajok növekedésével, még 35 éves korban is túlnövi azokat, veszélyeztetve a főfajok létét. A hársak közül a kislevelű hárs is egészen 35 éves korig növekedésben veszélyezteti a tölgyet és a bükköt, az ezüst hárs azonban 25 éves kor után magassági növekedésben lemarad a főfajoktól, és már nem jelent veszélyt.

A fentiek alátámasztják, hogy az egyes állományok létesítésénél az eddigieknél fokozottabban figyelembe kell venni a fafajok növekedési erélyét és ütemét, a növekedés és fejlődés menetét, mert ez szabja meg az elegyítés módját, és ez határozza meg fiatal korban az erdőnevelési beavatkozások helyes időpontját és mértékét.

IRODALOMJEGYZÉK

- Kondorné Sz. M. 1992. Vizsgálati eredmények fafajösszehasonlító kísérletben. Erdészeti Lapok CXXVII. évf. 11:331–333. Bp.
- Kondorné Sz. M. 1994. Az ágfalvi (Soproni-hegység) fafajösszehasonlító kísérlet eredményei. Erdészeti Lapok CXXIX. évf. 5:145–147. Bp.
- Kondorné Sz. M., Horváth T. 2007. A Soproni-hegységben (Ágfalva) található fafajösszehasonlító kísérlet tapasztalatai. Erdészeti Lapok. CXLII. évf. 2:38–40. Bp.
- Majer A. 1980. Vizsgálati eredmények a fafajmegválasztás köréből. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények, 55–64. p. Sopron.
- MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal 1982. Agrotopográfiai térkép, 71. szelvény Sopron. Kartográfiai Vállalat, Bp.
- Országos Meteorológiai Szolgálat 1951–1987. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Központi Meteorológiai Intézet Évkönyvek 1951–1987. Bp.
- Országos Meteorológiai Szolgálat 1988–2004. Időjárási havi jelentések, 1988–2004. Bp.
- Sopp L. (szerk.) 1974. Fatömegszámítási táblázatok-fatermési táblákkal. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- Sopp L., Kolozs L. (szerk.) 2000. Fatömegszámítási táblázatok, Állami Erdészeti Szolgálat, Bp.
- Sváb J. 1973. Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.

A HAZAI ERDŐK ÜVEGHÁZ HATÁSÚ GÁZ LETÁRÁNAK AZ IPCC MÓDSZERTANA SZERINT

SOMOGYI ZOLTÁN¹

ÖSSZEFOGLALÓ

A cikk a hazai erdők üvegház hatású gáz leltárának elkészítésekor alkalmazott módszertant, és az ezzel becsült kibocsátásokat és elnyeléseket foglalja össze. A módszertan az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye előírásainak megfelelően alkalmazott, a hazai viszonyokra adaptált változata az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) módszertanának. A cikk kitér arra, hogy milyen fejlesztéseket hajtottunk már végre eddig is, és milyen fejlesztéseket kellene még végrehajtani annak érdekében, hogy a szénlekötés becslése még inkább megfeleljen a nemzetközi elvárásoknak.

KULCSSZAVAK: üvegházhatású gáz leltár, Éghajlatváltozási Keretegyezmény, klímaváltozás, szénlekötés, bázis sűrűség

ABSTRACT

GREENHOUSE GAS INVENTORY OF FORESTSTS IN HUNGARY USING THE IPCC METHODOLOGY
The paper summarizes the methods applied to develop the greenhouse gas inventory of the forests of Hungary, and the estimated emissions and removals. The methods are the adaptation of the IPCC methodology that is to be used under the United Nations Framework Convention on Climate Change. The paper also reports some achievements of domestic methodological developments and suggests further developments that will be needed to better comply with international requirements.

KEYWORDS: greenhouse gas inventory, UNFCCC, IPCC, climate change, carbon sequestration, basic density

BEVEZETÉS

Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (KE) 1992-ben azzal a céllal jött létre, hogy az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását olyan mértékűre korlátozzuk, ami megakadályozza a földi klimatikus rendszer veszélyes, emberi eredetű megváltozását (KE, 1992.). A KE jelenleg hatályos jegyzőkönyve, az ún. Kyotói Jegyzőkönyv (KJ) a kibocsátások számszerű korlátozását vezette be a kötelezettségeket vállaló fejlett országok egy csoportjára (KJ, 1997.)².

¹ ERTI, tudományos igazgató, somogyiz@erti.hu

² A KE és a KJ fontosabb, az erdészeti szektort érintő rendelkezéséről l. Somogyi, 2007a, 2007b.

Mindezek a korlátozások azért váltak szükségessé, mert a mérések és a klímatudományok, valamint a klíma hatása alatt álló természeti és társadalmi rendszerekkel foglalkozó tudományok szakértőinek döntő többsége szerint az utóbbi kb. két évszázadban a klíma emberi eredetű változása következett be elsősorban amiatt, hogy az emberi tevékenység következtében túl sok ÜHG-t bocsátunk a levegőbe (IPCC 1990., 1995., 2001., 2007.).

Ha azonban a klímaváltozásért az ÜHG-okat tesszük felelőssé, akkor tudnunk kell azt, hogy mennyi ilyen gáz, és mely tevékenységek következtében kerül a levegőbe. Ezért a KE hatálya alatt, különösen pedig a KJ hatálya alatt az egyes országoknak minden évre el kell készíteniük ÜHG leltárakat. Az ÜHG leltárak a KE honlapján a http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/2715.php weblapról letölthetők. Az ezekben a leltárakban publikált elnyelési és szénlekötési adatok rendkívül hasznos információkat tartalmaznak, és megalapozhatják olyan politikák kifejlesztését, amelyekkel elérhető az ÜHG kibocsátások korlátozása.

Az ÜHG leltárak részét képezik természetesen az egyes, a földhasználatokhoz kötődő kibocsátások és elnyelések becslése is. Mind a mezőgazdasághoz (szántóművelés, gyepgazdálkodás, állattenyésztés stb.), mind az erdőgazdálkodáshoz (meglévő erdők kezelése, új erdők telepítése, esetenként erdőirtás) kapcsolódik ugyanis sokféle kibocsátás és elnyelés is. Földi léptékben az összes emberi eredetű kibocsátás kb. egyötöde köthető a földhasználatokhoz és azok változásához (elsősorban erdőirtás), de az összes emberi eredetű kibocsátás mintegy harmadát a szárazföldi ökoszisztémák (elsősorban az erdők) szénlekötése csökkenti (IPCC, 2007.).

Annak érdekében, hogy a különböző országok ÜHG leltárainak adatai összevethetők legyenek, a klímaváltozással kapcsolatos összes témakör tudományos megalapozására létrehozott nemzetközi tudományos szervezet, az IPCC egységesen alkalmazandó módszertant dolgozott ki valamennyi, a Montreáli Protokoll³ által nem szabályozott ÜHG-ok kibocsátásának, valamint (a szén-dioxid esetében a növényzet és a talaj általi) elnyelésének becslésére (IPCC, 1997., 2000., 2003., 2006.). Az ezekkel a módszerekkel elkészített leltárak adatait a nemzetközi közösség azután fogadja el, hogy ENSZ ellenőrök ellenőrizték, hogy a becslések valóban az IPCC módszertannak megfelelően történtek.

A nemzetközi elvárásoknak megfelelően Magyarország is 1995 óta évente leadja a KE felé az ÜHG leltárát. A legutóbbi leltár (NIR Hungary 2008, CRF Hungary 2008.) a korábbi éveknél – az ENSZ-ellenőrök által ellenőrzött és elfogadott - módszertanához hasonló módszerekkel készült.

Erdőkben a szénkészlet nagyságának, és a szénkészlet változásának a becslésével először Führer, Járó (1989.) és Führer, Járó, Márkus (1991.) foglalkozott. Azóta ismételtelenül többen is közöltek becsléseket (Führer, 1994.; Führer, Molnár, 2003.; Führer, Mátyás, 2005.; ÁESZ, 2005.; Buzás, 2007.; Barcza, 2008.). E becslések módszertana azonban eltérő, emellett az ENSZ felé történő jelentési kötelezettség miatt szükség van olyan leltárra is, amely nemcsak tudományos szempontokat, hanem a jelentési

³ A Montreáli Protokoll az ózonréteget károsító, egyébként üvegház hatású halogénezett szénhidrogén gázok kibocsátásának csökkentését szabályozza.

kötelezettség egyéb, a klímapolitikával összefüggő szempontjait is figyelembe kell venni.

Ilyen, az ENSZ felé történő jelentés alapvető követelménye pl. a jelentés mindenre kiterjedő, átlátható volta („transparency”); pontosság („accuracy”) abban az értelemben, hogy a becslés ne eredményezzen se szisztematikus alábecslést, se szisztematikus fölébecslést; az adatsorok időbeli konzisztenciája (tehát hogy minden évre ugyanolyan módszerrel és adatbázissal történjen a becslés); az egyes országok becsléseinek összehasonlíthatósága („comparability”), ami azonos vagy hasonló módszertant követel meg; végül a „teljesség” („completeness”), vagyis hogy a becslés minden lényeges kibocsátásra és elnyelésre kiterjed (UNFCCC, 2006.).

Fontos azonban hangsúlyozni, hogy szinte minden szempontnál hozzá kell tenni a „gyakorlatiasság” („practicability”) elvét is, vagyis hogy olyan mértékig törekszünk az egyes követelményeket kielégíteni, amely még gyakorlatias módszerekkel, túl nagy költségek nélkül elérhető. Itt különös jelentősége van annak a ténynek, hogy az ENSZ-leltárakban az egész országra kiterjedően, tehát a közel kétfélmillió ha erdőterületre vonatkozóan kell becslést adni, nem egy-egy kísérleti erdőre, esettanulmány jelleggel.

Ebben a tanulmányban a hazánk által a KE hatálya alatt leadott ÜHG leltárának az erdőkre vonatkozó, a fentieknek megfelelő módon levezetett becsléseket adjuk közre. Csakúgy mint a leltár egészében, az erdőkre vonatkozóan is alapvetően az IPCC (2000., 2003., 2006.) módszertanára támaszkodunk. A becsült kibocsátások és elnyelések mellett ismertetjük az IPCC módszertanának lényeges részeit, ill. ahol szükséges, a hazai viszonyokhoz történő adaptáció módját, a rendelkezésre álló adatokat. Foglalkozunk ezen túlmenően azzal is, hogy hogyan kellene fejleszteni a leltárt annak érdekében, hogy a későbbiekben még inkább megfeleljünk a nemzetközi elvárásoknak. Annak ellenére ugyanis, hogy az alapvető megközelítést tekintve nemzetközileg teljesen elfogadott az ország módszertana, tovább kell lépniünk bizonyos adatok mérése és becslése terén; ez a tanulmány is részben ehhez a fejlesztéshez járul hozzá. A fejlesztéseket különösen azért kell folytatnunk, hogy teljesen megfeleljünk majd a KJ hatálya alatt leadandó leltárakkal szemben megfogalmazott követelményeknek (IPCC, 2003.).

ÁLTALÁNOS MÓDSZERTANI MEGJEGYZÉSEK

A leltárban az egész országra vonatkozóan *egy-egy naptári év összes, közvetlenül emberi tevékenységhez köthető* kibocsátását, ill. elnyelését kell becsülni. Sem a kibocsátást, sem az elnyelést nem közvetlenül mérjük, hanem általában az emberi tevékenységgel közvetlenül összefüggő, valamilyen statisztikában rendelkezésre álló segédmennyiséget (pl. fakitermelés mértéke) veszünk alapul, és abból – megfelelő átszámító tényezőkkel – becsüljük a tevékenységhez rendelhető kibocsátást, ill. elnyelést. Itt meg kell jegyezni, hogy az erdők esetében külön jelentkeznek kibocsátások (pl. az említett fakitermelés) és elnyelések (pl. a biomasszában); és e folyamatok eredőjét nettó elnyelésnek (vagy nettó kibocsátásnak) nevezzük. E nettó értékek becsülhetők az említett folyamatok külön-külön történő becslésével és az eredő számításá-

val, de esetenként (pl. az élőfakészlet-változás becslésével, l. lejjebb) közvetlenül becsülhetők.

A földhasználati szektorok esetében fontos alapelv, hogy csak a kezelt területeken tapasztalható kibocsátásokat és elnyeléseket kell becsülni. Magyarország esetében minden terület kezeltnek tekinthető (olyan országoknál viszont, mint pl. Kanada vagy Oroszország ennek a lehatárolásnak nagy jelentősége van).

Az erdőgazdálkodás alá vont terület Magyarország kb. egyötödét teszi ki (2005-ben az Országos Erdőállomány Adattár, OEA szerint 1,983 millió ha). Az erdőgazdálkodás alá vont terület az ÜHG-ok kibocsátása és elnyelése szempontjából több részre osztható. Vannak olyan területek (pl. utak, ill. felújítatlan vágásterületek), amelyek ÜHG forgalma vagy általában is, vagy az adott leltározási évben elhanyagolható. Az ezeket nem tartalmazó, faállománnyal borított terület (2005-ben 1,790 millió ha⁴) az IPCC módszertan szerint „erdőterületként megmaradó erdőterület”, ill. „betelepített erdőterület” kategóriákra osztható. Ezen felül viszonylag sok kibocsátás számolandó el azokon a területeken, ahol a faállomány-borítást véglegesen megszüntetjük, vagyis egy területet kivonunk az erdő művelési ágból, és szántóvá, úttá, lakóterületté stb. alakítjuk. (E területeket a nemzetközi terminológiában „erdőtársnak” hívják; nálunk ezek területe átlagosan kb. félezer ha; Kottek P. szóbeli közlése.)

Elvben indokolt ez az elkülönítés, mert a telepítés alatt álló, ill. erdő művelési ág alól kivont területeken („erdőket érintő földhasználat-változások”) némileg eltérő módszereket kell alkalmazni a kibocsátások és elnyelések becslésére. Megfelelő statisztikák a múltira nézve azonban nálunk nem állnak rendelkezésre, ezért az erdőket érintő földhasználat-változásokban becsülhető kibocsátásokat és elnyeléseket külön nem tudjuk becsülni. Szerencsére azonban az OEA adatstruktúrája minden változást rögzít – a valamennyi erdőre vonatkozó élőfakészlet-adatok minden évre rendelkezésre állnak – ezért az összes változást is az „erdőterület marad erdőterület” kategória kibocsátásai és elnyelései között tudjuk becsülni.

Az ÜHG kibocsátásának és elnyelésének becslése – mint említettük – az IPCC módszertanára épül. Azonban, ahol az csak lehetséges volt – és összhangban az IPCC ajánlásával – országspecifikus adatokat (angol nyelvű terminológiát alkalmazva: Tier 2) használtunk, ill. vezettünk le (l. a bázis sűrűséggel foglalkozó részt később), és az ezeket pótló ún. IPCC alapértékeket (Tier 1) csak néhány esetben alkalmaztunk. Az IPCC módszertannak megfelelően elegendőnek tűnt országos aggregált adatok alkalmazása; az adatok hozzáférhetősége is ezt tette lehetővé. Ahol lehetett azonban (pl. fakészlet-adatok), a pontosság kedvéért fafajonkénti adatokkal számoltunk; máshol fafaj-csoportra vonatkozó adatok álltak rendelkezésre. Célszerű volna azonban a leltárt körzetekre vonatkozó, sőt akár erdőrészellet-adatokból kiinduló adatbázis alapján elkészíteni a pontosság fokozása érdekében.

Az erdőkkel kapcsolatban elsősorban különböző ún. széntárolókhöz köthető szénkészlet-változásokból becsülhetők a kibocsátások és elnyelések. E széntárolók közé tar-

⁴ l. még Magyarországnak a FAO 2005-ös erdőleltára felé benyújtott jelentését (ÁESZ, 2005).

tozik a biomassza⁵, a talaj, a holtfa, az avartakaró⁶, valamint a fatermékek. E tanulmányban csak a biomassza széntároló szénkészletének változását eredményező kibocsátásokat és elnyeléseket közöljük; a többi széntárolóra csak a teljesség kedvéért térünk ki: ezekkel kapcsolatban néhány adatra, többnyire azonban szakértői véleményre alapozott feltételezésekkel tudunk csak élni megfelelő adatok hiánya miatt. Különösen fontosnak tartjuk azonban a talajok szénkészletének változására vonatkozóan további kutatások folytatását a minél közelebbi jövőben.

A BIOMASSZA SZÉNKÉSZLET-VÁLTOZÁSÁNAK BECSLÉSÉRE SZÓLGÁLÓ MÓDSZERE

A becslés általános elvei

A biomassza széntárolóban lezajló szénkészlet-változásokat az IPCC szerint kétféle módszerrel lehetne becsülni. Az egyik az ún. készletváltozási módszer, amelynél két év élőfakészletéből indulunk ki, és az élőfakészlet-változából számítjuk a szénkészlet-változást. A másik módszer az, amikor megbecsüljük az élőfakészlet-változást okozó valamennyi folyamat (növedék, fakitermelés, mortalitás) nagyságát, és ezekből mérlegegyenletet állítunk fel. Véleményünk szerint a készletváltozási módszer ad pontosabb becslést, és ezért erre alapozzuk az ÜHG forgalom becslését is. Ennek egyik oka az, hogy az OEA-nak vannak részletes élőfakészlet-statisztikai fafaj és korosztály megbontásban minden évre vonatkozóan, és az ezekben a statisztikákban esetleg előforduló hibák véleményünk szerint kisebbek, mint a növekedési- és fakitermelési statisztikákban. Ráadásul a szisztematikus hibák java része eltűnik, amikor az egymást követő évek élőfakészlet-adatait egymásból kivonjuk, hogy a készlet-változásokat kiszámíthassuk, míg a pl. a fakitermelési statisztikákban lévő szisztematikus hibák (pl. a kitermelt famennyiség alábecslése) befolyásolja a végeredményt.

A hazai számításokat az IPCC (2006.) IV. kötet 2. fejezetének 2.8-as egyenletére alapozzuk, melyet az alábbi módon alkalmaztuk a magyar viszonyokra:

$$\Delta C_B = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1) \quad \text{és} \quad C_t = [V_t * D] * (1 + R) * CF$$

ahol:

ΔC_B = a teljes föld feletti és földalatti fa biomassza szénkészlet-változása (tonna C);

C_t = szénkészlet t időpontban (tonna C);

V_t = élőfakészlet (élőnedves állapotban) t évben (m^3);

t_2 = a leltár évének vége;

t_1 = a leltárt megelőző év vége;

⁵ Az ÜHG leltárak vonatkozásában biomasszán a növényzet biomasszáját, vagyis a fitomasszát értik. Ennek túlnyomó része a fás szárú növényekben található, és a gyakorlatiasság miatt mi is ezt a dendromasszát értjük a „biomassza” használatokor, amit a nemzetközi szóhasználathoz történő igazodás okán tartunk meg.

⁶ A holt fa az IPCC (2006) módszertanban a 10 cm-nél, vagy más, az ország által választott határértéknél vastagabb föld feletti elhalt, korhadó faanyagot, ill. az adott határértéknél vastagabb elhalt tuskót és gyökereket tartalmazza. E módszertan szerint az alomtakaró része a 10 cm-nél, ill. a fentiek szerint választott határértéknél vékonyabb elhalt föld feletti fa és gyökér, valamint a lehullott levelek, kéregmaradványok, termés és más szervesanyag.

D = bázis sűrűség (tonna száraz biomassa m^{-3} élőnedves fa);

R = gyökér-hajtás arány (dimenzió nélkül);

CF = a biomassa széntartalma (tonna C tonna biomassa $^{-1}$).

A fatérfogatot – amely tehát az OEA statisztikáiban rendelkezésre áll – az erdő-részletekben felvett mintafák átmérő- és magasság-értékeiből a Király-féle fatérfogat-függvényekkel (1978.) számolják, amelyek a Sopp et al. (1974.) által készített fatérfogat-táblázatok alapján készültek. E függvények, ill. táblázatok a vágáslap feletti teljes fatérfogatot becsülik. Ezért azt az átszámító tényezőt (ún. biomassa átszámító tényező, „biomass expansion factor”, BEF), amellyel más országokban a becsült fatérfogattól számítják a teljes föld feletti fatérfogatot, nálunk nem szükséges alkalmazni.

A fatérfogatról a széntartalomra történő átszámításnál három átszámító tényezőt: a bázis sűrűséget, a föld alatti biomasszára való átszámításhoz szükséges tényezőt, valamint a biomassa széntartalmát kell alkalmazni. Az elsővel a következő fejezetben külön foglalkozunk. A föld alatti biomassa becslésére egy átlagos, minden fajra ugyanakkora értékű gyökér-hajtás arányszámot alkalmazunk. Megfelelő ország-specifikus adatok hiányában IPCC alapadatokat használtunk, szakértői becsléssel kombinálva (Tier 1). Figyelembe véve, hogy a magyar erdők többsége fiatal, hogy az átlagos hektáronkénti élőfakészlet $189 m^3 ha^{-1}$ (1990-ben) és $219 m^3 ha^{-1}$ (2004-ben), ami megfelel $122 t ha^{-1}$ (1990.), ill. $140 t ha^{-1}$ (2004.) hektáronkénti biomasszájának, és hogy az IPCC (2003., 2006.) szerinti alapértékeknek meglehetősen nagy a hibataromány, R értékére a konzervatív 0,25-ös értéket választottuk valamennyi fajra. Ez a szám jó egyezést mutat a Führer (2007.) által kapott, nagy szénkészletű erdőkben mért értékekkel: bükkösben (292 t/ha dendromassza széntartalom) az R érték 20,5%, gyertyános-tölgyesben (217 t/ha dendromassza széntartalom) 31,6%, cseresben (191 t/ha dendromassza széntartalom) pedig 37,0%.

A száraz fa-biomassa széntartalmát tekintve az IPCC (2003., 2006.) szerinti 0,5 tonna C tonna biomassa $^{-1}$ alapértéket használtuk. Ez nagyon jó megegyezést mutat az itthoni mérésekkel is, melyek szerint bükk törzsnél 50,4%-nak, kocsányos tölgnél 50,7%-nak, gyertyánál 50,1%-nak, csernél pedig 52,3%-nak adódott a széntartalom (Führer-Jagodics, 2007.).

A bázis-sűrűség becslése

A bázis sűrűséget illetően a hazai szakirodalomból különféle, fajonkénti, ill. fajcsoportokra alkalmazható adatokkal rendelkezünk. Korábban az ENSZ felé leadott leltárakban a száraz fatest sűrűségére vonatkozó adatokkal számoltunk (Babos et al. 1979., Kovács, 1979.). Külföldi példákból (pl. Pereliugin, Ugolev, 1971.), valamint egyes hazai, is mintákra alapuló, vagy külföldi adatokkal dolgozó publikációból (Halupáné, 1983.), valamint élőnedves, de nem, vagy nem elsősorban bázis sűrűség adatokkal dolgozó tanulmányból (ERTI, 1985.) azonban ismert volt az, hogy ezek a sűrűség-adatok a bázissűrűségnél nagyobb értékek (1. táblázat). Ez azért van így, mert egyrészt a fa élőnedves térfogata nagyobb, mint a száraz állapotban mért térfogat; másrészt a kéreg térfogat-sűrűsége eltérhet a fatestétől, ami módosíthatja a kéregben mért fatörzs sűrűségét; harmadrészt pedig a fánál nagyobb sűrűségű vizet tartalmazó

fa súlya természetesen nagyobb – de fajonként változó mértékben –, mint a kiszáritott fáié.

I. táblázat. Az ENSZ jelentésekben korábban használt fasűrűség-adatok (Babos et al. 1979, Kovács, 1979.), egy bázis sűrűségeket közlő, részben magyarországi, részben külföldi adatokat tartalmazó közlemény (Halupáné, 1983.), egy élőnedves értékekkel (de nem bázis-sűrűséggel) számoló erdészeti biomassza-jelentés (ERTI, 1985.) és egy Oroszországból származó sűrűség-adatsor (Perelügin, Ugolev, 1971.) összehasonlítása.

Table 1. A comparison of wood density data, used earlier in UNFCCC inventories (Babos et al. 1979, Kovács, 1979.), basic wood density by Halupáné (1983.; partly Hungarian data, partly data from literature), various wood density data (not basic wood density) from ERTI (1985.), and basic wood density data from Russia (Perelügin, Ugolev, 1971.)

Fafaj	Bázis-sűrűség*	Bázis-sűrűség**	Élőnedves fasűrűség***	Száraz fasűrűség****
	kg/m ³			
Lucfenyő	360	390	(430)	430
Erdeifenyő	400	420–440	(430)	490
Vörösfenyő	520	490	(430)	(430)
Gyertyán	630	580–640	574	790
Akác	630	530–640	724	740
Tölgy	550	570–610	625	665
Csertölgy		590–640	640	770
Juhar	550	520–580	(630)	(560)
Kőris	550	560–610	(630)	(560)
Bükk	570	570–600	600	680
Szil	520	580	(630)	(560)
Nyír	500	540–600	(400)	(560)
Éger	420	430	(400)	(560)
Hárs	400	450–480		(560)
Rezgőnyár	400	370–400	380	395
'I-214' nemes nyár	290	320	373	370
'Robusta' nemes nyár	360	400	373	(370)
Fehérfűz	360	360	(400)	330

Megjegyzés: *Perelügin, Ugolev, 1971.; **Halupáné 1983., középérték, ill. átlagérték; ***ERTI, 1985.; ****Babos et al., 1979, Kovács, 1979.; a zárójeles számok esetében nem fajonkénti, hanem fafaj-csoportra vonatkozó átlagérték szerepel

Mivel a korábban használt adatokkal a szénlekötést feltehetően némileg fölébecsüljük (ami sem a KE, sem a KJ hatálya alatt nem elfogadott), és mivel a szakirodalmi adatok viszonylag nagy terjedelemben közölnek adatokat az egyes fafajokra, továbbá mivel nem volt ismert a sűrűségadatok szórása, pótlólagos mérések elvégzését tartottuk szükségesnek. Ennek keretében öt fontos hazai fafajra és fafaj-csoportra: az

akácra, a tölgyekre, a bükkre, a csertölgyre és az erdeifenyőre végeztünk új méréseket végeztünk, hogy országos minta alapján jobb támpontot találjunk a bázis sűrűségek meghatározásához. Különböző korú, termőhelyű, különböző faállomány-nevelésű (vagyis különböző erdőtörténetű) faállományokból fafajonként átlagosan 50 (43–72) faegyedet döntöttünk. A mintavételezést alapvetően meghatározta az, hogy a vizsgálatok destruktív jellege miatt alkalmazkodnunk kellett az erdőtulajdonosok igényeihez, fakitermelési lehetőségeihez. A mintavételeket a fák nyugalmi időszakában végeztük.

A mintavételnél fontos szempont volt, hogy a kor, valamint a fák mérete lehetőleg fogja át a csemetekortól a véghasználati korig a (fafajként különböző) legjellemzőbb tartományokat, mert amennyiben ezek jelentős hatással vannak a sűrűségekre, akkor így lehet csak az összes, hazánkban előforduló faállományra megfelelő értékekkel számolni. Megjegyzendő, hogy a fák biológiai jellegzetességéből, valamint abból adódóan, hogy nálunk a fiatalabb korosztályok vannak túlsúlyban, elsősorban a fiatal korosztályok mintázása volt szükséges.

Itt megjegyezzük, hogy a biomassza mérések általában igen nagy munkabefektetést igényelnek. Egy egészen friss, hasonló célt szolgáló vizsgálatról megjelent cikkben (*Cienciala et al. 2008.*) arról számolnak be, hogy a kocsánytalan és a kocsányos tölgy fajra együtt 51 mintafát dolgoztak fel. Bár a kocsánytalan és kocsányos tölgyre, valamint a cserre nálunk külön-külön 69, ill. 70 mintafánk van – tehát több, mint az említett tanulmányban –, a mintafák számát véleményünk szerint tovább kellene növelni annak érdekében, hogy valódi országos mintáról beszélhessünk. A mintafák jelenlegi mennyiségét csak a kutatáshoz rendelkezésre állt erőforrások mennyisége miatt tartjuk elégségesnek, és Halupáné (1983.) mintája kiegészítéseként kezeljük.

Minden, mintaként kiválasztott erdőrészletben több faegyedet jelöltünk ki a vizsgálatokra. Igyekeztünk olyan fákat kiválasztani, amelyek az adott állomány átlagára jellemzőek. Így pl. vettünk mintát a kisebb és nagyobb átmérőjű, kisebb és nagyobb koronájú, s emiatt feltehetően lassabban és gyorsabban növvő, tehát különböző fa-sűrűségű faegyedek közül.

A bázis sűrűség adatok levezetéséhez minden faegyednél az alábbi fatermési jellemzőket határoztuk meg:

- fafaj,
- kor,
- mellmagassági átmérő ($d_{1,3}$),
- famagasság (h),
- mintavétel helye,
- a kidöntött törzsekből vett minták élőnedves súlya,
- a minták élőnedves térfogata,
- a minták száraz súlya.

A mintavétel után a helyszínen a (többnyire a törzsből, esetenként az ágakból vett) friss mintákból térfogat- és súlymérést végeztünk, mert így lehetett csak az élőnedves fákra megfelelő adatokat kapni. A mintákat előbb szabad levegőn napokig hagytuk szikkadni, majd később laboratóriumban 105 °C fokon 24 óráig szárítottuk, és közvet-

lenül ezután ismét lemértük a súlyukat. A súly- és térfogat-adatokból a bázis-sűrűség számítható volt az alábbi képlet alapján:

$$s_b = B / V$$

ahol:

s_b = ún. bázis-sűrűség, ami az élő nedves, kéregben mért teljes fatérfogat és a csak szárazanyagot tartalmazó (tehát vizet nem tartalmazó) biomassza-súly hányadosa;

B = a minta biomassza szárazanyagának súlya (kg);

V = a minta élő nedves, kéregben mért teljes fatérfogata (cm³).

A mintavétel eredményeit a 2. táblázat foglalja össze. A kapott bázis-sűrűség adatok átlagosan 83%-al kisebbek a Babos et al. (1979.) és Kovács (1979) féle adatoknál, és jó egyezést adnak Halupáné (1983.) adataival. A saját és a Halupáné (1983.) által közölt adatsor összevetése alapján, figyelembe véve az általunk kapott konfidencia intervallumokat, továbbá a konzervatív becslés elve alapján (inkább alábecsülni az elnyeléseket és fölébecsülni a kibocsátásokat) azokra a fafajokra, amelyek az OEA adatbázisában szerepelnek, meghatároztunk egy-egy bázis sűrűséget, amelyet az ÜHG leltárban alkalmazunk (3. táblázat).

SZÉNKÉSZLET-VÁLTOZÁSOK A HOLTFA, AVARTAKARÓ ÉS TALAJ, VALAMINT A FATERMÉKEK SZÉNTÁROLÓBAN

Magyarországon rendszeresen csak egyes kísérleti területeken gyűjtenek adatokat a holtfa, avartakaró és talaj széntartalomra, és annak változására nézve. Habár van egy olyan talajmonitoringunk, amely az egész országra kiterjed (TIM), ez azonban a mezőgazdasági talajokra lett kialakítva, és az erdőtalajokból vett minta nagysága nem tűnik elegendőnek ahhoz, hogy az erdőtalajok szénkészlet-változására nézve megfelelő következtetéseket vonjunk le. További adatok mérése – pl. az ún. BioSoil nemzetközi kutatási programon belül – jelenleg folyamatban van.

Az eddig rendelkezésre álló országos becslések alapján Führer (2005.) szerint a magyarországi erdőkben tárolt szénből 63% (236,4 millió t) van a talajban, 1,5% (5,8 millió t) az bomlatlan avarrétegben, és 35% (132,7 millió t) a föld feletti dendromasszában. Ezek a mennyiségek rendre 131, 3,2, ill. 73,7 t hektáronkénti szénmennyiségnek felelnek meg, melyekkel jó egyezést adnak Führer-Jagodics (2007.) adatai is.

E széntárolókban tárolt szén mennyiségének változására nézve nincs adatuk. A leltárkészítés módszertana ebben az esetben megengedi, hogy adathiány esetén megalapozott feltételezésekkel éljünk. Úgy véljük, hogy alkalmazhatjuk azt a feltételezést, hogy a fent említett széntárolók mindegyike – legalábbis középtávon - növekvő mennyiségű szenet tartalmaz, és nem szénkibocsátók. Ezt két fő okkal magyarázhatjuk. Az egyik az erdők tartamos gazdálkodásnak alapelveinek megfelelő kezelése (aminek egyik legfőbb jellemzője, hogy kevesebb fát termelünk ki, mint amennyi évente megterem), a másik pedig az, hogy az erdők kb. harmadát 1930 után telepítették, és ezek az erdők többségükben még fő növekedési szakaszukban vannak.

2. táblázat. Az egyes fafajokra kapott bázis-sűrűség értékek ($t\ m^{-3}$) egyes statisztikai jellemzői

Table 2. Basic wood density ($t\ m^{-3}$) and standard statistics by species based on recent measurements

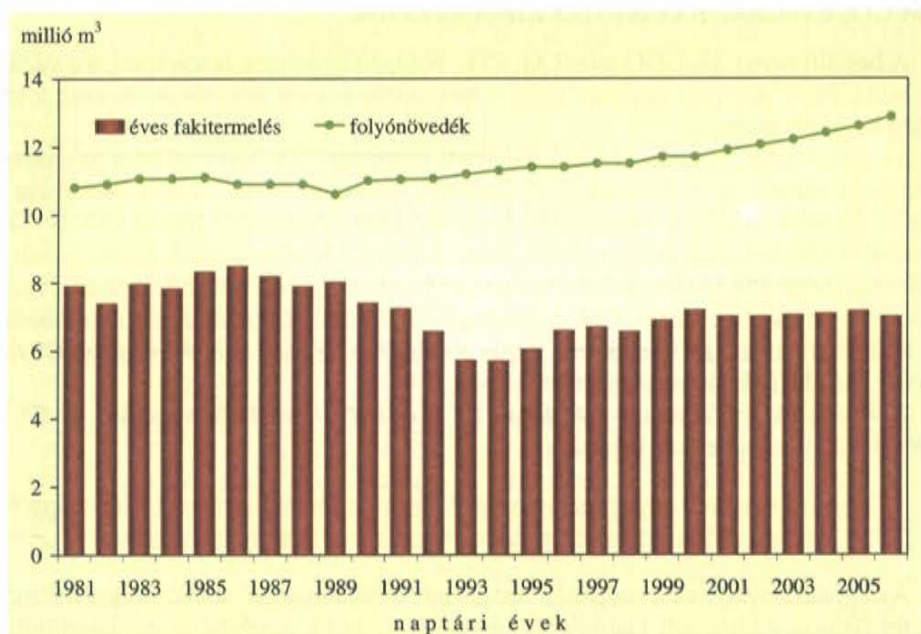
Fafaj	Átlag	Szórás	Standard error	95 % mellett számolt konfidencia intervallum szélessége	Mintafák száma
A	0,589487	0,058470	0,008621	0,017363	46
B	0,582926	0,033512	0,005111	0,010313	43
CS	0,638941	0,052851	0,006317	0,012602	70
EF	0,403095	0,051067	0,006018	0,012000	72
Tölgy	0,602449	0,044009	0,005298	0,010572	69

3. táblázat. Az ebben az ÜHG leltárban használt mért bázis sűrűség adatok, összehasonlítva a Babos et al. (1979.) és Kovács (1979.) – az ÜHG leltárakban korábban használt – adataival ($t\ m^{-3}$)

Table 3. Basic wood density data as used in this greenhouse gas inventory, compared with those of Babos et al. (1979.) and Kovács (1979.), $t\ m^{-3}$

Fafaj, vagy fafaj-csoport	Az ENSZ-jelentésekben eddig használt fasűrűség	Ebben az ÜHG leltárban használt bázis sűrűség
Kocsányos tölgy	0,665	0,57
Kocsánytalan tölgy	0,665	0,61
Egyéb tölgyek	0,665	0,55
Csertölgy	0,77	0,64
Bükk	0,68	0,59
Gyertyán	0,79	0,58
Akác	0,74	0,59
Juharok	0,59	0,52
Szilek	0,59	0,58
Körisek	0,59	0,56
Egyéb keménylombos	0,59	0,50
Nemesnyár	0,37	0,34
Hazai nyár	0,395	0,36
Fehérfűz	0,33	0,36
Éger	0,51	0,43
Egyéb lágylombos	0,56	0,48
Erdeifenyő	0,49	0,42
Feketefenyő	0,57	0,47
Vörösfenyő	0,43	0,49
Lucfenyő	0,43	0,39
Egyéb fenyő	0,43	0,37

Az első ok hatását jól lehet látni az 1. ábrán, amelyik a becsült éves fanövedéket és a fakitermelés alakulását mutatja. Habár mindkettőben lehetnek akár szisztematikus hibák is, de pontosan nem tudjuk, milyen nagyságúak. A növedék a egyebek mellett a fák felgyorsult növekedése miatt (Somogyi, 2007c) lehet alulbecsült, a fakitermelési adatok pedig a nem konzisztens adatszolgáltatás miatt. Mindazonáltal a növedék és a fakitermelés adatok közötti nagy különbség jól demonstrálja, hogy egyre több holt faanyag és avar keletkezik az erdőkben, ami a talaj széntartalmát is csak növeli. Ezen felül országos szinten jelentősebb bolygatások, vagy más olyan folyamatok, amik a szénkészletek csökkenését eredményeznék, vélhetően nem fordulnak elő a magyar erdőkben. Ezért, habár nem rendelkezünk tényleges adatokkal, azt a (Tier 1) feltételezést alkalmazzuk, hogy az említett széntárolók szénkészlete nem változik (l. még Somogyi, 2006.).



1. ábra. A folyónövedék és az éves fakitermelés (millió m³ év⁻¹) Magyarországon az utóbbi években (Forrás: Országos Erdőállomány Adattár)

Fig. 1. Current annual increment and annual harvest (million m³ év⁻¹) data in Hungary in recent years (National Forestry Database)

A fatermékek széntárolóban lezajló szénkészlet-változásokat sem jelentjük az ENSZ felé. Ennek – a megfelelő adatok, és megfelelő módszertan hiányán kívül – az az oka, hogy e széntárolóban viszonylag kis szénkészlet-változásokat valószínűsítünk: habár minden évben új mennyiséggel gyarapszik e széntároló nagysága, de csökken is azzal a mennyiséggel, amelyik az évtizedekkel ezelőtt gyártott, mára elhasználódott fatermékek égetésével és lebomlásával egyenlő. Manapság a tűzifa mennyisége in-

kább nő, a fatermékek élettartama pedig csökken, ezért akár kis mértékben növekvő új fatermék mennyiség esetén is összességében csökkenhet a fatermék tároló nagysága. A talaj, holtfa és avartakaró széntárolóhoz hasonlóan azt a (Tier 1) feltételezést alkalmazzuk a fatermék széntárolóban is, hogy annak szénkészlete nem változik.

Végül megjegyezzük, hogy az ENSZ-fel leadandó leltárnak része az is, hogy megbecsüljük, hogy a talajok egyes helyenként esetenként előforduló meszezéséből (ami nálunk javarészt a múltban volt jellemző) mennyi kibocsátás származik. Ezzel kapcsolatban nem rendelkezünk külön az erdészetre elkülönített adatokkal, ezért ezeket a kibocsátásokat a mezőgazdasági szektorban jelentett kibocsátásokkal egybevetve becsüljük és jelentjük. Az erdészetben a meszezés egyébként sem volt soha jelentős, az utóbbi években pedig csak egészen kivételes esetekben történt meg.

NEM CO₂ ÜVEGHÁZ HATÁSÚ GÁZ KIBOCSÁTÁSOK

A becsült nem CO₂ ÜHG gáz (CO, CH₄, N₂O, NO_x) kibocsátások forrása a vágástéri hulladékok helyszíni égetése. Ezek a kibocsátások nem jelentősek, és csak a teljesség kedvéért jelentjük.

Megjegyezzük, hogy az ebből a forrásból származó CO₂ kibocsátást a biomassza széntároló szénkészlet-változásával összevonva jelentjük, mivel annak becslésére a készletváltási módszert használjuk. Ez a módszer elméletileg már a CO és CH₄ kibocsátás széntartalmát is figyelembe veszi. A nem CO₂ kibocsátások között azonban: e gázokat mégis szerepeltetjük, elsősorban azért, mert e gázok üvegház hatása sokszorosra a CO₂-ének⁷ (így az ún. CO₂-egyenértékben számolt kibocsátásokat nem becsüljük alá), és mivel az így jelentkező „dupla elszámolás” hatása eltörlődik e gázok tényleges üvegház hatásának jelentőségéhez képest.

A becslések módszertani alapját az IPCC (1996.) útmutató, valamint az IPCC (2003.) 3.2.19-es egyenlete képezi:

$$\text{Emisszió} = \text{éghető anyag mennyisége} * \text{elégetett részarány} * \text{oxidációs arány} * \\ \text{gáz-specifikus kibocsátási faktor} * \text{gáz-specifikus molekulatömeg}$$

Az éghető anyag mennyiségének becsléséhez a fakitermelési statisztikákat használjuk fel (vagyis a kitermelt faanyag mennyiségét m³-ben), amelyből a vágástéri hulladék (apadék) mennyiségét az OEA-ból származó fafajspecifikus átlagértékekkel számoltuk (4. táblázat). Ebből szakértői becslést alkalmaztunk a helyszínen elégetett faanyag (t faanyag m³ kitermelt faanyag) arányára (0.2), valamint annak becslésére, hogy az elégetett faanyag hanyad része oxidálódott (0.9). Végül pedig az IPCC alapértéket (0.5) alkalmaztuk a faanyag széntartalmára vonatkozóan. Megjegyezzük, hogy az erdőtüzekből származó biomasszával nem számoltunk, mert e tüzek mennyisége egészen 2007-ig kicsi volt.

Az adatok szorzásaként kapott értékeket a gázonként változó kibocsátási faktorokkal szoroztuk, melyekre az IPCC alapértékeket alkalmaztuk: 0.012 a CH₄, és 0.007

⁷ A CH₄ 25-ször, a nitrogén-oxidok közel 300-szor erősebb üvegház hatású gázok, mint a CO₂.

a N₂O esetében. Ezután a nitrogénvegyületekre az általános 0.01 alapértéket alkalmaztuk az összes nitrogén (N) mennyiségének becslése érdekében, szintén az IPCC módszere alapján. Végezetül a kapott értékeket a megfelelő, szénhez viszonyított molekulasúlyokkal szoroztuk meg, melyek a következők: 16/12 a CH₄, és a N₂O esetében.

4. táblázat. A leltárkészítéshez felhasznált főbb erdőleltári adatok

Table 4. The main forest inventory data as used in the greenhouse gas inventory

Leltári év	Faállomány- nyal borított terület (ha)	Élőfakészlet	Éves növedék	Éves összes fakitermelés	Éves apadék
1985	1 541 482	274 076 184	11 104 985	8 345 562	999 660
1986	1 547 203	275 366 741	10 920 081	8 500 991	1 012 554
1987	1 554 630	278 459 752	10 944 108	8 193 145	975 181
1988	1 554 668	281 885 653	10 921 287	7 960 397	945 002
1989	1 552 596	285 396 059	10 608 713	8 031 779	941 890
1990	1 573 959	288 007 431	11 001 625	7 415 162	867 795
1991	1 584 015	290 876 830	11 049 701	7 255 202	846 173
1992	1 591 705	294 132 318	11 064 943	6 588 569	775 646
1993	1 602 070	297 930 656	11 198 472	5 723 745	683 589
1994	1 612 103	303 124 906	11 288 180	5 717 468	697 710
1995	1 625 181	308 905 207	11 422 006	6 049 151	728 540
1996	1 637 414	314 666 581	11 493 404	6 603 733	791 934
1997	1 651 345	317 160 007	11 546 681	6 713 101	807 859
1998	1 663 733	319 802 673	11 594 457	6 578 931	786 791
1999	1 679 669	323 086 559	11 704 472	6 900 612	825 188
2000	1 672 690	325 164 607	11 710 594	7 287 456	883 913
2001	1 703 250	326 410 193	11 973 043	7 010 979	843 752
2002	1 714 620	328 815 300	12 061 217	7 013 167	850 311
2003	1 740 256	330 344 345	12 259 159	7 053 960	857 268
2004	1 770 288	333 825 495	12 400 000	7 094 753	864 225
2005	1 789 639	341 394 806	12 600 000	7 167 426	885 614
2006	1 805 802	344 096 453	12 874 605	7 005 190	863 594

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

Az erdőleltári és az átszámító tényezők segítségével kapott nettó szénelnyelési adatok (a biomassa esetében) és kibocsátási adatok (a nem-CO₂ adatok esetében) az 5. táblázatban és a 2. ábrán látható. Előbbi az abszolút értékeket mutatja, melyek alacsonyabbak az eddigi ENSZ-leltárakban becsletknél. Az értékek azt is mutatják, hogy az erdőkön belül – nem ismerve a talaj, holtfa és alom széntárolókban pontosan lezajló változásokat – a legnagyobb jelentőségű a biomassa szénlekötése, amely két

nagyságrenddel is fontosabb, mint az erdei égetésből származó nem-CO₂ gáz kibocsátás. Megjegyzendő azonban, hogy a számításban nem szerepel az erdőtüzekből származó kibocsátását, mely – egészen 2007-ig – nem volt jelentősnek mondható. Ha minden évben ugyanakkora erdőterület égne le, mint 2007-ben (kb. kétezer ha), akkor viszont az erdőtüzek miatti CO₂ és nem-CO₂ gáz kibocsátás akár a jelenleg becsült szénlektetés ötödét-negyedét is kitenné.

5. táblázat. Az üvegház hatású gáz leltár szerint becsült nettó szénelnyelés, ill. (a nem CO₂ gázok esetén) kibocsátások

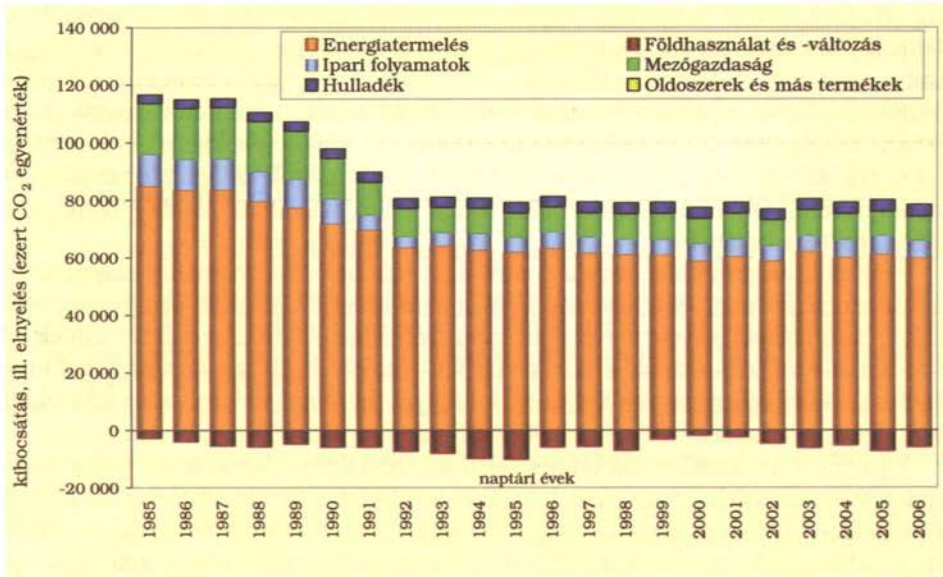
Table 5. Net carbon stock changes, and non-CO₂ greenhouse gas emissions as estimated in the greenhouse gas inventory

Leltári év	Szénkészlet-változás (ezer tC)		Nettó CO ₂ -elnyelés (ezer t CO ₂)	Nem CO ₂ gázok (ezer t)		
	földfeletti biomassa	földalatti biomassa		teljes biomassa	CH ₄	N ₂ O	CO_{2} ekvivalens értékben
1985	376	94	1723	1,44	0,01	33
1986	793	198	3633	1,46	0,01	34
1987	854	213	3912	1,40	0,01	32
1988	939	235	4304	1,36	0,01	31
1989	670	167	3070	1,36	0,01	31
1990	748	187	3431	1,25	0,01	29
1991	838	210	3842	1,22	0,01	28
1992	965	241	4425	1,12	0,01	26
1993	1439	360	6594	0,98	0,01	23
1994	1544	386	7078	1,00	0,01	23
1995	1467	367	6724	1,05	0,01	24
1996	518	129	2373	1,14	0,01	26
1997	569	142	2608	1,16	0,01	27
1998	972	243	4455	1,13	0,01	26
1999	383	96	1757	1,19	0,01	27
2000	131	33	599	1,27	0,01	29
2001	492	123	2253	1,22	0,01	28
2002	374	94	1715	1,22	0,01	28
2003	878	219	4022	1,23	0,01	29
2004	794	198	3638	1,24	0,01	29
2005	904	226	4144	1,28	0,01	29
2006	938	235	4301	1,24	0,01	29

Ezek az adatok zömében eltérnek mások (Führer, Mátyás 2005.; Buzás, 2007., Barcza et al., 2008.) becsléseitől. Az említett tanulmányokban azonban részben eltérő módszertant, eltérő feltételezéseket, részben pedig eltérő adatokat használnak. A feltételezések egy része tudományos, más része értelmezési kérdés; amíg ez utóbbiak tekintetében viszonylag nagy eltérések vannak az egyes megközelítések között, addig nem lehetséges a különböző eredményeket összehasonlítani.

A becslések nagyságrendje azonban hasonló, ami azt lehetővé teszi, hogy összehasonlítsuk az erdők szénlekötő képességét a többi szektorban megfigyelhető kibocsátásokkal (2. ábra). Egyértelmű, hogy egyedül az erdészeti szektor tudja csökkenteni a kb. 15 év óta nagyjából a 80 millió t CO₂ év⁻¹ értéknél stabilizálódott kibocsátások hatásait. E kibocsátásnak azonban csak kb. egy huszada az erdők szénelnyelése, amelynél egyedül a mezőgazdaságból származó kibocsátások is legalább kétszer nagyobbak.

Ráadásul az erdők szénnyelése jó részben az elmúlt évtizedekben ültetett új erdőkben keletkezik (Somogyi, Horváth, 2006.). A jelenlegi erdők korosztályeloszlása ugyanakkor olyan, hogy egy-két évtized múlva csökkenhet a szénlekötés. Ezért különösen fontos, hogy azt az erdőtelepítési ütemet, ami az elmúlt évtizedekben átlagban évi 10 ezer ha nagyságrendű volt, tartsuk fenn a jövőben is.



2. ábra. A különböző szektorok kibocsátása, ill. (az erdőt tartalmazó „Földhasználat és -változás” esetében) elnyelése egymáshoz viszonyítva; NIR Hungary (2008.) alapján.

Fig. 2. Emissions and net removals (in forestry, included in the „Land use and land use change, in green colour) of the various economic sectors (based NIR Hungary, 2008.)

Megemlíjtjük azt is, hogy a tanulmányban közölt módszertan alapján számolva a hazai erdők biomasszájában (csak a dendromasszát számítva) 117 millió t C van elraktározva, ami 430 millió t CO₂-nek felel meg. Ez az érték alacsonyabb a Führer, Mátyás (2005.) által becsült 135 millió tC-nél, de több mint ötszöröse az ország éves átlagos kibocsátásának. A különböző módszertanok és adatbázisok harmonizálásán tehát még tovább kell dolgozni; az azonban határozottan állítható, hogy az erdőkben lekötött szén mennyisége (ideértve most a talajban tároltét is) hatalmas mennyiség, amelynek megőrzése nagy felelősséget ró az erdőtulajdonosokra és az erdőket kezelőkre.

A tanulmányban közölt ÜHG leltár lehetséges hibáival kapcsolatosan mindenképp előtérbe kell emelni, hogy a leltár minden ÜHG forrásra és nyelőre kiterjed-e („completeness”), és hogy vélhetően melyek a becslés során előforduló számszerűsíthető és nem számszerűsíthető hibák („accuracy”). Azzal kapcsolatban, hogy a leltár milyen mértékben terjed ki valamennyi forrásra és nyelőre, meg kell állapítani, hogy néhány kibocsátást és elnyelést nem tudunk becsülni, ezeknek azonban az okát és a következményét feljebb már jeleztük.

A pontosságot illetően megállapítható, hogy a becsült értékek a nemzetközileg elvárható gyakorlati szempontját figyelembe véve elegendően pontosak (a pontosság javulásához indokolatlanul nagyoknak tűnő beruházások volnának szükségesek). Majdnem minden számítás alapját az OEA-ból származó adat képezi. Ez az adattár az ország erdeinek adatait tartalmazó legpontosabb adatbázis. Évente aktualizálják, és az adatokat sok ember ellenőrzi a terepi felvételektől egészen az adatfeldolgozás legmagasabb szintjeiig. A terepi módszerek, az informatikai háttér, valamint a minőségi követelmények folyamatos fejlesztése vélhetően az adatbázisban tárolt adatok minőségének folyamatos növekedését eredményezte az elmúlt években. A fasűrűség-adatok vonatkozásában a 2. táblázatban közölt szórás-adatok szolgálnak becslésként. Amennyiben az OEA adatainak szórása ismert lenne, számítható volna a biomasszaleltár statisztikai hibája is.

Végezetül megemlíjtjük, hogy a pontosságot más helyen sem mindig tudjuk számszerűsíteni, részben mivel a hibaeloszlásokat nem ismerjük, részben pedig azért, mert konkrét számítások helyett eleve nem számszerűsíthető feltételezésekkel éltünk. A leltár során elvégzett számítási hibák viszont – amelyek elvben szintén hibaforrást jelentenek – vélhetően nagyon kis valószínűséggel fordulnak elő, mivel az adatfeldolgozási módszert dupla ellenőrzésnek vetettük alá.

A jövőben ugyanakkor szükséges mind az erdőleltári adatok, mind pedig az alkalmazott egyéb módszertani elemek további verifikálása és a hibaforrások számának csökkentése. Különösen fontos volna, hogy az erdőleltári adatok minősége ne romoljon. Emellett szükséges az erdőleltár további fejlesztése több olyan statisztika (pl. erdőtelepítések, erdőirtások, erdőtüzek) levezetésére, ill. fejlesztésére, amelyek elengedhetetlenek a Kyotói Jegyzőkönyv hatálya alatt 2010-től kezdődően kötelezően leadandó leltárhoz. Végül ismételtelen kiemeljük, hogy a fentiek mellett további bázis-sűrűség mérések, valamint a talaj szénkészlet-változásának becslésére volna szükség ahhoz, hogy mind a Keretegyezmény, mind a Kyotói Jegyzőkönyv hatálya alatt leadandó leltárok vonatkozásában, mind pedig a szénkészletek és a szénlekötés megőr-

zésére, ill. ez utóbbi további növelésére irányuló szakmapolitikák vonatkozásában a szükséges fejlesztéseket végre tudjuk hajtani.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ÁESZ, 2005. Hungary, 2005. Global Forest Resources Assessment 2005. Hungary. Country Report 023. Rome, 2005.
<http://www.fao.org/forestry/foris/webview/common/media.jsp?mediaId=8859&geoId=149>
- Barcza, Z., Haszpra, L., Somogyi, Z., Hidy, D., Churkinak, G., Horváth, L. 2008. Estimation of the biospheric carbon dioxide budget of Hungary using the BIOME-BGC model. Leadott kézirat, Időjárás.
- Babos, K., Filló, Z., Somkuti, E. 1979. Haszonfák. Műszaki könyvkiadó, Budapest
- Buzás, Z. 2007. Erdészeti politikánk "jutalma". Erdészeti Lapok, CXLII.7-8:253-255.
- Cienciala, E., J. Apltauer, Z. Exnerová, F. Tatarinov, 2008. Biomass functions applicable to oak trees grown in Central-European forestry. Journal of Forest Science, , 54, (3):109-120.
- CRF Hungary 2008. Common Reporting Format of Hungary, Ministry of Environment and Water, http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/x-zip-compressed/hun_2008_crf_14apr.zip
- ERTI, 1985. Az erdei biomassza meghatározásának módszereiről. MTA részére készített kutatási jelentés, Budapest, kézirat.
- Führer E. Jagodics, A. 2007. A klímátényezők és a klímajelző fafajok szervesanyag-képzése közötti ökológiai összefüggés. In: Mátyás, Cs., Vig, P. (szerk.) Erdő-klíma V., NYME, 269-280, Sopron
- Führer E., Járó Z. 1989. Az éghajlat változékonyságának és feltételezett változásának hatása az erdőállományokra, az erdőgazdálkodásra. In: Az éghajlat változékonysága és változása I. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium-Országos Meteorológiai Szolgálat. 63-69.
- Führer E., Járó Z., Márkus L. 1991. A magyarországi erdők szénmegkötő képessége és éghajlati hatások a hosszú természetes idejű fák növekedésére. In: Az éghajlat változékonysága és változása II., Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium-Országos Meteorológiai Szolgálat. 67-73.
- Führer, E., Molnár, S., 2003. A magyarországi erdők élőfakészletében tárolt szén mennyisége. Faipar. LI.2:16-19.
- Führer, E. 2005. Az erdőgazdálkodás talajtani vonatkozásai. In: Stefanovics, P. (szerk.): A talajok jelentősége a 21. században. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai tanulmányok a Magyar Tudományos Akadémián II. Az agrárium helyzete és jövője. MTA Társadalomkutató Központ, 97-117. Budapest
- Führer, E., Mátyás, CS. 2005. A klímaváltozás hatás a hazai erdők szénmegkötő képességére és stabilitására. Magyar Tudomány 166 évf. 7:837-841.
- Führer E. 1994. A klímaváltozás és a szénforgalom összefüggése az erdőgazdálkodásban. Biotechnológia és környezetvédelem, 1. sz.
- Führer, E. 2007. Erdei ökoszisztémák szervesanyag-mennyisége a klímátényezők függvényében. In: Lakatos, F., Varga, D. (szerk.): Erdészeti, Környezettudományi, Természetvédelmi és Vadgazdálkodási Tudományos Konferencia (EKTV-TK) kiadványa, NYME Erdőmérnöki Kar, 56-57, Sopron
- Halupáné Grósz Zsuzsanna 1983. Adatok a fafajok térfogati sűrűségéről és térfogatsúlyáról. Erdészeti Kutatások, Vol. 75:49-66., Budapest
- IPCC, 1990. Climate Change: The IPCC Scientific Assessment [Houghton, J.T., G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 365 pp.
- IPCC, 1995. Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 339 pp.

- IPCC, 1996. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change* [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.
- IPCC 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volumes 1, 2 and 3*. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France
- IPCC 2000. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Enmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.
- IPCC 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- KE 1992. ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (angolul), http://klima.kvvm.hu/documents/28/unfccc_hun.pdf (magyarul) Király, 1978. Új eljárások a hosszúlejáratú erdőgazdasági üzemtervek készítésében. Kandidátusi értekezés, Budapest.
- KJ, 1997. Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményének Kyotói Jegyzőkönyve. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (angolul), http://klima.kvvm.hu/documents/28/kiotoi_jegyzokonyv.pdf (magyarul)
- Kovács, I. 1979. Faanyagismerettan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- NIR Hungary 2008. National Inventory Report of Hungary. Ministry of Environment and Water http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/x-zip-compressed/hun_2008_nir_14apr.zip
- Perelugin, L. M., Ugolev, B. N. 1971. Drevecinovedenie. Izdatelctvo Lecnaja Promislennoct, Moszkva
- Somogyi, Z. 2006. Alternative methods for reporting carbon stock changes under the Kyoto Protocol – case study: forest soils in Hungary. Kyoto workshop, Ispra, 2006. http://afolu.jrc.it/events/Kyoto_technical_workshop/presentations/Z_Somogyi.pdf
- Somogyi, Z., Horváth, B. 2006. Az 1930. óta telepített erdők szénlekötéséről. Erdészeti Lapok CLL9:257–259.
- Somogyi, Z. 2007a. A Kyotói Jegyzőkönyv és az erdők. Erdészeti Lapok CXLII:152–154.
- Somogyi, Z. 2007b. Klímaháborús egyenlegek, avagy néhány további klímapolitikai, erdészeti-politikai és tudományos megjegyzés. Erdészeti Lapok, CXLII:301–302.
- Somogyi, Z. 2007c. A klíma, a klímaváltozás és a fanövekedés néhány összefüggéséről. In: Mátyás, Cs., Vig, P. (szerk.) Erdő-klíma V., NYME, 281–294, Sopron
- Sopp, L. et al. 1974. Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- UNFCCC 2006. Updated UNFCCC reporting guidelines on annual inventories following incorporation of the provisions of decision 14/CP.11 FCCC/SBSTA/2006/9). <http://www.unfccc.int>

ÜLTETVÉNYSZERŰ FATERMESZTÉS

KOR-NÖVŐTÉR-CÉLÁTMÉRŐ ÖSSZEFÜGGÉSEK HOMOKI FEHÉRNÝÁRASOKBAN

RÉDEI KÁROLY¹, VEPERDI IRINA²

ÖSSZEFOGLALÓ

Az ültetvényszerűen termesztendő állományalkotó fafajaink közül egyre fokozódó jelentőségű a fehér- és szürke nyár (továbbiakban fehér nyár) szerepe. Az ültetvényes fatermesztés legfontosabb ismérve egy olyan zárt termesztés-technológiai rendszer alkalmazása, amelynek révén előre meghatározott célválaszték(ok) nagy mennyiségben, azonos minőségben történő előállítására nyílik lehetőség. A tanulmány a minőségi, méretes (jó termőképességű termőhelyek), illetve a vékonyabb méretű, tömegfa-választékok előállítására alkalmas (elsősorban közepes fatermőképességű termőhelyek) Duna-Tisza közti homoki fehérynýarasokra vonatkoztatható kor-növőtér-célátmérő összefüggéseket ismerteti. A részben újszerű metodika alapján szerkesztett faállomány-szerkezeti grafikonok a gyakorlat számára is könnyen áttekinthető segédletekként használhatók.

KULCSSZAVAK: fehér nyár, növőtér-bővítés, célátmérő

ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN AGE, SPACING AND TARGET DIAMETER IN WHITE POPLAR STANDS GROWING ON SANDS

Among the stand forming species in Hungary which can be grown for plantation white poplar (*Populus alba* L.) and grey poplar (*Populus* × *canescens* L.) (later: white poplar) are of more and more important. The first of all criterion of plantation forestry is a closed cultivation technological system by means of which a predetermined target assortment can be grown in large quantities and of same quality. The study describes the connections between the age, growing space and target diameter of white poplar stands of first-rate grown on fertile site and those fit for thinner wood grown mainly on site of medium fertility in Danube-Tisza Interflue. Stand structural graphics constructed partly on the basis of a new methodology can be used a clear aid in practice.

KEYWORDS: white poplar (*Populus alba* L.), enlarging growing space, target diameter

¹ ERTI, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, redeik@otline.hu

² ERTI, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, veperdii@erti.hu

BEVEZETÉS

A fehéryárasok jövőbeli jelentősége – elsősorban a homoki erdőtelepítésekben betöltött szerepük révén – messze túlnő, jelenlegi kb. 3%-os területi arányukon. Túlnyomó részük a Duna–Tisza közti homokháton, valamint a Duna–Tisza hullámterében található. Ültetvényszerű természetük szinte kizárólag homoki termőhelyeken történik, ebből következően a természetis-technológiájukkal összefüggő kutató-fejlesztő munka is döntően a homoki fehéryárasokra koncentrálódik.

A fentebb leírtakból következően a fehéryárasoknak mindenekelőtt Bács-Kiskun és Csongrád megye erdőgazdálkodásában van jelentős szerepe (1. táblázat). Az ország összes fehéryárasának közel 83%-a e két megyében található.

1. táblázat. Fehéryárasok területe és fakészlete Bács-Kiskun és Csongrád megyében

Tényezők Megye	Terület		Fakészlet	
	ha-ban	az összes erdőterület %-ában	m ³ -ben	az összes erdő fakészletének %-ában
Bács-Kiskun	28 309	17,9	3 646 449	19,4
Csongrád	5 877	18,2	1 101 911	21,0

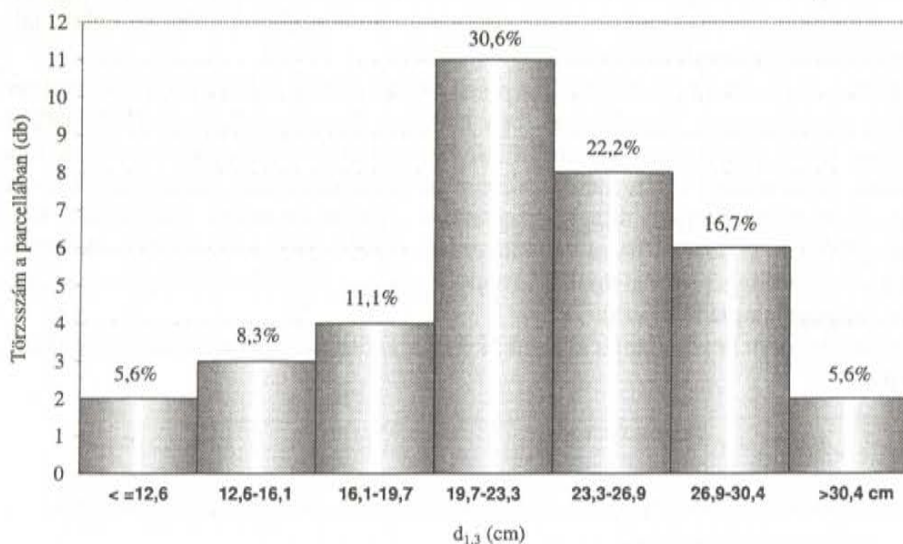
Forrás: ÁESZ Kecskeméti Igazgatósága (2006. 0.1.01-i állapot)

A fehéryárasok általában nem alkotnak kiterjedt, összefüggő faállomány-tömböket. Egy jelentős részük olyan határtermőhelyeken áll, amelyek más gyorsan növekvő fafajjal gazdaságosan már nem vagy csak részben hasznosíthatók (Szodfridt, 1978.). Ebből is következően az erdőtelepítésekben és mesterséges felújításokban területi arányuk további növekedése várható. A fehér nyárból ma még elsősorban nem klónokat, hanem túlnyomórészt mag-, vagy sarjeredetű heterogén populációkat termesztünk. Ezért erdőnevelésük alapja, vagyis a szisztematikus növőtér-bővítések elsődleges célja a legjobb öröklött tulajdonságú egyedek tömegszelekció révén történő kiválasztása és azok növekedési feltételeinek jobbá tétele.

A fehér nyár populációk heterogenitását (a faállományt alkotó egyedek eltérő genetikai habitusát) jól jellemzi a Kunpeszér 25B erdőrészletben 24 éves korban felvett faállomány törzseinek átmérőeloszlás hisztogramja (1. ábra).

Az ültetvényszerűen természetből származó fafajok állományainak nevelése során kiemelt jelentősége van a növőtér-bővítések időbeli ütemezésének, vagyis a kor és a termőhelyi adottságok (fatermesi osztály) függvényében az adott célválaszték előállításához, vagy célátmérő eléréséhez szükséges optimális közelálló törzsszám (növőtér) fenntartásának. A termőhelyi (ökológiai) tényezők alapvetően határozzák meg a termesztési célt, vagyis azt, hogy méretes, minőségi faanyag (lemezipari rönk, fűrészrönk) vagy pedig csak vékonyabb méretű fanyersanyag (kivágás, rakodólap és ládaipari alapanyag, papírfá, farost és forgácslemezipari alapanyag) megtermelésére van lehetőség.

Az alábbiakban a fehérynárasokra vonatkozatható kor-növőtér-célválaszték összefüggések modellezését mutatjuk be részben olyan grafikonok formájában, amelyek az üzemi és az erdőtervezésben gyakorlatban is előnyösen alkalmazhatók.



I. ábra. 24 éves fehér nyár állomány átmérő-eloszlás hisztogramja (Kunpeszér 25B)

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kor, a növőtér és a tervezett célátmérő közötti összefüggések modellezése faállomány-szerkezeti vizsgálatokon alapul. A homoki, döntően a Duna-Tisza közti homokháton tényező fehérynárasok faállomány-szerkezetének tudományos igényességű feltárásával többek között Szodfridt (1969.), Szodfridt, Palotás (1973.), Halupa, Kiss (1978.), Halupa, Tóth (1988.) és Rédei (1990., 2000.) foglalkozott. Az említett szerzők fatermési tábláit (fatermési nomogramjait), illetve erdőnevelési modelljeit részben a vonatkozó kutató-fejlesztő munka, részben pedig az erdőtervezési, illetve az üzemi gyakorlat alkalmazza.

Az ültetési hálózat (törzsszám, növőtér) és más faállomány-szerkezeti tényezők közötti összefüggések modellezésére szolgáló relációk közül az egyik leggyakrabban használt az ún. relatív-hálózat viszonyzáma.

Relatív hálózat (relative spacing = RS) (Wilson, 1947.):

$$RS = \frac{\sqrt{10000/N}}{H_{\bar{f}}}$$

ahol: N = a főállomány törzsszáma 1 ha-on; $H_{\bar{f}}$ = a főállomány átlagos magassága.

(Pl: Kiváló növekedésű (I. fatermési osztályú), 40 éves korú fehér nyár állomány vonatkozó értékei a következők: $H_{f6} = 28$ m, $N = 336$ db/ha, $RS = \frac{5,46}{28} = 0,19$, vagyis négyzetes kötést feltételezve az átlagos tótávolság a főállomány átlagos magasságának 19%-a. Ez a mérőszám előnyösen alkalmazható a nevelővágások előtti és utáni faállomány-szerkezet jellemzésére is.)

A Duna–Tisza közti homokháton tenyésző fehérfenyvesek faállomány-szerkezeti és fatermési vizsgálataihoz 50 erdőrészletben jelöltünk ki az esetek döntő többségében 500 m²-es minta-parcellákat. 20 erdőrészletben ismételt faállomány-felvételeket is végeztünk. A felvételek során mértük, illetve felvételi adatokból számítottuk a fő-, a mellék-, és az egészállomány átlagos magasságát, átlagos átmérőjét, fatérfogatát, körlelaposságát és törzsszámát 1 ha-ra vonatkoztatva. A főbb faállomány-szerkezeti tényezők közötti összefüggések matematikai modellezését az ERTI-ben kidolgozott számítógépes program alapján végeztük.

A növtér-modellezés alapját képező $N \rightarrow f(D_{1,3})$ összefüggés az alábbi egyenlettel írható le:

$$N = e^{8,75483 - 0,83879 \ln D_{1,3}}$$

ahol: N = a főállomány törzsszáma 1 ha-on, $D_{1,3}$ = a főállomány körlelapból számított átlagos mellmagassági átmérője.

Ezen alapösszefüggés alapján állítottuk össze azokat a segéd táblázatokat, illetve szerkesztettük meg azokat a grafikonokat, amelyek a minőségi rönktermeléshez ($D_{1,3} \geq 18$ cm), illetve az ún. tömegfa-választékok termeléshez ($D_{1,3} < 18$ cm) tervezett cél-átmérők eléréséhez szükséges mellmagassági átmérő-értékeket tartalmazza a kor (fatermési osztály) és a ha-onkénti törzsszám függvényében. A grafikonok megszerkesztéséhez szükséges kiegészítő paramétereket vagyis (az egyes fatermési osztályokhoz rendelt törzsszám-értékeket a kor függvényében Rédei (1990.) alapján állapítottuk meg).

EREDMÉNYEK ÉS AZOK GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

A fentiekben bemutatott metodika alapján állítottuk össze a minőségi rönktermelésre ($D_{1,3} \geq 18$ cm), illetve a tömegfa-választékok előállítására alkalmas fehérfenyvesek kor-célátmérő adatsorait, amelyeket a 2. és 3. táblázat tartalmaz. A táblázatok a tervezett célátmérő függvényében – fatermési osztályonként megbontva – tartalmazzák az annak eléréséhez szükséges kort (év) és a törzsszámot (1 ha-on) $\pm 5\%$ -os becslési pontossággal.

A 2. táblázat adatsorai azt mutatják, hogy minőségi, méretes rönktermelésre döntően az I–III. fatermési osztályú fehérfenyvesekben van lehetőség. A IV. fatermési osztályú fehérfenyvesekben – 30 éves átlagos vágásérettségi kort figyelembe véve – már csak 18 és esetleg célátmérő tervezhető. A fenntartható 1 ha-ra eső törzsszám a fatermési osztály függvényében 360–560 db között változik.

2. táblázat. Minőségi rönktermelésre ($D_{1,3} \geq 18$ cm) alkalmas fehérvyárasok kor-célátmérő adatsora

Tervezett célátmérő $D_{1,3}$ (cm)	Tényezők		
	Fatermési osztály	Az adott célátmérő ($D_{1,3}$) eléréséhez szükséges kor (év)	Törzsszám (N) l-ha-on (db/ha)
18	I.	14	560±5%
18	II.	17	
18	III.	21	
18	IV.	28	
20	I.	16	515±5%
20	II.	18	
20	III.	23	
20	IV.	32	
25	I.	21	425±5%
25	II.	25	
25	III.	37	
30	I.	28	365±5%
30	II.	42	
35	I.	43	320±5%

Megjegyzés: fatermési osztályok meghatározása Rédei (1990.) alapján

A 3. táblázat azt mutatja, hogy a tömegfa-választékok előállítására a IV., V. és 10–12 cm-es tervezhető célátmérő esetén esetlegességgel még a VI. fatermési osztályú fehérvyárasok is alkalmasak lehetnek. Ugyanakkor ez utóbbi két fatermési osztályban a gazdálkodás az esetek döntő többségében veszteséges, így nem is képezhetik az ültetvényes fatermesztés tárgyát (Marosi, 2006.). A gyengébb ökológiai feltételek között tenyésző fehérvyárasokban a tervezhető vágásérettségi kor is rövidebb (átlagosan 25–30 év közötti). A fenntartható törzsszám 620–920 db/ha között változik a fatermési osztály függvényében. Ezekben a fehérvyárasokban – fatermési vizsgálataink alapján – a 15–17 éves kor után elvégzett törzsszámcsökkentés (gyérítés) sem jár számottevőbb vastagsági növekedés-többlettel.

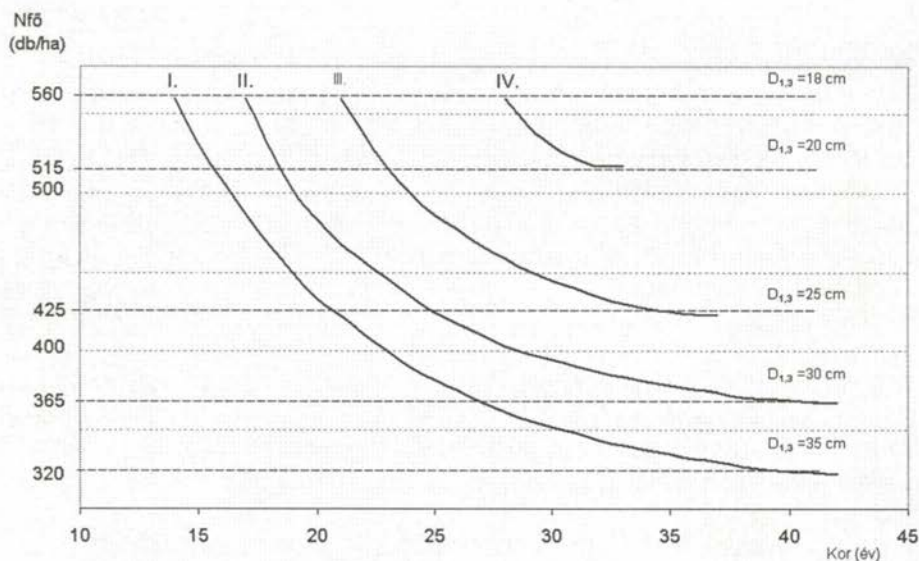
A 2. és 3. táblázatok adatsorainak grafikus változata a 2. és 3. ábrán látható. Könnyű áttekinthetőségük révén a gyakorlat számára is előnyösen alkalmazhatóak. További előnyük, hogy használatukkal tetszőleges korra határozható meg a tervezett célátmérők a fatermési osztály(ok) és az adott korban fenntartásra javasolt ha-onkénti törzsszám függvényében.

Az ültetvényyszerű fehérvyárasok termesztés-fejlesztése a síkvidéki erdőgazdálkodás jövőjét illetően egyre jelentősebbé válik. Ennek figyelembe vételével készült tanulmányunk is, a fehérvyárasokban megtermelhető faanyag értékkihozatalának növelését elősegítő segédletek újszerű bemutatásával.

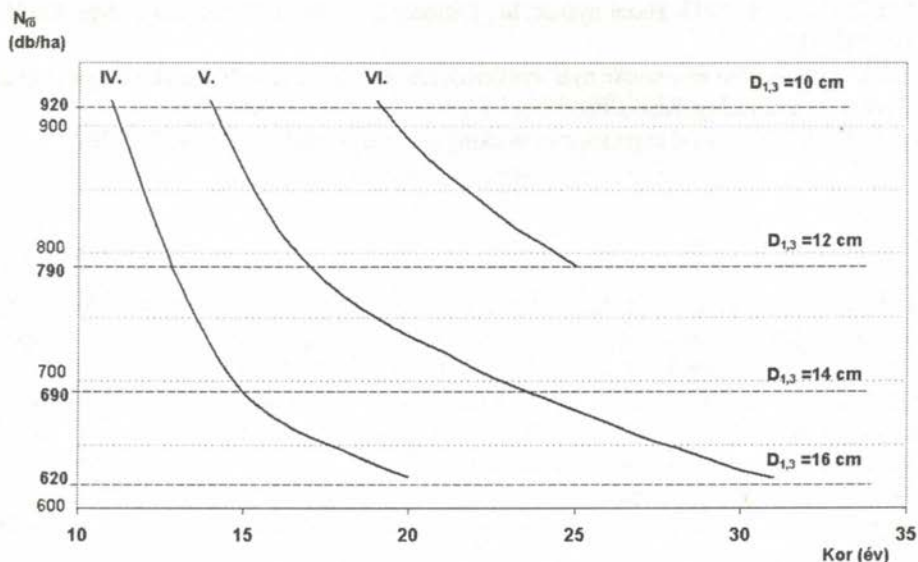
3. táblázat. Tömegfa-választékok előállítására alkalmas ($D_{1,3} < 18$ cm) fehérvyárasok kor-célátmérő adatsora

Tervezett cél- átmérő $D_{1,3}$ (cm)	Tényezők		
	Fatermési osztály	Az adott célátmérő ($D_{1,3}$) eléréséhez szükséges kor (év)	Törzsszám (N) 1-ha-on (db/ha)
10	IV.	11	920±5%
10	V.	14	
10	VI.	19	
12	IV.	13	790±5%
12	V.	17	
12	VI.	25	
14	IV.	15	690±5%
14	V.	24	
14	VI.	-	
16	IV.	20	620±5%
16	V.	31	
16	VI.	-	

Megjegyzés: Fatermési osztályok meghatározása (Rédei, 1990. alapján)



2. ábra. Minőségi rönktermelésre ($D_{1,3} \geq 18$ cm) alkalmas fehérvyárasok kor-törzsszám összefüggése a fatermési osztály és a tervezett célátmérő függvényében



3. ábra. Tömegfa-választékok előállítására ($D_{1,3} \leq 18$ cm) alkalmas fehéryárasok kor-törzszám összefüggése a fatermési osztály és a tervezett célátmérő függvényében

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Az ismertetett kutató-fejlesztő munka „A hazai faanyag forrás jelentős bővítése, faültetvények létesítése és hasznosítása” című 4/00011/2005. számú Nemzeti Kutatás-Fejlesztés Programhoz (Faforrás pályázat) kapcsolódóan készült az Erdészeti Tudományos Intézetben.

IRODALOMJEGYZÉK

- Halupa L., Kiss R. 1978. A nyárasok fatömege, fatermése és termesztési modelljei. In: Keresztesi B. (szerk.) A nyárasok és a fűzök termesztése. pp. 201–268. Mg. Kiadó, Bp.
- Halupa L., Tóth B. (szerk.) 1988. A nyár termesztése és hasznosítása. pp. 141–189. Mg. Kiadó, Bp.
- Rédei K. 1990. A fehér (*Populus alba*) és a szürke nyár (*Populus canescens*) termesztésének fejlesztési lehetőségei Magyarországon. Erdészeti Kutatások, Vol. 82–83/I.
- Rédei K. (szerk.) 2000. A fehér nyár termesztés-fejlesztésének újabb eredményei a Duna–Tisza közti homokháton. ERTI Kiadványai, Bp.
- Szodfridt I. 1969. Szürkenyárasok fatermése a Duna–Tisza közti homokon. ERTI kutatási jelentés. Kecskemét.
- Rédei K. 2007. Homoki fehéryárasok termesztés-fejlesztése. ERTI kiadványai. ERTI kiadványai. Agroinform Kiadó. Bp.

- Szodfridt I., Palotás F. 1973. Hazai nyárok. In.: Danszky I. (szerk.) Erdőművelés II. Mg. Kiadó, Bp. 183–189.
- Szodfridt I. 1978. A fehér és a szürke nyár termőhelyigénye. In Keresztesi B. (szerk.) A nyárok és a fűzek termesztése. Mg. Kiadó, Bp.
- Wilson, F.G. 1947. Numerical expression of stocking in terms of height. J. For. 44:758–761.

AZ AKÁC FÖLDFELETTI DENDROMASSZÁJA

RÉDEI KÁROLY¹, VEPERDI IRINA²

ÖSSZEFOGLALÓ

Az agrár kutatási és fejlesztési témák közül napjainkban egyre fontosabb szerephez jutnak azok, amelyek a megújuló energiaforrásokkal foglalkoznak. Ebből következően az erdei biomassa (dendromassza) számbavétele, illetve az energiaerdőkké átalakítható faállományok hozamának meghatározása hézagpótló szükségletté vált az erdészeti gyakorlat számára. A cikk tárgyalja az akácok földfeletti dendromasszáját egyes fák és faállományok vonatkozásában. Ismerteti az adatokat egyes fák esetében élőnedves és abszolút száraz állapotban törzsfára, vastagfára, vékonyfára, valamint a fa többi részére (levélzet, kéreg); az akácállományok esetében pedig hasonló felosztásban hat fatermési osztályra vonatkozó tömegtáblázatokban.

KULCSSZAVAK: fehér akác, földfeletti biomassa, dendromassza

ABSTRACT

DENDROMASS PRODUCTION OF BLACK LOCUST STANDS

Today, among researches and developments in agriculture are getting more important role the studies on renewable energy sources. Thus, valuation of the forest biomass (or dendromass), and that of the yield of the stands which could be transformed into energy forests became a necessity for forest management. The article discusses the dendromass of black locust stands with regard to individual trees and total stands. It reports weight tables both for single trees in wet and absolute dry weight for stemwood, thin ($d_{1.3} < 5$ cm) and thick ($d_{1.3} > 5$ cm) wood, as well as for the other parts of the tree (foliage, bark) and in a similar division for total stands by six yield classes.

KEYWORDS: black locust, *Robinia pseudoacacia* L., forest biomass, dendromass

BEVEZETÉS

Az erdei biomassa (dendromassza) összetétele sajátosan eltér a más módon létrejött (például mezőgazdasági) biomasszától. Ezért is tartjuk szükségesnek e fejezet bevezetőjében néhány alapvető fogalom egyértelmű megfogalmazását.

¹ ERTI, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, redeik@otline-hu

² ERTI, Ültetvényszerű Fatermesztési Osztály, veperdii@erti.hu

A *dendromassza* az erdők fájnak összes szerves anyagát, vagyis az élőfakészletet, lombos fafajok esetében a levélzetet és vágáslap alatti fatérfogatot (tuskót, gyökérzetet) is magába foglalja. Ez utóbbiak számbavétele nélkül értelemszerűen földfeletti dendromasszáról beszélünk.

Fitomasszán az erdők összes növényi szervesanyagát értjük. Ez tehát magában foglalja a dendromasszát, az erdőben lévő cserjéket és lágyszárúakat, a lehullott avar-mennyiséget, valamint a csemetekertek és karácsonyfatelepek szervesanyagát, továbbá az erdei nyiladékok fütermését is.

Az *erdei biomassza* – a fitomasszán kívül – az erdőben élő állatokat is magába foglalja. A fentebb leírtakból is következően döntő hányadát az élőfakészlet adja, melyen az erdő faállományának kéregben mért, vágáslap feletti összes fatérfogatot értjük, lombos fafajok esetében levélzet nélkül, fenyők esetében pedig a tűkkel együtt.

Az egyes fákra, illetve faállományokra vonatkozó biomassza (dendromassza) vizsgálatoknál alkalmazott metodikai megoldások több évtizedre nyúlnak vissza.

Schlaegel (1982.) az *Acer negundo* biomassza-komponenseket számítására szolgáló H regressziós egyenleteknél H a d^2h -t használta független változóként.

Decei (1981.) másodfokú egyenletet használt a különböző földfeletti biomassza-komponensek, valamint a gyökér-biomassza meghatározására a $d_{1,3}$ függvényében.

Landis és tsai (1975.) a $d_{1,3}$ függvényben határozták meg a törzsfá, a kéreg, az ágfa, a lombzat, valamint a teljes földfeletti biomasszát (W) a következők szerint: $W = b_0 + b_1 d^2$.

Schönan és tsai (1981.) a biomassza komponensek meghatározásánál független változónak a $d_{1,3}^2$ értéket tekintették.

Forress (1969.) *Pinus radiata* állományok összes biomasszára vonatkozó vizsgálatok során az alábbi egyenletekkel dolgozott:

egyenlet sorszáma	függő változó	független változó	R ²	rangsorszám az R ² alapján
1	ln (biomassza)	ln($d_{1,3}$)	0,978	2
2	ln (biomassza)	ln($d_{1,3}$), ln(h)	0,979	1
3	biomassza	$d_{1,3}$, $d_{1,3}^2$	0,960	3
4	biomassza	$d_{1,3}^2 h$	0,909	4

Hepp és tsai (1982) loblolly fenyőállományok földfeletti biomassza meghatározására dolgozták ki összefüggést az alábbiak szerint:

$$\ln W = b_0 + b_1 A + b^2 \ln G,$$

ahol: W = súly 1 ha-ra vonatkozóan, A = a faállomány kora, G = a faállomány ha-onkénti körlapösszeg.

Williams és tsai (1991.) egykorú, luc-jegenyefenyő elegyes állományok földfeletti összes biomasszájára dolgozták ki összefüggést termőhelyi (fatermési) osztályok szerint az alábbi formában:

$$y = b_0 + b_1 \cdot A + b_2 \text{SI} \cdot A^2 + b_3 \text{SI} \cdot A^3,$$

ahol: A = a faállomány kora; SI = termőhelyi (fatermési) osztály.

Hazai vonatkozásban az akácokhoz kapcsolódóan Bondor A. és tsai (1984.), Führer E, Molnár S. (2003.) és Rédei K. (2003.) által írt tanulmányok érintik a dendromassza (biomassza) számbavételek metodikai vonatkozásai.

A VIZSGÁLATOK HELYE ÉS MÓDSZERE

Az akác földfeletti dendromasszája egyes fákra vonatkozóan

Az akác egyes fák földfeletti dendromasszájának szerkezeti megoszlására vonatkozóan részletes méréseket végeztünk 65, eltérő eredetű, korú és átmérőjű faegyedén. Magassági és növtér-osztályok szerint is elkülönítettük a vizsgált fákat, hogy minél megbízhatóbb összefüggéseket kapjunk a teljes fa (a földfeletti dendromassza) különböző szempontok szerint csoportosított összetevői között.

A részletes adat-felvételezések eredményeként a törzsfára, a vastagfára és a vékonyfára, valamint a fa többi részére vonatkozóan olyan adatokat kaptunk, amelyek segítségével a dendromassza összetevőit a hasznosítás szempontjából is elfogadható pontossággal meg lehet határozni. A terepen végzett mérések során kapott, illetve számított adatokat az alábbiak szerint foglaltuk táblázatos formába:

1. a fa sorszáma,
2. famagassági osztály,
3. növtér-osztály,
4. mellmagassági átmérő (cm),
5. famagasság (m),
6. koronahányad (%),
7. vastagfa (átmérő > 5 cm) (köb tartalma kéregben és kéreg nélkül) (m^3),
8. törzsfa (m^3),
9. vékonyfa (átmérő < 5 cm) (m^3),
10. a földfeletti összesfa (7+9) (köb tartalma kéregben és kéreg nélkül) (m^3),
11. a kéreg köb tartalma (m^3),
12. a nyers levélzet köb tartalma (m^3),
13. a vastagfa tömege élőnedves állapotban (kg),
14. a vékonyfa tömege élőnedves állapotban (kg),
15. a földfeletti összesfa tömege élőnedves állapotban (kg),
16. a nyers levélzet tömege élőnedves állapotban (kg),
17. a kéreg (kg),
18. a vastagfa térfogattömege kéreg nélkül (kg/m^3),
19. a vékonyfa térfogattömege kéreg nélkül (kg/m^3),
20. a nyers levélzet térfogattömege kéreg nélkül (kg/m^3).

A vastagfa köbözése 2 méteres szakaszonként, törzselemzéssel történt. A vékonyfa és a nyers (élőnedves) levélzet térfogatát xylometrálással, a tömegadatokat súlyméréssel határoztuk meg.

Az egyes fák földfeletti összes fatérfogata megoszlásának vizsgálatánál saját vizsgálati anyagunkon túlmenően figyelembe vettük Fekete Z. (1937.) és Sopp L. (1974.) e

témában végzett kutatási eredményeit, illetve adatik egy részét is felhasználtuk munkánk során.

Az általunk vizsgált akácfaék élőnedves állapotban meghatározott térfogattömege:

- ✦ vastagfára vonatkozóan: 971 kg/m^3 ,
- ✦ vékonyfára vonatkozóan: 913 kg/m^3 .

Abszolút száraz állapotban – laboratóriumi vizsgálatok alapján – meghatározott térfogattömege:

- ✦ vastagfára vonatkozóan: 727 kg/m^3 ,
- ✦ vékonyfára vonatkozóan: 700 kg/m^3 volt.

A térfogattömeg átlagértékek meghatározása kapcsán az alább felsorolt főbb következtetésekre jutottunk:

- ✦ az egyes akác populációkban a fák térfogattömeg-értékei egymástól eltérőek. A populáción belüli eltérés – abszolút értékét tekintve – mindig nagyobb, mint az egyes populációk közötti eltérés;
- ✦ a nagyobb átmérőcsoportba tartozó fák térfogattömege általában nagyobb;
- ✦ az átlagos évgűrűsűrűség és a térfogattömeg értékek között matematikailag igazolható összefüggést nem találtunk;
- ✦ a vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy 25 év felett a kor nem befolyásolja jelentősen a fák térfogattömegét. 30 éves kortól kezdődően – elsősorban a sarjeredtnél – gyakoribb a fák tövében jelentkező bélkorhadás.

Az *élőnedves lombzat mennyiségének* meghatározására többféle eljárást ismer a nemzetközi és hazai szakirodalom. Nem egységes ugyanakkor az egyes fák dendromasszájának vizsgálata során kialakítandó csoport-felosztás. Több külföldi szerző a levélzet különválasztása helyett a korona biomasszájának elemzését végzi el, ennek során a koronát alakító vastag és vékony ágak térfogatát és tömegét is vizsgálja a levélzeten kívül. Eltérőek az értékelési metodikák a tekintetben is, hogy az élőnedves lombzat (levélzet) tömegét milyen szerkezeti tényezők (mellmagassági átmérő, famagasság stb.) függvényében állapítsuk meg.

Elemzéseink során a *lombzat* vizsgálatát külön biomassza összetevő egységként kezelve végeztük el, tömegét a mellmagassági átmérő függvényében határoztuk meg.

Matematikai összefüggést kerestünk a mellmagassági átmérő ($d_{1,3}$ cm) és az élőnedves lombzat (kg) mennyisége között. A korreláció-számítás elvégzése eredményeként lineáris összefüggést állapítottunk meg a két tényező között.

Az összefüggés egyenlete: $y = -2,25130 + 0,68785x$, ahol: $x = d_{1,3}$ (cm-ben), $r^2 = 0,811$.

Az élőnedves állapotban mért lombtömegén kívül laboratóriumi körülmények között meghatároztuk a lomb tömegét abszolút száraz állapotban is. Az egyes mellmagassági átmérőkhöz tartozó lombtömeget élőnedves állapotban, valamint a lombtömeget (t) élőnedves és abszolút száraz állapotra vonatkoztatva az 1. táblázat tartalmazza.

I. táblázat. Akác egyes fák lombjának mennyisége a mellmagassági átmérő függvényében

$d_{1,3}$ (cm)	A lomb térfogata élőnedves állapotban (m^3)	A lomb tömege		$d_{1,3}$ (cm)	A lomb térfogata élőnedves állapotban (m^3)	A lomb tömege	
		élőnedves	absz. száraz			élőnedves	absz. száraz
		állapotban				állapotban	
		(t)				(t)	
	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
4	0006	0005	0001	23	0192	0136	0035
5	0016	0012	0003	24	0261	0142	0037
6	0026	0019	0005	25	0211	0149	0039
7	0036	0026	0007	26	0221	0156	0040
8	0045	0032	0008	27	0231	0163	0042
9	0055	0039	0010	28	0241	0170	0044
10	0065	0046	0012	29	0251	0177	0046
11	0075	0053	0014	30	0261	0184	0048
12	0085	0060	0016	31	0270	0191	0050
13	0095	0067	0017	32	0279	0197	0051
14	0105	0074	0019	33	0289	0204	0053
15	0114	0081	0021	34	0299	0211	0055
16	0123	0087	0023	35	0309	0218	0057
17	0133	0094	0025	36	0319	0225	0058
18	0143	0101	0026	37	0329	0232	0060
19	0153	0108	0028	38	0339	0239	0062
20	0163	0115	0030	39	0348	0246	0064
21	0173	0122	0032	40	0358	0252	0065
22	0183	0129	0033				

Itt kell megjegyeznünk, hogy a lombzat tömegének alakulását a mellmagassági átmérőn kívül több tényező (a faállomány záródása, a fa magassági osztálya, öröklött tulajdonságok stb.) is befolyásolja. Ez az oka többek között annak, hogy ugyanazon átmérőértékhez különböző lombtömeg értékek tartozhatnak. A nemzetközi és hazai kutatások alapján – módszerünkhöz hasonlóan – a mellmagassági átmérő függvényében vizsgálható leghatározottabban a lombzat súlyalakulása.

A kéregtérfogat mennyiségének megállapításánál saját mérési eredményeinken túlmenően Sopp L. (1974.) adatait is figyelembe vettük.

A rendelkezésre álló alapadat-halmaz számítógépes feldolgozásával készítettük el az akác egyes fákra vonatkozó tömegtáblázatot (2. táblázat), amely a mellmagassági átmérő és a fagemassza függvényében tartalmazza az akác egyes fák térfogatát, tömegét, élőnedves és abszolút száraz állapotban, vékony- és vastagfa bontásban, a lomb tömegét, valamint az összes tömeget élőnedves és abszolút száraz állapotban.

A táblázat összeállításához felhasznált alapösszefüggéseket kifejező egyenletek a következők:

- egyes fákra vonatkozóan (összes földfeletti biomaszsa, vastagfa kéreggel, ágfa kéreggel, lombzat):

$$Y = b_0 + b_1 d_{1,3}^2 \quad Y = \text{teljes fa v. összetevőinek súlya (kg)}$$

$$(Y = b_0 + b_1 d_{1,3}^2) \quad d_{1,3} = \text{mellmagassági átmérő}$$

$$\log Y = b_0 + b_1 \log d_{1,3}^2 h \quad h = \text{teljesfa magasságai}$$

- vékonyfa térfogata (m^3):

$$v_{ve} = 0,027342 + 0,26603d_{1,3} - 0,00204h - 0,19796d_{1,3}^2 + 0,00582(hd_{1,3}^2) + 0,00805 \ln(hd_{1,3}^2) \quad (r^2 = 0,997);$$

- vastagfa térfogata (m^3):

$$v_{vg} = -0,15716 + 0,15889d_{1,3} + 0,00382h + 3,60439d_{1,3}^2 + 0,24029(hd_{1,3}^2) - 0,03329 \ln(hd_{1,3}^2) \quad (r^2 = 0,999);$$

- összesfa térfogata (m^3):

$$v_{\text{összes}} = -0,12981 + 0,42492 d_{1,3} + 0,00179 h + 3,40643d_{1,3}^2 + 0,24612(hd_{1,3}^2) - 0,02524 \ln(hd_{1,3}^2) \quad (r^2 = 0,999)$$

ahol: h = a fa magassága, $d_{1,3}$ = a fa mellmagassági átmérője kéregben.

Az itt közölt függvények alapján a 2. táblázat adatsorai a függvények értelmezési tartományán belül tetszőlegesen bővíthetők, illetve módosíthatók.

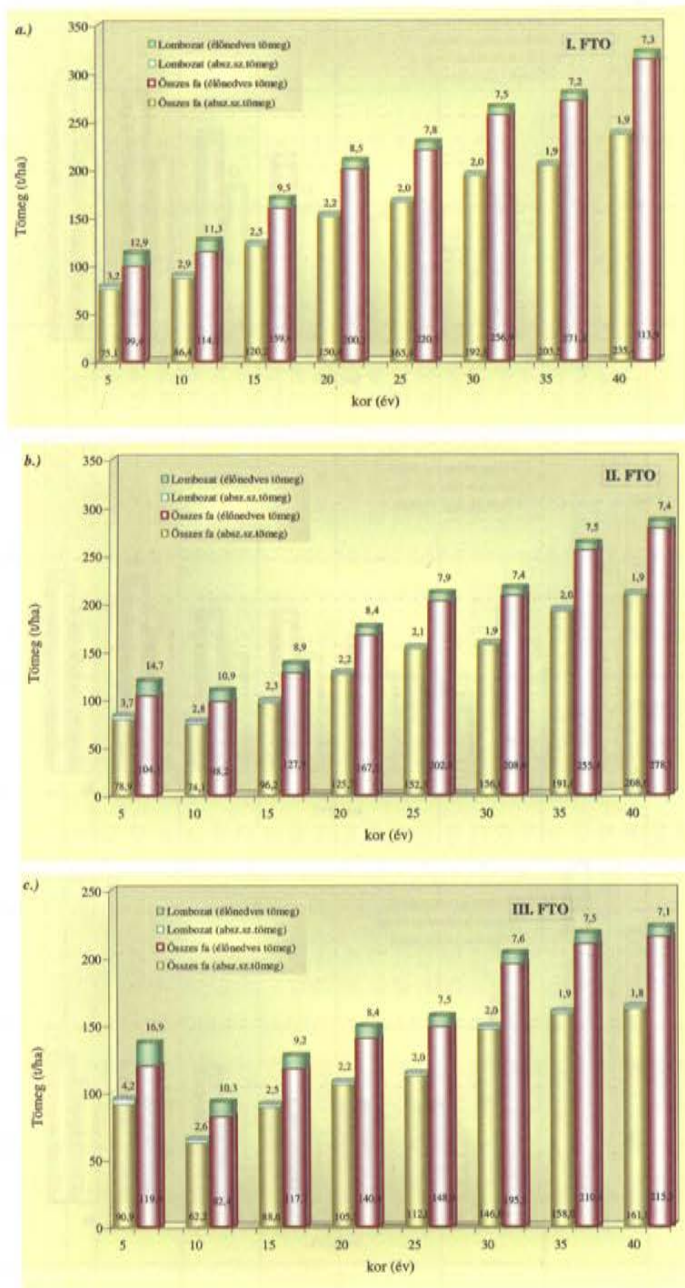
Akácállományok földfeletti dendromasszája

Az akác egyes fák dendromasszájának alapadatai alapján vizsgáltuk és elemeztük az akácok földfeletti dendromasszájának alakulását.

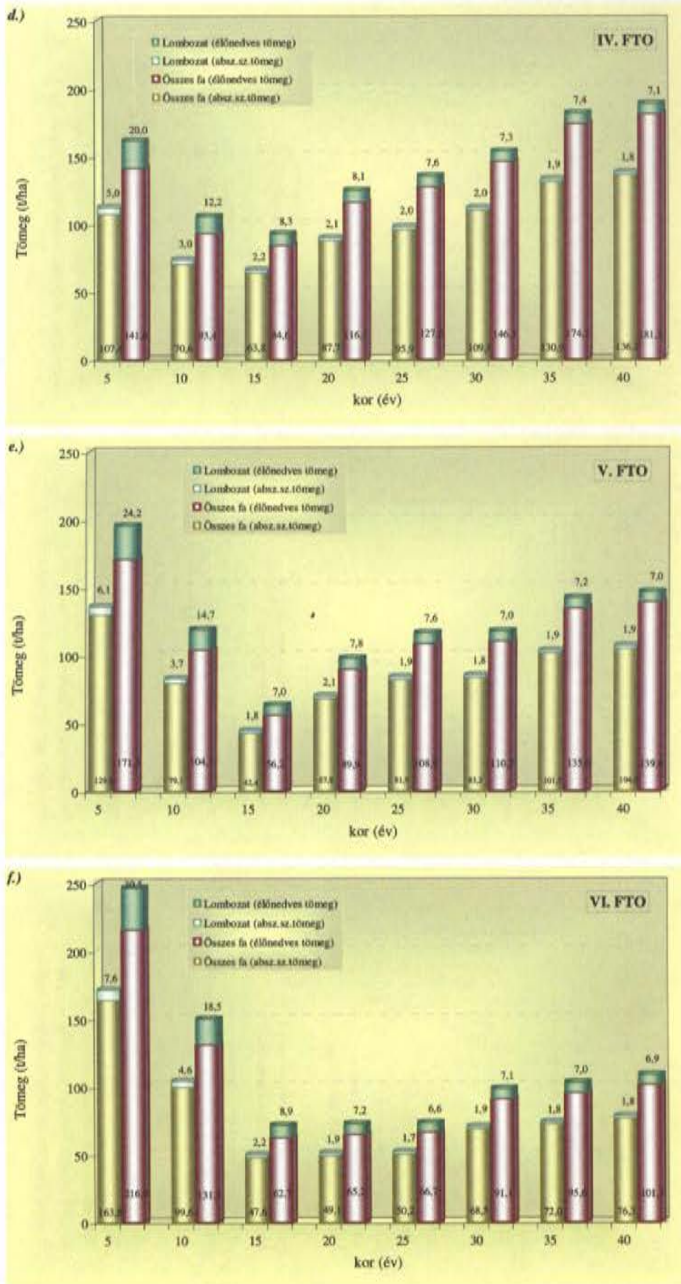
A faállományok – így az akácok – valamennyi dendromassza összetevőjének meghatározása az összefüggések sokrétősége miatt rendkívül bonyolult feladat. Nem tisztázott teljes mértékben továbbá az sem, hogy az egyes összetevők korral való változása milyen matematikai összefüggésekkel írható le.

Az akácállományok földfeletti dendromasszájának szerkezeti és tömegmegoszlására vonatkozóan részletes külföldi irodalmi adatok nem álltak rendelkezésünkre. Így az akácok dendromassza-összetételének kimunkálását saját vizsgálatainkra, valamint a hazai akácokra vonatkozó fatermési és faállomány-szerkezeti kutatások anyagaira támaszkodva végeztük el.

A 3. táblázaton tájékoztató jelleggel közöljük a jelenleg használatos akác fatermési tábla (Rédei K., 1984.) hat fatermési osztálya szerint az akácok összes fájának (vékonyfa és vastagfa bontásban) és lombzatának köbtartalmát élőnedves állapotban; a vékonyfa, a vastagfa, az összesfa, a lombzat és a földfeletti összes dendromassza tömegét (lásd még 1. a-f. ábrákai) abszolút száraz állapotra vonatkoztatva, t-ban. A vékony- és vastagfa arányát Burján A. (1976.) alapján határoztuk meg. Az adatokat az egészállományra és 1 ha-ra vonatkoztattuk. A táblázat adatai jól hasznosíthatók az akácok földfeletti dendromassza összetételének és tömegének közelítő becslésére.



1. a–c. ábra. Mag- és sarjeredetű akácok tömegértékei fatermési osztályok (Fatermési tábla – Rédei, 1984.) szerint



1.d-f. ábra. Mag- és sarjeredetű akácok tömegértékei fatermési osztályok (Fatermési tábla – Rédei, 1984.) szerint

2. táblázat. Akác egyes fák tömegtáblázata

d (cm)	h (m)	Térfogat (m ³)			A fa tömege élőnedves állapotban (kg)			A fa tömege abszolút száraz állapotban (kg)			A lomb tömege (kg)		Összes tömeg (kg)	
		vékonyfa	vastagfa	összesen	vékonyfa	vastagfa	összesen	vékonyfa	vastagfa	összesen	élőnedves állapotban	absz. száraz állapotban	élőnedves állapotban	abszolút száraz állapotban
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	6	0,0102	0,0138	0,0240	9,313	13,340	22,653	7,140	10,033	17,173	3,2	0,8	25,853	17,973
	7	0,0100	0,0158	0,0258	9,222	15,342	24,564	7,070	11,486	18,556	3,2	0,8	27,764	19,356
	8	0,0098	0,0171	0,0269	8,947	16,604	25,551	6,860	12,432	19,292	3,2	0,8	28,751	20,092
9	7	0,0127	0,0212	0,0339	11,595	20,585	32,180	8,890	15,413	24,303	3,9	1,0	36,080	25,303
	8	0,0121	0,0228	0,0349	11,047	22,139	33,186	8,470	16,575	25,045	3,9	1,0	37,086	26,045
	9	0,0118	0,0251	0,0369	10,773	24,372	35,145	8,260	18,247	26,507	3,9	1,0	39,046	27,507
10	8	0,0150	0,0299	0,0449	13,695	29,033	42,728	10,500	21,737	32,237	4,6	1,2	47,328	33,437
	9	0,0145	0,0324	0,0469	13,238	31,460	44,698	10,150	23,555	33,705	4,6	1,2	49,298	34,905
	10	0,0143	0,0346	0,0489	13,055	33,596	46,651	10,010	25,154	35,164	4,6	1,2	51,251	36,364
11	8	0,0181	0,0378	0,0559	16,525	36,704	53,229	12,670	27,480	40,150	5,3	1,4	58,529	41,550
	9	0,0172	0,0407	0,0579	15,703	39,519	55,222	12,040	29,589	41,629	5,3	1,4	60,522	43,029
	10	0,0168	0,0441	0,0609	15,338	42,821	58,159	11,760	32,060	43,820	5,3	1,4	63,459	45,220
	11	0,0158	0,0481	0,0639	14,425	46,705	61,130	11,060	34,968	46,028	5,3	1,4	66,430	47,428
12	9	0,0205	0,0504	0,0709	18,717	48,938	67,655	14,350	36,640	50,990	6,0	1,6	73,655	52,590
	10	0,0196	0,0543	0,0739	17,895	52,725	70,620	13,720	39,476	53,196	6,0	1,6	76,620	54,796
	11	0,0186	0,0583	0,0769	16,982	56,609	73,591	13,020	42,384	55,404	6,0	1,6	79,591	57,004
	12	0,0190	0,0609	0,0799	17,347	59,134	76,481	13,300	44,274	57,574	6,0	1,6	82,481	59,174
13	10	0,0228	0,0661	0,0889	20,816	64,183	84,999	15,960	48,055	64,015	6,7	1,7	91,699	65,715
	11	0,0221	0,0708	0,0929	20,177	68,747	88,924	15,470	51,472	66,942	6,7	1,7	95,624	68,642
	12	0,0219	0,0740	0,0959	19,994	71,854	91,848	15,330	53,798	69,128	6,7	1,7	98,548	70,828
	13	0,0210	0,0790	0,1000	19,173	76,709	95,882	14,700	57,433	72,133	6,7	1,7	102,582	73,833
14	11	0,0256	0,0833	0,1089	23,373	80,884	104,257	17,920	60,559	78,479	7,4	1,9	111,657	80,379
	12	0,0250	0,0879	0,1129	22,825	85,350	108,175	17,500	63,903	81,403	7,4	1,9	115,575	83,303
	13	0,0243	0,0936	0,1179	22,186	90,885	113,071	17,010	68,047	85,057	7,4	1,9	120,471	86,957
	14	0,0245	0,0974	0,1219	22,366	94,575	116,941	17,150	70,809	87,959	7,4	1,9	124,341	89,859
15	12	0,0286	0,1033	0,1319	26,112	100,304	126,416	20,020	75,099	95,119	8,1	2,1	134,516	97,219
	13	0,0276	0,1093	0,1369	25,198	106,130	131,328	19,320	79,461	98,781	8,1	2,1	139,428	100,881
	14	0,0275	0,1144	0,1419	25,107	111,083	136,190	19,250	83,169	102,419	8,1	2,1	144,290	104,519

2. táblázat folytatása

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	12	0,0324	0,1205	0,1529	29,581	117,005	146,586	22,680	87,603	110,283	8,7	2,3	155,286	112,583
	13	0,0311	0,1268	0,1579	28,394	123,123	151,517	21,770	92,184	113,954	8,7	2,3	160,217	116,254
	14	0,0303	0,1336	0,1639	27,664	129,726	157,390	21,210	97,127	118,337	8,7	2,3	166,090	120,637
	15	0,0299	0,1400	0,1699	27,298	135,940	163,238	20,930	101,780	122,710	8,7	2,3	171,938	125,010
17	13	0,0349	0,1460	0,1809	31,864	141,760	173,624	24,430	106,142	130,572	9,4	2,5	183,024	133,072
	14	0,0334	0,1545	0,1879	30,494	150,019	180,513	23,380	112,322	135,702	9,4	2,5	189,913	138,202
	15	0,0339	0,1610	0,1949	30,950	156,331	187,281	23,730	117,047	140,777	9,4	2,5	196,681	143,277
18	14	0,0370	0,1759	0,2129	33,781	170,798	204,579	25,900	127,879	153,779	10,1	2,6	214,679	156,379
	15	0,0366	0,1843	0,2209	33,416	178,955	212,371	25,620	133,986	159,606	10,1	2,6	222,471	162,206
	16	0,0351	0,1928	0,2279	32,046	187,208	219,254	24,570	140,166	164,736	10,1	2,6	229,354	167,336
19	14	0,0410	0,1989	0,2399	37,433	193,132	230,565	28,700	144,600	173,300	10,8	2,8	241,365	176,100
	15	0,0395	0,2094	0,2489	36,063	203,327	239,390	27,650	152,239	179,889	10,8	2,8	250,190	182,689
	16	0,0372	0,2197	0,2569	33,963	213,329	247,292	26,040	159,722	185,762	10,8	2,8	258,092	188,562
	17	0,0360	0,2289	0,2649	32,868	222,262	255,130	25,200	166,410	191,610	10,8	2,8	265,930	194,410
20	15	0,0419	0,2360	0,2779	38,255	229,156	267,411	29,330	171,572	200,902	11,5	3,0	278,911	203,902
	16	0,0404	0,2465	0,2869	36,885	239,352	276,237	28,280	179,205	207,485	11,5	3,0	287,737	210,485
	17	0,0386	0,2583	0,2969	35,242	250,809	286,051	27,020	187,784	214,804	11,5	3,0	297,551	217,804
	18	0,0376	0,2683	0,3059	34,328	260,519	294,847	26,320	195,054	221,374	11,5	3,0	306,347	224,374
21	15	0,0444	0,2645	0,3089	40,537	256,829	297,366	31,080	192,291	223,371	12,2	3,2	309,566	226,571
	16	0,0436	0,2764	0,3200	39,807	268,384	308,191	30,520	200,943	231,463	12,2	3,2	320,391	234,663
	17	0,0415	0,2884	0,3299	37,889	280,036	317,925	29,050	209,666	238,716	12,2	3,2	330,125	241,916
	18	0,0429	0,2980	0,3409	39,167	289,358	328,525	30,030	216,646	246,676	12,2	3,2	340,725	249,876
22	16	0,0473	0,3056	0,3529	43,185	296,737	339,922	33,110	232,171	265,281	12,9	3,3	352,822	258,581
	17	0,0448	0,3201	0,3649	40,902	310,817	351,719	31,360	232,712	264,072	12,9	3,3	364,619	267,372
	18	0,0426	0,3343	0,3769	38,894	324,605	363,499	29,820	243,036	272,856	12,9	3,3	376,399	276,156
23	16	0,0512	0,3371	0,3883	46,746	327,324	374,070	35,840	245,071	280,911	13,6	3,5	387,670	284,411
	17	0,0505	0,3504	0,4009	46,106	340,238	386,344	35,350	254,740	290,090	13,6	3,5	399,944	325,090
	18	0,0452	0,3710	0,4162	41,267	360,241	401,508	31,640	269,717	301,357	13,6	3,5	415,108	304,857
	19	0,0453	0,3826	0,4279	41,358	371,504	412,862	31,710	278,150	309,860	13,6	3,5	426,462	313,360
24	16	0,0556	0,3689	0,4245	50,763	358,202	408,965	38,920	268,190	307,110	14,2	3,7	423,165	310,810
	17	0,0513	0,3876	0,4389	46,837	376,359	423,196	35,910	281,785	317,695	14,2	3,7	437,396	321,395
	18	0,0485	0,4054	0,4539	44,280	393,643	437,923	33,950	294,725	328,675	14,2	3,7	452,123	332,375
	19	0,0482	0,4197	0,4679	44,006	407,528	451,534	33,740	305,121	338,861	14,2	3,7	465,734	342,561

2. táblázat foytatása

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	17	0,0550	0,4239	0,4789	50,215	411,606	461,821	38,500	308,175	346,675	14,9	3,9	476,721	350,575
	18	0,0524	0,4425	0,4949	47,841	429,667	477,508	36,680	321,697	358,377	14,9	3,9	492,408	362,277
	19	0,0500	0,4609	0,5109	45,650	447,534	493,184	35,000	335,074	370,074	14,9	3,9	508,084	373,974
	20	0,0500	0,4769	0,5269	45,650	463,069	508,719	35,000	346,706	381,706	14,9	3,9	523,619	385,605
26	18	0,0564	0,4815	0,5379	51,493	467,536	519,029	39,480	350,050	389,530	15,6	4,0	534,629	393,530
	19	0,0527	0,5022	0,5549	48,115	487,636	535,751	36,890	365,099	401,989	15,6	4,0	551,351	405,989
	20	0,0514	0,5205	0,5719	46,928	505,405	552,333	35,980	378,403	414,383	15,6	4,0	567,933	418,383
	21	0,0512	0,5377	0,5889	46,746	522,106	568,852	35,840	390,907	426,747	15,6	4,0	584,452	430,747
27	18	0,0605	0,5214	0,5819	55,236	506,279	561,515	42,350	379,057	421,407	16,3	4,2	577,815	425,607
	19	0,0558	0,5442	0,6000	50,945	528,418	579,363	39,060	295,633	334,693	16,3	4,2	595,663	438,893
	20	0,0538	0,5651	0,6189	49,119	548,712	597,831	37,660	410,827	448,487	16,3	4,2	614,131	452,687
	21	0,0541	0,5828	0,6369	49,393	565,898	615,291	37,870	423,695	461,565	16,3	4,2	631,591	465,765
28	19	0,0596	0,5883	0,6479	54,415	571,239	625,654	41,720	427,694	469,414	17,0	4,4	642,654	473,814
	20	0,0567	0,6112	0,6679	51,767	593,475	645,242	39,690	444,342	484,032	17,0	4,4	662,242	488,432
	21	0,0570	0,6299	0,6869	52,041	611,633	663,674	39,900	457,937	497,837	17,0	4,4	680,674	502,237
	22	0,0551	0,6518	0,7069	50,306	632,897	683,203	38,570	478,858	517,428	17,0	4,4	700,203	516,828
29	19	0,0633	0,6326	0,6959	57,793	614,255	672,048	44,310	459,900	504,210	17,7	4,6	689,748	508,810
	20	0,0603	0,6576	0,7179	55,054	638,529	693,583	42,210	478,075	520,285	17,7	4,6	711,283	524,885
	21	0,0591	0,6798	0,7389	53,958	660,085	714,043	41,370	494,214	535,584	17,7	4,6	731,743	540,184
	22	0,0578	0,7031	0,7609	52,771	682,710	735,481	40,460	511,153	551,613	17,7	4,6	753,181	556,213
30	19	0,0671	0,6788	0,7459	61,262	659,115	720,377	46,970	493,487	540,457	18,4	4,8	738,777	545,257
	20	0,0638	0,7051	0,7689	58,249	684,652	742,901	44,660	512,607	557,267	18,4	4,8	761,301	562,067
	21	0,0617	0,7302	0,7919	56,332	709,024	765,356	43,190	530,855	574,045	18,4	4,8	783,756	578,845
	22	0,0603	0,7556	0,8159	55,054	733,687	788,741	42,210	549,321	591,531	18,4	4,8	807,141	596,331
31	20	0,0682	0,7537	0,8219	62,266	731,842	794,108	47,740	547,939	595,679	19,1	5,0	813,208	600,679
	21	0,0643	0,7826	0,8469	58,706	759,904	818,610	45,010	568,950	613,960	19,1	5,0	835,710	618,960
	22	0,0637	0,8092	0,8729	58,158	785,733	843,891	44,590	588,288	632,878	19,1	5,0	862,991	637,878
	23	0,0637	0,8342	0,8979	58,158	810,008	868,166	44,590	606,463	651,053	19,1	5,0	887,266	656,053
32	20	0,0718	0,8041	0,8759	65,553	780,781	846,334	50,260	584,580	634,840	19,7	5,1	866,034	639,940
	21	0,0668	0,8361	0,9029	60,988	811,853	872,841	46,760	607,844	654,604	19,7	5,1	892,541	659,704
	22	0,0660	0,8639	0,9299	60,258	838,847	899,105	46,200	628,055	674,255	19,7	5,1	918,805	679,355
	23	0,0661	0,8918	0,9579	60,349	865,938	926,287	46,270	648,338	694,608	19,7	5,1	945,986	699,708
33	21	0,0700	0,8899	0,9599	63,910	864,093	928,003	49,000	646,957	695,957	20,4	5,3	948,403	701,257
	22	0,0683	0,9216	0,9899	62,358	894,874	957,232	44,660	670,003	714,663	20,4	5,3	977,632	719,963
	23	0,0683	0,9516	1,0199	62,358	924,004	986,362	47,810	691,813	739,623	20,4	5,3	1006,762	744,923

3. táblázat. Mag- és sarjeredetű akácok tömegtáblázata (Fatermési tábla: Rédei, 1984).

1 ha

Fatermési osztály	Kor	H _m	D _{L3}	N	Egészállomány														
					Összes fa	Összes fából vékonyfa	Összes fából vastagfa	Vastagfából kéreg	Lombozat	Vékonyfa	Vastagfa	Összesfa	Lombozat	Földfeletti össz dendromassza	Vékonyfa	Vastagfa	Összesfa	Lombozat	Földfeletti össz dendromassza
	év	m	cm	db	m ³					abszolút száraz tömeg (t)					élőnedves tömeg (t)				
I.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
I. FTO	5	7,2	5,2	4 045	45	19,2	25,8	7,2	6,5	28,6	46,5	75,1	3,2	78,3	37,3	62,1	99,4	12,9	112,3
	10	13,0	9,8	2 458	134	39,3	94,7	26,5	16,0	24,6	61,8	86,4	2,9	89,3	32,1	82,6	114,7	11,3	126,0
	15	17,4	14,5	1 173	178	34,5	143,5	40,2	13,4	22,6	97,6	120,2	2,5	122,7	29,5	130,3	159,8	9,5	169,3
	20	20,6	18,6	785	226	30,7	195,3	50,8	12,8	19,8	130,6	150,4	2,2	152,6	25,8	174,5	200,3	8,5	208,8
	25	22,9	22,0	606	267	30,2	236,8	61,6	12,8	18,1	147,3	165,4	2,0	167,4	23,6	196,7	220,3	7,8	228,1
	30	24,4	24,9	505	304	28,9	275,1	66,0	13,2	17,7	175,1	192,8	2,0	194,8	23,1	233,8	256,9	7,5	264,4
	35	25,5	27,4	441	333	28,3	304,7	73,1	13,6	16,7	186,8	203,5	1,9	205,4	21,8	249,6	271,4	7,2	278,6
40	26,3	29,7	398	362	26,8	335,2	80,4	14,2	16,8	218,6	235,4	1,9	237,3	21,9	292,0	313,9	7,3	321,2	
II. FTO	5	6,4	4,7	4 595	39	16,7	22,3	6,2	7,4	32,8	46,1	78,9	3,7	82,6	42,8	61,3	104,1	14,7	118,8
	10	11,6	8,8	2 793	113	36,2	76,8	21,5	15,4	23,1	51,0	74,1	2,8	76,9	30,1	68,1	98,2	10,9	109,1
	15	15,5	13,0	1 333	149	31,3	117,7	33,0	12,7	19,6	76,6	96,2	2,3	98,5	25,6	102,3	127,9	8,9	136,8
	20	18,4	16,6	893	188	32,7	155,3	40,4	11,9	21,2	104,5	125,7	2,2	127,9	27,6	139,6	167,2	8,4	175,6
	25	20,5	19,7	688	222	27,3	194,7	50,6	11,2	18,1	134,2	152,3	2,1	154,4	23,6	179,2	202,8	7,9	210,7
	30	21,8	22,3	574	252	28,5	223,5	53,6	10,5	17,1	139,5	156,6	1,9	158,5	22,3	186,3	208,6	7,4	216,0
	35	22,8	24,5	502	278	26,4	251,6	60,4	10,6	17,6	174,0	191,6	1,9	193,6	22,9	232,5	255,4	7,5	262,9
40	23,5	26,6	452	300	25,5	274,5	65,9	10,4	17,1	191,5	208,6	2,0	210,5	22,3	255,8	278,1	7,4	285,5	
III. FTO	5	5,6	4,2	5 295	32	13,7	18,3	5,1	8,5	37,8	53,1	90,9	4,2	95,1	49,3	70,6	119,9	16,9	136,8
	10	10,2	7,7	3 225	94	34,3	59,7	16,7	14,5	22,1	40,1	62,2	2,6	64,8	28,9	53,5	82,4	10,3	92,7
	15	13,7	11,5	1 539	122	29,0	93,0	26,0	13,1	20,5	68,1	88,6	2,5	91,1	26,7	91,0	117,7	9,2	126,9
	20	16,2	14,7	1 031	153	29,7	123,3	32,1	11,8	19,8	85,7	105,5	2,2	107,7	25,9	114,5	140,4	8,4	148,8
	25	18,0	17,4	795	181	31,5	149,5	38,9	10,6	18,9	93,1	112,0	2,0	114,0	24,6	124,3	148,9	7,5	156,4
	30	19,2	19,7	663	204	25,1	178,9	42,9	10,8	17,5	129,3	146,8	2,0	148,8	22,8	172,7	195,5	7,6	203,1
	35	20,1	21,6	579	225	25,4	199,6	47,9	10,6	17,3	140,7	158,0	1,9	159,9	22,5	187,9	210,4	7,5	217,9
40	20,7	23,4	522	243	25,8	217,2	52,1	10,0	16,6	145,2	161,8	1,8	163,6	21,6	193,9	215,5	7,1	222,6	

3. táblázat folytatása

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
IV. FTO	5	4,8	3,6	6 254	26	11,1	14,9	4,2	10,0	44,7	62,7	107,4	5,0	112,4	58,2	83,4	141,6	20,0	161,6
	10	8,8	6,7	3 801	75	29,4	45,6	12,8	13,7	26,9	43,7	70,6	3,0	73,6	35,1	58,3	93,4	12,2	105,6
	15	11,8	9,9	1 814	98	28,7	69,3	19,4	11,8	18,2	45,6	63,8	2,2	66,0	23,7	60,9	84,6	8,3	92,9
	20	14,0	12,7	1 215	121	25,4	95,6	24,9	11,5	17,9	69,8	87,7	2,1	89,8	23,3	93,2	116,5	8,1	124,6
	25	15,6	15,1	937	144	27,9	116,1	30,2	10,7	18,0	77,9	95,9	2,0	97,9	23,5	104,1	127,6	7,6	135,2
	30	16,7	17,0	781	162	28,2	133,8	32,1	10,4	18,5	91,4	109,9	2,0	111,9	24,2	122,1	146,3	7,3	153,6
	35	17,4	18,8	683	177	24,1	152,9	36,7	10,4	17,2	113,7	130,9	1,9	132,8	22,4	151,8	174,2	7,4	181,6
	40	17,9	20,3	615	192	23,6	168,4	40,4	10,0	16,2	120,0	136,2	1,8	138,0	21,1	160,2	181,3	7,1	188,4
V. FTO	5	4,1	3,0	7 568	21	9,0	12,0	3,4	12,1	54,0	75,9	129,9	6,1	136,0	70,5	101,0	171,5	24,2	195,7
	10	7,4	5,7	4 604	59	25,0	34,0	9,5	12,0	32,9	46,2	79,1	3,7	82,8	42,9	61,4	104,3	14,7	119,0
	15	10,0	8,4	2 198	76	29,8	46,2	12,9	9,9	15,1	27,3	42,4	1,8	44,2	19,7	36,5	56,2	7,0	63,2
	20	11,8	10,7	1 472	94	23,2	70,8	18,4	11,0	16,3	51,5	67,8	2,1	69,9	21,2	68,7	89,9	7,8	97,7
	25	13,2	12,7	1 135	110	23,1	86,9	22,6	10,8	16,7	65,2	81,9	1,9	83,8	21,8	87,1	108,9	7,6	116,5
	30	14,1	14,4	946	124	24,9	99,1	23,8	9,9	16,2	67,0	83,2	1,9	85,0	21,2	89,5	110,7	7,0	117,7
	35	14,7	15,9	827	136	23,9	112,1	26,9	10,2	17,3	84,2	101,5	1,8	103,4	22,6	112,4	135,0	7,2	142,2
	40	15,1	17,2	745	146	25,4	120,6	28,9	9,9	17,7	87,2	104,9	1,8	106,8	23,1	116,5	139,6	7,0	146,6
VI. FTO	5	3,3	2,5	9 538	15	6,4	8,6	2,4	15,3	68,1	95,7	163,8	7,6	171,4	88,8	127,2	216,0	30,5	246,5
	10	6,0	4,6	5 796	45	19,2	25,8	7,2	9,3	41,4	58,2	99,6	4,6	104,2	54,0	77,3	131,3	18,5	149,8
	15	8,1	6,9	2 767	56	23,9	32,1	9,0	10,0	19,8	27,8	47,6	2,2	49,8	25,8	36,9	62,7	8,9	71,6
	20	9,7	8,8	1 853	69	22,1	46,9	12,2	10,2	15,3	33,8	49,1	1,9	51,0	20,0	45,2	65,2	7,2	72,4
	25	10,7	10,4	1 429	80	23,4	56,6	14,7	9,3	14,3	35,9	50,2	1,9	51,9	18,7	48,0	66,7	6,6	73,3
	30	11,5	11,8	1 191	90	21,4	68,6	16,5	10,1	15,8	52,7	68,5	1,9	70,4	20,7	70,4	91,1	7,1	98,2
	35	12,0	13,0	1 041	99	22,7	76,3	18,3	9,9	16,0	56,0	72,0	1,8	73,8	20,8	74,8	95,6	7,0	102,6
	40	12,3	14,1	938	107	23,8	83,2	20,0	9,8	16,4	59,9	76,3	1,8	78,1	21,4	80,1	101,5	6,9	108,4

IRODALOMJEGYZÉK

- Bondor A., Halasz A., Keresztesi B., Sali E. 1983. Az erdei biomassza számbavétele és hasznosítása. Erdészeti Kutatások, Vol. 75:141–146, Bp.
- Burján Á. 1976. Az egyszerűsített méretcsoportos vágásbecslés és választék-tervezési eljárás alkalmazása akác fafajra. ERTI kutatási jelentés, Bp.
- Decei, J. 1981. Biomass of high productivity trees and young beech stands. Proc. S.h.1., 125–128, Kyoto
- Fekete Z. 1937. Akác fatermési táblák a Magyar Alföld számára. Sopron.
- Forress, W.G. 1969. Variations in the accumulation, distribution and movement of mineral nutrients in radiata pine plantations. Ph.D. thesis.
- Führer E., Molnár S. 2003. A magyarországi élőfakészletében tárolt szén mennyisége. Faipar, 2, Bp.
- Halupa L., Rédei K. 1992. Establishment of forests primarily for energetic purpose. Erdészeti Kutatások, Vol. 82–83:267–286.
- Halupa L., Veperdi I., Veperdi G. 2000–2001. Energia célú faültetvények faterméstani vizsgálata. Erdészeti Kutatások, Vol. 90:87–98.
- Halupáné Grósz Zsuzsanna 1983. Adatok a fafajok térfogati sűrűségéről és térfogatsúlyáról. Erdészeti Kutatások, Vol. 75:49–66., Budapest
- Hepp et al. 1982. Estimating crown biomass in loblolly pine plantations the Carolina Flatwoods. For. Sc., 28:115–127.
- Landis, T.B. et al. 1975. tree strata biomass Spruce-fir stands in South western Colorado. For. Sc., 21:9–12.
- Rédei K. 1984. Akácok fatermése (Akác fatermési tábla, 1984.). ERTI kutatási jelentés, Kecskemét
- Rédei K. 2003. Az akác termesztés-fejlesztésének biológiai alapjai. MTA Doktori értekezés, Bp.
- Schlaegel, B.E. 1982. *Acer negundo* biomass component regression analysis for the Mississippi Delta. Forest Sc., 28:355–358.
- Schönan, A.P.G. et al. 1981. Preliminary biomass studies in young Eucalyptus. Proc. S.h.1., 51–58, Kyoto
- Sopp L. 1974. Fatömeg számítási táblázatok, fatermési táblákkal. Mg. Kiadó, Bp.
- Williams, R.A. et al 1991. Comparison of site index and biomass production of spruce-fir stands by soil drainage class in Maine. For. Ec. And Man. 41:279–290.
- Veperdi I., Halupa L., Osváth-Bujtás Z. 2004. Energetikai faültetvények és energia erdők komplex vizsgálata. ERTI kutatási jelentés (9-FVM/i-T1/kOO858/1/2004), Bp.

AZ AKÁC ÜLTETVÉNYSZERŰ TERMESZTÉSE

ERDŐS LÁSZLÓ¹

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ültetvényerdők elterjedését az erdők szociális, jóléti szolgáltatásai iránti igények idézték elő. Ma világszerte elterjedt a fenyők, nyárok és az Eucalyptus minősített fajtáinak mezőgazdasági földeken, agronómiai módszerekkel való termesztése, ami meghatározó a világ faellátásában. A hazai klíma és talajadottságok kedvezőek az akác termesztésére, területileg már a legelterjedtebb fafajunk. A fa-nyersanyag iránt növekvő ipari és energetikai igények indokolják az ültetvényeszerű eljárások vizsgálatát, illetve az innen származó fa-nyersanyagoknak a távlati földhasználatban, az agrár- és vidékfejlesztésben játszó szerepének szélesebb körű áttekintését. A tanulmány egy – döntően saját forrásból végzett – kísérlet adataira támaszkodva ismerteti az akác ültetvényeszerű termesztésének technológiai műveleteit, és várható nemzetgazdasági eredményeit.

KULCSSZAVAK: szántóföldi fatermesztés, rentábilis földhasználat, ipari-energetikai nyersanyag, munkahely-teremtés

ABSTRACT

PLANTATION GROWING OF BLACK LOCUST

Spreading of plantation forests have been brought about by demands for social and welfare service of forests. Growing certified varieties of pines, poplars and eucalyptus with agronomic methods have extended all over the world, which is essential for timber supply. Climate and soil factors of our country are favourable for growing black locust which is our prevailing tree species. Growing industrial and energetic demands for timber account for tests of plantation growing methods. The role played by timber coming from plantation growing in future land use and agronomic and rural development should be extensively reviewed. Based on an experiment mostly subsidized from own funds, this study describes the plantation growing technologies of black locust and their expected results in the national economy.

KEYWORDS: farmland tree plantation, profitable land use, industrial-energetic raw material, working place establishment

¹ okleveles erdőmérnök, mosanszky@t-online.hu

AZ ÜLTETVÉNYERDŐK ELTERJEDÉSE ÉS SZEREPE

Az ültetvényerdők megjelenése az 1950–1960-as évekre vezethető vissza, amikor a nemzetközi segélyszervezetek (ENSZ, FAO) a trópusi térség tűzifa hiányát kívánták enyhíteni. Ekkor indultak azok a projektek, amelyek a gyorsan növő fajokkal hoztak létre faültetvényeket.

Miután az élelmiszertermelés is hasonló fontossággal bírt, ezért a két célt többnyire összekapcsolták, így alakult ki az ún. „agroforestry” eljárás, ami mind a két célt szolgálta. Az ezt követő évtizedekben az erdők társadalmi és szociális szerepét felismerő igények nagyobb beleszólást igényeltek az erdőgazdálkodás folytatásába, ami döntően a fakitermelések korlátozásával járt. Ez elsősorban Észak- és Dél-Amerikát, továbbá Óceánia országait érintette, ahol a faipari konszernek hatalmas őserdőket pusztítottak el és erdőtürvényi szabályozások hiányában nem gondoskodtak azok felújításáról.

Az előálló fahiány pótlására költséges kutatási munkák eredményeként fokozatosan jöttek létre az ültetvényerdők, elsősorban az *Eucalyptus*, a fenyők és a nyárok nemesített fajtáival. Az adott célra legalkalmasabb fajtákat – fa nyersanyagot – mezőgazdasági földeken, agrotechnikai eljárásokkal (optimális víz- és tápanyag ellátás, növényvédelem, csepegtető öntözés, szuszpenzált műtrágya adagolás) állították elő. A vágásforduló a nyárok és *Eucalyptus*nál 4–5 éves, a fenyőknel 20–25 éves. Az évi növedék a klímától illetve a termelés intenzitásától függően 15–35 m³/ha között mozog. A termelési cél döntően a faapríték, cellulóz vagy falemez ipari célok. A tág hálózatu *Pinus radiata* telepítések pedig a magas minőségű fűrészfűrész árút szolgáltatják. A faapríték, mint homogén árú hatalmas tartályhajókban távoli világárszerekre is olcsón szállítható. Chile 2,6 millió ha ültetvényerdei látják el alapanyaggal Kína, Japán, Korea papíriparát. A világ hengeres fa felhasználásának egyharmadát az összes erdőterület alig 5%-át kitevő ültetvényerdők adják, az innen származó faanyag folyamatosan növekszik (Schulzke, 2003.). Ez az eljárás rövid idő alatt nagy mennyiségben azonos minőségű faanyag elérését teszi lehetővé. A mediterrán országokból elterjedt nyárfa termesztés vagy a franciaországi Landes tartomány tághálózatu fenyő telepítései (600 ezer ha), lényegileg ugyanezt a célt szolgálták.

Az ültetvényerdők telepítése már Európában is elterjedt. Portugália és Spanyolország együtt 1,2 millió ha fenyőt és *Eucalyptus*t, hasonlóan Anglia és Írország közel 500-500 ezer ha fenyőt telepített. Ezek a telepítések a megállapított EU-s kvóták határára (élelmiszer termelés csökkentése) EU-s forrásokból jöttek létre. Az eredményeket pozitívan ítélték meg, mert elősegítette a racionális földhasználatot, javította a foglalkoztatást, a belföldi faellátást és az exportot.

Napjainkban a klímaváltozás mérséklését szolgáló nemzetközi egyezmények az energiaerdők széleskörű elterjesztését tervezik. Ez a termelési mód azonban kiesik az erdőgazdálkodás hatásköréből, de biológiai és technológiai tekintetben egyértelműen erdészeti tevékenység.

AZ AKÁC ÜLTETVÉNYSZERŰ TERMESZTÉSÉNEK TERMŐHELYI ÉS TECHNOLÓGIAI FELTÉTELEI

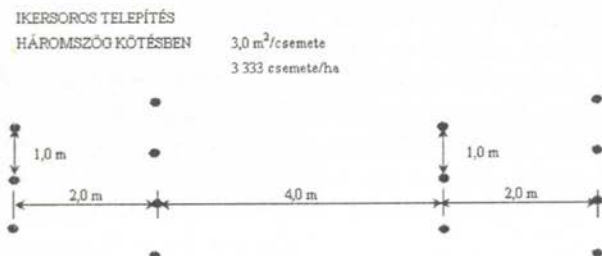
Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) termőhelyi igényeinek összefoglaló leírása a szakirodalomban bőven megtalálható. A talajvizsgálatok végzése az esetleges talajhibák és a várható fatermést illetően feltétlenül szükséges. Mivel az ültetvényszerű termesztés költségei a hagyományos eljárásnál lényegesen magasabbak, a ráfordítások megtérülése csak a közepes vagy az ennél is jobb fatermés esetén várható. A szakirodalomnak az egyes termőhely típusokon telepíthető fajokra vonatkozó ajánlásai azonban megfontolást igényelnek. Hosszú évtizedek alatt erdőtelepítésre csak a leggyengébb minőségű földek kerültek. Ma a helyzet lényegesen kedvezőbb. A mezőgazdasági művelésből kikerülő földeken általában tápanyagok akkumulálódnak, melynek hatása kedvező a növedékre.

Telepítés

Az ültetvényszerű telepítéseket csak géppel járható terepviszonyok esetén célszerű végezni. A talaj előkészítési és telepítési műveletek azonosak a szokásos gyakorlattal, vegyszeres gyomirtás, mélyszántás vagy forgatás, felszíni talajmunka (tárca, simító). A minőségi hengeresfa nyerése céljára legalkalmasabb a Nyírségben (Mándok, Tornyospálca), a gr. Forgách uradalomban az 1900-as évek elején kialakult gyakorlat (gr. Forgách, 1939.). Lényegileg zöld- vagy szerves trágyával javított, gyenge homoktalajokon végzett tághálózatú telepítés (2500 csemete/ha), 5 éves korig mezőgazdasági köztes műveléssel, többszöri nyesések, gyakori ápoló vágások. Véghasználat 20 éves korban, tuskózás, 5 éves mezőgazdasági művelés után újratelepítés. A földhasználatnak ez a formája jövedelmező volt a birtokos számára, javította a talaj minőségét és munkalehetőséget nyújtott a térség lakóinak. Az adott viszonyok közt magas földkultúrának minősült. Az erre vonatkozó első üzemtervet Kallivoda Andor 1912-ben készítette és az akác szálerdővel kapcsolatos váltógazdaság eszméjét az Alföld erdőgazdálkodásának sarkalatos kérdései közé sorolta (Kallivoda, 1934.). Ezt a váltógazdálkodást azonban az 1935. IV. Erdőtörvény megszüntette.

A következőkben bemutatott eljárások az említett technológiának napjainkban alkalmazható lehetőségeit követi.

Telepítési hálózat: ikersoros telepítés, háromszög-kötésben, tőtávolság 1,0 m. Ikersorok belső távolsága 2,0 m, sortávolság 4,0 m., csemeteszám 3333 db/ha (1. ábra).



1. ábra. Javasolt telepítési hálózat

Ez a tághálózatú telepítési forma Vadas J. száz évvel ezelőtt megjelent munkájában is szerepel (Vadas, 1911.). Ültetési anyag: erős gyökérzetű, válogatott kommersz csemete, gépi telepítés. A telepítést követően a csemetéket három rügyre visszametsszük.

Talajápolás

A talajápolásnak nagy szerepe van a gyomkonkurencia mérséklésében, a talaj levegőztetése, vízmegőrzése, a biológiai élet javítása terén. A tápanyagpótlásnak pedig feltétele a talaj kultúr állapotának fenntartása. Ez a telepítési forma csak az ikersorok közötti 4,0 m-es sávban – a tenyész-terület kétharmadán – teszi lehetővé a gépi munkák végzését. Ez – a fiatal telepítéseknél érzékelhető hátrány – megelőzhető a telepítés előtti totális gyomirtással, a tövek kapálásával vagy törpe- traktoros műveléssel. A talajápolásokat 3–4 éves korig többször is el kell végezni, ezt követően elég csak a tavaszi és az őszi művelés. Az őszi munkával a talajba kerül a lehulló lomb és a felve-rődött gyomnövények, amik jelentősen javítják a talaj szerves anyag tartalmát. Egy spanyolországi nyárfa kísérlet igazolta, hogy a rendszeres talajápolása 40%-kal emelte a (Molovny, 1992.) növedéket. A traktoros munkáknál fokozott figyelmet kell fordítani a tő-sérülések megelőzésére, mert ezek a károk később a törzsek pusztulását okozhatják.

Nyesések

Az ültetvényerdők fontos technológiai eleme a törzs-nyesés. Hazánkban általános az akác sűrű hálózatban való nevelése, ami az egyéb keménylombos fafajokhoz hasonlóan a természetes ágtsztulást szolgálja. Ez a gyakorlat viszont fékezi, visszaveti a fényigényes akác optimális növekedését. A neves nyárfa-kutató Kopecky Ferenctől származik a mondás: „nem szerencsés dolog a gyorsan növő fafajokat lassú növekedésre kényszeríteni”.

Esetünkben termelési cél a méretes, minőségi hengeres fa, ami a törzs alsó harmadán az ágak eltávolításával érhető el (korhadtt csomók, kéreg benövésék stb. megelőzése). Fontos ezért az egyszálazásnak a nyári hónapokban való elvégzése, a villák és az erős oldalhajtások zöld-nyesése. A gr. Forgách technológia a törzseket az első télen „ostornyélre” nyeste, azaz minden ágat eltávolított. A szerzőnek nincsenek erre vonatkozó tapasztalatai, de az erős oldalágak eltávolítása a vezérhajtás fejlődését segíti. A második évben hasonlóan végzünk zöld- és téli nyesést. A harmadik évben – ha a korábbi nyesést gondosan végeztük – már csak téli nyesésre kerül sor 2,5–3,0 m törzsmagasságig. A fiatalkori erős magassági növekedés miatt az 5–7. évben végzünk még egy nyesést, ami 6 m feletti ágmentes törzset biztosít.

Az ilyen magasságban végzett munkákhoz hazánkban eddig nem használatos japán, svéd speciális fogazatú fűrészek és teleszkópos nyelek alkalmasak. A jövőben különböző alumínium létrák használata is várható. A késve végzett vagy erős ágak levágásánál célszerű a szokásos növényvédőszer használata. A levágott ágak az ikersorba kerülnek, így nem akadályozzák a gépi munkák végzését, de célszerűbb a nyesedék aprítása és a területen való szétszórása. A nyesési munkák kétségtelenül

költség-igényesek, de az akác épület- és bútorigari felhasználásának bővülésével egyre keresettebb a minőségi rönk.

Tápanyagpótlás

Az álló ültetvényeknél a tápanyag feltöltés és pótlás szorosan hozzátartozik a termesztési technológiához. Az erre fordított költség a magasabb növedékekkel és a rövidebb megtérüléssel realizálódik. A mediterrán országokban általános a nyárasok műtrágyázása. Hasonlóan használatos a tengerentúli faültetvényeknél a különböző szilárd vagy szuszpenzált tápanyagpótlás. A szerző a talaj adottságokra való tekintettel szerves-trágyázási kísérletet folytatott (*Westsik, 1955.*), amit egy K+F pályázat is támogatott.

A tápanyagpótlás hatásvizsgálatára kívánatos a termőhelyi illetve az állományviszonyok részletes ismertetése.

A kísérlet helye: Mikebuda 40B Duna–Tisza közti homokhát. A terület a telepítés előtt a Ceglédi Állami Gazdaság kezelésében, mezőgazdasági művelés (rozs, tritikále) alatt állt, földminőség 6,5AK/ha. A telepítés 1992-ben egy éves pusztavacsi csemetével, gépi ültetéssel, 2,5 m × 0,8 m hálózatban történt. A telepítést még ebben az évben kárpótlásra jelölték ki, így további ápolásokat (egyszálazás, talajápolás) nem kapott. Az ültetvényszerű kezelés az állomány hatodik évében vette kezdetét.

Termőhelyi adottságok: humusz-szegény homoktalaj; többletvízthatástól független; közép mély termőréteg. Csapadék 360–600 mm, vegetációs időn belül 40–60%.

Laboratóriumi talajvizsgálati adatok

(Készítette: Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. laboratóriuma)



	0–50 cm	51–110 cm
pH (hydr.)	7,7	7,9
hy %	0,54	0,51
kap. vízemelés	282	433
humusz %	0,43	0,09
Talajmechanikai összetétel: %		
durva homok	17	13
finom homok	75	78
iszap	0	1
agyag	8	8
Felvehető tápanyag:		
	N	igen kevés
	P	jó közepes
	K	közepes
Javasolt célállomány:		
	erdei fenyő (közepes)	
	akác (gyenge)	

A kísérleti terület talajszelvénye
(száraz, gyengén humuszos – 0,43% – homoktalaj)

Az állomány 10 és 12 éves korában ha-onként 22 t istállótrágya kiszórása történt, 15 éves korban pedig 11 t. Hektáronként 22 t-ás kezeléssel az alábbi makro-tápanyagok kerültek a talajba: N-100 kg; P-60 kg; K-100 kg; C-3500 kg.

A kezelés kedvezően hatott a talajban élő mikro-organizmusok fejlődésére, javította a rhizobiumok nitrogén kötését, a talajnedvesség megtartását.

A szerves trágyázás hatása az eddigi vizsgálatok szerint a magassági növekedésben nem jelentős, az átmérő esetében az első évben 5 mm, a második évben 3 mm



Szerves trágyázás humuszszegény homoktalajon álló állományban

többlet jelentkezett a kontrollhoz viszonyítva. Ennek megbízható értékeléséhez azonban hosszabb időszak és több klimatikus tényező figyelembe vétele szükséges. A növedéket jelentősen befolyásolja az éves csapadék, elsősorban a vegetációs időn belüli mennyiség.

A szerves trágya beszerzési lehetősége azonban korlátozott, ezért törekedni kell az olcsóbb megoldásokra. A kéreg, vágástéri hulladék, szőlőgyümölcsös nyesedékek, kertészeti hulladékok komposztálásával illetve ennek felhasználásával hasonló ered-

mény várható. Sor kerülhet szerves trágya helyett zöldtrágyázásra is, amikor az őszi vetésű rozsot vagy más pillangós veteményt a virágzás előtt a talajba tárcsázzuk. Jobb minőségű talajokon természetesen eredményesen alkalmazható a műtrágyázás is.

Állománynevelés

Az állománynevelésnek a kitűzött célválaszték elérését kell szolgálnia. Esetünkben



15 éves ültetvényyszerűen kezelt akácos

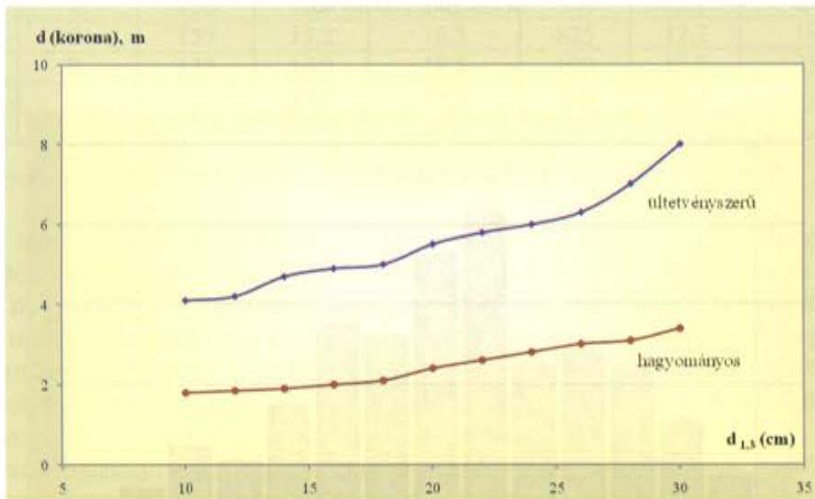
H=16,9 m; D=18,5 cm; N=700 db/ha; G=18,6 m³; folyónövedék-átlag: 24,8 m³/ha/év

ben termelési cél az épület- asztalos és bútorigipari célokra alkalmas faanyag. Természetesen egyéb célok is lehetnek, mint a faapríték (biomassza) vagy rúd-oszlop féleségek. A minőségi faanyag (koncentrikus és szabályos évgyűrűk, hibamentes rostszerkezet stb.) döntően csak szabályos térállásban nevelt állományokból nyerhető.

A fényigényes akác esetében ezeket a feltételeket a tág telepítési hálózat és az optimális záródás fenntartása elégíti ki.

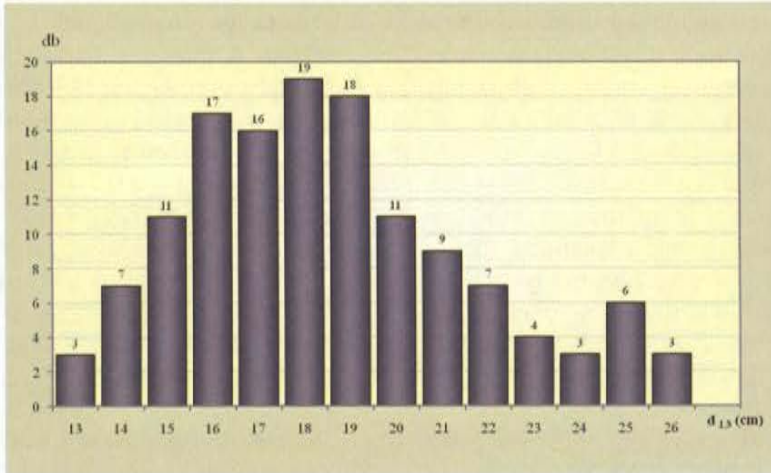
Az akácra készített állománynevelési modellek ezért itt nem alkalmazhatók. Ennek magyarázata, hogy az akác kitermelések hosszú évtizedek alatt elsősorban a bányászat, mezőgazdasági szerfás építkezések és a tűzifa igényt elégítették ki. A vastagabb méretű rönk elhelyezése nehézségekbe ütközött. A fatermési osztályokba való sorolás is érvényét veszti, mert az intenzív eljárással a termőhelyi különbségek kiegyenlítődnek, sőt felül is múlhatók. Az ápolóvágások elnevezései (tisztítás, törzskiválasztó gyérítés, növedékfokozó gyérítés) itt nehezen értelmezhetők, illetve összefolyanak. Egyetlen követelmény – gr. Forgách tapasztalatai szerint – a 0,7–0,8 alatti záródás folyamatos fenntartása. A növtér-bővítések idejét és mértékét a korona átmérő (asszimilációs felület) határozza meg, ami azonban nem a famagassággal, hanem a törzs-átmérővel van szoros összefüggésben. Az eltérő állomány nevelési módszer során fejlődött korona-átmérőket a 2. ábra tünteti fel (Rédei, 2006.). Az előzőekből az a következtetés vonható le, hogy 10–12 éves korig a koronafejlődéstől függően 3–4 évenként feltétlen szükséges növtér-bővítés, illetve a ha-onkénti 1000–1200 törzszám elérése a kívánatos.

Ezt követően valószínű csak 5–6 évente válik ismét szükségessé további törzszám csökkentés.

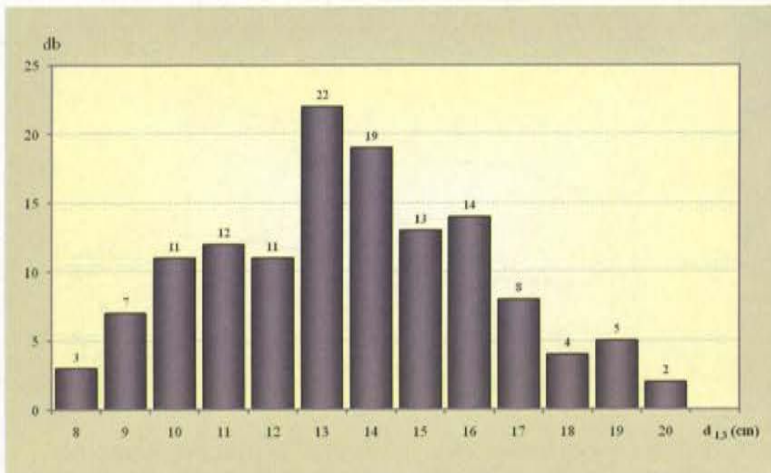


2. ábra. A törzsátmérő és a korona átmérő összefüggése a hagyományos (Rédei, 2006.) és az ültetvényeszerű állományban

Az eljárás eredményeit igazolják a törzs átmérők eloszlását bemutató 3 és 4. ábrák.



3. ábra. Törzsátmérők eloszlása 15 éves ültetvényszerű akác kísérletben (Mikebuda 40B) (törzsszám 700 db/ha)



4. ábra. Törzsátmérők eloszlása a kontroll, hagyományosan kezelt (első tisztítás után) állományban (törzsszám 1800 db/ha)

A véghasználati kor a növedéktől függően 25–30 év, amikor a törzsátmérő eléri a 28–30 cm-t. Az említett záródás esetében ez ha-onként 400–450 törzsszel. Az ápolóvágások és a véghasználati kitermelés után feltétlen szükséges a tuskóknak Roundapal vagy Medaillon-nal (hígítás nélkül) való lekenése. A sarjképződés elmaradása elsősorban a talaj víz- és tápanyagkészlet megőrzésében, de a felújítás során is számos előnnyel jár.

Fatermési eredmények

A növedék mérésére kísérleti parcellák szolgálnak, parcellánként 15–20 törzsszel, a szerves trágyázási kontrollhoz pedig egy 1000 m²-es terület. Az átlagfa, törzsszám, folyónövedék és körlap adatokat az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat. Fatermési adatok (Mikebuda 40B)

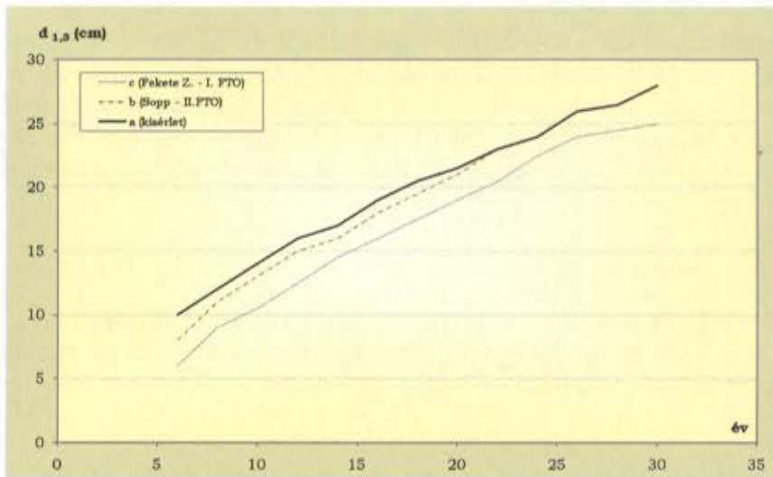
Kor	Parc. száma	Vizsg. törzs	Átlagfa méretek		N/ha	G	Folyónövedék
			h	d			
év		db	m	cm	db	m ²	m ³ /ha
7	4.	100	9,6	10,0	1020	8,2	16,5
9	9.	201	12,5	12,2	1058	12,4	17,0
11**	8.	150	14,3	14,6	900	15,1	23,3
13	9.	159	15,2	16,3	825	17,2	19,0
15**	9.	133	16,9	18,5	690	18,5	25,5
20*	....	....	17,7	23,5	560	24,3	....
25*	....	....	20,0	28,0	440	27,1	....

Megjegyzés: * prognosztizált adatok; ** szervestrágyázott parcella adatai

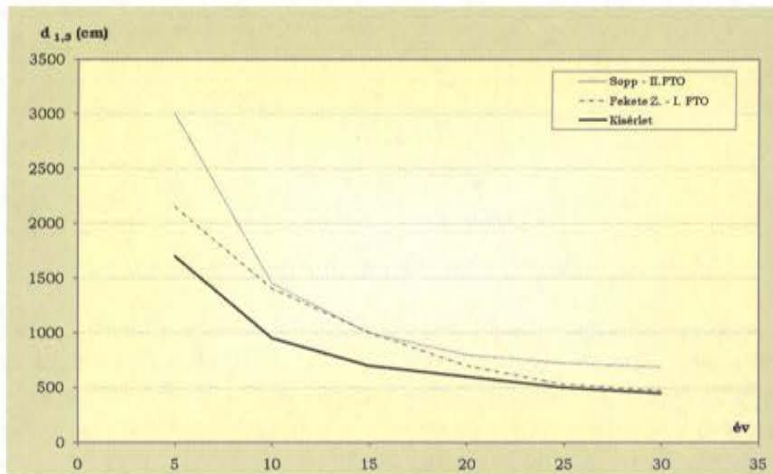
A termőhelyi adottságokhoz mérten az átlagfa-méretek illetve a folyónövedék meglepően magas, amit elsősorban a talajban akkumulálódott tápanyagok és a talajápolás magyaráznak. A szervestrágyázás előtti években az átmérő évi növekedése 1,22 cm, a magassági növekedés 1,40 m volt. A további növedék elérését elősegítette a szervestrágyázás, a tuskósarjak lefojtása, valamint a tágabb növőtér. Az agrotechnikai eljárások és a törzsszámnak a növedékre gyakorolt hatását az 5. és 6. ábrák tüntetik fel összehasonlítva a Shopp és a Fekete Z. fatermési tábla adataival.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a IV–V. fatermési osztálynak tekinthető talajon az ültetvényszerű eljárással közel két fatermési osztállyal magasabb növedék várható.

Befolyásolja a növedéket az éves csapadék, ezen belül is a vegetációs időben lehullott mennyiség. A mezőgazdaság számára aszályos években a szervestrágyázás ellenére is visszaesett a növedék (Erdős, 2004.).



5. ábra. A törzsátmérő növekedése a kísérletben, összehasonlítva különböző fatermési táblák adataival



6. ábra. A törzszám (N) alakulása a kor függvényében, összehasonlítva különböző fatermési táblák adataival

Összefoglaló megállapítások, javaslatok

Akác ültetvényerdők telepítésére elsősorban a szanált szőlő- és gyümölcs-ültetvények helyén, továbbá a mezőgazdasági művelésre kevésbé alkalmas homok-, barna-erdőtalanj változatokon van lehetőség. Az állami gazdaságok vezetői már korábban felismerték az ebben rejlő lehetőségeket, amit "szántóföldi fatermesztés"-nek neveztek (Izinger, 1991.). Az is kétségtelen, hogy a jelenlegi nagyvad – főleg szarvas

– állomány sok helyen kizárja az ilyen telepítések lehetőségét. Megoldás lehet a kerítés építése, a magasabb csemete számmal való telepítés és az ültetvényeszerű állománynevelésre való fokozatos áttérés.

Az akác piaci helyzetét vizsgálva megállapítható a kereslet növekedése, amit a „zöld energia” igények, a trópusi faimport csökkenése és a certifikációs rendszerek fokozatos érvényre jutása magyaráz. Az előhasználatok során nyert oszlop- és támszisztem anyagok, valamint a különböző megmunkálású (múszárított, gyalult, mart stb.) alkatrészek, félkész termékek komparatív előnyökkel bíró versenyképes árú az EU piacain (Fertő, 2001.). A trópusi keménylombos faimportot részben pótolhatja a minőségi akác faanyag, ahol a modern faipar technológiai folyamatai (toldások, táblásítás, termikus nemesítés stb.) alkalmazhatók (Erdős, 2001.). Az ilyen magaskészültségű termékek exportja lényegesen javítaná az egyre csökkenő élelmiszert exportot (Erdős, 2007.).

A fűrészipari feldolgozás mellett távlatilag szóba jöhet az akác kémiai – cellulózipar, metanol – feldolgozása is. Napjainkban az etanol gyártás – kötelező biotüzemanyag keveréssel – kerül előtérbe. Világméretű kérdőjel az élelmiszert vagy az energiatermelés prioritása. Brazília, USA és a skandináv államok költséges kutatásokat folytatnak az etanolnak fa-cellulózból való előállítására. Ennek megoldásával az etanolhoz jelenleg búzát és kukoricát használt óriási földterületek szabadulnának fel az élelmiszertermelés céljára.

Az akáctelegek hozamaként említeni szükséges a méztermelésben betöltött szerepét. Az akácerdők a legjobb méhlegelők. Az akácméz, mint hungarikum, jelentős exportárú.

Az ültetvényerdők intenzív kultúráknak tekinthetők, ahol magas élömunka-igény jelentkezik (csemetekerti munkák, talajápolás, nyesések stb.). Itt az alulképzett munkaerő, fiatal és idős korúak is alkalmazhatóak. Rendkívüli jelentősége van ezért az elmaradott régiókban, a magas munkanélküliségű térségekben az erdei munkalehetőségeknek. A telepítési lehetőségek éppen ott vannak, ahol a munkanélküliség országosan is a legmagasabb.

Az ültetvény erdők a gazdasági célok mellett nagymértékben szolgálnak közcélokra is különböző védelmi funkciókkal mint: erózió, defláció mérséklése, CO₂ lekötés, levegő és vizek tisztaságának védelme, rekreációs szolgáltatások. Telepítésük összhangban van az erre vonatkozó nemzetközi egyezményekkel, megállapodásokkal. Hozadékuk csökkenti a gazdasági nyomást, ami a természeteszerű erdőkre nehezedik, lehetővé teszi azok eredeti állapotban való fennmaradását. Ezáltal a környezet és a természetvédelmet szolgálják.

A monokultúras erdőtelepítéseknek számos ellenzője van, akik a nem őshonos fafajok, biodiverzitas csökkenése és egyéb ökológiai okok miatt fékezik és gátolják annak elterjedését. Ezen a téren már vannak a hátrányokat mérséklő megoldások. Így az erdőszegélyeknek cserjékkel és elegyes fafajokkal való kialakítása., vagy az erdő-tömbön belül öko-folyosók létesítése.

Az akác visszaszorítását hangoztatók felé kívánatos idézni....”a terület-egységre eső hozamok fokozásának fontos eszköze a termőhelynek legjobban megfelelő fafaj és nemesített fajták mellett a műtrágya körültekintő használata....a szabályozók ese-

tenkénti merevségén is enyhíteni, hogy azok elsősorban a termőhelyi viszonyoknak legjobban megfelelő, az adottságokat legjobban hasznosító fafajok telepítését segítsék elő...” (Madas, 1978.).

Jövőben nagy tartalék lehet a növedék emelésében a nemesített fajták termelésbe vonása. Ehhez azonban változnia kell az általánosan elterjedt akác-ellenes szemléletnek. Felhasználva az akác-nemesítés eddigi eredményeit, széleskörű üzemi kísérletek indítása kívánatos az adott térségekben a legjobb teljesítményt nyújtó fajták vizsgálata. Az ERTI és a Nyírerdő Zrt. fajtái és mikroszaporítási módszerei iránt nemcsak Európában, hanem távoli világrészekről – Kína, Chile – is nagy az érdeklődés. Fontos szerep vár a kutatásra és az innovációs munkákra.

Egy nagyobb ütemű ültetvényerdő telepítési program az agrárszerkezet módosítását igényli (Udovecz, 2006.). Ehhez gazdaságossági számítások, különböző területekre kiterjedő hatásvizsgálatok végzése szükséges. Azonos minőségű talajokon a mezőgazdasági és fatermeléssel történő hasznosítás esetén a fennálló növedék, hozamok, ráfordítás, jövedelem, eszköz-hatékonyság, töke-megtérülés stb. részletes elemzése, az EU-s és a nemzeti agrártámogatások figyelembe vételével. Ez az agrár- és az erdészeti műhelyek közös feladatát képezi.

A kísérlet megközelítő rentabilitását ismertetik a szerzőnek az ERTI bevonásával végzett számításai (Erdős, 2007.).

IRODALOMJEGYZÉK

- Udovecz G. 2006. Szerkezetváltási kényszerben a magyarországi mezőgazdaság. *Gazdálkodás* 2: 4–17.
- Izinger P., Klenczner A., Erdős L. 1991. Javaslat a szántóföldi fatermesztés kialakítására. Állami Gazdaságok Egyesülése (kézirat).
- Schulzke R., Liesbach M. 2003. Die Holzzucht. Hann.Münden 4.
- Forgách B. gr.1939. Az akác tenyésztése a nyírségi futóhomokon. *Erdészeti Lapok*, 10:
- Erdős L. 2001. Az akác a faipar ígéretes alapanyaga. *Profifa* 3.
- Erdős L.2004. Új irányok és lehetőségek a hazai akác termesztésben. *Erdészeti Lapok*,12:
- Fertő J., Hubbard J. 2001. Versenyképesség és komparatív előnyök a magyar mezőgazdaságban. *Közgazdasági Szemle*, 1.
- Vadas J. 1911. Az akácfa monográfiája. Bp.
- Rédei K. 2001. Az akác termesztés fejlesztésének biológiai alapjai és gyakorlata. Mezőgazda Kiadó, Bp.
- Kallivoda A. 1934. Az Alföld erdőségeinek talajáról, vágásfordulójáról. *Erdészeti Lapok* 4.sz.
- Molovny M. (szerk.) 1992. Los chopos Caja Rual Duero
- Westsik V. 1955. Laza homoktalajok okszerű művelése. Budapest.
- Erdős L. 2007. Ültetvényerdők szerepe a távlati földhasználatban. *Gazdálkodás*, 4:24–37.
- Madas A. 1978. Erdészeti politika. Akadémiai Kiadó, Budapest

ERDŐVÉDELEM

ERDŐÁLLAPOT VÁLTOZÁSOK VADDISZNÓSKERTEKBEN

KOLTAY ANDRÁS¹, HEGEDŰS PÉTER¹, SZENDREINÉ KOREN ESZTER²

ÖSSZEFOGLALÓ

1994 és 2003 között három dél-dunántúli vaddisznóskertben évente, közel azonos időszakokban, felmértük az erdőállományokban bekövetkezett változásokat. Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy az igen magas vadlétszám ellenére a vaddisznóskerti erdők egészségi állapotában jelentős változás nem történt, ugyanakkor a cserje, lágyszárú és talajszintben végzett vizsgálatok eredményei egyértelműen mutatták a vizsgált területek folyamatos degradációját. A vaddisznók magas száma miatt a lágyszárú szint összbőrítése évente átlagosan 3–5%-al csökkent. A vaddisznóskerteken belüli erdők leromlását jelzi, a természetes állapotra utaló lágyszárú fajok lassú csökkenése, és a degradációs fajok fokozatos emelkedése. Legjelentősebb negatív változást a kocsányos tölgy állományokban tapasztaltunk. A többi őshonos állományban a leromlás üteme kevésbé érzékelhető, míg a nem őshonos állományok degradációja sokkal erőteljesebb és gyorsabb. Megfigyeléseink szerint a magas vadlétszám mellett a klimatikus és más abiotikus tényezők is jelentős szerepet játszanak az erdők állapotának változásaiban.

KULCSSZAVAK: vaddisznóskert, erdő egészségi állapota, vadgazdálkodás, leromlás

ABSTRACT

INVESTIGATION OF FOREST STATE IN ENCLOSURES FOR KEEPING WILD BOARS

Three enclosures for keeping wild boars were investigated between 1994 and 2003 in Southern part of Transdanubia, Hungary. Some environmental changes of forests were registered yearly during investigations. Results showed that while the health conditions of sample trees have hardly changed in spite the very high density of wild boars, degradation of ground vegetation was evident. Total cover of herb-layer was decreased by 3–5 % per year as an average. A slow decrease of species indicating natural conditions and an increase of "degradation-species" were observed. The most significant changes were experienced in *Quercus robur* stands. The rates of changes were lower in case of stands of other native tree species and were high in stands of non-native tree species. On top of the high density of wild boars, climatic and other abiotic factors played a significant role in changes of forest condition.

KEYWORDS: wild boar, forest, enclosure, forest health conditions, game management, degradation, ground vegetation

¹ ERTI, Erdővédelmi Osztály, koltaya@erti.hu

² ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály, korene@erti.hu

BEVEZETÉS

Napjainkban a vadászattal és erdőgazdálkodással egyaránt foglalkozó tulajdonosok többsége gondolja úgy, hogy a vaddisznó vadászattatásában a jövő útja a jól működő vaddisznóskertek létrehozása. Ezt a tendenciát tükrözi, hogy manapság közel 100 vaddisznóskert üzemel hazánkban, melyek összterülete országosan mintegy 46 ezer hektárt tesz ki (Csányi, 2003.). A vaddisznók befogásával és kertben történő elhelyezésével egyrészt lényegesen csökken az erdei és mezőgazdasági vadkár mértéke, másrészt szakszerű működtetésük viszonylag jól tervezhető, biztos jövedelmet eredményez a gazdálkodók számára. Mindezeket figyelembe véve a vaddisznóskertek száma várhatóan emelkedni fog a jövőben.

Az egyre nagyobb erdőterületeket érintő intenzív vadtartás azonban új problémákat vet fel az erdőgazdálkodás és a környezetminőség megőrzésének szempontjából (Bartha et al. 2003.). Egyelőre nem ismerjük pontosan egy adott erdőterületen belül a természetesnél sokkal nagyobb vadlétszámból adódó változásokat, és az ebből fakadó esetleges károkat illetve ezek jellegét, mértékét. Az erre vonatkozó – konkrét vizsgálatokon alapuló ismeretek – rendkívül hiányosak, de néhány vadkizárásos kísérlet alapján bizonyított, hogy a nagyobb testű emlősök jelentős hatást fejtenek ki a vegetációra (Altbücker, 1998.). A vaddisznóskertekkel kapcsolatosan többnyire érzelmi, illetve vadászati oldalról hangzanak el vélemények, melyeket általában becsült értékekből kiinduló következtetések alapján alakítanak ki.

A '90-es évek közepétől az ERTI Erdővédelmi Osztálya egy vizsgálatosorozatot indított a Gyulaj ZRt. és a HM Kaszó Erdőgazdaság ZRt. területén újonnan létesült vaddisznóskertekben.

E kutatások elsődleges célja, hogy konkrét ismereteket szerezzünk az intenzív vadtartás erdőkre gyakorolt hatásáról. A vizsgálatok során igyekeztünk pontosan meghatározni a vad által okozott különféle kár típusokat, és ezek mértékét, valamint az erdei ökoszisztémában bekövetkező változások irányát és időbeni lefutásának törvényszerűségeit, mivel ezek alapján megbecsülhető az a vadlétszám és javasolt optimális időtartam, ami fenntartható anélkül, hogy irreverzibilis leromlás álljon be egy adott erdőterületen.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat 1994-ben indítottuk, a HM Kaszó Erdőgazdaság Rt.-nél, majd 1995-ben a Gyulaj Rt. Hőgyészi, és 1996-ban Nagydorogi erdészetének területén létesített vaddisznóskertekben (1. fotó). A kutatásokat mindhárom helyszínen még a vaddisznóskert céljára kijelölt területek bekerítése előtt kezdtük, a kiinduló állapotok felvételével, rögzítésével. A kutatásokat a Gyulaj ZRt. területén 2003 végén lezártuk, míg Kaszóban folyamatosan végezzük. A vizsgálatok kiterjedtek a vaddisznóskerti erdőállományok egészségi állapotának részletes rögzítésére, a cserje és lágyszárú növényzet cönológiai vizsgálatára, valamint a talajszerkezeti változások mérésére. E mellett a vadállományra vonatkozó aktuális adatokat is figyelembe véve (vadlétszám, befogások, betelepítések, kilövések, elhullás, természetes szaporulat, takarmányozás,

vadkár mértéke stb.) összehasonlító megfigyeléseket és elemzéseket végeztünk a kerten kívül kijelölt kontroll területekkel.

Az erdőállományok egészségi állapotának felvétele

A vaddisznókert nagyságától függően, de 100 hektáronként minimum három mintaterületet jelöltünk ki a vizsgálatokhoz. Az erdőrészeket kiválasztásakor fő szempontként szerepelt, hogy reprezentálják az erdőterületek állományait (kor, fajösszetétel, állományszerkezet). A vaddisznókerten kívül, a benti állományokhoz hasonló erdőkben kontroll parcellákat is kitűztünk. A vaddisznókertekben összesen 20, míg a külső területeken 11 (kontroll) parcellát jelöltünk ki (1. táblázat). A kiválasztott mintaterületeken parcellánként 25 állandósított, sorszámozott fa egészségi állapotát vizsgáltuk egyedenként, évente egy alkalommal, kora nyáron, június folyamán. Az állapotfelvétel során az ERTI által használt „Nemzeti erdő egészségi állapot felmérési metodikát” alkalmaztuk (Tóth, 1995.), melynek adatait felvételi lapokon rögzítettük. A minősítések során megállapítottuk a korona, a törzs, valamint a gyökfő és gyökér elváltozásait, amennyiben lehetséges megjelölve a közvetlen kiváltó okokat is (kórokozók, károsítók megnevezésével). Az értékelések során az éves adatokat összehasonlítottuk és meghatároztuk az egyes területeken bekövetkezett változások minőségi és mennyiségi értékeit.

1. táblázat. A kísérleti parcellák megoszlása

	Kísérleti parcellák száma			Vaddisznókert, Terület (ha)
	belül	kívül	összes	
Högyész	10	6	16	386
Nagydorog	6	3	9	267
Kaszó	4	2	6	160
Összes	20	11	31	813

Cönológiai vizsgálatok

A nagyszámú vad taposása, túrása valamint az erős nitrifikálódás következtében változás történik a lágyszárú és cserjefajok dominancia és borítottsági viszonyai terén. Ennek mértékét – az egészségi felvételezéssel egy időben – cönológiai vizsgálatokkal rögzítettük (Jakucs, 1981.), amelyek eredményei alapján megállapítható a bekövetkező bolygatás, degradálódás mértéke, jellege.

Az egészségi felvételezéssel egy időben – a kijelölt mintafák által határolt területen – évről-évre elvégeztük a cserje és lágyszárú növényzet állapotvizsgálatát. A felvételi adatok tartalmazzák az egyes fajok %-os borítottsági értékeit és annak változásait. A fajokat a „Természetvédelmi Érték Kategóriák” besorolás alapján degradált, illetőleg természetes állapotokra utaló fajok csoportjára osztottuk (Simon, 1988., 1992.). A két csoport összesített idősoros adatait parcellánként értékeltük.

Mindezek mellett a területek állapotában bekövetkezett változások vizsgálata során figyelemmel kísértük a vad járása, taposása, túrása miatt kialakult bolygatásokat, melyeket intenzitásuk és kiterjedésük alapján évente százalékosan meghatároztunk.

Talajszerkezeti vizsgálatok

Az állományok cönológiai és egészségi vizsgálatán túl a talaj állapotában bekövetkező változásokat is vizsgáltuk. A kutatások kezdetén, a talajok feltételezett szerkezetromlásának nyomon követésére, a kiválasztott erdőrészekben elvégeztük a talaj fizikai szerkezetére vonatkozó vizsgálatokat, amit ötvenként megismételtünk. Ennek során meghatároztuk a talajok térfogatsúlyát, differenciált pórusterét és mechanikai összetételét, melyekkel a talajok fizikai állapotának és vízgazdálkodásának jellemzése történik (Stefanovits, 1977.).

A vaddisznó létszámra vonatkozó adatfelvételek

A bekerített területeken a vaddisznók egyedszámára vonatkozó adatokat a területi illetékes vadászati osztálytól kaptuk meg minden év végén. Az évenkénti adatok tartalmazzák az év elején becsült nyitó készletet, a befogások valamint a becsült szaporulat mennyiségét, továbbá az elhullást és a levadászott egyedek számát. Ezek összesítésé alapján határoztuk meg az átlagos populációméretet az adott kertekben.

EREDMÉNYEK

A vizsgált vaddisznóskertek 160 ha (Kaszó), 267 ha (Nagydorog), 386 ha (Högyész) nagyságúak. Domborzati viszonyait tekintve a Gyulaj ZRt. területén lévő högyészi kert dombvidéken, míg a másik kettő síkvidéken található. A vaddisznóskertek céljára kijelölt területeken általában a környékre jellemző erdőtípusok találhatók. Kaszón, a kerten belül uralkodó a változatos korösszetételű akác, e mellett az idősebb éger és kisebb részben idősebb vagy középkorú kocsányos tölgy, valamint vegyes korú és fafajösszetételű kemény lombos állományok. E mellett nagy területű bokros, ligetes részek váltakoznak kisebb nagyobb vadföldekkel, etetőkkal. Högyészen a kert jelentős részét különféle korú akác erdő borítja, míg kisebb részén: változatos korú cser, kőris, helyenként hegyi juhar található. Nagydorogon, a gyenge homoki termőhelyen, középkorú és idősebb erdei- és feketefenyő az uralkodó, míg a viszonylag jobb termőhelyeken kisebb foltokban vegyes korosztályú cseres-kocsányos tölgyes és akác állományok állnak.

A vaddisznóskert céljára kijelölt területek bekerítését követően a vaddisznó létszám évről évre fokozatosan emelkedett, mivel a befogások és a természetes szaporulat aránya mindig felülmúlta az elhullás és az éves kilövések számát. A vaddisznók számában jelentős a szezonális ingás, ugyanis a külső területekről befogott állatokkal egész évben folyamatosan töltik fel a kerteket, ezzel szemben a téli vadászatok során hirtelen és drasztikusan csökken a vaddisznók száma.

A vizsgált területeken a vadászati üzemtervi adatok szerint, a vadeltartó képességet figyelembe véve, 100 hektáronként maximum 3–3,5 vaddisznó jelenléte lenne

elfogadható. Ezzel szemben a kertekben átlagosan 60–110 disznó él 100 hektáronként, ami 25–30 szorosa a szabadföldön előírásosnak. Ez a vadászat szempontjából megfelelő, sőt kedvezőnek tekinthető, ugyanakkor az erdőterületre nézve igen erős terhelést jelent.

A változások nyomon követése az eredeti, kiinduló állapotok rögzítésével indult a leendő vaddisznókerten belüli, valamint a kerten kívüli (kontroll) területeken. Az eddigi vizsgálatok eredményei nagyon tarka képet mutatnak. Korántsem tapasztaltunk egyöntetű változást a kijelölt parcellákban, erdőállományokban. A vizsgált állományrészek adatait elemezve ugyanakkor sikerült bizonyos összefüggéseket, trendeket találnunk a területen bekövetkező változásokkal kapcsolatosan.

A fák egészségi állapotának többéves felvételi adatai egyértelműen azt mutatták, hogy a vizsgált időszakban nem jelentkeztek olyan mérhető káros elváltozások a különféle fafajokon, amelyek egyértelműen a magas vadlétszámmal hozhatók összefüggésbe. Elsősorban az időjárási szélsőségek – hó és jégtörések, valamint viharkárok – idéztek elő mérhető károkat, amelyek azonban egyaránt jelentkeztek a belső és a külső területeken. Az abiotikus károk következtében jelentősen változtak a fényviszonyok, ami a cönológiai felvételek adataiból egyértelműen érzékelhető volt, hasonlóan a vágásterületeken megfigyelt változásokhoz (Horváth és Csontos, 1992.). Az egyes években jelentkező szélsőségesen száraz időjárás is jelentős hatással volt az állományokra, de ez elsősorban a lágyszárúakon és csak kisebb mértékben a fás szárúakon volt mérhető.

Közvetlenül a vaddisznók jelenlétéből adódó károk a vizsgált fák esetében csak a gyökfőben és a törzsek alsó felén mutatkoztak. Elsősorban akác területeken tapasztaltunk dörzsölésből és az agyaraktól származó sérüléseket, de ezek a károk sehol nem érték el a kritikus mértéket, azaz a fák szíjácsa csak kevés helyen sérült (2. fotó). A dörzsöléses károk a vizsgált állományok alig 20%-án jelentkeztek, igaz az adatok nagy szélsőségeket takarnak. Míg egyes parcellákban a vizsgált fák 70%-án találtunk dörzsölést, addig más helyeken egyáltalán nem jelentkezett ez a kárforma. A jelentősebb mértékű kéregdörzsölés minden esetben olyan állományokra volt jellemző, amelynek közelében szóró, illetve dagonya található (3. fotó). Ezekben a parcellákban észleltük a legnagyobb mértékben a taposásból és túrásból adódó bolygatást is, ami egyértelműen az előzőekben említett okokra vezethető vissza.

A cönológiai vizsgálatok során már az első felmérések igazolták azt a tényt, miszerint a nem őshonosnak tekintett fafajok állományai fajszegényebbek és az itt tenyésző növények jelentős többsége a degradációs fajok közé tartozik. Ennek megfelelően a vizsgált akác, feketefenyő és erdeifenyő állományok ilyen szempontból eleve degradáltak minősültek (Bölöni et al., 2005.). Az őshonosnak tekinthető fafajok állományai ezzel szemben fajszámában és természetességi mutatóiban is közel optimálisnak mutatkoztak a vizsgálatok kezdetén.

Ezzel szemben a kezdeti állapotok felvételei igen változó képet rögzítettek az összehasonlítás tekintetében. Mind a külső, mind a belső területeken az azonos fafajösszetételű állományokon belül is jelentős eltéréseket tapasztaltunk, amelyek kezdetben egyértelműen az állomány záródásával voltak összefüggésben, de később egyre inkább a vad által előidézett bolygatásokból adódott az eltérés. A többéves adat-

felvételek szerint a belső parcellák közel 90 százalékánál fokozatos és folyamatos csökkenés mutatkozott az összborítás mértékében, míg néhány területen változatlan, vagy gyengén emelkedő mértéket rögzítettünk. Az összborítás a külső kontroll parcellákban kisebb ingadozásokkal, de közel azonos volt a vizsgált évek során.

A vaddisznóskerten belül – és egyben kívül is – az összborítást tekintve a legkisebb változást a cser (*Quercus cerris*) állományokban tapasztaltuk (1. ábra). A külső területeken gyakorlatilag változatlan, míg a belsőkön is mindössze 5%-os összborítás csökkenés mutatkozott a vizsgált évek alatt. Mind a külső mind a belső területeken a természetes fajok aránya 80–90% körül mozgott és mindvégig megmaradt ez az arány a degradációs fajokkal szemben. A cseres–tölgyesekben a természetességre utaló fajok hasonló stabilitását figyelte meg Csontos (1996.) is (4–5. fotó).

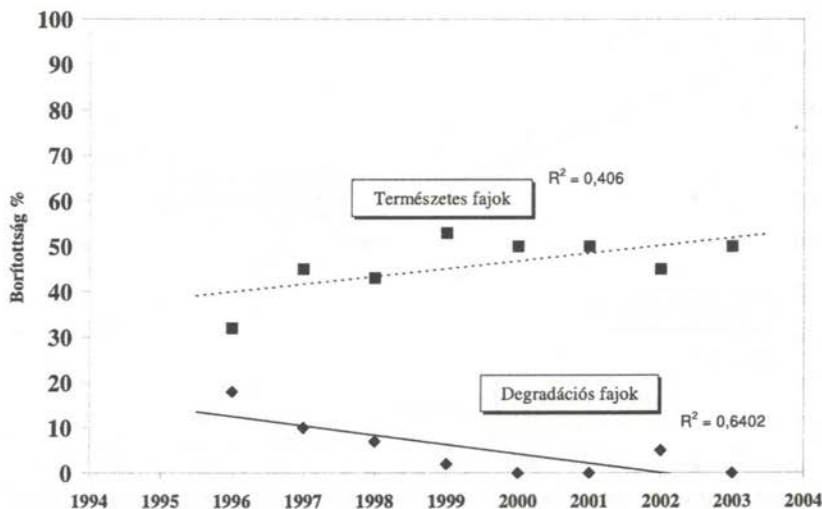
Az akác (*Robinia pseudoacacia*) parcellákban tapasztaltuk a legnagyobb mértékű változásokat. Valamennyi belső területen jelentősen, mintegy 30–40%-al csökkent a kiinduló állapothoz képest az összborítás mértéke (4. ábra). A fajok arányában lényeges változás nem történt, mindvégig nyomasztó fölényben voltak a degradációs fajok. A természetes állapotokra jellemző növények száma már a vizsgálatok kezdetén is alig érte el az 5%-ot, ami az átlagos állapotú akácokhoz képest is alacsony érték (Felföldi, 1947.). Mindez jól jelzi, hogy a disznóskertek területén eredetileg is zavart, bolygatót akácok álltak (6–7. fotó).

A cseres–kocsányos tölgy (*Quercus robur*) parcellában figyelhető meg leginkább az állomány degradációja. A kezdeti felmérések adatai még a természetes állapotokat tükrözték, azaz viszonylag magas összborítás mellett túlnyomó többséget képviseltek a természetes állapotokra jellemző fajok. A bekerítést követően rohamosan csökkent az összborítás, amit a természetes fajok erős visszaszorulása eredményezett, míg a degradációs fajok aránya alig változott (5. ábra). Az összborítás csökkenése és a fajszegénység kialakulása egyértelműen az egész állományt érintő fokozott mértékű túrásból, taposásból adódott (8–9. fotó).

A feketefenyő (*Pinus nigra*) és az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) állományokban mintegy 15–20%-os összborítás csökkenés jelentkezett a vizsgált időszakban, ugyanakkor volt olyan belső parcella is, ahol 10%-os emelkedést regisztráltunk. A természetes és degradációs fajok aránya jelentősen eltérő, mivel a természetes fajok mindössze 5–15%-ban vannak jelen ezekben az állományokban (2–3. ábra). Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ez már a vizsgálatok kezdetén is így volt, azaz nem a túlzott vadlétszám eredményezte ezeket az arányokat (10–11. fotó).

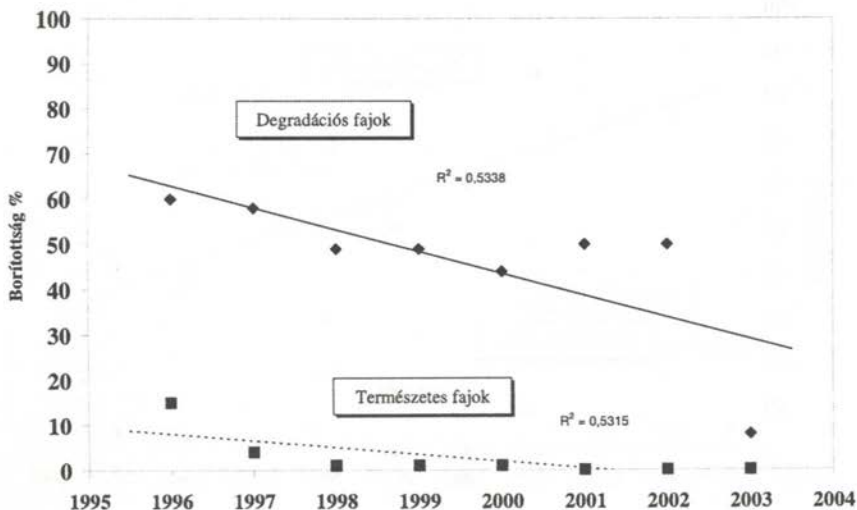
A virágos kőris (*Fraxinus ornus*) állományban a természetes fajok részesedése mindvégig jelentősen meghaladta a degradációs fajokét, de itt is érzékelhetően, mintegy 20%-kal csökkent az összborítás mértéke a túrás és a taposás miatt (6. ábra).

A vaddisznóskertben kijelölt hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*) parcellában a természetes fajok magas aránya mellett kivételes módon lassan emelkedett az összborítás a vizsgált időszakban. Az égeresekben (*Alnus glutinosa*) pedig érdekes módon már a kezdeti felvételekkor is magasabb volt a degradációs fajok aránya, szemben a természetes fajokéval. Ugyanakkor az elmúlt évek során jelentős változás nem történt sem a fajok összetételében, sem az összborítás tekintetében (7. ábra).



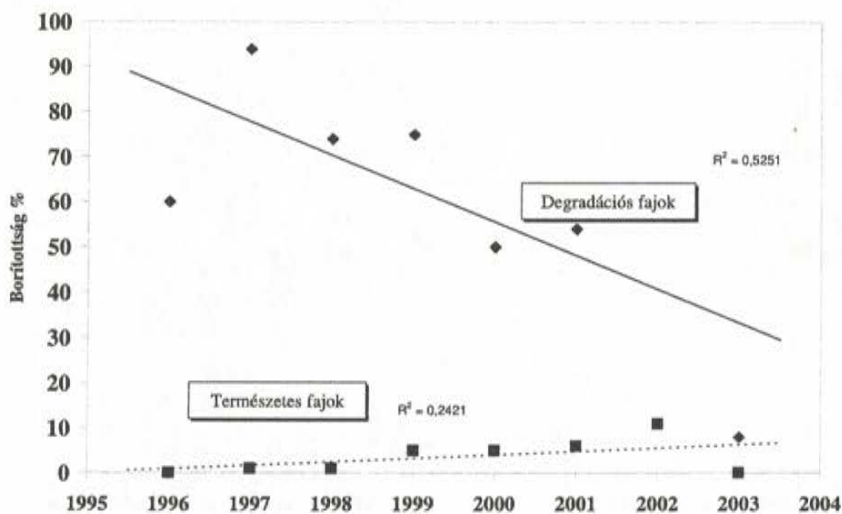
1. ábra Lágyszárú fajok változásának trendje belül, cser (*Quercus cerris*) állományban, Csibrákon

Fig. 1. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in Turkey oak (*Quercus cerris*) stands, in Csibrák



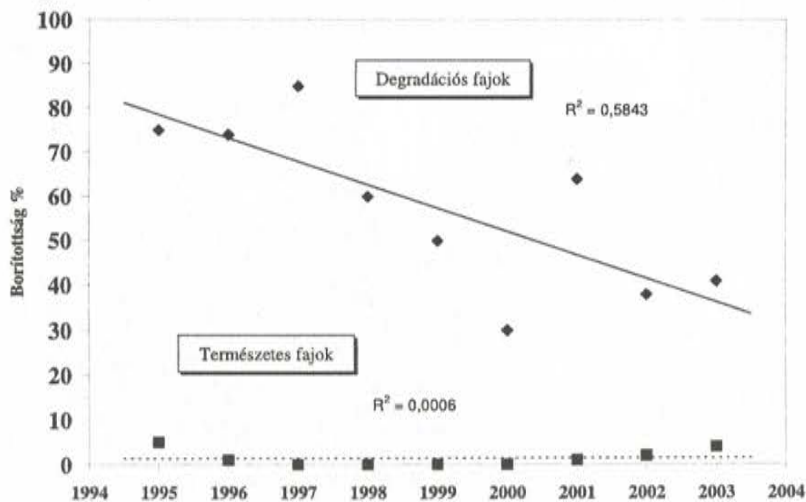
2. ábra Lágyszárú fajok változásának trendje a vaddisznókerten belül, feketefenyő (*Pinus nigra*) állományban, Nagydorogon

Fig. 2. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in black pine (*Pinus nigra*) stands, in Nagydorog



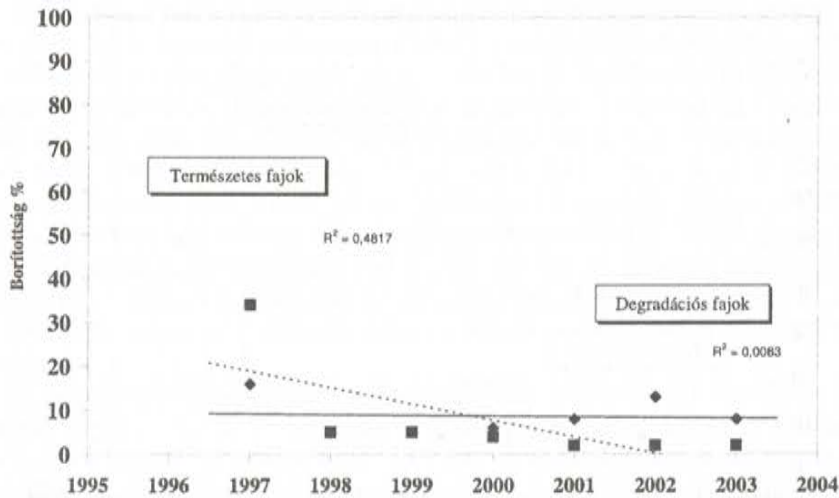
3. ábra. Lágyszárú fajok változásának trendje a vaddisznóskerten belül, erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) állományban, Nagydorogon

Fig. 3. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands, in Nagydorog

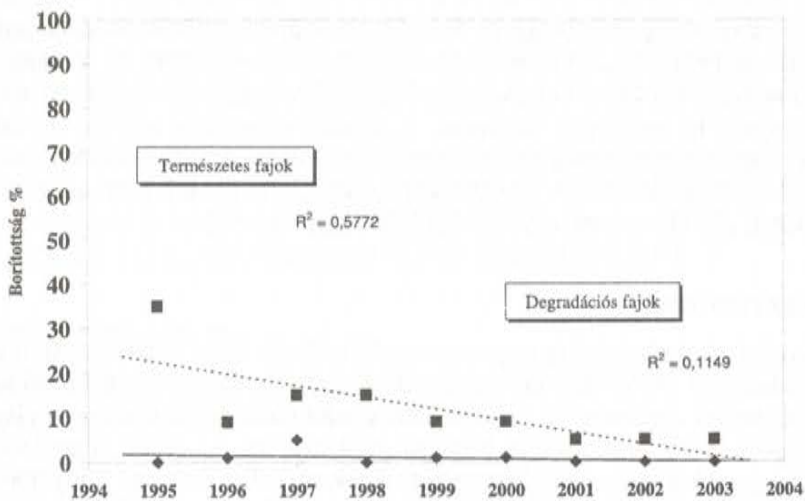


4. ábra. Lágyszárú fajok változásának trendje a kerítésen belül, akác (*Robinia pseudoacacia*) állományban, Csibrákon

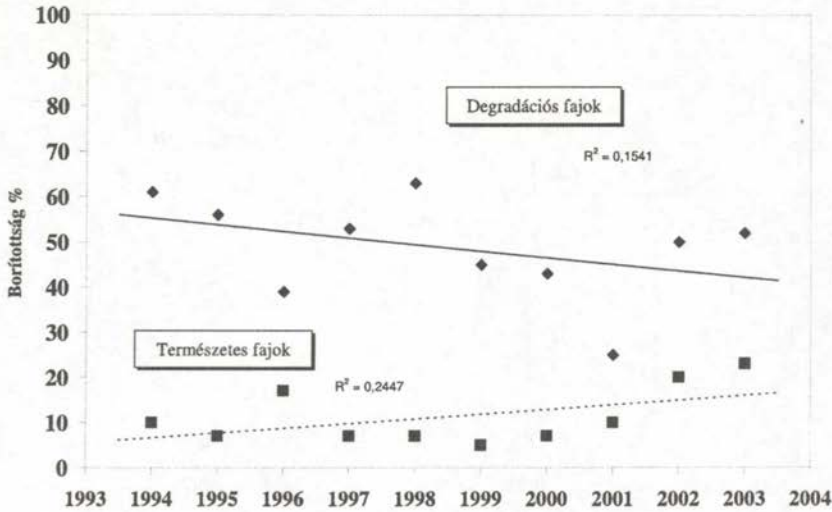
Fig. 4. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in black locust (*Robinia pseudoacacia*) stands, in Csibrák



5. ábra. Lágyszárú fajok változásának trendje a kerítésen belül, kocsányos tölgy (*Quercus robur*) állományban, Nagydorogon
 Fig. 5. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in pedunculate oak (*Quercus robur*) stands, in Nagydorog



6. ábra. Lágyszárú fajok változásának trendje a kerítésen belül, virágos kőris (*Fraxinus ornus*) állományban, Csibrákon
 Fig. 6. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in flowering ash (*Fraxinus ornus*) stands, in Csibrák



7. ábra. Lágyszárú fajok változásának trendje a kerítésen belül, enyves éger (*Alnus glutinosa*) állományban, Kaszón
 Fig. 7. Trend of changing of herbaceous species inside enclosure, in alder (*Alnus glutinosa*) stands, in Kaszón

A kutatások kezdetén elvégzett, és az öt év múlva megismételt talajszerkezeti vizsgálatok eredményei szerint, mérhető változás nem mutatható ki a vaddisznóskertekben az adott időszakra vonatkozóan. Feltehetően ezek az értékek csak hosszabb távon változnak, ha egyáltalán változnak. A felszíni vizsgálatok alapján egyértelműnek tűnik, hogy az etetők és dagonyák környékén erősen járt, tömörödött a talaj, hasonlóan a vadcsapások mentén. Ugyanakkor a talaj lazítása is sok helyen érzékelhető, ami a túrásból adódik. A kettő eredőjét egyelőre nem ismerjük.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddigi eredményeket összegezve megállapítható, hogy a dél-dunántúli három vaddisznóskertben 1994–1996 óta folytatott vizsgálatok szerint a kerten belüli igen magas vadlétszám – sokszor 25–30-szor több az előírtnál – a fák egészségi állapotára ezen időszakon belül nem okozott lényeges változásokat. Az erdők degradációs folyamatai ugyanakkor már mérhetően jelentkeznek. A belső területek túlnyomó többségénél a vad túlzott mértékű jelenléte, túrása, taposása miatt kialakuló bolygatás következményeként a lágyszárú szint növényeinek összborítása fokozatosan, de folyamatosan csökken, melynek értéke eléri az évi 3–5%-ot. Ennek eredményeként a vaddisznóskertekben jelenleg a talajszint összborítás átlagosan 20–30%-kal alacsonyabb, mint a kiinduláskor volt.

Az állományok leromlását jelző lágyszárúak megjelenése és a természetes állapotokra utaló fajok visszaszorulása is általánosan megfigyelhető, de ennek tendenciái már korántsem olyan egyértelműek, mint az összborítás csökkenése. A különféle erdő-típusokban eredendően más-más mértékű a degradációs és természetes fajok aránya. A nem őshonos akác, feketefenyő és erdefenyő állományokban eleve magas a degradációs fajok aránya, ezzel szemben a cser, tölgy, kőris, juhar, azaz az őshonosnak tekinthető állományokban a természetes fajok száma kimagasló, és ezek az arányok az elmúlt évek során a kocsányos tölgy kivételével alig változtak. Megfigyeléseink szerint az átlagosnál jóval magasabb vadlétszám mellett az évenként változó időjárási körülmények – csapadék mennyisége, eloszlása, hőmérsékleti szélsőségek, aszály – és más abiotikus tényezők is jelentős hatással bírnak a fajok mennyiségi és minőségi változásaira.

Az egyes parcellák degradációs értékeit erősen befolyásolta a közelében kialakított etető, dagonya. Ezekon a helyeken az átlagosnál is sokkal intenzívebb a vad mozgása és így a terület degradációja (12–13. fotó). Ennek alapján javasolható, az etetők, dagonyák 3–4 évenkénti áthelyezése, mellyel csökkenthető a károk koncentrációja. Az eddigi adatok azt mutatják, hogy a 25–30-szor magasabb vadlétszám lassú, fokozatos, de állandó területleromlást eredményez. Ennek alapján úgy tűnik, hogy egy-egy vaddisznókertet maximálisan 15–20 évig célszerű fenntartani. A degradálódott erdők regenerálódási viszonyairól egyelőre nincsenek adataink és még becsléseket sem tudunk nyugodt szívvel tenni.

A cönológiai adatok eredményeit figyelembe véve javasolható, hogy az új kertek kialakításakor elsősorban olyan, nem őshonos állományú területeket kellene számításba venni, amelyek környezeti érték kategóriáit tekintve eleve degradáltak. A magas vadlétszámból adódó területromlás egyértelműen mérhető, de jelenleg nem tudjuk pontosan meghatározni azt az értéket, amikor a negatív változások irreverzibilissé válnak.

Ugyanakkor megítélésünk szerint célszerű, a fenti követelményeknek megfelelő területeket bevonni a vaddisznókertek kialakításába, ezáltal csökkenthető a külső – környezeti tényezőit tekintve esetleg kedvezőbb adottságú – területek terhelése, ami összhatását tekintve mindenképpen pozitív eredménynek tekinthető.

KÖSZÖNETNYILVÁNYÍTÁS

Köszönet illeti a Gyulaj ZRt. és a HM Kaszó Erdőgazdaság ZRt. vezetőit, akik anyagiilag és szakmailag is támogatták a kutatásokat.



1. fotó. Hőgyészi vaddisznóskert



2. fotó. Dörzsölés akác törzsön



3. fotó. Erősen degradált terület az etető környékén



4. fotó. Cser mintaparcella a kerten kívül



5. fotó. Cser mintaparcella a kerten belül



6. fotó. Akác mintaparcella a kerten kívül



7. fotó. Akác mintaparcella a kerten belül



8. fotó. Cseres kocsányos tölgyes mintaparcella a kerten kívül



9. fotó. Cseres kocsányos tölgyes mintaparcella a kerten belül



10. fotó. Feketefenyő mintaparcella a kerten kívül



11. fotó. Feketefenyő mintaparcella a kerten belül



12. fotó. Etető a vadaskertben



13. fotó. Erősen bolygatott talaj az etető környéki állományban

IRODALOMJEGYZÉK

- Altbäcker V. 1998. Növényevő emlősök és a vegetáció kapcsolatának vizsgálata homoki társulásokban, pp. 125–143, in: Fekete G. (szerk.) A közösségi ökológia frontvonalai. Scientia Kiadó, Budapest.
- Bartha D., Bölöni J., Ódor P., Standovár T., Szmorad F., Tímár G. 2003. A magyarországi erdők természetességének vizsgálata. Erdészeti Lapok, 138:73–75.
- Bölöni J., Bartha D., Standovár T., Ódor P., Kenderes K., Aszalós R., Bodoncz L., Szmorad F., Tímár G. 2005. A magyarországi erdők természetességének vizsgálata II. Erdészeti Lapok 140:198–2001.
- Csányi S. 2003. Országos vadgazdálkodási adattár. SZIE Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tan-szék
- Csontos P. 1996. Az aljnövényzet változásai cseres-tölgyes erdők regenerációs szukcessziójában. Scientia Kiadó, Budapest
- Csöre P. 1980. A magyar erdőgazdálkodás története. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Felföldi L. 1947. Növényzociológiai és ökológiai vizsgálatok nyírségi akácosban. Erdészeti Kísér-letek, 47:59–86.
- Horváth F., Csontos P. 1992. Thirty-year-changes in some forest communities of Visegrádi Mts., Hungary. In: Teller, A., P. Mathy & J.N.R. Jeffers (eds) Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes. Elsevier Applied Science, London, 481–488 pp.
- Jakucs P. 1981. A társulások felvételezése, a társulástabella készítése. In: Hortobágyi T. és Simon T. (szerk.) Növényföldrajz, Társulástan és Ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 199–202.
- Simon T. 1988. A hazai edényes flóra természetvédelmi-érték besorolása. Abstracta Botanica 12:1–23.
- Simon T. 1992. A magyarországi edényes flóra határozója. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest.
- Stefanovits P. (szerk.) 1977. Talajvédelem, környezetvédelem. Mg Kiadó. Budapest
- Tóth J. 1995. A 16x16 km-es erdővédelmi hálózat adatai az erdők egészségi állapotára vonatkozó-an. MTA Erdészeti Bizottsága, 1995. március 2-án megrendezett konferencia kiadványa

INTÉZETI HIREK

INTÉZETI HIREK

2005–2007 IDŐSZAK KITÜNTETETTJEI

MAGYAR KÖZTÁRSASÁG ÉRDEMREND LOVAGKERESZTJE, 2006.

Dr. Járó Zoltán, nyugd. igazgató-helyettes, az MTA doktora, Doctor Honoris Causa

RFEIL-DÍJ, 2006.

Dr. Csóka György, tudományos osztályvezető, állomásigazgató

BEDŐ ALBERT EMLÉKÉREM, 2005.

Dr. Marosi György, tudományos osztályvezető, állomásigazgató

PRO SILVA HUNGARIAE DÍJ, 2006.

Újváriné dr. Jármai Éva, nyugd. tudományos főmunkatárs, osztályvezető

EMBER AZ ERDŐÉRT KITÜNTETÉS, 2006

Hegedűs Péter, vezető technikus

ALFÖLDI ERDŐKÉRT EMLÉKÉREM, 2006–2007

Dr. Koltay András, tudományos főmunkatárs

Balikó János, vezető technikus

Kis Lászlóné, vezető technikus

MTA Doktora cím

Dr. Rédei Károly, főigazgató-helyettes

PhD fokozat

Dr. Illés Gábor, tudományos főmunkatárs

Címzetes egyetemi tanár, Nyugat-magyarországi Egyetem

Dr. Führer Ernő, főigazgató

Dr. Marosi György, tudományos osztályvezető, állomásigazgató

Címzetes egyetemi tanár, Debreceni Egyetem

Dr. Führer Ernő, főigazgató

Dr. Rédei Károly, főigazgató-helyettes

Címzetes egyetemi docens, Nyugat-magyarországi Egyetem

Dr. Borovics Attila tudományos osztályvezető, állomásigazgató

AZ ERDÉSZETI TUDOMÁNYOS INTÉZET LÉTSZÁMA

Az intézet dolgozóinak létszáma a 2005–2007 között 107 főről 92 főre csökkent, a kutatók száma 23 fő. Ez utóbbi szám évek óta állandó, de javuló arányokra számíthatunk, hiszen 5 fő fiatal intézeti mérnök biztosítja a közeljövő utánpótlását.

NEMZETKÖZI EGYÜTTMŰKÖDÉS, UTAZÁSOK (2005–2007.)

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Ausztria			
2006.			
Dr. Csóka György	II. 21–22.	Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald (BFW)	Közép Európai erdővédelmi munkaértekezlet
Dr. Csóka György	IX. 11–14.	IUFRO	részvétel és előadás tartása
Dr. Führer Ernő Dr. Horváth László	VIII. 24–25.	Erdészeti Kutató és Oktató Központ	talajlégzés mintavevő készülék tanulmányozása
Dr. Horváth László	X. 14–18.	Reduced Nitrogen in Ecology and the Environment	konferencia
Benke Attila	X. 23–11.3.	BFW	OTKA pályázathoz kapcsolódó genetikai vizsgálat elsjátítása
2007.			
Dr. Führer Ernő	II. 8–11.	Erdészeti Tudományos Intézet	intézetek közötti együttműködés
Dr. Horváth László Huszár Erika	III. 1–2.	Erdészeti Kutató Központ	NitroEurope
Dr. Borovics Attila Benke Attila Takács Roland	VI. 15.	Probstdorfer Saatzucht Gmbh & CoKG	exportált nemesnyár szaporítóanyag egészségügyi szemlézése
Dr. Somogyi Zoltán	V. 21–22.	Joanneum Research Institute of Energy Research	LULUCF workshop
Dr. Rédei Károly	X. 21–23.	Graz University of Technology	előadástartás, konzultáció a magyar akáctermesztésről
Dr. Csóka György Dr. Koltay András	XI. 27–28.	BFW	részvétel munkaértekezleten
Dr. Führer Ernő	XII. 14–15.	Erdészeti Tudományos Intézet	intézetek közötti együttműködés
Belgium			
2006.			
Dr. Marosi György Csókané dr. Szabados I. Cseke Klára Tobisch Tamás	VI. 2–16.	Agricultural University, Gembloux	belga együttműködés
Bulgária			
2007.			
Dr. Rédei Károly	IX. 4–9.	Forestry University	biotechnológiai kutatások

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Ciprus			
2006.			
Tobisch Tamás	XI. 19–21.	ICP Forest	Expert Panel Forest Biodiversity & Ground Vegetation
Dánia			
2007.			
Dr. Horváth László	IX. 17–20.	NitroEurope	NitroEurope C1 meeting
Finnország			
2005.			
Dr. Sitkey Judit	X. 15–21.	METLA	depozíció és szakértői értekezlet
Franciaország			
2005.			
Dr. Marosi György	III. 9–12.	INRA	erdőtelepítések tanulmányozása
2006.			
Manninger Miklós Dr. Sitkey Judit	I. 16–19.	ONF	tanulmányút Phare projekt keretében
Dr. Borovics Attila	IV. 25–28.	INRA, Bordeaux	Evoltree Kongresszus
Görögország			
2006.			
Dr. Rédei Károly	IX. 18–24.	Erdészeti Tudományos Intézet, Thessaloniki	akáctermesztés fejlesztése (ösztöndj)
Hollandia			
2005.			
Dr. Horváth László	VII. 2–8.	Utrechti Egyetem	„Non Co ₂ Greenhouse Gas” konferencia
Manninger Miklós	X. 17–20.	ALTERRA	Phare Twinning Light, szakmai út
Horvátország			
2005.			
Dr. Marosi György Juhász István	V. 26–29.	Horvát Állami Erdészet	tapasztalatcsere
Dr. Borovics Attila	XI. 23–26.	Erdészeti Tudományos Intézet	70 éves centenáriumi konferencia
2006.			
Dr. Führer Ernő Dr. Rédei Károly Dr. Borovics Attila Dr. Csóka György Manninger Miklós Dr. Marosi György	V. 18–19.	Erdészeti Tudományos Intézet, Jasztrebasko	magyar–horvát tudományos együttműködés

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Horvátország			
2007.			
Dr. Führer Ernő Dr. Marosi György	IX. 30–X. 4.	Erdészeti Tudományos Intézet	kopárfásítások, erdőtűz elleni védelem
Indonézia			
2007.			
Dr. Borovics Attila	IX. 4–17.	CIFOR	természetközeli erdőgazdálkodás
Írország			
2005.			
Manninger Miklós	VI. 18–21.	Forest Service, Department of Agriculture & Food	Expert Panel (lombvizsgálat)
Izland			
2005.			
Dr. Rédei Károly	VI. 18–22.	Affornord – FRI	Affornord konferencián meghívott előadó
2007.			
Dr. Somogyi Zoltán	VI. 17–24.	Izlandi Kormány, ENSZ	ÜHG leltár ellenőrzése
Kenya			
2007.			
Dr. Führer Ernő	I. 12–28.	Állam Erdészet	az ültetvényes fagazdálkodás és ezen belül az „agroforestry” program tanulmányozása
Lengyelország			
2006.			
Dr. Csóka György	VI. 9–13.	Forest Research Institute, Natural Forest Department	tanulmányút szaproxilofág rovarok
2007.			
Dr. Somogyi Zoltán	VI. 1–12.	ENSZ	részvétel a UNECE szakértői ülését
Lettország			
2006.			
Dr. Rédei Károly	VII. 1–5.	FRI, Riga	részvétel az európai ERTI igazgatók értekezletén
Litvánia			
2007.			
Dr. Marosi György Dr. Sitkey Judit Dr. Veperdi Irina Nagy László	VI. 4–8.	Erdészeti Tudományos Intézet, Kaunasz	litván erdőgazdálkodás, állami erdészeti irányítás tanulmányozása

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Nagy-Britannia			
2005.			
Kovács Csaba Tobisch Tamás	XI. 28–30.	Állami Erdészeti Szolgálat, Erdészeti Tudományos Intézet	Twinning Light project
2007.			
Dr. Csóka György Dr. Csókáné dr. Hirka A.	VII. 12–19.	ENTO	részvétel és előadás tartása az ENTO'07 konferencián
Németország			
2005.			
Dr. Horváth László	I. 16–22.	IMK–IFU	NitroEurope, Nofretete értekezlet
Dr. Horváth László	XI. 20–24.	FAL	IV– workshop
2006.			
Dr. Horváth László Huszár Erika	III. 12–18.	NitroEurope	NitroEurope workshop
Dr. Horváth László Huszár Erika	V. 21–VI. 5.	Forschungszentrum Karlsruhe	NitroEurope, interkalibráció
2007.			
Dr. Horváth László Huszár Erika	VIII. 5–19.	Institute für Atmosphärische Forschung	NitroEurope–mérés/interkalibráció
Norvégia			
2006.			
Dr. Sitkey Judit	IX. 27–X. 1.	Norwegian Forest Research Institute	9 th Depozíció szakértői értekezlet
Olaszország			
2005.			
Dr. Horváth László Huszár Erika	IX. 11–18.	ACCENT titkárság	ACCENT symposium
Dr. Sitkey Judit Molnár Józsefné	IX. 28–X. 2.	ICP Forest, labor együttműködés	depozíció szakértői értekezlet
2006.			
Dr. Sitkey Judit	V. 25–28.	ISFE Istituto Foreste Europeo	II. Európai és Mediterrán Erdészeti Konferencia
2007.			
Dr. Horváth László Huszár Erika	II. 3–11.	NitroEurope	NitroEurope IP and Annual Meeting & General Assembly
Tobisch Tamás	III. 21–23.	ICP Forest	Expert Panel Forest Biodiversity & Ground Vegetation
Dr. Führer Ernő Dr. Horváth László Huszár Erika	VII. 21–28.	ACCENT	II. ACCENT szimpózium

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Oroszország			
2005.			
Dr. Szántó Mária	IX. 18–25.	Orosz Tudományos Akadémia	előadástartás konferencián
2007.			
Dr. Somogyi Zoltán	VII. 15–22.	Oroszország Kormánya; ENSZ	ÜHG leltár ellenőrzése
Románia			
2005.			
Dr. Führer Ernő Hegedűs Péter	IV. 21–25.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
Dr. Marosi György Csiha Imre Berényi Gyula	X. 20–23.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
Dr. Führer Ernő Hegedűs Péter	X. 20–26. X. 22–26.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
2006.			
Dr. Führer Ernő Hegedűs Péter	IV. 23–30.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
Bárány Gábor Jagodics Anikó Kmetty László Kovács László Szendreiné dr. Koren E.	VII. 7–15.	EMT	tanulmányút
Dr. Führer Ernő Berényi Gyula Csiha Imre Csókáné dr. Sz. Ildikó Hegedűs Péter Dr. Kalmár János Manninger Miklós Dr. Marosi György Dr. Sitkey Judit Szendreiné dr. K. Eszter Dr. Szalai Sándor	X. 11–15.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
2007.			
Dr. Führer Ernő Hegedűs Péter	IV. 19–26.	EMT	EMT-vel kötött együttműködés
Dr. Führer Ernő Berényi Gyula Csókáné dr. Szabados I. Csiha Imre Juhász István Jagodics Anikó Hegedűs Péter Szendreiné dr. Koren E.	X. 24–28.	EMT	erdészeti konferencia

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Skócia			
2006.			
Dr. Horváth László	XII. 1–6.	UNECE	expert workshop
Spanyolország			
2005.			
Dr. Rédei Károly	IX. 6–10.	EFI	részvétel és előadás (poster) tartás az EFI éves tudományos ülésén
2007.			
Manninger Miklós	III. 12–17.	ICP Forest	expert panel on meteorology, phenology, growth
Kurucz György	IV. 11–15.	ICP Forest	10. Lomb és biomassza panel meeting
Dr. Horváth László	IX. 29–X. 6.	EMS	8 th European Conference on Applications of Meteorology
Svájc			
2006.			
Manninger Miklós	V. 2–6.	WSL	szakértői tanácskozás
Dr. Sitkey Judit	VIII. 28 –IX. 1.	WSL	ózon ICP Forest értekezlet
Szerbia–Montenegró			
2005.			
Dr. Führer Ernő Dr. Borovics Attila	IX. 28–X. 1.	Újvidéki Erdészeti Tudományos Intézet, Novi Sad	nyár- és tölgygazdálkodás
2006.			
Dr. Rédei Károly Csiha Imre	X. 24–25.	Nyárkutató Intézet, Novi Sad	nyárnemesítés és technológia fejlesztés
2007.			
Dr. Rédei Károly Osváth–Bujtás Zoltán Dr. Veperdi Irina	III. 18.	Újvidéki Erdészeti Tudományos Intézet, Novi Sad	FP7–STREPOW pályázat előkészítése
Szlovákia			
2005.			
Csiha Imre Bárány Gábor Trecker Klára	VI. 15.	Szlovák Erdészeti Tudományos Intézet, Zvolen	hullámtéri erdőgazdálkodás
2006.			
Dr. Rédei Károly Osváth–Bujtás Zoltán	VI. 7.	Szlovák Erdészeti Tudományos Intézet, Zvolen	szakmai konferencia fehér akác termesztése
Dr. Illés Gábor	VI. 2–15.	FAO	természetközeli erdőgazdálkodás IUCN–FAO

<i>Utazó neve</i>	<i>Időpont</i>	<i>Fogadó fél</i>	<i>Utazás témája</i>
Szlovénia			
2005.			
Dr. Horváth László Dr. Sitkey Judit Konczér Andrásné	VIII. 29–IX. 1.	Szlovén Erdészeti Tudományos Intézet	Phare szakértői értekezlet
2007.			
Dr. Borovics Attila	V. 22–24.	EUFORGEN	EUFORGEN ülés
Dr. Sitkey Judit	VIII. 26–30.	ICP–Forests	ózon szakértői értekezlet
Törökország			
2005.			
Dr. Rédei Károly Dr. Marosi György Bárány Gábor	X. 10–16.	Ministry of Environ- ment and Forestry, IFGTS, Izmit	ültetvényszerű fatermesz- tés

KÜLFÖLDI VENDÉGEK FOGADÁSA 2005–2007.

2005.

február 19–22.

8 fő szakember

Bulgária
Horvátország
Lengyelország
Szerbia-Montenegró
Szlovákia

Témája:

EFI Regionális Központ szervezésével kapcsolatos értekezlet

Fogadó fél:

Dr. Rédei Károly, Dr. Veperdi Irina, Dr. Sitkey Judit, Treczker Klára, Berényi Gyula

április 28.

Dr. Varga László

Szlovákia

Témája:

Akáctermesztés

Fogadó fél:

Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán

május 27.

1 fő szakember

Ausztria

Témája:

Tölgyfajok taxonómiája

Fogadó fél:

Dr. Borovics Attila

június 02.

Dr. Varga László,
Gál Róbert,
+1 fő szakember

Szlovákia

Témája:

Akácok sarjasztatása

Fogadó fél:

Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László

június 28.

20 fő szakember

Lengyelország

Témája:

Akácnesesítés

Fogadó fél:

Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László

augusztus 24.

5 fő szakember

Kína

Témája:

Akácnesesítés

Fogadó fél:

Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Berényi Gyula

szeptember
26–28.Tracey Begg,
+3 fő szakember

Nagy Britannia

Témája:

Tölgyeken élő gubacsdarazsak gyűjtése

Fogadó fél:

Dr. Csóka György, Dr. Hirka Anikó, Janik Gergely

2005.

szeptember 28. | **1 fő szakember** | Belgium

Témája: Az ERTI-ben folyó nemesítés aktuális kutatási eredményei
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila, Nagy László

szeptember 30. | **2 fő szakember** | Malajzia

Témája: Az ERTI-ben folyó nemesítés aktuális kutatási eredményei
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila, Nagy László

október 03–07. | **Dr. Mutafa Zengin,** | Törökország
Dr. Sacit Kocer,
Teoman Kahrman

Témája: Akác- nyártermesztés
Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Csiha Imre, Osváth-Bujtás Zoltán, Treczker Klára, Dr. Sitkey Judit

2006.

június 27. | **30 fő magánerdő-tulajdonos** | Franciaország

Témája: Akácatermesztés, akác méhészeti hasznosítás
Fogadó fél: Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László

július 26. | **2 fő szakember** | Szlovákia

Témája: Erdészeti nemesítés
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila

október 02–06. | **Yu-Jun Liu,** | Kína
Huafang Wang,
+2 fő szakember

Témája: Akácatermesztés
Fogadó fél: Dr. Führer Ernő, Dr. Rédei Károly, Dr. Borovics Attila, Dr. Marosi György, Treczker Klára, Nagy László, Osváth-Bujtás Zoltán, Berényi Gyula

2007.

március 25. | **4 fő szakember** | Horvátország

Témája: Nyárnemesítés
Fogadó fél: Dr. Borovics Attila, Benke Attila

2007.

május 20.	<i>30 fő egyetemi hallgató</i>	EU tagországok
Témája: Fogadó fél:	Génmegőrzés és nemesítés Dr. Borovics Attila, Nagy László	
május 07–11.	<i>Remigilus Ozolincius, +3 fő szakember</i>	Litvánia
Témája: Fogadó fél:	Akáctermesztés, fenyőtermesztés Dr. Rédei Károly, Dr. Borovics Attila, Dr. Veperdi Irina, Dr. Sitkey Judit, Nagy László, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László, Berényi Gyula,	
június 14.	<i>Gerhard Schickhofer, +30 fő grazi egyetemista és erdőtulajdonos</i>	Ausztria
Témája: Fogadó fél:	Akác nemesítés Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László, Berényi Gyula	
július 13.	<i>2 fő szakember</i>	Szerbia
Témája: Fogadó fél:	Nyár nemesítés Dr. Borovics Attila, Benke Attila	
szeptember 10–13.	<i>Dr. Young-Goo Park, +1 fő szakember</i>	Dél-Korea
Témája: Fogadó fél:	Akác- és nyár nemesítés Dr. Rédei Károly, Dr. Borovics Attila, Nagy László, Benke Attila, Osváth-Bujtás Zoltán, Kmetty László	
október 01.	<i>1 fő szakember</i>	Szlovákia
Témája: Fogadó fél:	Arborétumok bemutatása, ismertetése Nagy László	
november 15.	<i>Dr. Varga László, Dr. Farkas János</i>	Szlovákia
Témája: Fogadó fél:	Akác termesztés korszerűsítési lehetőségei Szlovákiában (konzultáció) Dr. Rédei Károly, Osváth-Bujtás Zoltán	