

# ALFÖLDI ERDŐKÉRT EGYESÜLET



## KUTATÓI NAP

TUDOMÁNYOS  
EREDMÉNYEK A  
GYAKORLATBAN

**2010.**

SZOLNOK 2010.

Megjelent az Alföldi Erdőkért Egyesület gondozásában

a Vidékfejlesztési Minisztérium támogatásával  
a XXIII/456/3/2010. számú szerződés alapján

Szerkesztő:  
Szulcsán Gábor

Kiadja: az Alföldi Erdőkért Egyesület  
6000 Kecskemét, Külső-Szegedi út 135.  
Tel: 76/501-601; Tel/Fax: 76/321-048  
e-mail: [szulcsang@freemail.hu](mailto:szulcsang@freemail.hu)  
<http://www.aee.hu>



**Alföldi Erdőkért Egyesület**

**KUTATÓI NAP**

**TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK A  
GYAKORLATBAN**

**Szolnok**

**2010.**

## **2010-évben Alföldi Erdőkért Emlékéremmel kitüntettek névsora**

<b>Szűcs Dezső</b>	kertészmérnök gazdasági ágazati szakmérnök
<b>Dr. Sándor Gyula</b>	okleveles erdőmérnök, vadgazda mérnök
<b>Burai Csaba</b>	erdésztechnikus
<b>Hajdú András</b>	erdésztechnikus
<b>Nagy Zoltán</b>	erdésztechnikus
<b>Széplaki Hunor</b>	erdésztechnikus

# TARTALOMJEGYZÉK

Szerző(k)	Cím	oldal
Prof. Dr. Marosvölgyi Béla	A faenergetika új lehetőségei és korlátai.	5
Dr. Jung László	Tüzifa alapú nagyerművi áramtermelés és decentralizált fűtőművek az erdőgazdálkodás szemszögéből.	11
Dr. Pásztory Zoltán - Börcsök Zoltán - Boros János	Az energetikai faanyagok objektív számbavételének problémái és lehetséges megoldásai.	16
Dr. Kovács Gábor - Dr. Heil Bálint- Magyar Csaba- Győri Tibor Szabó Orsolya	Fás szárú, kísérleti célú energiaültetvények termőhelyi viszonyai az ültetvények tapasztalatainak függvényében.	23
Tóth János	Erdőkezelés a Szatmár-Beregi síkon, folyamatos erdőborítás (kezdetek)	32
Dr. Gácsi Zsolt - Szulcsán Gábor	Szélsőséges homoki termőhelyeken alkalmazható fafajok	37
Csiha Imre - Rásó János - Keserű Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes	Minimális talajbolygatásos erdő felújítási kísérletek a Püspökladányi szikkkísérleti telepen.	44
Nagy Zsófia	Szarvasgomba, mint erdei melléktermék az Alföldön	50
Dr. Sándor Gyula	GPS telemetria alkalmazásának eddigi eredményei a dámszarvas területhasználatában.	54
Dr. Heil Bálint - Dr. Kovács Gábor - Dr. Barkóczy Zsolt	Fás szárú energia ültetvények kutatási feladatai.	62
Horváth Attila László	Apríték-termeléssel kombinált harveszteres fakitermelés akác állományban.	68
Horváth Attila László	Különleges fakitermelési munkarendszerek.	74
Szakálosné Mátyás Katalin	Energetikai faapríték hasznosítás logisztikai rendszere.	79
Idrányi Zsolt - Prof. Dr. Marosvölgyi Béla	Faaprítékos fűtőmű a szombathelyi távhőszolgáltatásban.	85
Major Tamás	A kérgezés gépesítésének fejlesztése Magyarországon.	93
Papp Viktória - Prof. Dr. Marosvölgyi Béla	A pellettálás energiamérlegének vizsgálata.	101
Kondorné Szenkovits Mariann	Néhány fafaj talajon mért avartömeg vizsgálata két különböző termőhelyen.	106
Prof. Dr. Horváth Béla	Energetikai faültetvények gépesítés-fejlesztése Magyarországon.	115

Keserő Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes	A klímaváltozás káros hatásainak csökkentését elősegítő mikrobiológiai készítmények erdészeti alkalmazásának lehetőségei.	124
Csiha Imre - Rásó János - Keserő Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes	Energetikai faültetvények komplex termesztéstechnológiai rendszerének kidolgozása az Észak - Alföldi Régió területén.	131
Horváth Zsuzsanna - Pintér Csaba - Vágvölgyi Andrea - Prof. Dr. Marosvölgyi Béla	A <i>Miscanthus sinensis</i> „Tatai” és „HALMAJI” energianád elárasztásának vizsgálata	137
Koltay András - Lakatos Tamás - Tóth Tímea - André Zoltán	Biológiai védekezési technológia alkalmazása erdeifenyő és lucfenyő állományokban a gyökérrontó tapló ( <i>Heterobasidion annosum</i> ) ellen	141

## A FAENERGETIKA ÚJ LEHETŐSÉGEI ÉS KORLÁTAI

**Prof. Dr. Marosvölgyi Béla** egyetemi tanár, az MTA doktora

*Nyugat-magyarországi Egyetem, KKK Ökoenergetika Kft.*

*9400. Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Telefon: (99) 518-188. E-mail: marosvolgyi@asys.hu*

### Bevezetés

Az emberiség energiaigénye folyamatosan növekszik. Az energiahordozók felhasználásának első robbanásszerű növekedése az ipari forradalom idején következett be. 1970 és 2002 között mintegy 90 %-kal nőtt a felhasznált energia mennyisége. Gazdaságkutató szakemberek szerint ez a tendencia a XXI. században is tovább tart. 2020-ig további 60 %-os növekedés várható. Ennek egyik oka az, hogy a világ népessége folyamatosan nő (2050-re a mostani 6-ról 10 milliárdra). A másik ok az, hogy egyes fejlődő országok (főleg a távol-keleti, valamint a közép-, és dél-amerikai régióban) gazdasága igen gyorsan növekszik. Jelenleg a fejlett országok (OECD) a világ energia-forrásainak több, mint felét használják, pedig népességük a világ népességének csak alig 20 %-a. A fejlődő országokban az egy főre jutó átlagos energia-fogyasztás hatoda a fejlett országokéinak. Ez a jövőben biztosan megváltozik. Ha a következő 50 évben akár csak kétszeresére nő az egy főre jutó energiafelhasználás a fejlődő országokban (ami biztos), a várható népesség-növekedéssel együtt ez legalább kétszeres energia-felhasználást eredményez a világon.

Magyarországon az energiafelhasználás igen kis része származik megújuló forrásokból. Ezek között a meghatározó a fa, melynek energetikai szerepe folyamatosan változott.

1965-ig a lakosság tűzifaigénye volt a meghatározó, és jelentős a tűzifa-export.

1965-től a fagazdasági vertikumokban elkezdődik a fa energetikai hasznosítása. A vertikumban elindul a vágástéri- és a nevelővágási faanyagok energetikai hasznosítása. A primer faiparban elkezdődnek a technológiai fejlesztések és a faenergetika fejlesztése.

~1980-tól folyik a faapríték hazai hőközpontokban történő hasznosítása (táv hő, agrár energetikai centrumok stb.).

A fagazdasági vertikumok megszűnésével a faenergetika hazai és erdészeti bázisú fejlesztése megkezdődött.

1990 után hazai érdekeltségű hőközpontok létesítése megkezdődött, több fűtőmű leáll.

2003 után elkezdődik a főleg külföldi tulajdonú biomassza (fa) bázisú erőművek üzembe állítása, és jelentősebb léptékben az energetikai ültetvényekkel folyó kísérletek.

A faenergetika és a hazai erdőgazdálkodás aktuális kapcsolatrendszerének vizsgálata igen fontos kérdés, mert napjainkban alakul ki az az energetikai-környezetvédelmi-gazdasági struktúra, amelyben a hazai



erdőgazdálkodás hosszútávon nyertes lehet, vagy a gazdasági élet periferájára szorul. A témával kapcsolatban korlátokkal és lehetőségekkel egyaránt találkozhatunk.

### **A faenergetika bővülését korlátozó hatások:**

A fa energetikai hasznosítását ma még az erdészeti szakemberek egy része is megkérdőjelezi. Bár a korábbi, tudományos fórum által is támogatott egyértelmű elutasítás már a múlté, az erdők kezelését és hasznosítását is érintő gazdálkodási szemléletben sokszor aránytévésző, az egyoldalúan természetvédelmi meghatározottságú irányzat. Korántsem tudatosul az a tény, hogy Magyarországon az időben ütemezett, és az összes szakmai követelményt is figyelembe vevő fakitermelés nélkül nem lehetséges a fenntartható erdőgazdálkodás.

Igen fontos szerepe van a fapiac résztvevőinek is, akik közül néhányan még akkor is a fanyersanyag-bázist látják veszélyeztetve, amikor az energetikai felhasználás növekedése mellett nem tényleges alapanyag-hiány jelentkezik, hanem a piacra jellemző természetes ármozgások következnek be az erdőgazdálkodók javára.

Erősödő a civil szervezetek faenergetikával kapcsolatos ellenállása, ami gyakran hiányos információkkal is magyarázható, de nem egyszer helyi, vagy nagyobb léptékű vetélkedéssel is kapcsolatos. Különösen veszélyes az a főként civil vélemény, amely szerint a tarvágás és a fa energetikai hasznosítás szoros kapcsolatban állnak. A tarvágás alkalmazása nyilvánvalóan nem áll összefüggésben azzal, hogy a kitermelt fát hol használják fel. Ebből a technológiából rönk és más faválasztékok is származnak, az energiafa (tűzifa) csak melléktermék. Emellett a tarvágás aránya folyamatosan csökken, bár a világon mindenhol és ezen belül az EU összes országában is alkalmazzák. A tarvágás-centrikus civil megítélés gyakran elbátortalanítja az erdészeti szakembereket, túlzott óvatosságra kényszerítik őket.

A civil társadalom jelentős része tájékozatlan a faenergetika sok és fontos, pozitív környezetvédelmi hatását illetően is, főként akkor, ha az erdőgazdálkodók egy része, és a fapiac több szereplője is közreműködik a pozitív hatások leértékelésében, elfedésében.

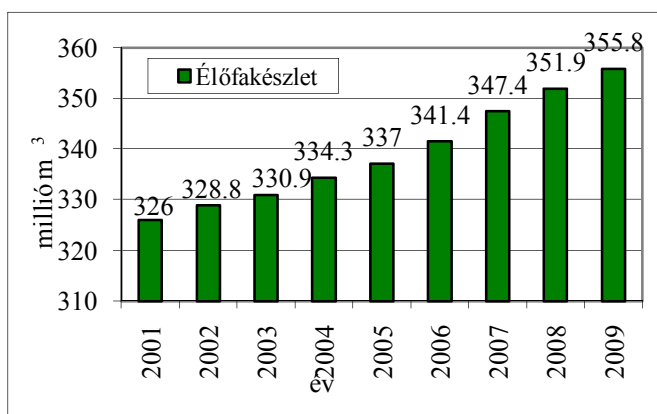
Igen fontos korlátozó hatása van az olyan állami/politikusi megnyilvánulásoknak is, amelyek – sokszor csak pontatlan megfogalmazásokkal – elbizonytalanítják a téma iránt érdeklődő szakmabelieket vagy potenciális beruházókat, esetleg a piacot is.

### **A faenergetika meglevő és új lehetőségei**

A meglevő, de mindig újra és újra megfogalmazandó lehetőség a fakitermelés nélkül nem létező, vitathatatlanul szükséges fenntartható erdőgazdálkodás, melynek anyagforgalmi alapjellemezői a következők. Évente:

- mintegy 12-13 millió m<sup>3</sup> a növedék;

- ebből kb. 9 millió m<sup>3</sup> (bruttó) a hatóságok által jóváhagyott (erdőtervekben szereplő) fakitermelési lehetőség;
- de a különböző termelési korlátozások, piaci lehetőségek miatt a tényleges fakitermelés évi 7 millió m<sup>3</sup> (bruttó);
- ebből mintegy 6 millió m<sup>3</sup> (nettó) jut a vevőkhöz;
- a bruttó fakitermelés egy része (gallyak, tuskó stb.) apadékként az erdőben marad és ott idővel humusszá lesz;
- a kitermelési lehetőségeinket rendre nem használjuk ki, ezért az élőfakészlet folyamatosan nő (*fontos lenne vizsgálni, hogy a növekvő élőfakészlet egy részének természetes elhalása milyen mértékben teszi CO<sub>2</sub>-kibocsátóvá az erdőgazdálkodást*);
- a ki nem használt fakitermelési lehetőségek egyben a fakitermelésből elhagyott erdőterületek nagyságának növekedését is jelenti, ami feladat-hátralékot is jelent.



A magyar erdők élőfakészletének változása

A témához kapcsolódóan fontos adat, és egyben a lehetőségekre is utal, hogy a hazai fakitermelés választékstruktúrájában tartós kiegyensúlyozottság mellett is megfelelő energiafa-bázis jelentkezik.

Választék	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Lemezipari rönk	2	2	2	1	1	1	1	2	2
Fűrészipari rönk	22	23	23	21	20	20	19	21	18
Egyéb fűrészipari alapa.	7	8	7	5	7	6	7	8	9
Bányászati faanyag	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Papírfa	10	10	11	10	12	8	8	7	8
Rostfa	11	11	10	9	10	8	7	6	6
Egyéb iparifa	4	5	6	5	3	4	3	4	4
<b>Iparifa összesen</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>47</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>47</b>
Tüzifa	44	40	41	48	47	53	55	51	53
<b>Összes nettó fakitermelés</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*Erdői fatermékek termelésének százalékos alakulása (Forrás: MgSzH)*

Az elmúlt időszakban az erőművek faanyag-igényének zavartalan kielégítése igen jelentős gazdasági eredménnyel járt. A fát használó erőművek és a beszállító erdőgazdálkodók között általában hosszú távú (pl. 10 éves) szerződések jöttek létre, melyek alapján mintegy 1 millió m<sup>3</sup>-nyi fa erőművekbe szállítása történik. Leadó-állomási értéken ez kb. 15 milliárd Ft értéket képvisel. A gazdasági eredmények meggyőzőek. *(Ha ez a piaci szegmens kiesne, az energiafa egy része ugyan átirányítható lenne más piacokra is, de nyilván árvesztés mellett. Emellett ennek árcsökkentő hatása lenne a többi hazai erdei faválasztékra is. A faenergetikai piac nélkül ma már a hazai erdőgazdálkodás egésze veszteségesse válhatna).*

A megújuló energiák hazai használatának jelentős bővülése okán a hazai faenergetikában nagy lehetőségek rejlenek.

	2007 év (55 PJ)		2020 év (186 PJ)	
	%	PJ	%	PJ
Megújuló energiák és energiahordozók				
Bio-hajtóanyag	2	1,1	10,5	19,5
Biogáz, biometán	1	0,55	6,7	12,5
Geotermikus energia	6	3,3	6,1	11,3
Vízenergia	1	0,55	0,5	0,9
Szélenergia	1	0,55	3,3	6,1
Napenergia	1	0,55	0,9	1,7
Hulladékból energia	3	1,65	1,8	3,3
Biomassza	85	46,75	70,2	130,6
<b>Összesen</b>	<b>100</b>	<b>55</b>	<b>100</b>	<b>186,0</b>

*Megújuló energiák és energiahordozók hazai felhasználása*

2020-ban a biomassza-igény már igen jelentős lesz. A 130,6 PJ primer energiafelhasználáshoz (a tervezett 70 %-os fafelhasználás esetében) mintegy 7,6 Mt légszáraz fa (f25 = 14 GJ/t) szükséges. Ez a mennyiség hazai erdőkből és hagyományos módszerekkel már nem is biztosítható, azaz keresleti piac jelentkezik. Ez a terv azt is bizonyítja, hogy a faenergetika Magyarországon nem a hazai fakitermelés függvénye, hanem egy olyan ipari ágazat, amely a fakitermelés ilyen célra gazdaságosan felhasználható nyersanyaga számára értékesítési lehetőség.

Az energetikai ágazat esetében a klímaváltozással kapcsolatos nemzetközi megállapodások teremtik meg a megújuló felhasználási kötelezettségeket, ezért Magyarországon (hasonlóan a kőolaj-, a földgáz- és a szénbázisú energiatermeléshez) ez a fejlesztés részben importra, részben új alapanyag-technológiák bevezetésére alapozódhat. A magyar erdőgazdálkodás számára fontos, hogy ezeknek a folyamatoknak a részese legyen.

Napjainkban egyre jobban felismerhetők azok a fontosabb alapelvek, amelyek mentén az erdőgazdálkodás és a faenergetika kapcsolata rendezhető. Ebben a kapcsolatrendszerben találjuk meg az új lehetőségeket is. Ezek közül a legfontosabbak:

- a hazai energiatermelés nemzetközi tulajdonviszonyokra és együttműködésekre alapozott, ezért nem függ (bár kapcsolatban áll vele) a hazai erdőgazdálkodástól (szükséges alapanyagát nemzetközi kapcsolatok felhasználásával is biztosíthatja);

- a faenergetika fejlődésében jelentős piaci lehetőségek vannak, ezért az erdőgazdálkodóknak törekedni kell arra, hogy a tartamos erdőgazdálkodásban megjelenő, gazdaságosan nem értékesíthető faanyag az energetikában hasznosuljon, és ezzel a környezetvédelmet is szolgálják;

- törekedni kell arra, hogy a fenntartható erdőgazdálkodásban a természetvédelmi meghatározottságú szempontok döntően a természetesen felújuló állományokban jussanak meghatározó szerephez (egyéb állományokban folyó fahasznosításnál vegyék figyelembe a lebomló anyagok CO<sub>2</sub>-emissziót növelő szerepét is;

- célszerű lenne az ültetvény-erdők egy részét (esetleg a rontott erdőket is) energiaerdőként kezelni, mert ebben az esetben az erdőgazdálkodás környezetvédelemben betöltött szerepét növelhetnénk;

- az erdőgazdálkodóknál megjelenő fejlesztési lehetőségek egy részét célszerű lenne pályázattal elnyerhető támogatásokhoz szükséges önrészként hasznosítani, amikor egy faenergia-felhasználó (távhő, önkormányzat) részére valósul meg olyan beruházás, amely a későbbiekben (hosszabb távon) biztos faértékesítési lehetőséget jelent az erdőgazdálkodónak;

- az energetikai fanyersanyag-bázis bővítéséhez célszerű lenne a nemzeti földalapra alapozva energetikai ültetvények létesítését végezni (Az ilyen ültetvények létesítéséhez ma már kialakulóban van a hazai szaporítóanyag-bázis, formálódik a létesítés- és a betakarítás műszaki háttere is. Az ERTI, felismerve a téma jelentőségét, kifejlesztett olyan faenergetikai klónokat (nyár, fűz) amelyek már versenyképesek az import klónokkal. Az energetikai faültetvények a rájuk jellemző nagy hozam (20 tn/ha\*év) eredményeként viszonylag kis területen jelentős dendromassza-tömeg létrehozására alkalmas. Az ültetvények nagy nyersanyag-koncentrációt tesznek lehetővé, ezért jelentősen csökkenthető a felhasználási logisztika energiafelhasználása és időigényessége. Az ültetvényeken nagy a fajlagos hozam. 100.000 ha dendromassza-hozama elérheti vagy meghaladhatja a hazai faaprítékos erőművek jelenlegi alapanyagigényét. Ez is bizonyítja azt, hogy a hazai megújuló-energetikai fejlesztési elképzelések reálisak, és a fanyersanyag-bázis is létrehozható);

- jelentős mennyiségű energiahordozó származhatna a ma már alig létező primer fafeldolgozásból (fűrészipar), ezért annak fejlesztése a CO<sub>2</sub>-t tartósan megkötő tömörfa-felhasználás növelése mellett megoldaná a

kisfelhasználók (brikettüzemek, pelletálók) egy részének energiahordozóval (por, forgács, darabos hulladék) történő ellátását is;

– fontos feladat és lehetőség lehet a korábban kultivált, és a természetvédelem számára ma is szükséges mezővédő erdősávok, vonalas létesítmények melletti fásítások stb. újratelepítése, amely összterülete elérheti a 300.000 ha-t, és azon 10 t/ha/év hozam mellett 1,5 Mt<sub>atro</sub> faanyagot nyerhetnénk.

### **Összefoglalás**

Az energetikában számos meghatározó tényező (lelőhely, készlet, kitermelési és logisztikai költségek stb.) mellett egyre nagyobb szerephez jut a klímaváltozás és az energetika kapcsolata, és ebből következően a megújuló energiahordozók szerepének felértékelődése.

A megújuló energiák és -energiahordozók között továbbra is a biomassza a meghatározó. Közöttük (számos előnyös tulajdonság miatt) a fának kitüntetett szerepe van, és ez várhatóan marad is, hiszen a fenntartható erdőgazdálkodásból a szakmai célú fakitermelések (az élőfakészlet 1,5-3 %-a) során folyamatosan kerül ki faanyag, amelyet hasznosítani kell, egyébként az lebomlásával CO<sub>2</sub> forrássá válik.

Az erdőgazdálkodásnak a rá jellemző tartamosság biztosítása mellett (és annak érdekében) igazodnia kell a klimatikus változásokhoz, és a rendszerből kikerülő faanyag hasznosításakor figyelembe kell venni a gazdasági érdekeket, de a rendelkezésre álló eszközökkel segíteni kell a klímavédelmi célokat is szolgáló hasznosítási módok (tömörfa-hasznosítás, energiatermelés) terjesztését is. Ezekben a területeken a hazai erdőgazdálkodás már jelentős tapasztalatokkal rendelkezik.

Az igen jelentős megújuló-energetikai fejlesztések kapcsán a hazai erdőkből kikerülő faanyag arra alkalmas részének biztos piaci lehetősége lesz, ugyanakkor az erdőgazdálkodók fontos és felelős feladata a faenergetika társadalmi elismertetése, piaci-környezetvédelmi indíttatású fejlesztések kezdeményezése.

### **Felhasznált irodalom**

*Horváth B. - Jung L. - Kaknics L. - Szabó J. (2007): Energetikai célú fahasznosítás és annak gépesítése. Erdészeti Lapok, CXLII. 4:129-130.*

*Marosvölgyi B. - Horváth B. (2010): Biomassza-előállítás, -hasznosítás. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. 104 p.*

*Kovács J. (1968): A fa komplex hasznosításának lehetőségei. Az Erdő, 8:343-349.*

*Kovács J. (1983): A Mátrai EFAG hulladékmentes technológiai rendszere és annak tapasztalatai. „Hulladékszegény technológiák”. MTA-OMFB Kiadvány, Budapest, 1-29.*

# A TŰZIFA ALAPÚ NAGYERŐMŰVI ÁRAMTERMELÉS ÉS DECENTRALIZÁLT FŰTŐMŰVEK AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS SZEMSZÖGÉBŐL

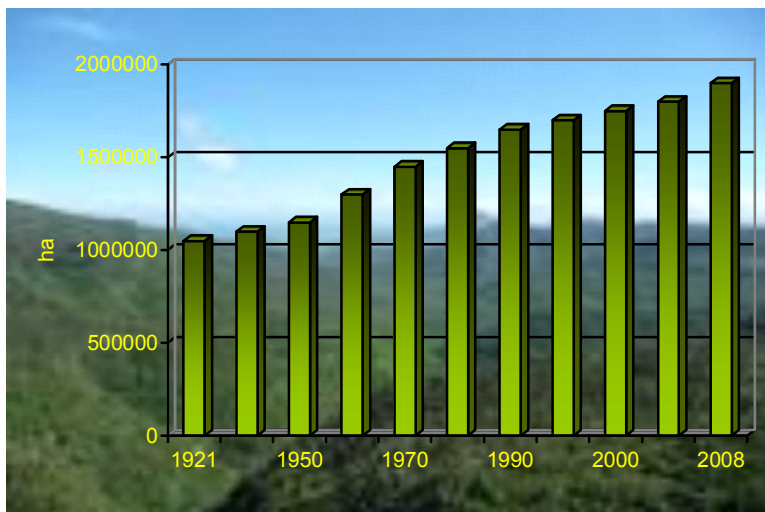
**Dr. Jung László** vezérigazgató, c. egyetemi docens

*Egererdő Zrt.*

*3300. Eger, Kossuth Lajos u. 18. Telefon: (36) 801-501. E-mail: jung.laszlo@egererdo.hu*

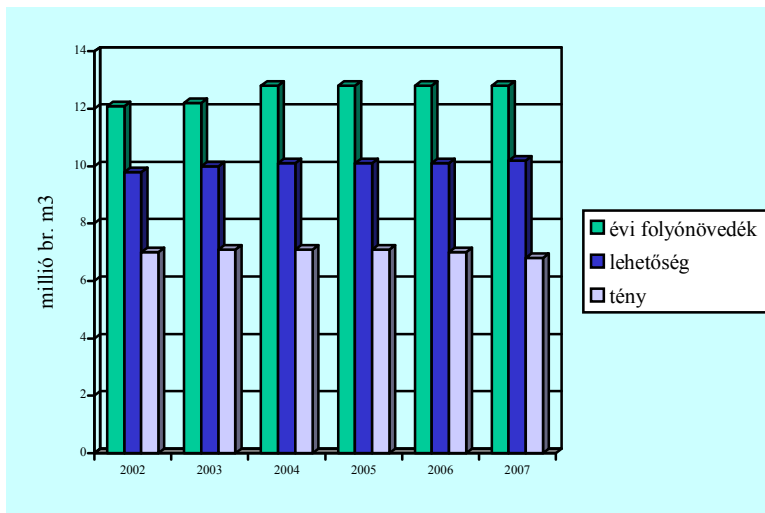
## Országos helyzetkép

A hazai, most már 2 millió ha-t meghaladó erdőterületén szigorú feltételek között fenntartható erdőgazdálkodási tevékenység folyik. Az elmúlt évtizedekben jelentős változások következtek be erdőtelepítés terén, amit az *1. ábra* mutat.

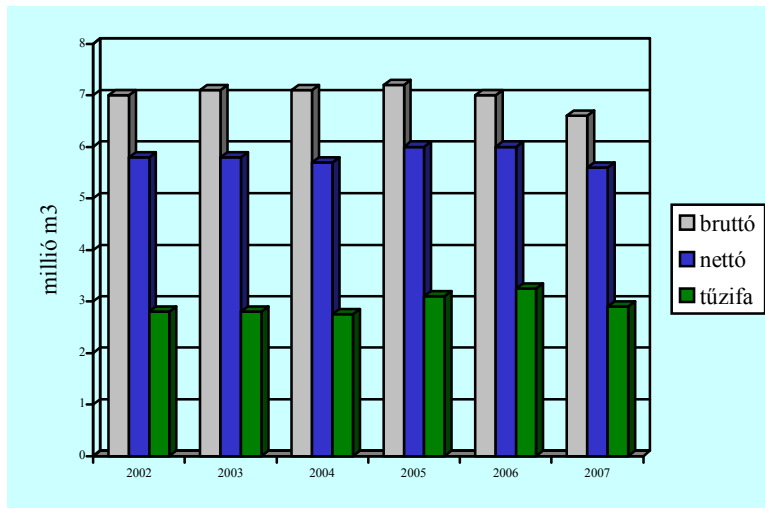


*1. ábra. Az erdőtelepítés növekedése*

A hatósági kontrol alatt végrehajtott erdőtervezési irányelvek szerinti lehetséges fakitermelési mennyiség évente a *2. ábra* szerint alakult. A kitermelt fatömeg választékszerkezete a *3. ábra* szerinti.



2. ábra. A fakitermelés változása



3. ábra. A kitermelt fatömeg választékszerkezete

A rendelkezésre álló éves növedékeknek 75 %-át tervezzük kitermelni, melyet a tényadatok szerint nem használunk ki, így az éves növedék csupán 55 %-át vesszük ki az erdőből.

Az utóbbi években 2,7-3,0 millió m<sup>3</sup> tűzifát termeltünk. Amennyiben a körzeti erdőterv adta lehetőségeinket kihasználnánk, akkor évi 3,6-3,7 millió m<sup>3</sup> tűzifa kitermelésére lenne lehetőség.

A fenti adatok alapján megállapítható, hogy a magyar erdőkből kitermelésre kerülő 2.700.000-3.700.000 m<sup>3</sup> tűzifa hosszútávon rendelkezésre fog állni, mint energetikai választék. Jelenleg a nagyteljesítményű erőművek 800.000-1.000.000 m<sup>3</sup>-t kötnek le a többi lakossági fogyasztásra kerül, ill. kisebb hő-központokhoz. Ezen alapanyag fűtőértéke megközelítőleg: **36,5-50 PJ** fűtőértéket képvisel, természetesen a technológiától függően

(Magyarország teljes energiaigénye: 1.050 PJ). Mindez táblázatba az alábbiak szerint foglalható:

Biomassa típus	Volumen (ezer t/év)	Megoszlás (%)
Erdészeti termék*	3 700	36,15%
Vágástéri apadék	500	4,89%
Ipari fahulladék**	207	2,02%
Energianövények**	2 305	22,52%
Melléktermék és hulladék**	3 522	34,41%
<b>Összesen</b>	<b>10 234</b>	<b>100,00%</b>

\* tűzifa; \*\* FVM kalkuláció

Látható, hogy abszolút meghatározó a hagyományos erdőgazdálkodásból származó alapanyag.

### **Aktuális kérdések**

#### ***Fás és lágyszárú energiaültetvények***

Hangsúlyozni kell, hogy mindenekelőtt a meglévő (tűzifa) mennyiség logisztikailag jól kialakított elhelyezését kell kidolgozni. Ez alatt az értendő, hogy a kezdeti lépés után (nagyerőművi beszállítások), mely szükségszerű és elkerülhetetlen volt, át kell alakulnia a hazai energiafelhasználáson belül a tűzifa áramlási irányának. Vagyis a regionális kis- és közepkapacitású fűtőművek kialakítása a prognózis, melyek óvodákban, iskolákban, kórházakban, magánházakban stb. jöhetnek létre.

Amikor ezek a helyek feltöltődtek a már meglévő tűzifával, hulladékkal és egyéb szilárd biomasszával, akkor és csak akkor szabad gondolkodni a tovább-bővítést jelentő ültetvényeken. Így csak az a válasz a korrekt, hogy előbb el kell végezni a kataszterezést ebben a témában, nehogy „biogiliszta” ügy legyen, melyen sok ember dolgozik, kutat és fejleszt (reméljük nem hiába).

#### ***Pellet, faapríték és iparifa arány***

*Pellet:* minden bizonnyal fabázisú pelletgyártás csak akkor versenyképes és  $\text{Energia}_{\text{output}}/\text{Energia}_{\text{input}}$  tekintetében 1-nél több, ha a fafeldolgozás során keletkező fűrészpor, ill. forgács kerül feldolgozásra. Előny a már szárított alapanyag, hiszen ezt a technológia megköveteli. Vagyis faalapú bázis esetén az ipari fahulladék egy részét szabad számításba venni.

*Apríték:* csak prioritásként szabad megadni a jövőképet, miszerint a legideálisabb helyzet hőtechnikailag, ha a tűzifa a magas hatásfokú aprítéktüzelő berendezésekben hasznosul. Ezek elterjedése fogja megszabni a feldolgozottsági szint ilyen irányát. Térhódításukhoz logisztikai kiszolgáló



központok kialakítására van szükség (szintén a prioritások között szerepel a hatékonyság és a decentralizáció).

*Iparifa (közhasználatú szó szerint rönkfa):* Ezt a faipar fogja diktálni, amit mindenkor a piac és a rendelkezésre álló technológia determinál. Így teljesen alaptalan bármilyen szintű híresztelés, hogy az erdőgazdaságok még iparilag felhasználható alapanyagot szállítanak az erőművekbe, mert ugyan szabványismeretben jártas még ezt állíthatja, de ismerni kell hozzá a piac felvevőképességét. A bányászati termékek gyakorlatilag minimalizálódtak. Van ugyan még egy ipari felhasználás, mégpedig a rostfa, viszont ezen gyárak is végtermék eladási gondokkal küzdenek, így az esetlegesen felhalmozódó rostfa ugyancsak az energetikai választékban „landol”.

A fentiek miatt ki kell mondani, hogy az utóbbi időkből szárnyra kapott híresztelések, miszerint önös érdekből az erdészek az erőművek kiszolgálása érdekében üzletpolitikai változást indukáltak, **csúsztatás!!!**

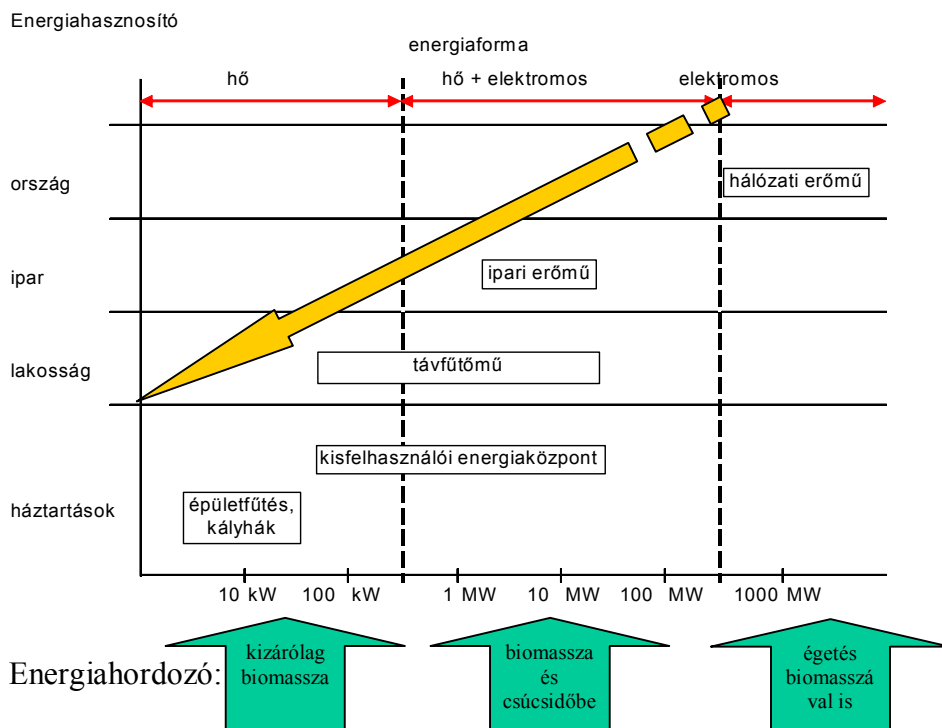
### **Lakossági és ipari felhasználás**

Jelenleg a nagy erőművek 800-1.000 tonna tűzifát, ill. faipari hulladékot használnak. Tehát a lakosság tűzifa felhasználási részaránya közel 60 %-os. Prognózis szerint, de ez csak feltételezés, amennyiben közel 10 éven belül a „nagyerőművi” felhasználás eltolódik az energiahatékonyság (ami szintén EU prioritás) szempontjából kedvezőbb regionális erőművek (jellemzően kis fűtőművek) felé, azok vélhetően kedvezőbb szállítási tarifái miatt, minden bizonnyal a fent jelzett arány meg tud maradni. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt az első fejezetben írt többlet-kitermeléssel járó volumen-növekedést sem.

### **Decentralizáció, hatékonyság**

Ismert piacgazdasági környezetben az erdészeti ágazat, a lakossági gázellátás program (1990-es évek elejétől) következtében, szorult helyzetbe került. A csúcs a 1990-es évek végén tetőzött, amikor a primer termékek közel 60 %-át kitevő tűzifa az igen erős kínálati pozíciója miatt gyakorlatilag eladhatatlanná vált. A nagyerőművek (szintén szorult helyzete miatt) kitörési pontnak ítélték meg a megújuló források felhasználásának alternatíváját, konkrétan a rendelkezésre álló tűzifátöbblet alapanyagként való kezelését.

A program elindult, mellyel párhuzamosan elkészült az EU energiapolitikáján alapuló magyar megújuló energiaforrások felhasználásának stratégiája, ahol is az EU felé tett vállalások tükrében prioritások meghatározására került sor. Az erdészeti ágazat, ehhez való alkalmazkodás tekintetében, stratégiai kérdéskörben változás alternatívái előtt áll. Minden bizonnyal a decentralizált és elsősorban hőtermelést szolgáló kis és közepkategóriájú fűtőművek kialakítása a kívánatos (4. ábra).



4. ábra. Fűtőmű nagyságok és az energiahordozók kapcsolata

Megvalósításához elengedhetetlen, olyan alapanyag ellátó logisztikai központok kialakítása, ahol a fogyasztó, mint közvetlenül felhasználható alapanyaghoz jut megrendelését követően, hiszen aprítani nem tud, és tároló kapacitása is korlátozott. Így a jelenlegi anyagáramlás teljes egészében át fog alakulni és egyben a hatékonyságot, jelentősen javítani fogja.

### Felhasznált irodalom

- Horváth B. - Jung L. - Kaknics L. - Szabó J. (2007): Energetikai célú fahasznosítás és annak gépesítése. Erdészeti Lapok, CXLII. 4:129-130.
- Kovács J. (1968): A fa komplex hasznosításának lehetőségei. Az Erdő, 8:343-349.
- Kovács J. (1983): A Mátrai EFAG hulladékmentes technológiai rendszere és annak tapasztalatai. „Hulladékszegény technológiák”. MTA-OMFB Kiadvány, Budapest, 1-29.

# AZ ENERGETIKAI FAANYAGOK OBJEKTÍV SZÁMBAVÉTELÉNEK PROBLÉMÁI ÉS LEHETSÉGES MEGOLDÁSAI

**Pásztor Zoltán - Börcsök Zoltán - Boros János - Edelényi Márton**

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Innovációs Központ*

*Tel.: 99/518-298, pasztor@fmk.nyme.hu*

## ***Abstract***

Running project aims at to develop a new surveying method for measuring of stacked wood in the Innovation Centrum at the University of West Hungary. The new method has higher accuracy related the used conversion factors by measuring all stack uniquely. During the measuring process are diagnose the stacked meter and the actually conversion factor. The accuracy comes from the using of high resolution cameras and the intelligent processing of photos.

**Keywords:** photo analytic, stacked wood, conversion factor

## ***Összefoglalás***

A Nyugat-magyarországi Egyetem Innovációs Központjában folyó kutatás célja új sarangfelmérési módszer kidolgozása. Az új technológia nagyobb pontosságot biztosít az egyes rakatok egyedi felmérésével a használatban lévő átszámítási tényező módszerhez képest. A mérés során meghatározásra kerül a sarang térfogata és egyedi átszámítási tényezője. A módszer pontossága a nagyfelbontású kamerák használatán és az intelligens képfeldolgozáson alapulnak.

**Kulcsszavak:** fotóanalitika, sarang, átszámítási tényező.

## ***Bevezetés***

Az erdőgazdálkodás során mind a véghasználatkor mind a gyéritések során, jelentős mennyiségben keletkezik olyan faválaszték, amely értékénél és dimenziójánál fogva nem kerül egyedileg felvételezésre. Ez a választék főképpen a vékonyabb átmérőjű törzsekből és ágfából áll össze. A teljes kitermelt famennyiség 40-75%-a is sarangolt választék lehet fafajtól, termőhelytől és használati módtól függően. Magyarországi viszonylatban ez 3.640.792m<sup>3</sup> [1] faanyagot jelent. Az ilyen vékonyabb és általában gyengébb minőségű faválasztékot a papíripari, forgács, farost- és más faalapú lemezipari célra hasznosítják, az egyre növekvő mértékű energetikai felhasználás mellett.

Átvételkor és értékesítéskor merül fel a kérdés, hogy hogyan és milyen egységben lehet a sarangolt anyagot meghatározni, amely az elszámolás alapját jelenti. A sarangolt választék megjelenése a legtöbbször szabálytalan hengeres alakú, egységes hosszra vágott elemekből áll. Az egyes elemek a természetnek köszönhetően teljesen egyediek. Néhány speciális

esetben az elemek ugyan nagyon hasonló geometriai alakzatban és dimenzióban jelennek meg, de legtöbbször a sarangba rakott elemek eltérnek egymástól átmérőben, görbeségben, ovalításban. A sarangok az összerakás rendezettségének és az azonos hosszúnak köszönhetően hordoznak valamilyen rendezettséget. E rendezettség alapul az űrméter, mint mérési egység is. Az idő során többféle űrméter alakult ki, melyeket a korábban érvényben lévő szabványokban rögzítettek [2]. Az űrméter definíciója mellett a szabvány azt is meghatározta, hogy egy űrméterben mennyi tömör faanyag található választék típusonként. A szabvány különféle választékokat különböző űrméter - tömör köbméter átszámítási tényezőkkel illette.

A gyakorlatban végzett nagyszámú mérés azt igazolta, hogy az átszámítási tényezők az esetek nagy részében jelentős hibával terheltek. A rakat tömörsége nagymértékben függ a fafajtól, a faanyag hosszától, az anyagok görbeségétől, az összerakás igényességétől és a favágó munkájától is. Látható, hogy mindezen tényezők figyelembe vétele egy statisztikai alapon felvett átszámítási értékkel nem valósítható meg pontosan. A kutatás célja az, hogy olyan módszert és eszközt dolgozzon ki, amely minden rakat esetében egyedileg képes a kitöltési tényezőt meghatározni.

### ***Sarang térfogatának meghatározása***

Ahhoz, hogy egy sarang tömör faanyag tartalmát meg lehessen határozni, két adatra van szükség:

- a befoglaló méretre, vagyis az űrméterre,
- 2, a kitöltési (átszámítási) tényezőre.

A sarang térfogatának meghatározása nem bonyolult feladat, ha a rakat pontosan mérhető hosszal és magassággal rendelkezik. A két érték szorzata és a szélesség szorzata adja meg a kereset értéket. Abban az esetben azonban, ha a rakat teteje nem teljesen egy vonalban van, akár a rakatolás minőségi hiányosságai, akár a talaj egyenetlensége miatt, a magasság már nem jellemezhető egy számmal, hanem átlagolásra vagy becslésre kell hagyatkozni. Hasonló a helyzet a sarang hosszát illetően is. Két fa vagy oszlopok közé rakott sarang esetén egy méréssel könnyen megadható a hossz. Ha azonban a sarang a teljes magasságát nem egy függőleges vonal mentén éri el, hanem fokozatosan emelkedve akár több méteres hosszon, akkor szintén problémát okoz a pontos meghatározása.

A kísérletek során a digitális fényképezési technológiát használtuk fel. A rakatok бүтү felületéről nagy felbontású felvételek készültek. A felvételek az optika fókuszpontjában találkozó vetítési sugarakkal történnek, ezért a fényképek önmagukban torzítást hordoznak a valósághoz képest. Ha a sarang felületére merőlegesen készítették is el a felvételt a kép szélei felé a léptékek folyamatosan változnak a képtorzítás miatt. További torzítási problémát jelent, ha a felvételt nem pontosan a sarangfelületre merőlegesen készült el, mert a közelebbi részek nagyobbak a távolabbiak kisebbnek látszanak.

A feldolgozáshoz a képet léptékhelyessé kell tenni, vagyis a torzításokat ki kell küszöbölni. Ehhez a fényképen ismert koordinátájú referencia pontokat kell felvenni. A kísérleteken ezt a sarang síkjában elhelyezett szintezett lécekkel oldottuk meg. A lécek távolságát pontosan megmértük és függőlegesbe állítottuk. A fényképen megadtuk a referencia pontok koordinátáit és harmadfokú polinomiális transzformációval a képet letranszformáltuk. A transzformáló algoritmus a képet gumilepedőként igazítja mérethelyessé a megadott koordinátájú pontok alapján. Az *1. ábrán* a bal oldali kép a transzformáció előtti, a jobb oldali az utáni állapotot mutatja be.

A képen mért egység már a valóságnak megfelelő, a megadott referenciapontok egységében a kép középső és szélső részein egyaránt. Ha tehát a képen egy egységet mérünk, az a valóságban is egy egységnek felel meg.



*1. ábra* A fényképek léptékhelyessé transzformálása (a transzformáció a Digiterra Map szoftverrel készült)

A sarang bütü felületének meghatározásához a sarangot a képen körbe kell rajzolni (*2. ábra*). A körberajzolás és a felületmérés e célra kifejlesztett algoritmusokkal automatizálhatóak, ezáltal meggyorsítva a munkát. A kapott felületet a rakat mélységével szorozva határozható meg a sarang térfogata.



*2. ábra.* A sarang felület körberajzolással meghatározható

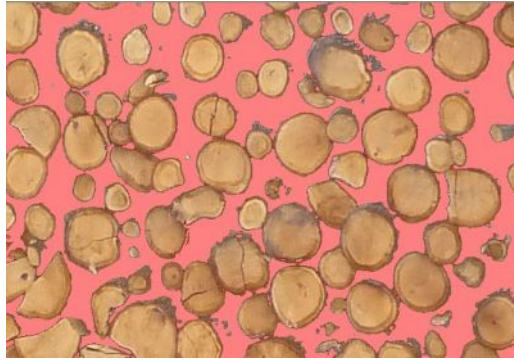
### ***Sarang kitöltési tényezőjének meghatározása***

A rakat térfogatának ismeretében azt kell meghatározni, hogy a térfogatnak hány százalékát teszi ki a faanyag. Ezt a feladatot igyekezett a „Sarangolt fatermékek számbavétele és átszámítási tényezői” című szabvány megadni. Matematikailag a szabálytalan alakú fa keresztmetszetek meghatározása a változatosságok és egyediségek miatt szinte lehetetlen feladat. Statisztikai alapon, sok mérés átlagával sikerült irányértékeket adni a szabványnak, de szórás nagyon magas maradt.

Az új módszer kifejlesztésekor és alkalmazásakor azzal a feltételezéssel élünk, hogy a sarang belsejében bárhol egy körlapokra merőleges metszetet veszünk, az kis eltéréssel ugyanazt a felület arányt mutatja a бүtű felületek és a hézagok között. Ez a feltevés természetesen a sarang végeire is érvényes. Tehát az elkészített fényképen a fa felületek összessége kis eltéréssel állandó a sarang teljes mélységében. Számos ellenőrzést végeztünk egy-egy sarang mindkét oldalának felvételezésével a feltevés igazolására. Az esetek nagyon nagy részében a sarang két бүтű felülete közötti eltérés a fa-hézag arányban 2-3 %-os határ alatt maradt. A vizsgálatok esetében fontos, hogy a sarang felületének minél nagyobb részére kiterjedjen a kitöltési vizsgálat. Ha 2-3 %-os pontossággal elfogadjuk azt, hogy a metszet fa felület aránya állandó, akkor feltételezhető, hogy amilyen részarányt képvisel a metszeten a fa felülete, olyan részarányt képvisel a térfogatban is a tömör faanyag.

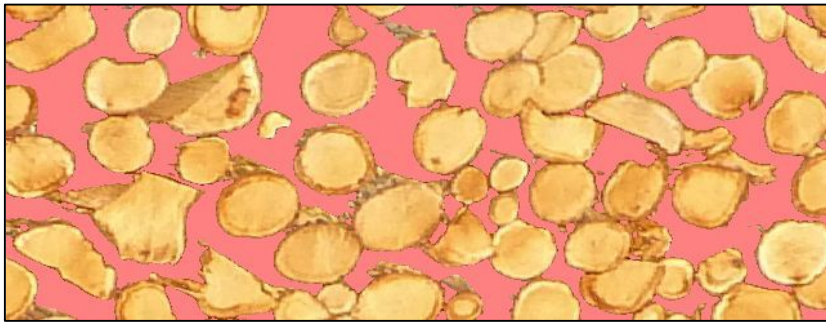
Az új fotóanalitikus módszer ezt az összefüggést használja ki. Tehát ha a felületen a fa felület részaránya meghatározható, akkor térfogatban is ismerjük a fa mennyiségi részarányt. A sarang felületének meghatározásához használt képet felhasználva, mérni kell a felületen a fa és a hézagok arányát. Ezt a mérést az új módszer színeltérés alapján határozza meg. A képpontokat szabályozható paraméterek segítségével világosságuk szerint két fő osztályra bontjuk. A világos osztály a fa felületeket reprezentálja, míg a sötét csoport a hézagokat (3. ábra). A vizsgált mintaterületen a pixelek számarányából adódik a keresett arány.

A másik kontrol vizsgálat pedig az egyedi köbözés, amely vizsgálat az erdész társadalomban a legelfogadottabb pontos felmérési módszer. Mindkét kontrol vizsgálatához képest 3 % alatt maradt az eltérés azoknál a fotóknál, ahol a színeltérés megfelelő mértékű volt a fa felület és a hézagok között. Több havi erdön tárolás esetében is megfelelő fényviszonyok mellett a feldolgozás 2 % alatti pontosságot hoz. A pontosság nehezen tartható, abban az esetben, amikor a fénykép világos háttérrel készül.

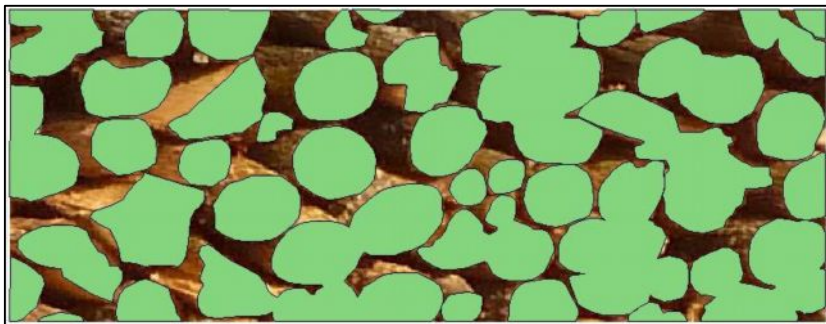


3. ábra. Sarang bütü felületén a fa felületek részaránya (Digiterra Sarang szoftverrel készült kép)

A szoftver működésének és szabályozhatóságának ellenőrzésére két módon is kontroll vizsgálatokat végeztünk. Ugyanazon a képen vizuális érzékeléssel körberajzoltuk a fa bütü felületeket. Az így körülrajzolt elemek felülete szintén számolható és összegezhető volt nagy pontossággal. Majd az értékeket összehasonlítottuk a szoftver által számolt eredménnyel: A 4. és az 5. ábrán látható, hogy amennyiben a sarang bütü felülete kedvező szín aránnyal és megvilágítással rendelkezik, a szoftver nagyon pontos eredményeket ad.



4. ábra. Szoftveres osztályozás: 69,67%.

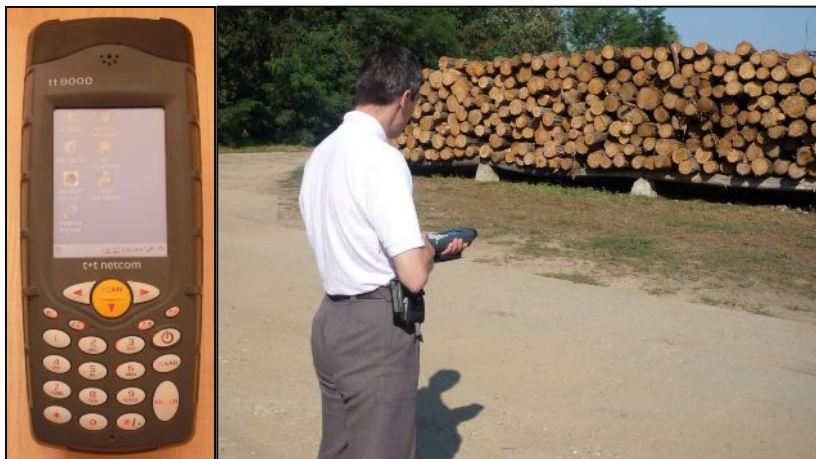


5. ábra. Kézi körberajzolással: 69,21%.



### ***Az új módszer gyakorlati felhasználhatósága***

A módszer kifejlesztése során figyelembe vettük azt a két fő bevetési lehetőséget, amely az esetek nagy számában előfordul az erdőgazdálkodás és a sarangolt faanyagot feldolgozó iparágak gyakorlatában. Az erdőgazdálkodásból kiindulva az erdőn a vágásterület mellett vagy a rakodókon összeállított sarangok felmérése lehet az első fontos terület. Az erdei terepen gyakran nincs műszerekhez szükséges kiépített infrastruktúra, tehát tápfeszültség sincs. Ilyen körülmények között olyan eszközt kell használni, amely bírja a terepi viszonyokat és nem igényel hálózati tápellátást (6. ábra).



6. ábra. Terepi eszköz és bevetetősége

Egy ipari kivitelű PDA-val el lehet készíteni a felvételeket, és szükség szerint fel lehet dolgozni az adatokat. A kívánt eredmény ott a helyszínen rendelkezésre állhat. A feladat ellátásához a PDA-t fel kell szerelni megfelelő kamerával, amely alkalmas a kívánt minőségű kép elkészítésére. A terepi PDA-n futó feldolgozó szoftvert a fejlesztési szakasz utolsó harmadában tervezzük kifejleszteni.

Másik fontos felmérési hasznosítást azokra a területekre szánjuk, ahol adott helyen rendszeresen és jelentős mennyiségű sarangolt anyag halad el. Az erdei megközelítések körülményeit figyelembe véve a gépkocsin történő szállítás dominál a rövid távolságú szállításoknál. Az erdészeteknél vagy sarangolt anyagot vásárló üzemek telephelyén felállítható fixen felszerelt kamera (7. ábra), amely a megadott pozícióba beállított gépkocsin lévő anyagmennyiségről tudja a felvételeket elkészíteni. A berendezés vezérlő egysége egy számítógép, amely a közeli irodában lehet elhelyezve. A kezelő a gépkocsi beállása után a szoftver segítségével feldolgozza az adatokat és dokumentálja, igény esetén archiválja a beszállítási adatokat, beleértve a fényképeket is.





7. ábra. Sarangfelmérés fixen felszerelt kamerával

### ***Konklúzió***

A kutatás fejlesztési tevékenység eredményeként a sarangolt anyagot felmérni képes rendszer jön létre. Az új rendszer a digitális fényképezés nagy felbontó képességének és az informatika intelligens képfeldolgozó algoritmusainak köszönhetően az eddigi gyakorlati technológiánál nagyobb pontosságot biztosít. A tesztelések során megfelelő képminőség esetén 2-4 % körüli pontosság volt elérhető. A felmért anyagmennyiség dokumentálása, archiválása könnyedén elvégezhető, az informatikai háttérnek köszönhetően. További lehetőségek nyílnak meg a lekérdezésekre, statisztikákra vonatkozóan, amelyek segíthetik a vállalat vezetését bizonyos döntések meghozatalában.

### ***Irodalomjegyzék***

- [1] Molnár S. - Börcsök Z. (2009) Faenergia alapanyag forrásai és fejlesztési lehetőségei, Fa, Mint Megújuló Energiaforrás Konferencia, Sopron.
- [2] MSZ-08-0636 Magyar Szabvány: Sarangolt fatermékek számbavétele és átszámítási tényezői.

# FÁS SZÁRÚ, KÍSÉRLETI CÉLÚ ENERGIA ÜLTETVÉNYEK TERMŐHELYI VISZONYAI AZ ÜLTETVÉNYEK TAPASZTALATAINAK FÜGGVÉNYÉBEN

**Dr. Kovács Gábor<sup>1</sup> - Magyari Csaba<sup>2</sup> - Győri Tibor<sup>3</sup> -  
Dr. Heil Bálint<sup>1</sup> - Szabó Orsolya<sup>1</sup>**

*1 - Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Intézeti  
Tanszék*

*2 - Afforest Agroenergetikai Kft.*

*3 - Győri-Kert Agroenergetikai Kft.*

## **Bevezetés**

A fás szárú energiaültetvények térhódítása folyamatos. Figyelembe véve a jelenlegi energia árakat és az energia függőséget, a kormány kiemelt szándéka, a megújuló energiahordozók részarányának növelése.

Magyarország Európai Unió kötelezettsége, hogy a jelenlegi alig 5 %-ról 13 %-ra növelje a megújuló energia részarányát a teljes energiafelhasználásból. Ez a százalékos arány még így is jóval elmarad az EU-s átlagtól, amely 2020-ra 20%-ot tűzött ki célul. A megújuló energia felhasználás 2008-ban mindösszesen 65 PJ volt, ami várhatóan 2020-ra 186,3 PJ-ra fog emelkedni. Ebből a biomassza 130,8 PJ-t tesz ki, ami az összes megújuló energiának a 70%-a. Ebből is látható, hogy a magyarországi viszonyok között az egyik meghatározó alternatív lehetőség a biomassza, azon belül is a fás szárú biomassza (*1. táblázat*).

<b>Megújuló energia felhasználás (összes)</b>		<b>2008</b>	<b>2020</b>
Összesen	PJ	65	186,3
Bioüzemanyag	PJ	6,9	19,6
Összesen (bioüzemanyag nélkül)	PJ	58,1	166,7
Vízenergia	PJ	0,75	0,9
Szélenergia	PJ	0,74	6,2
Napenergia (napelem+napkollektor)	PJ	0,16	1,7
Geotermikus energia	PJ	3,6	11,4
Biomassza	PJ	50,0	130,8
Biogáz+biometán	PJ	0,91	12,6
Hulladék megújuló energia része	PJ	1,94	3,3

*1. táblázat. A megújuló energia részesedése 2008-2020-ra vonatkoztatva Magyarországon (forrás: KHEM, 2010; Bohoczky, 2010).*

## **A fás szárú biomassza ültetvények előnyei**

A biomassza ültetvények előnyei szerteágazóak. Magyarországon jelenleg mintegy 3,5 millió ha szántóföld van, amiből 1 millió hektár alkalmas lehet fás szárú ültetvények létrehozására. Ekkora területen 10 atrotonna/év hozammal, 18 GJ/atrotonna fűtőértékkel, 36 %-os villamos

hatásfokkal számolva a magyarországi áramszükséglet fele fedezhető lenne. Közvetlen gazdasági haszna is óriási, hiszen a fás szárú ültetvényeken előállított energia 1000 Ft/GJ, míg a gáznál ugyanez 2400 Ft/GJ, a tartályos gáz esetében 5000 Ft/GJ. A közvetett gazdasági haszon pedig mintegy 180-200 milliárd forint termelési értéket jelent, ami 50 milliárd állami bevételt adók és járulékok formájában. Ezzel együtt 120 milliárd forint értékű kibocsátás takarítható meg. Ezen ültetvények diverzifikálják az energiahordozók beszerzését, új technológiák meghonosodását teszik lehetővé. Környezetvédelmi szempontból elhelyezhető rajtuk a kommunális szennyvíziszap, valamint a fahamu. Egyben a nem művelt területeken a parlagfű visszaszorítása is megtörténik. Ilyenek az energetika területén történő CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése. Kedvező az energia hatékonysága, hiszen a fás szárú ültetvények energia kihozatala 1:10-hez (Rénes, 2008).

### **Ültetvények ökológiai háttere**

Az egyes fás szárú energiaültetvények telepítésének előfeltétele a termőhelyek alkalmassága. Vizsgálni kell a klimatikus, hidrológia, valamint talajadottságokat. Az erdészeti gyakorlat már ez ideig is a termőhely-vizsgálatok alapján végzi az erdősítéseket, erdőfelújításokat, azonban az energia ültetvények ökológiája és termesztéstechnológiája egyaránt a hagyományos mezőgazdasági és erdőgazdálkodási lehetőségek között foglal helyet.

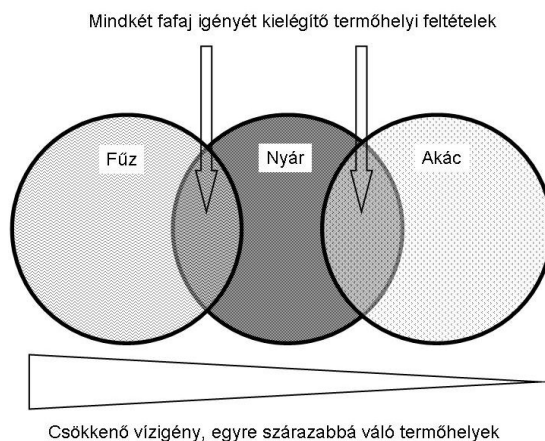
Az ültetvények termőhelyi viszonyainak vizsgálata azért kiemelkedően fontos, mert a várható hozamok egy adott termesztéstechnológián belül alapvetően a termőhelyi tényezőktől függ. Az erdőgazdálkodási gyakorlatból már ismerjük az egyes fafajok termőhelyi igényét, meghatároztuk az egyes termőhelytípus-változatokhoz alkalmazható célállományok fafajait és tudjuk becsülni várható növekedésüket, akár számszerűsítve is a termőhelyek várható fatermőképességével. Ezek az adatok azonban általában a vágásérettségi korra kalibráltak, amely a gyorsan növő fafajoknál 30-40 év, a lassan növekvőknél pedig 80-120 év. Az ültetvényeken ezzel szemben 2-5 éven belül letermeljük a szerves anyagot és folyamatos rotációs sarjztatásos rendszerben 15 évig ezt végezzük.

Mivel tudjuk, hogy akár az egyes fák, akár az állományok évi folyónövedéke jelentősen függ a kortól, ezért az ismert mutatók közötti összefüggés nem alkalmazható az ültetvényekre. Az eltérő kezdeti növekedést, a biomassza képzést a termőhely mellett számos egyéb tényező is befolyásolja, tehát ezek vizsgálata mindenképpen az ültetvények jövőbeni kutatási témáihoz kell, hogy kapcsolódjon. Ugyancsak figyelembe kell venni az ültetvényekkel kapcsolatban azt a tényt, hogy ezek a termesztési rendszerek sokban hasonlítanak a mezőgazdasági termesztési rendszerekhez is, ezért az agroökoszisztémák termőhelyi igényeit is figyelembe kell vennünk. Mivel az ültetvények csak rövid ideig maradnak fenn, ezért elképzelhető olyan termőhelyeken is a telepítésük, amelyeken a

hagyományos erdőgazdálkodás keretén belül már adott fafajjal vagy fajttal egyáltalán nem történne erdőtelepítés. Jó példa erre az erdőssztyepp klímában található mészlepedékes csernozjom talajok, amelyek erdősítése gazdasági céllal ritkán történik, inkább a major- vagy egyéb védőfásításokon töltik be szerepüket. Ugyanakkor érdemes megvizsgálni azt, hogy ugyanilyen termőhelyi feltételek mellett a rövid vágásfordulójú ültetvények milyen fatömeget adhatnak.

Az ültetvényeken elsősorban a jó sarjadzó képességű, gyors növekedésű, nagy biomassza tömeget adó fafajok és fajták telepítése támogatott és engedélyezett. A haza kísérletek és az ültetvényekkel kapcsolatos ökológiai kutatások is ebbe az irányba nyitnak. A piacon megjelenő három fafajon belüli fajták produktivitása eltérő, ezért célszerű ezeket a különböző kísérletekben az üzemi telepítések mellett vizsgálni. A jelenleg telepíthető három fafaj a fűz, a nyár, ill. az akác a termőhelyekkel szemben támasztott eltérő ökológiai igény mentén elkülönül egymástól, természetesen vannak átfedések is az egyes termőhelyek között. A három fafaj közül a fűz a legvízigényesebb, majd ezt követik a nyárok és végül a szárazabb, többletvízzel nem érintett területeken az akác (1. ábra).

Természetesen vannak olyan termőhelyek is, amelyek eleve kizárják a fafajok egy részét vagy valamennyit. Ezek a szikések, lápok, vagy például a felszínig erősen köves-kavicsos talajok. Ugyanakkor ide tartoznak a felszínközeli, a felszíntől 50 cm-en belül talajhibát mutató talajok is. Számos termőhelyen viszont csak gyenge hozammal számolhatunk, mivel a talajok víz- és tápanyag-gazdálkodása nem teszi lehetővé a nagyobb biomassza megtermelését. Ilyenek lehetnek a futóhomokok, karbonátos, vékony termőrétegű humuszos homoktalajok. Kavicsos vázталajok. Dombvidékeken a terepadottságok zárják ki számos talajnak ilyen célú hasznosítását, ilyenek pl. a köves-sziklás vázталajok, ranker és erubáz talajok.



1. ábra. Az egyes fafajok eltérő ökológiai igényei (Kovács G., 2010)

## Ültetvényeken alkalmazható fafajok, fajták termőhelyi igénye

### *Nemesnyár fajták*

A nemesnyáarak igénylik a többletvizet, emellett a jó tápanyag-ellátottságú, levegős talajokat kedvelik. Ezért jó hozamra számolhatunk az időszakos és állandó vízhatású öntéstalajokon, hordalék talajokon, réti talajokon. Ugyanakkor az alföldi, időszakos vízhatású, mély termőrétegű humuszos homoktalajokon is kedvezőek a tapasztalatok. A szárazabb termőhelyeken az újabb nyárklónokkal történő telepítések igen ígéretesek, így a jelentős területi kiterjedést mutató barna erdőtalajokon vagy csernozjom talajokon is jó hozamokra lehet számítani (2. táblázat).

NNY	klíma	bükkös klíma kivételével
	hidrológia	vízigény: 650-680 mm/év kerüli a pangóvizet jó víztartó-képességű, nagy DV-vel rendelkező talajok IDŐSZ, ÁLLV
	fizikai talajfésülés	H, HV, V, AV
	talajtípusok	láptalajok (KL, KOTL, TL) öntéstalajok (NYÖ, HŐ) réti talajok (TR, CS) barna erdőtalajok (ABE, RBE, ARBE, KBE) váztalajok (HH, CSJH, MSRT)
	kedvezőtlen talajadottság	0,1 % alatti összes só
	tápanyag-ellátottság	jó tápanyag-ellátottság szükséges
	Lejtésviszonyok	kisebb, mint 8 %
	eketalp	el kell kerülni a gyökérszónában tömörödött talajokat

2. táblázat. NNY-klónok termőhelyi igénye Magyarországon

### *Akác fajták*

A legszárazabb termőhelyi feltételek mellett az akác ültetvények telepítését lehet megfontolni. Igaz ugyan, hogy a hozamuk jelentősen el fog maradni a vizes élőhelyeken jó növekedést mutató fűz-, ill. nemesnyár ültetvényektől, de jelenleg nagyságrenddel nagyobb terület áll rendelkezésre, amely az akác számára tekinthető optimálisnak, ezért az akác ültetvényszerű alkalmazásának kutatását ki kell szélesíteni (3. táblázat).

Akác	klíma	fagyérzékeny, április 30-ig elhúzódó fagyos napok vonalával esik egybe
	hidrológia	vízigény: 3-400 mm/év többletvízhatástól független termőhelyeken fontos a jó levegőztetés
	fizikai talajfésülés	laza homok, homokos vályog, vályog
	talajtípusok	váztalajok (HH, HHKOMB) barna erdőtalajok (RBE, ARBE, ABE, BF, KBE) csernozjomok (CSJH) réti talajok (TR, ÖR, CSR)

kedvezőtlen talajadottság	0,1 % alatti összes só
tápanyag-ellátottság	mérsékelt tápanyag-igény, pillangós N-kötés
Lejtésviszonyok	kisebb, mint 8%
eketalp	el kell kerülni a gyökérszónában tömörödött talajokat

3. táblázat. Akác termőhelyi igénye Magyarországon

### **Fűz fajták**

A fűzek az egyik legvízigényesebb hazai fafajaink egyike. Természetes előfordulásuk a folyók árteréhez, annak is legmélyebb fekvéseihez köthető, ahol évente átlagosan a 2-3 hónapi előtérés biztosított. Így az öntésterületek nyers és humuszos öntéstalajain, a belvízzel érintett különböző típusú réti talajokon, valamint telkesített láptalajokon beszélhetünk elsődleges felhasználásáról. A Svéd Energia Fűz (*Salix viminalis* sp.), ill. a *Salix alba* „Express” talajigénye nem tér el a hazai fűz állományok talajigényétől. Alapvetően az állandó, felszínig nedves és vízzel borított hidrológiai adottságok mellett várhatjuk jelentősebb hozamukat (4. táblázat).

<b>Fűzklónok</b>	klíma	nem klíma, hanem hidrológiai viszonyok meghatározók
	hidrológia	vízigény: 6-800 mm/év, állandó, felszínig nedves és vízzel borított termőhelyek, a pangóvizet kerüli,
	fizikai talajfűleség	kevésbé meghatározó, mivel a többletvízhatás a fontos
	talajtípusok	régi talajok (TR, ÖR, CSR, LR) láptalajok (KL, KTL), öntés és hordalék talajok (NYÖ, HÖ)
	kedvezőtlen talajadottság	0,1 % alatti összes sótartalom, mivel a sóra érzékeny
	tápanyag-ellátottság	mérsékelt tápanyag-igény
	vízviszonyok	az erősen változó talajvízszintre, vegetációs időszakban a többletvíz hiányára érzékeny

4. táblázat. Fűzklónok termőhelyi igénye Magyarországon

### **Az ültetvények jelenlegi fafaj összetétele Magyarországon**

A magyarországi termőhelyi potenciáljának megfelelő fafaj összetételt egyrészt az egyes fafajok térfoglalásával, másrészt az előállított erdészeti szaporítóanyag összes, országos mennyiségével lehet leginkább jellemezni. Ezek alapján a nemesnyárok térfoglalása a haza erdőkben 95 % nyár, 5 % fűz, alapvetően a termőhelyi adottságok, valamint a hozam miatt. Magyarországon 2004-es országos csemetelettár adatai alapján 7,4 millió darab nemesnyár, 0,9 millió db fűz dugványt állítottak elő. A létrehozott nemesnyárasok nagysága 10.000 ha, míg fűzzel 800 ha-t erdősítettek. Akáctelepítés 5600 ha-t tett ki. Az utóbbi években ennek a részaránya nőtt

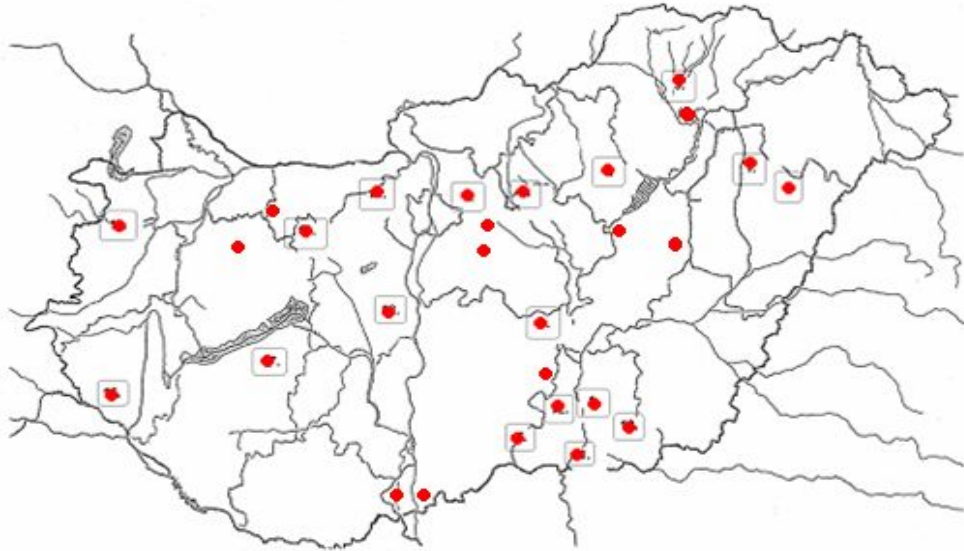
jelentősen. Így az egyes fajok aránya A - NNY - FÜ = 33% - 62% - 5%. Ezzel szemben az ültetvényekben 2007-2009 közötti időszakban a fűz 37 %-os területi részaránya a termőhelyi adottságok alapján túlzó. Egyre több olyan kísérlet kerül beállításra, ahol a fűz- és különböző nemesnyár klónokat egyszerre telepítik, így a hozambeli eltérések a közeljövőben már nyilvánvalóan kimutathatók lesznek.

A származási kísérletek tanúsága szerint általában az északról délre hozott származások korábban fejezik be növekedésüket. A keletről nyugatra mozgatás növekedés kiesést, rosszabb törzsalakot és gombafertőzés nagyobb veszélyét eredményezi. A délről északra telepítés hosszabb, intenzívebb növekedést, erősebb áttisztulást, nagyobb koronát és levélméretet, viszont gyakran rossz törzsalakot, fagyérzékenységet eredményez. A nyugatról keletre hozott származások nedvesség igényesek, szárazságra érzékenyek. A fatömeg produktum szempontjából a legkedvezőbb a származások északabbra telepítése (Mátyás, 1997).

### **KITE kísérletek – termőhelyi vonatkozások (AF-2, Monviso)**

A KITE által beállított kísérletek 2006-ban kezdődtek. Magyarország különböző tájain néhány hektáron beállított kísérleteket helyszíneit a 2. ábrán szemléltetjük. A telepítést követő évben, ill. az első 2 éves aratás előtt történt az egyes termőhelyek vizuális szemlézése. A legenergetikusabbban növekvő, ígéretes területek a maximális 10 pontok kapták, azok az ültetvények, amelyek elpusztultak, vagy alig-alig eredtek meg, az 1-2-est. Ezek alapján a legjobb termőhelynek Derecske, Cece, Kiszombor és Szeremle mutatkozott. A talajtípusok mély termőrétegű, kiváló szerkezetű, víz- és tápanyag-ellátottságú mészlepedékes csernozjom, réti csernozjom, típusos réti talaj, valamint humuszos öntéstalaj.

A vizsgált területek legfontosabb talajtulajdonságait az 5. táblázatban foglaljuk össze. A talajvizsgálatok alapján látható, hogy az alacsony értékszámok egy-egy kedvezőtlen adottságú talajtulajdonság miatt adódnak, így a magas kötöttség (50 fölötti), ill. a magas sótartalom. Ezzel összefüggésben a magas pH, így a 8,7-9,6 közötti pH-k. Az egyes kísérleti területeken a hozammérések most zajlanak.



2. ábra. A KITE nemcesnyár kísérletek (Magyar Cs: 2006-2010)

Hely	talajtípus	vizes pH	KA	szóda%	összes-só%	CaCO <sub>3</sub> %	H%	Hozam t/ha/2év	Értékpont
Derecske	RCS	7,3-7,8	36-41	ny	0-0,08	0-14%	2,8	35	10
Cece	MLCS	7,4-8,3	34-35	0-0,013	0-0,04	0-14	1,3		10
Kiszombor	TR	7,5-8,0	47-62	0	0,07-0,09	2-5	1,9	28	10
Szeremle	HO							39	10
Sáránd	HH	7,9-8,3	30-32	0-0,01	0,06-0,08	7-13	0,7		9
Sáránd anyatelep	RCS	7,4-8,4	33-39	0-0,02	0-0,05	-	1,8		9
Hernádkércs	KMBE	7,0-8,4	35-41	0-0,03	0,03-0,07	0-6	2,1	37	8
Nyíradony	HH	6,0-7,0	30-36	0	0	0	0,7		8
Szentmártonkáta	HH	7,4-7,9	30-37	0	0,03-0,04	0	1,1	19	7
Jászapati	MSR	7,8-8,4	29-34	0-0,02	0,06-0,11	3-22	3,1		6
Herceghalom	MLCS	7,9-8,4	31-40	0-0,01	0,02-0,16	13-20	2,8	11	6
Kisbér	MLCS	6,6-8,2	24-36	0-ny	0,02-0,07	0-37	0,6	19	6
Muraszemenye	OR	6,9-7,6	43-50	0	0-0,03	0	1,7		6
Mórahalom	HH	8,2-8,7	24-28	0-0,01	0-0,02	4-10	1,1		6
Pitvaros	TR							18	6
Jászberény	TR	6,5-8,2	40-44	0-0,03	0,03-0,07	0-12	1,9	21	5
Tura	BF							14	5
Hódmezővásárhely	MSMLCS	8-9,4	34-42	0-0,07	0,03-0,09	9-21	2,6		4
Cernelházadamonya	KTR	7,0-8,2	27-50	0-0,02	0,04-0,09	0-19	2,8		3
Dormánd	KTR	7,3-8,7	40-60	0,02-0,06	0,02-0,08	1-21	3,2		2
Iiszafüred	RO	6,9-9,6	45-70	0	0,05-0,13	0	2,8		2

5. táblázat. KITE-NNY-kísérletek talajvizsgálatai eredményei

### AF2 ültetvény barnaföldön a Bakonyalji erdészeti tájban

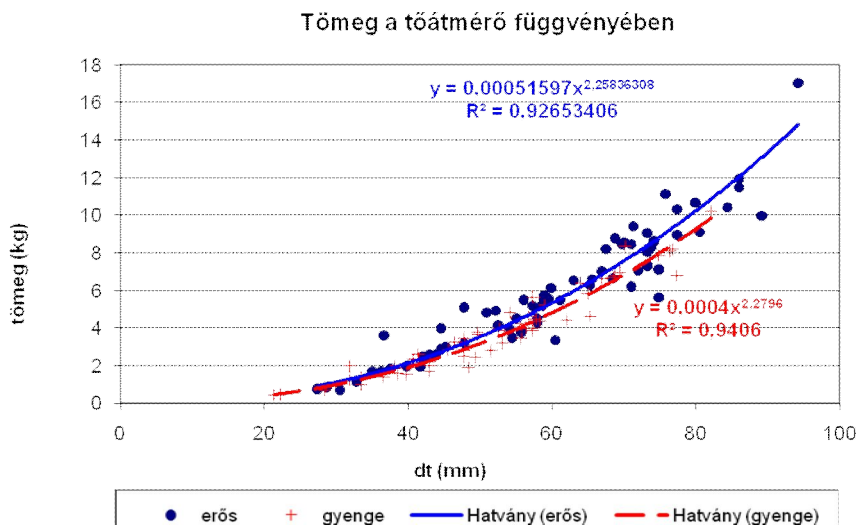
Az ültetvény Isztimér 0236/2, 0236/4-5 hrsz. területen, cseres-tölgyes zárt erdők övében, barnaföldön áll. A mezőgazdasági tájhasználat következtében azonban a magasabb részekről a termőtalaj egy része leerosdálódott, ezért a termőrétegük a dombvonulat magasabb részein csak 50-



60 cm vastag, míg a völgyekben felhalmozódott lejtőhordalék talajon közel 200 cm. A feltalaj kémhatása gyengén savanyú, homokos vályog, ill. vályog fizikai féleség mellett, gyenge-közepes tápanyag-ellátottsággal. A völgyi részeken, ahol a legnagyobb méretű fácskák is nőttek, a szivárgó víznek köszönhetően a vízellátottság kedvezőbb, üde termőhelynek minősíthető. A dombtetőkön a félszáraz erdőtípusok lennének.

Ilyen mozaikos, változatos termőhelyi feltételek mellett természetesen, eltérő volt a fák növekedése is. A 2010 januárjában sorra kerülő aratás előtt sematikus mintavételi eljárással hozambecslést végeztünk annak megállapítására, hogy a két év elteltével, az adott termőhelyi feltételek mellett, milyen fatömeg várható. A számításához 68 darab mintafát vágunk ki, mértük magasságukat, tőátmérőjüket, nedves tömegüket, továbbá meghatároztuk laboratóriumi körülmények között a nedvesség százalékukat. Mivel a völgyi részeken a fák növekedése erőteljesebb volt, azokat „erős”-ként, míg a dombtetőkön állók gyengébbek voltak, azokat „gyenge”-ként vizsgáltuk. Az eredmények alapján a hozammal a legjobb kapcsolatot a tőátmérő és nem a magasság mutatta. Ezt a kapcsolatot a 3. ábrán láthatjuk.

Az átlagos magassági növekedés 5,8 m volt, ami azt jelentette, hogy évente közel három métert nőttek a fácskák. Ha a vegetációs időszakot áprilistól szeptemberig tekintjük, akkor havonta mintegy 1 m-es növekedés volt a meghatározó. Ez naponta 3 cm-es magassági növekedést jelentett. A fácskák tömege aratáskor átlagosan 5,8 kg volt, a legkisebb tömegű 0,71 kg-ot, míg a legnagyobb 17 kg-ot nyomott. Az átlagos tömeggyarapodás havonta 1,2 kg, naponta pedig 4 dkg szerves anyagot eredményezett. Összesítve az eredményeket a várható hozam 20 nedves t/ha/év.



3. ábra. A fa tömege (kg) a tőátmérő függvényében (cm) (Veperdi et al., 2009)

## **Irodalom**

*Bohoczky F.* (2010):

[http://www.erec.org/fileadmin/erec\\_docs/Projcet\\_Documents/RES\\_in\\_EU\\_and\\_CC/HUoverview.pdf](http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES_in_EU_and_CC/HUoverview.pdf)

*Khem* (2009 dec.): [http://zoldtech.hu/cikkek/20100127-megujulo-](http://zoldtech.hu/cikkek/20100127-megujulo-felhasznalas-2020-ig/dokumentumok/megujulo_felhasznalas_2020ig.pdf)

[felhasznalas-2020-](http://zoldtech.hu/cikkek/20100127-megujulo-felhasznalas-2020-ig/dokumentumok/megujulo_felhasznalas_2020ig.pdf)

[ig/dokumentumok/megujulo\\_felhasznalas\\_2020ig.pdf](http://zoldtech.hu/cikkek/20100127-megujulo-felhasznalas-2020-ig/dokumentumok/megujulo_felhasznalas_2020ig.pdf)

*Mátyás Cs.* (1997): Erdészeti Ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

*Rénes J.* (2008): A rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültvények klímavédelmi és gazdasági jelentősége.

[www.energyforest.eu/jaszapati.html](http://www.energyforest.eu/jaszapati.html)

*Veperdi G.* (2009): A fa tömege a tőátmérő függvényében (Isztimér 0236/2, 0236/4-5 hrsz).

# ERDŐKEZELÉS A SZATMÁR-BEREGI SÍKON, FOLYAMATOS ERDŐBORÍTÁS, KEZDETEK

Tóth János

Nyírerdő Zrt. 4400 nyíregyháza Kótaji u. 29; [Janos.Toth@nyirerdo.hu](mailto:Janos.Toth@nyirerdo.hu)

## 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról

### A törvény alapelvei

*2. § (1) A fenntartható erdőgazdálkodás során, a fenntartható használat követelményeinek megfelelően az erdei haszonvételek gyakorlása során **törekedni kell** az olyan **módszerek** alkalmazására, amelyek **biztosítják**, hogy az erdő megőrizze biológiai sokféleségét, természetességét vagy természetszerűségét, termőképességét, felújuló képességét, életképességét, továbbá megfeleljen a **társadalmi igényekkel** összhangban levő védelmi, közjóléti és gazdasági követelményeknek, betöltse természet- és környezetvédelmi, közjóléti (egészségügyi-szociális, turisztikai, valamint oktatási és kutatási) célokat szolgáló szerepét és az erdővagyonnal való gazdálkodás lehetőségei a **jövő nemzedékei** számára is fennmaradjanak.*

*(2) A fenntartható erdőgazdálkodás során a legfontosabb közérdekű feladat az erdők változatosságának megőrzése, az erdők fenntartása, felújítása és a védelmi, valamint közjóléti szolgáltatások biztosítása, melyek elvégzését az állam megfelelő eszközökkel biztosítja.*

Napjaink társadalmának erdővel kapcsolatos nézetei egyre szélesebb körben látnak napvilágot. A társadalom elvárásainak középpontjában az erdő a környezetvédelemben, valamint a természetvédelemben betöltött szerepe áll. A kutatók, szakértők álláspontjuk kialakításánál gazdasági szempontokat is próbálnak figyelembe venni. A kérdések közül csak néhányat kiragadva: Szabadidőpark, faültetvény vagy őserdő kell-e a jövő társadalmának? Szükség van-e okszerű erdőgazdálkodásra, ezen belül erdőszere? A kérdésekre adott válaszok rendkívül szélsőséges véleményeket tükröznek. A társadalom nagyobb rétege nem veszi figyelembe, hogy az ember a puszta jelenlétével, tevékenységével közvetve illetve közvetlenül befolyásolja az életközösségek túlélési esélyeit.

A gyakorlati erdősz mindennapjai során a vélemények keresztüzében áll. Erdész szakmánk több száz éves ismeretanyaga sem elég a laikusok biztonságával megfogalmazott vélemények magyarázására, kívánságok teljesítésére. Számos hibás megjegyzést, mint például rablógazdálkodás, erdőirtás, ész nélküli letarolás, vissza kell utasítani, helyette a figyelmet a szakkifejezések egységes értelmezésére, a közös gondolkodásra kell

fordítani. Napjainkra egyértelművé vált, hogy a jövő útja csak a természetközeli erdőgazdálkodás lehet, amelyben a biológusok, az ökológusok közös, az erdőért aggódó nézete éppúgy szerepel, mint erdszeink jól megfontolt biológiai – ökonómiai ismeretei.

A Fehérgyarmati Erdészet a Szatmár–Beregi-síkság állami erdeit kezeli, mintegy 5420 hektáron. Nehezíti az erdészet napi szervezőmunkáját, hogy a kezelésünkben lévő erdőtömbök nagy területen, szétszórtan helyezkednek el. 30 község határában gazdálkodunk, Csengersimától egészen Lónyáig, ahol az 50 hektáros erdőtömbtől a 950 hektárosig szinte minden előfordul. A legjellemzőbb fafaj az őshonos kocsányos tölgy, valamint az egyéb kísérő fafajok, mint a magyar kőris, a gyertyán, a juharok, amelyek együttesen 90%-át foglalják el a vagyonkezelésünkben lévő területnek.

A Szatmár–Beregi-sík jellegzetes erdőtársulásai, értékes erdei (tölgy-kőris-szil ligeterdők, gyertyános-kocsányos tölgyesek) mellett fűz- és égerlápokat is találunk. Ezek a fás társulások a fátlan növénytársulásokkal együtt egy erdőtömbön belül is mozaikosan, illetve szalagszerűen követve váltják egymást, változatos élőhelyi feltételeket teremtve a növény- illetve állatritkaságoknak. Erdőgazdálkodási szempontból legfontosabbak a kemény lombbal elegyes kocsányos tölgyesek, melyek értékes faanyagáról éppúgy nem mondhatunk le, mint a bennük élő valamennyi élőlényről.

Ezen természeti értékek védelme gazdálkodásunk mindennapjai során figyelmünk középpontjában áll. Olyan, a bevezetőben is megfogalmazott céloknak megfelelő erdőgazdálkodást igyekszünk megvalósítani, amelynek fő jellemzője, hogy a természetes folyamatokra épül, a természet- és környezetvédelmet szem előtt tartó olyan beavatkozásokból áll, amelyek az erdész szakmai követelményeknek is megfelelnek.

Szatmár–Bereg ökológiai adottságait tekintve bátran kijelenthetjük, hogy a természetközeli erdőgazdálkodás feltételei adottak, miszerint:

- hazánk folyóvizekben egyik leggazdagabb és egyben legváltozatosabb tája;
- talajviszonyaira legjellemzőbbek a folyók általi hordalékon kialakult öntéstalajok;
- a táj átmenetet képez az Alföld és a Kárpátok előhegyei között;
- az Alföld leghűvösebb és legcsapadékosabb területe;
- a nedves, hűvös erdőkben a környező hegyekből leereszkedő montán növényfajokkal és jégkorszaki reliktumokkal találkozhatunk.

A kedvező termőhelyi viszonyok, mint alapfeltétel mellett meg kell még említeni az állami vagyonkezelést, a jól képzett szakmai háttérrel, amelynek szándéka a térség természetközeli erdőgazdálkodásának kiszélesítésében vitathatatlan. Erre bizonyíték, hogy számos erdőtömbünkben már az újabb szemléletű erdőkezelés első lépései megtörténtek.

Az említett ökológiai adottságoknak köszönhetően egykor hatalmas erdőségek uralták ezt a vidéket. Az erdőrengeteg a XVII-XIX. században

kezdett intenzíven foglalkozni, amelynek okai között elsősorban az értékes faanyag iránti keresletet, a Tisza szabályozását, a legeltetést, a földművelést, a népesség szaporodását éppúgy lehet említeni, mint az erdőfelújítással való nem törődést. Napjainkra ez megváltozott, hiszen erdőtörvényben foglalt kötelezettségünk fenntartható, tartamos erdőgazdálkodást folytatni, erdeinket felújítani.

A gyakorlati erdész számára fő cél csakis a változatos élőhelyi feltételek biztosítása lehet, amelynek eredményeként a természeti értékek túlélési esélyei javulnak. A célhoz vezető erdőgazdálkodási módszerek kiválasztásánál figyelniük kell a klasszikus erdészeti, szakmai elvárásokra, amelyek jórészt megegyeznek a természetvédelem kívánalmaival. Ezek szerint termőhelyálló, őshonos fafajú, elegyes, változatos korosztályú erdők létrehozása a cél, mindezt folyamatos erdőborítás mellett kell elérniük. A természetvédelemnek sem lehet célja az erdőgazdálkodás teljes mellőzése: „...a természetes erdő konzerválása, rezervátumként való megőrzése helyett, azoknak a természetes folyamatoknak a minél teljesebb megőrzésére kell törekedni, melyek lehetővé tették e bonyolult életközösségek kialakulását. Azaz nem törekedhetünk az erdő aktuális állapotának változtatás nélküli megőrzésére, hanem a természetes folyamatok érvényesülésének feltételeit kell megteremtünk.” (Forrás: A természetvédelem erdészeti szakmai koncepciója és távlati fejlesztési feladatai c. tanulmány, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, 2003, 55 o.)

Az említett célok elérésére tett törekvés évtizedek óta ismert, de különböző mértékben megvalósított cél. A Fehérgyarmati Erdészeti régi - Magyarország első nemzeti parkja, a Hortobágyi Nemzeti Park megalakulása előtti időkből származó - üzemterveiben (1960-as évek) már szerepelnek konkrét természetvédelmi elvárások, miszerint előfordultak fakitermelési korlátozások, száraz fát is csak engedéllyel termelhetek ki, valamint tiltott volt az erdei legeltetés. Az időpont azért is fontos, mert hazánkban az intézményes természetvédelem kezdetét a Hortobágyi Nemzeti Park megalakulása (1972) jelentette.

A természet érvényesülését ill. folyamatainak elősegítése első lépéseként a tuskózás elhagyása volt. Több mint harminc éve kerüljük a talaj teljes bolygatásával járó talajelőkészítést. Majd az állományok véghasználat előtti alávetésével (1985-1990) próbáltuk elősegíteni az erdőtesten ütött seb minél gyorsabb beforradását.

Az állomány viszonyokra jellemző, történelmi okokra visszavezethetően (Trianon), hogy 3-4 tömbben, közel ezer hektár, majdnem egykorú (85-95 éves), valamint az 1990-es évek elején, egy tömbben telepített, 360 ha kocsányos tölgy állomány található. Az erdőtelepítésben lévő egykorúság ill. nem kellő elegyeség is közrejátszott abban, hogy néhány év múlva már látható erdővédelmi problémák álltak elő, 2005 körül Lymantria (gyapjas lepke) ebben az évben pedig Malacosoma (gyűrűs lepke) károsítás lépett fel.

A XXI. század első éveiben az erdészet a védettségek okán, sőt saját minőségbiztosítási rendszerein keresztül is ( ISO, FSC – VH-i területek nagyságának behatárolása, ), ezek egymáshoz képest lévő elhelyezkedése miatt is, egyre nehezebben tudta a hozam szabályozásban lefektetett és elvárt famennyiséget gazdasági rendszerébe integrálni, azaz eredményes üzemi tevékenységét teljesíteni.

A 2000. év bőséges makktermése azt mutatta, hogy néhány kevésbé zárt foltban az ősszel lehullott makkból még két évig láttunk csemetéket, majd ezek eltűntek az állomány alól.

Ekkorra a járható út keresése kapcsán már megszületett az elhatározás, olyan módszerhez kell nyúlni, ami mind a természetvédelem, mind a társadalom, mind az erdővédelem és természetesen a gazdasági elvárásoknak is megfelelő erdőkezelést biztosít.

Alföldi körülményeink között is, de a mi klimatikus és termőhelyi viszonyaink közt az addigi tapasztalataink azt mutatták, hogy vállalható lesz az első pásztákat, köröket, lékeket kialakítani.

Az első lépcső 2003. után, több helyen, már nemcsak véghasználati, hanem TKGY, NFGY korú állományokban is hoztunk létre ilyen megfigyelésre szánt lékeket.

Véleményünk az, hogy nem az elnevezés számít, nem a korábban leírt kezelési útmutatókban leírtak maradéktalan végrehajtásával, lehet eredményeket elérni, hanem az adott körülmények között, adott állomány, klimatikus, termőhelyi adottságai, tömlelti tapasztalatai alakítják ki az átalakítás módszereit. Fontos a cél elérése, azaz úgy kezelni, gondozni az erdőállományokat, hogy miközben megtartjuk a folyamatos erdőborítást, eközben az egyszintű állományok vertikális felbontása létrejöjjön, a felnövekvő újulatok őshonos fafajúak, változatos korosztályúak legyenek.

A folyamatos erdőborításban nem csinálunk nagy területű tarvágásokat, utánozzuk az erdő természetes folyamatait. Kisebb mesterséges lékeket alakítunk ki, tulajdonképpen utánozva azt, amikor például egy erdőben 2-3 fa kidől, és a már lehullott magokból, sarjából indul új életnek az erdő.

Nemcsak a védett, de a „szimpla” fatermesztési rendeltetésű állományok felújításait is ilyen jellegű, pl. Pro Silva szemléletű erdőkezeléssel kívánjuk elérni. Az egyébként véghasználatra üzemtervezett állományokban sem végezzük el a tarvágást, hanem olyan 0,1 – 0,15 ha-os éket alakítunk ki, ahol már megjelent némi újulat. Ez a módszer a térségben újszerű, eltér a korábbi évek gyakorlatától, és alkalmazkodik a természetvédelem mindennapi elvárásaihoz is.

A lényege ennek a módszernek, hogy az anyaállományt kis területen, több éven keresztül bontjuk meg. Ezekben a kis lékekben, foltokban kezdődik az erdő megújulása, az anyaállományról lehulló makkokból, vagy

szükség esetén a mesterséges makk bevitelből. Az így létrejött erdőnek megfelelő vertikális tagozódással kell rendelkeznie, az őshonos fa- és cserjefajoknak a nekik megfelelő szintben kell elhelyezkedniük. A felújítás idejének elnyújtásával pedig változatos korosztályú erdőket hozhatunk létre. Fakitermeléseink során nagy figyelmet fordítunk a visszamaradó állomány tősűrűseinek elkerülésére, a talaj, illetve az újulat védelmére. A fakitermelések jórészt tenyészidőszakon kívül történnek. Erdőfelújításaink mesterséges kiegészítésére kizárólag helyi szaporítóanyagot használunk fel. Erdősítéseink ápolása során az elegy fafajok védelmének érdekében ha az szükséges az adventív fafajok kézi eszközökkel történő visszaszorítását végezzük. Nevelővágásaink alkalmával pedig a holtfa visszahagyását kiemelt feladatként kezeljük.

A megkezdett felújítási kísérletek üzemszerűvé tétele jelentené a természetközeli erdőgazdálkodás térségi elterjesztését. Egyre több erdőgazdálkodó és természetvédő közös erdőgazdálkodással kapcsolatos nézeteit a Pro Silva elvek szerinti erdőgazdálkodás útján valósíthatja meg. A problémát ugyanakkor pont az jelenti, hogy az alföldi keményfás ligeterdőkben az ilyen irányú ismeretek nagyon szegényesek, gyakorlatilag egy-két kivételtől eltekintve nincsenek. Úttörőmunkát végezve ránk hárul a feladat, hogy a már megkezdett kísérletek további finomítását elvégezzük.

A Fehérgyarmati Erdészet gazdálkodása során a természetközeli és a tulajdonostól elvárt profitorientált erdőgazdálkodás követelményeinek együttesen igyekeznek megfelelni. Eddigi szakmai munkánkat minősíti, hogy az általunk kezelt erdők mindegyike természetvédelmi szempontból is igen értékes:

- gazdálkodásunk során természeti értékeink nem sérültek, tudatos erdőgazdálkodásunkkal védett növények, állatfajok állományának fennmaradását nem veszélyeztettük;
- 250 ha erdőrezervátum került kijelölésre;
- erdeink, rétjeink élőhelyet jelentenek számos növény- és állat különlegességnek;
- az erdészet szinte teljes területe Natura 2000-es védettségű.

Meggyőződésünk, hogy a régmúltban alkalmazott helyi erdőgazdálkodási eljárások továbbfejlesztésével, a jelenlegi elvárásoknak megfelelő kiteljesítésével és tudatos jövőbeni alkalmazásával tarthatjuk meg térségi erdeink természeti értékeit, gazdasági potenciálját.

# SZÉLSŐSÉGES HOMOKI TERMŐHELYEK ERDŐSÍTÉSÉBEN ALKALMAZHATÓ FAFAJOK

**Dr. Gácsi Zolt<sup>1</sup> - Szulcsán Gábor<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kiskunsági Erdő-Gazda Kft, 6000 Kecskemét Külső-Szegedi út 135. gacsizs@kefag.hu

<sup>2</sup> KEFAG Zrt. ESZTK, 6000 Kecskemét Külső-Szegedi út 135., szulcsang@kefag.hu

## **Összefoglalás:**

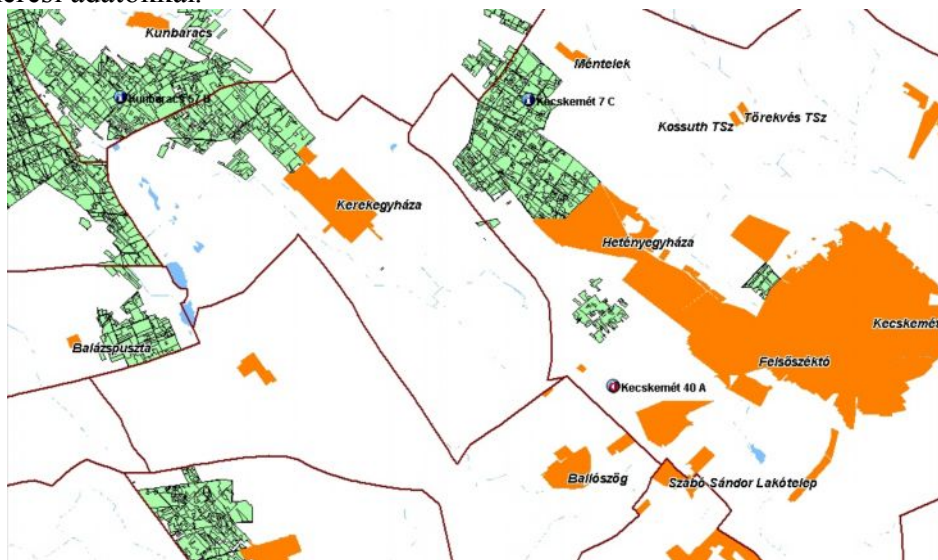
A kutatás célja a Duna-Tisza köze szélsőségesen száraz, sovány homoktalajainak erdősítésében, ill. az ilyen termőhelyeken álló, gyökérrontó taplóval fertőzött fenyőállományok letermelése után milyen fafajokkal végezhető a felújítás, az alkalmazható fafajok körének bővítése.

Két kísérlet létesült az elmúlt időszakban. Az egyik (Kunbaracs 57 B) 1990-ben, az ERTI szakvezetése mellett, a másik (Kecskemét 7 C) a KEFAG Zrt. saját kutatásaként.

A Duna-Tisza közti homokhátság meszes, száraz homoktalajain a térségre jellemző csapadékviszonyok mellett a kísérletek eredményei alapján, minden reménykeltő várakozás ellenére is az erdeifenyő és a fekete fenyő alkalmazása a legmegbízhatóbb megoldás. A termőhely mozaikos változatosságára ellenére egyenletes borítást és növekedést mutatnak. A lombos fafajok csak a kedvezőbb adottságú foltokban mutatnak jobb, elfogadható állományképet.

## **Meteorológiai adatok:**

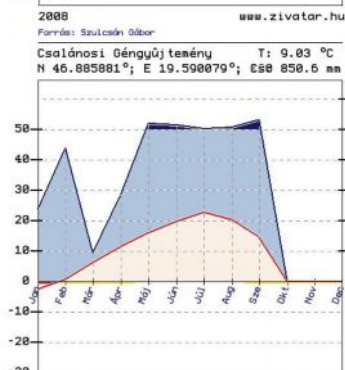
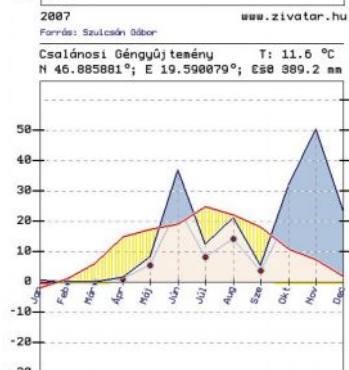
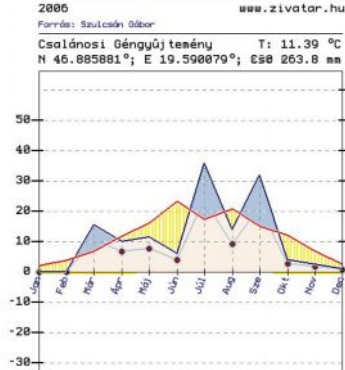
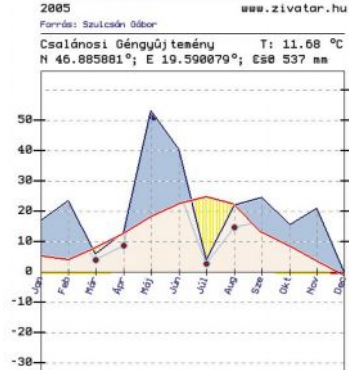
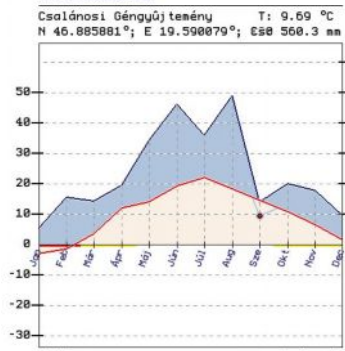
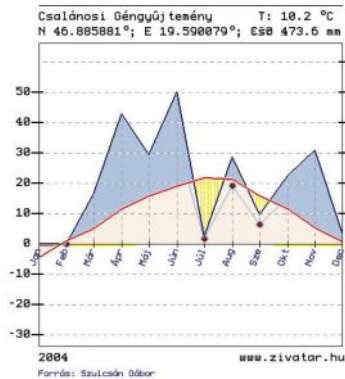
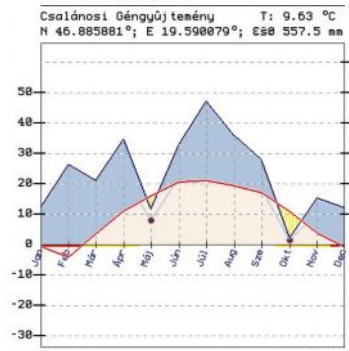
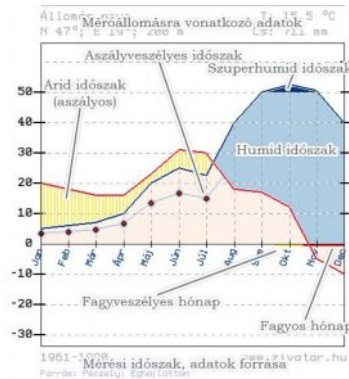
A KEFAG Zrt. Csalánosi Géngyűjteményében (Kecskemét 40 A) (1. ábra), 2004-óta végzett folyamatosan végzünk meteorológiai mérést. A mérőhely a kísérleti területekhez közeli; 2004-től rendelkezem meteorológiai mérési adatokkal.



*1 ábra: A kísérleti területek elhelyezkedése*



A Csalánosi Géngyűjteményben működő meteorológiai mérőállomás adatai alapján 2004-2010.09. hóra készített Walter-Leich diagrammok adatai:

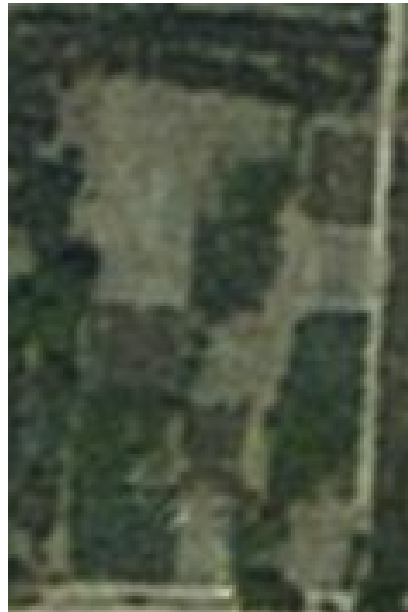
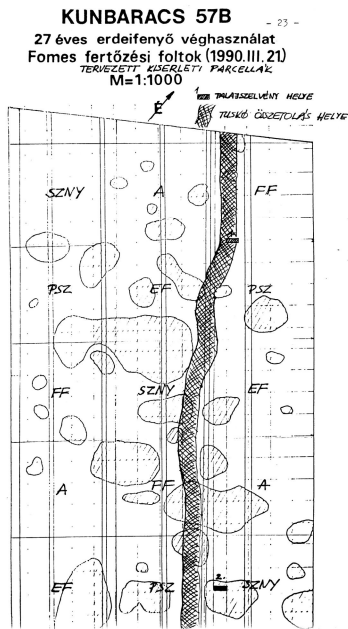


## Módszer

Több (háromszoros) ismétlésben végrehajtott fafaj-összehasonlító kísérlet.

## A kísérletek bemutatása:

### Kunbaracs 57 B



2. ábra: a Kísérleti terület elrendezése 1990-ben

3. ábra: A kísérleti terület 20 év után

## A termőhely jellemzői:

Klíma	ESZTY	Erdőssztyepp
Genetikai talajtípus	HH	Humuszos homok
Talajféleség	H	Homok
Termőréteg vastagsága	SE	Sekély
Vízgazdálkodás	SZSZ	Szélsőségesen száraz

Gyökérrontó tapló okozta pusztulás miatt 27 éves korban letermelt erdei fenyő véghasználat, tuskózás, teljes talaj-előkészítés után 1990-ben létesült (2.ábra). A kísérletben **erdeifenyő** (*Pinus sylvestris*), **fekete fenyő** (*Pinus nigra*), **pusztaszil** (*Ulmus pumila*), **fehér akác** (*Robinia pseudoacacia*), **szürkenyár** (*Populus x canescens*) parcellákat alakítottak ki 3-szoros ismétlésben.

Az ültetés, ápolás során a térségben alkalmazott technológia alkalmazása mellett, az első két évben kétszeri kézi ápolást és négy éven keresztül évi négyszeri gépi ápolást alkalmaztak.

20 év után: (3-8.ábra)



4. ábra: Erdi fenyő



5. ábra: Fekete fenyő



6. ábra: Szürkenyár



7. ábra: Akác



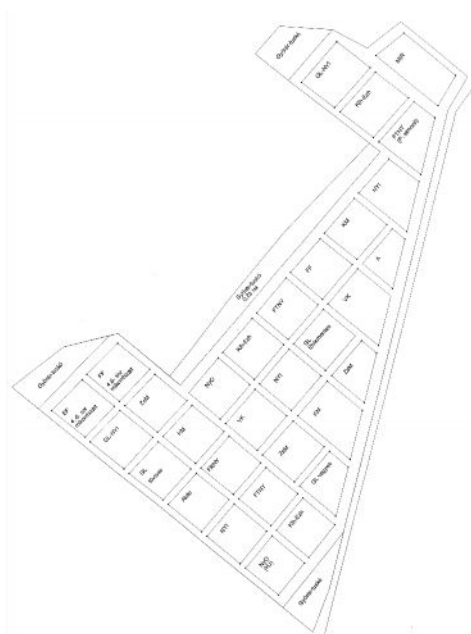
8. ábra: Pusztaszil

Kunbaracs 57 B kísérleti területen a parcellákban 2010-ben mért jellemzők:

Fafaj	Magasság (m)	d 1.3 (cm)
EF	8	11,5
FF	5,5	9,0
A	5-14	12,5
SZNY	5-14	2-30
PSZ	0-14	0-16

A kísérlet alapján az adott termőhelyi körülmények között az erdeifenyő és a fekete fenyő eredményei értékelhetőek.

## Kecskemét 7 C



9. ábra: Kecskemét 7 C kísérleti elrendezése



10. ábra: Kecskemét 7 C átnézet

### A termőhely jellemzői:

Klíma	ESZTY	Erdőssztyepp
Genetikai talajtípus	HH	Humuszos homok
Talajféleség	H	Homok
Termőréteg vastagsága	KM	Középmély
Vízgazdálkodás	SZSZ	Szélsőségesen száraz

Gyökérrontó tapló okozta károsítás miatt letermelt erdei fenyő véghasználat, tuskózás, teljes talaj-előkészítés után 2001-ben létesült a kísérlet (9-10. ábra). A kísérletben 10mx10m est mikro-parcellákban, háromszoros ismétlésben ültettük el a csemetéket az alábbi fajok alkalmazásával:

### Eddig elvégzett munkák

#### 2001.

Kísérleti terület kiválasztása (Kecskemét 7C)

- A kísérleti területen álló állomány felmérése, állapotörögztés
- Állomány letermelése, teljes talaj-előkészítés
- Kísérleti fafajok kiválasztása, parcellák és ismétlések megtervezése
- Kísérleti terület bekerítése
- A kísérleti parcellák kitűzése, térképezés

#### 2002. tavasz

Első kivitelek elvégzése:

- Erdei fenyő (kontroll) Kései meggy Magyar tölgy
- Fekete fenyő (kontroll) Nyír Kislevelű hárs
- Akác (kontroll) Fekete nyár Ezüst hárs
- Szürke nyár (kontroll) Gledícsia Cser (Mirabolán)

### **2003. tavasz**

#### Első kivitel elvégzése:

- Atlasz cédrus                      Arizóniai ciprus      Leyland ciprus

#### Pótlások elvégzése:

- Erdei fenyő – 3 sor mikorrhizált csemete
- Fekete fenyő – 3 sor mikorrhizált csemete
- Kislevelű hárs
- Hegyi juhar – 100%-os pótlás 2 tölgy parcella helyére 50%-ban mikorrhizált csemetével
- Cser és magyartölgy – a megmaradt tölgy parcellába 50%-ban mikorrhizált csemetével

### **2004. tavasz**

#### Pótlások elvégzése:

- Erdei fenyő
- Fekete fenyő
- Nyugati ostorfa – 100%-os pótlás a 2 hegyi juhar parcella helyére
- Zselnice meggy – 100%-os pótlás a ciprus parcellák helyére
- Vadkörte – 100%-os pótlás a ciprus parcellák helyére

### **2005.**

Ápolási munkák (társcsázás, kapálás, egyszálazás, nyesés, talaj-injektálás, pajorkár elleni védekezés)

### **2006.**

Erdei fenyő, feketefenyő parcellák pótlása

Atlaszcédrus, tölgy parcellák helyén 50% gledícsia, 50% nyír parcellák létesítése.

Ápolási munkák (társcsázás, kapálás, egyszálazás, nyesés, talaj-injektálás, pajorkár elleni védekezés)

A terület átnézeti térképét és a kísérleti parcellák adatait 1-6. sz. mellékletek tartalmazzák.

### **2006-2010**

Gépi ápolás 3x (4x)

### **A kísérleti felújítás értékelése 2001-2010.**

A kísérlet eredményeinek első, részletes értékelésére 2003 tavaszán, a pótlásokkal egy menetben került sor. 2005 végére több parcellában is záródott az erdősités. A folyamatosan sikertelen próbálkozások után az atlaszcédrus és a tölgy parcellában, a kísérletben jó eredményt mutató gledícsia és nyír fajokból 50-50% eleggyel telepítettük be az üres parcellákat, de újabb talajelőkészítés nélkül, és ez nagyon észrevehető a megmaradásoon és a csemeték növekedésén is.

A nyír, gledícsia és az akác parcellákban több helyen talajszelvényt nyitottunk és az állományok fejlődési egyenetlenségeit vizsgáltuk. A kapott eredmények alapján azonban értelmezhető eredményt nem kaptunk.

Az alábbiakban részletesen ismertetem a kísérletbe bevont fajok parcelláit.

A kísérlet alapján az adott termőhelyi körülmények között a nyír, a feketenyár a fehérnyár (szürkenyár), az erdeifenyő és a fekete fenyő mutat elfogadható növekedést

### A kísérleti felújítás értékelése 2001-2010.

Telepítés éve	Fafaj	Kor 2010-ben	Magasság (m)	d 1.3 (cm)	Megjegyzés
2002	<i>Betula pendula</i>	8	9	8	jó
2002	<i>Populus nigra, Populus simonii</i>	8	8 (10)	7 (10)	jó jó
2002	<i>Populus nigra</i>	8	7.5	8	közepes
2002	<i>Populus nigra</i>	8	7	9	közepes
2002	<i>Populus alba</i>	8	6	6	közepes
2002	<i>Betula pendula</i>	8	5.5	4	közepes
2002	<i>Populus alba</i>	8	5.5	4	közepes
2002	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8	4.5	3	gyenge
2002	<i>Gleditsia triacanthos</i>	8	4.5	4	közepes
2002	<i>Gleditsia triacanthos</i>	8	4.5	4	közepes
2002	<i>Gleditsia triacanthos</i>	8	4.5	4	közepes
2002	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8	4.5	4	közepes
2002	<i>Prunus serotina</i>	8	4	3	közepes
2002	<i>Prunus serotina</i>	8	4	3	gyenge
2004	<i>Celtis occidentalis</i>	6	3.6	3	jó
2002	<i>Pinus sylvestris</i>	8	3.5	4	jó
2004	<i>Celtis occidentalis</i>	6	3.5	3	jó
2002	<i>Pinus nigra</i>	8	3	4	jó
2002	<i>Prunus serotina</i>	8	2.6	1	gyenge
2002	<i>Tilia cordata - Tilia tomentosa</i>	8	2.5	2	gyenge
2002	<i>Prunus cerasifera</i>	8	2.5		közepes
2002	<i>Tilia cordata - Tilia tomentosa</i>	8	2.1	2	rendszeres cserebogárrágás
2004	<i>Prunus padus</i>	6	2	2	közepes
2004	<i>Prunus padus</i>	6	2	2	közepes
2004	<i>Prunus padus</i>	6	2	2	közepes
2004	<i>Pyrus pyraister</i>	6	1.5	1	gyenge
2004	<i>Pyrus pyraister</i>	6	1.5	1	gyenge
2002	<i>Quercus cerris Quercus farnetto</i>	8	1	1	1-1 db
2006	<i>Gleditsia triacanthos - Betula pendula</i>		-		sikertelen
2006	<i>Gleditsia triacanthos - Betula pendula</i>		-		sikertelen
2002	<i>Tilia cordata - Tilia tomentosa</i>	8	-	-	nagyon gyenge
2002	<i>Pinus nigra</i>	8	-	-	lejtős
2003	<i>Cupressus leylandi, Cupressus arizonica</i>			-	kipusztult
2003	<i>Cupressus leylandi, Cupressus arizonica</i>			-	kipusztult
2002	<i>Quercus cerris Quercus farnetto</i>				kipusztult
2002	<i>Quercus cerris Quercus farnetto</i>				kipusztult
2003	<i>Cedrus atlantica</i>				kipusztult

# MINIMÁLIS TALAJBOLYGATÁSOS ERDŐ-FELÚJÍTÁSI KÍSÉRLETEK A PÜSPÖKLADÁNYI SZIKKÍSERLETI TELEPEN

**Csiha Imre - Keserű Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes - Rásó János**

*Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladányi Kísérleti Állomás*  
[csihai@erti.hu](mailto:csihai@erti.hu); [keseruzs@erti.hu](mailto:keseruzs@erti.hu); [vegha@erti.hu](mailto:vegha@erti.hu); [rasoj@erti.hu](mailto:rasoj@erti.hu)

*„A jó erdész kiszedi a magasabb hasznot az erdőből anélkül,  
hogy a talaj lepusztulna; a rossz erdész előmozdítja  
a talaj leromlását és a hozam csökkenését”.*

Tharandt, 1816. december 21.

Heinrich Cotta

Napjaink erdőművelési gyakorlatában egy jelentős irányváltás, hangsúlyeltolódás érzékelhető. Míg a nyolcvanas évek termelési tanácskozásain, erdőfelügyeleti beszámolóin a számadatok elsősorban azt tükrözték, hogy a mesterséges felújítás milyen ütemben szorítja vissza a külterjesnek mondott és talán elavultnak tartott természetes felújítási módokat, mára a természetes felújítások előtérbe kerülését tapasztalhatjuk.

Jelen munkánkban röviden összefoglaljuk a természetes, természetközeli felújításokkal kapcsolatban, Püspökladányban – az ERTI szikkísérleti telepen – folyó kutatásainkat, annak érdekében, hogy tapasztalataink segíthessék az eljárás gyakorlatba való sikeres átültetését.

Esetünkben annak, hogy újra gondoltuk az addig követett teljes talaj-előkészítéssel erdő felújítási rendszert, elsősorban termőhelyi okai voltak. Számtalan vizsgálat, észlelés és tapasztalat mutatott rá, hogy az erdő – az eltelt évtizedek alatt – életfolyamatai révén jelentősen befolyásolta a termőhely fejlődésének irányát és ütemét.

Az 1987-ben indított intercepciós vizsgálatok keretében – melyek egy nagyobb országos munka részét képezik – vizsgáltuk az erdőbe, talajra és talajba bejutó csapadék mennyiségét, a fák évi növekedési menetét, a humuszképződés dinamikáját sziki kocsányos tölgy állományokban. Különösen a közel 15 éven keresztül folyó talajvízforgalmi vizsgálatok mutattak rá arra, hogy a szikes termőhely fejlődésében az erdő alatt és azon kívül egészen más irányú folyamatok tapasztalhatóak.

Tapasztalataink helyességét erősítették az 1989-91 között elvégzett 30 éves időintervallumot átfogó ismételt talajvizsgálatok, melyek során a Jassó F.–Tóth B. által 1960-ban végzett vizsgálatokat ismételtük meg. Ezen vizsgálatok mutattak rá arra, hogy az erdő ezeken a szikes termőhelyeken a vízforgalom alakításával kedvező irányba módosítja a talajfejlődési folyamatokat, lassítja a só felhalmozódást. A termőrétegben megjelenő pozitív változásokat – humusz-felhalmozódás, termőréteg-mélyülés, vízforgalmi viszonyok pozitív változása, stb. – a teljes talaj-előkészítés lerombolhatná.



A 90-es években megkezdett erdő felújításainkban – a talaj-előkészítés során a szikes réteg felhozásával – sajnos helyel-közzel rontottunk termesztési lehetőségeinken. Ennek hatására fogalmazódott meg egy olyan módszer kialakításának szükségessége, mely során nem veszítjük el az erdő életközösségének évtizedes talajjavító munkájának eredményeit. Olyan eljárást kerestünk, mely során a minél kisebb talajbolygatás mellett meg tudjuk adni a fiatal állománynak azt a segítséget, mely a kedvezőtlen termőhelyi körülmények között elengedhetetlen feltétele a felújításnak.

Ha áttekintjük azokat a szempontokat, melyek a minimális talajbolygatásos erdőfelújítási rendszer kifejlesztése mellett szólnak, az alábbi gondolatokat kell megfontolnunk:

*Gazdasági szempontból:* A teljes talaj-előkészítési technológia magas költségigénye miatt napjainkban nehezen követelhető meg.

*Termőhelyi szempontból:* A tuskó-kiemeléssel, tuskóeltolással, mélyforgatással olyan mértékű humuszvesztést okozunk, amely a termőhely ökológiai potenciálját jelentősen visszaveti. Szikes termőhelyeken különösen veszélyes a magas sótartalmú réteg felszínre hozása, az addig használható termőrétegbe történő bekeverése.

*Természetvédelmi szempontból:* A talajok drasztikus bolygatása számos problémát okozhat. Sérülnek, vagy megsemmisülnek a talajban és a talajfelszín közelében található életközösségek. Bár idővel ezek az életközösségek regenerálódnak, mégis e csoportok kímélete – a talajra gyakorolt kedvező hatásaik miatt – nagymértékben kívánatos. A drasztikus talajbolygatás hatására olyan agresszíven terjedő, nemkívánatos fajok is megjelenhetnek, mint a parlagfű, a siska nádtippan vagy a vaddohány, melyek térnyerése ökológiai, ökonómiai, valamint humán-egészségügyi problémákat is jelenthetnek.

*Genetikai szempontból:* a termőhelyhez adaptálódott populációk utódállományai nagy valószínűséggel stabilabbak lesznek, mint a máshonnan behozott szaporítóanyagból felépülő populáció.<sup>1</sup>

*Talaj szénkészletének alakulása szempontjából:* erdőtalajainkban tárolt igen jelentős szénkészlet értéke felértékelődően van. A teljes talaj-előkészítési felújítási módszerrel jelentős szénkészlet csökkenést

---

<sup>1</sup> Dr. Borovics A. (2010): Klímaváltozás – alkalmazkodás. Románia Bálványos



idézünk elő, melynek visszapótlódása csak évtizedes léptékben képzelhető el.<sup>2</sup>

Mindezen gondolatokat és tapasztalatokat alátámasztják 2002-2003-ban a Tiszántúlon<sup>3</sup> és 2005-2007 között Eger-Gödöllő térségében folytatott kutatásaink eredményei<sup>4</sup>.

### **A Püspökladányi kísérletek ismertetése**

- Gyalogakác elő állomány utáni, altalaj-lazításos, pásztás talaj-előkészítéses tölgytelepítési kísérlet a 13 J erdőrészletben
  - A területen a 60-as évek elején történt magvetéses ámor telepítés, melynek eredménye egy 5-6 m magas záródott gyalogakác állomány volt. A cserjeborítást letermeltük, és a kísérlethez kapcsoltunk, egy azonos termőhelyű szomszédos gyepterületet, majd az altalaj-lazítást követően, a teljes területet két menetben letárcsáztuk, és bevetettük kocsányos tölgy makkal. A makk csírázása az év során erősen elhúzódott, aminek termőhelyi, felszíni vízborítási és technológiai okai voltak. A sorközök ápolásánál szárazúzó alkalmaztunk. A kísérlet fejlődése napjainkban is vontatott, foltokban megfelelőnek tekinthető. A telepítés várhatóan időben elhúzódó, de sikeresen lezárható lesz.
  
- Talaj-előkészítés nélküli nyár felújítási kísérletek a 14 E erdőrészletben
  - a kis terület, valamint a megelőző években teljes talaj-előkészítéses felújítás során keletkezett termőhelyi romlás tapasztalata vezetett bennünket a módszer kipróbálására. A gépi gödörfürést követően elültetett csemeték megmaradása megfelelő volt, de mind magassági, mind vastagsági növekedésük alatta maradt a teljes talaj-előkészítéses felújításoknak. A harmadik évig tartó ápolást – szárazúzást, kaszálást – követően az állományok alá keményfa elegyfajok – magas kőris, amerikai kőris, mezei szil, kocsányos tölgy – telepedtek be. Mára az elegy olyan erdőborítást alkot, hogy a

---

<sup>2</sup>Dr. Bidló A. (2010): Néhány magyarországi erdő talajának széntárolása. Románia, Bálványos

<sup>3</sup>K-36-02-00043H – „Minimális talajbolygatással járó erdőfelújítási módszerek vizsgálata a Tiszántúlon” című pályázat

<sup>4</sup>GVOP 3.1.1.– „Erdészeti beavatkozások az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében” című pályázat

gyenge növekedésű nemesnyár eltávolítása után a terület átvezethető lesz egy keményfa elegyes erdőállományba.

- Pásztás talaj-előkészítéssel végzett tölgy makkvetés valamint csemeteültetés a 23 F és 23 I erdőrészekben
  - A kísérleti területen előzőleg kiligetesedett sávos elegyítésű állomány ált. A kísérleti területeken rugós tárcsával végzett talaj-előkészítést követően a Bagodi BRM-100E típusú talajmaróval és a hozzá kapcsolt makkvető berendezéssel, 2,5 m sortávolsággal végeztük a felújítást. Az ápolás a sorok szárazzására szorítkozott, a második évtől tölgy és fehérenyár csemetével pótolunk. Az első évben jelentős vadkár – disznó – jelentkezett, a megmaradt magoncok fejlődése lassú és igen eltérő dinamikájú volt. Az állománynevelés során igen nagy feladatnak bizonyult az amerikai kőris visszaszorítása.
  
- Pásztás talaj-előkészítéses tölgy makkvetés a 23 K és 26 B erdőrészekben
  - Bagodi talajmaróval három menetben végzett makkvetési kísérlet. Az első két talajmarási menetben kijelöltük és elmélyítettük a sorokat, ezt követően a felszínre kézzel kiszórt – 5 q/ha – tölgy makkot a harmadik menetben bedolgoztuk a talajba. A munka után elvégzett vizsgálataink azt mutatták, hogy az alkalmazott technológia nem okoz jelentős sérülést a makkban, a kelési eredmények megfelelőek voltak. A terület ápolását sorközökben elvégzett gépi – esetenként kézi – cserjeirtással végeztük. A nagyszámú mag és sarj eredetű amerikai kőris visszaszorítása jelentős problémákat okoz. Az idő előrehaladtával a csemeték száma folyamatosan csökkent a területen, amit kézi csemete-ültetéssel igyekszünk ellensúlyozni.

- Lékvágásos erdő felújítási kísérlet<sup>5</sup>
  - Az elmúlt három év során 58 léket nyitottunk 26 erdőrészletben, a kísérleti erdőben. A lékek elhelyezkedését, méretét a pályázató határozta meg. Eddigi tapasztalataink alapján azt látjuk, hogy az előírt lékméret – egyszeres famagasságot meg nem haladó – nehézséget okozhat a felújítás során, mert nem jut elég fény a lék területén belülré. A hektáronként engedélyezett lékek száma – az egy belenyúlással érintett felújítási terület aránya – pedig több évtizedre elnyújtja a felújítási folyamatot. Eddigi vizsgálataink alapján a lékekben található csemeték száma 0-100 között mozog. Problémát jelent az invazív fafajok jelenléte – akác, zöld juhar, amerikai kőris – valamint a vadkár kérdése. Annak ellenére, hogy a területen nincs jelentős vadlétszám a lékeket látogató őzek, a csemetékben jelentős kárt tesznek. A probléma megoldását jelentheti a lékek bekerítése, amit a vadgazdálkodóval közösen kívánunk megoldani.

Külön figyelmet érdemel a területen található néhány spontán beerdősülő terület fejlődése. Több olyan részen indult be a természetes beerdősülési folyamat, ahol elődeink gondos munkával sem tudtak erdőt létesíteni. Ezek a területeken a szukcesszió beindulását mindenképpen a mikroklíma előnyös változásának, esetenként a talaj humusztartalma növekedésének tulajdoníthatjuk. A folyamatok nyomon követése rámutat arra, hogy a fafajok terjedése szoros kapcsolatban van a felszíni vízellátottsággal, és ezen keresztül a talajállapot alakulásával is. Kiemelt jelentősége van a területek erdősülési folyamataiban azoknak a „kotlósfáknak” – elsősorban ezüstfa, amerikai kőris, fehérnyár – melyek árnyékában értékesebb és hosszabb életű fajok nevelődnek, mint például a kocsányos tölgy vagy a magas kőris.

---

<sup>5</sup> FVM 1725/1/08 – „Az erdők közjóléti célú védelmét és bővítését szolgáló feladatok ellátásának csekély összegű (de minimis) támogatása” című pályázat

## Összefoglalás

- A minimális talajbolygatásos erdőfelújítási módszer kifejlesztése mindenképpen fontos feladatnak tekinthető.
- Az üzemi bevezetés előtt megfelelő kísérletek beállítása, és értékelése elengedhetetlen feladat.
- Az adott termőhelyen a hagyományos felújítási mód elsősorban ökológiai hátrányai miatt kerülendő.
- Valószínűsíthető, hogy a módszer költségeiben nem fogja alulmúlni a teljes talaj-előkészítés költségeit – a fahasználat elaprózottsága, az ismételt és elhúzódó pótlások, a hosszú ápolási időszak következtében.
- Kiemelt figyelmet kell fordítani a vadkár kérdésére.
- Mindenképpen gondoskodni kell a megfelelő csemeteszám és fafajösszetétel mesterséges beállításáról. Elegyetlen, egy korú erdőből szeretnénk elegyes, többkorú erdőt kialakítani.
- A lékes felújítási módszernél a lékek területét növelni szükséges a megfelelő időben és módon.
- A felújítás megkezdését nem szabad idős korra halasztani annak érdekében, hogy a befejezés idejére se legyenek kiöregedett összeomlott állományrészek.
- Félő, hogy minden törekvésünk ellenére a területről az eljárás hatására a tölgy visszaszorul, és a könnyebben felújuló fafajok – fehéرنyár, kőris – válnak uralkodóvá, de várható, hogy hosszú távon a folyamat kiegyenlítődik.
- Bár kiemelt figyelmet kell fordítani az invazív fafajok visszaszorítására, de elképzelhetőnek tartjuk azt a kompromisszumot, hogy a lékek közötti területen csak a magtermő korba jutó egyedeket távolítsuk el, míg magukban a lékekben az éves egyedeket is pusztítsuk.

## Irodalomjegyzék

- Bárány G., Csiba I.** (2007): Erdőszerkezeti vizsgálatok a természetközeli erdőfelújítási kísérletekben. Erdészeti beavatkozások fejlesztése az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében, a természeti értékek megtartása mellett c. GVOP pályázat beszámoló ülése. 2007. 06. 20. Nagykovácsi
- Csiba I., Bárány G., Keserű Zs.** (2008): A természetközeli erdőfelújítás lehetőségei alföldi erdőterületeken. Alföldi Kutatói Napok. Kecskemét, 2008. 11. 06. Szeged.
- Dr. Bidló A.** (2010): Néhány magyarországi erdő talajának széntárolása. Románia, Bálványos (előadás)
- Magyar P.** (1933): Árnyalás vagy gyökérkonkurencia? Erdészeti Lapok, 2.

# SZARVASGOMBA, MINT ERDEI MELLÉKTERMÉK AZ ALFÖLDÖN

Nagy Zsófia

NEFAG Zrt. 5000 Szolnok József Attila út 34.

Amikor erdei mellékterméket említünk, keveseknek jut eszébe a szarvasgomba (1.ábra). Napjaink egyre nagyobb jelentőséggel bíró erdei terméke.

Már az ókori rómaiak és görögök is említést tesznek a szarvasgombáról. Legkorábbi utalások kr.e. 300-ból



1. ábra

valók. A korai középkorban használata visszaszorult (a Sátán eledeleként azonosították). Az 1300-as évektől kezdődően fogyasztása ismét nagyobb teret kapott főként a francia királyi udvarban. Az első mesterséges ültetvényeket az 1810-es években hozták létre.

A Kárpát-medence vidékén az első utalásokat 1600-as évekből találhatjuk. Majd az 1700-as évekből konkrét feljegyzések vannak, hogy a Felvidékről a bécsi piacra több 100 q fehér szarvasgombát vittek eladásra évente.

Az 1800-as évektől kezdődően szakirodalomban is megjelenik a szarvasgomba, illetve termesztése. Néhány a teljesség igénye nélkül Pák Dénes: Vadászattudomány (1829), Székely Mihály (1882)

(2.ábra), Szóts Károly (1905), Hollós László: Magyarország földalatti gombái és szarvasgombaféléi (1911). Ez utóbbi azóta is egyedülálló gyűjteményes-könyv. Szemere László (3.ábra) Bakonyban ültetvényt létesít 1957-ben, melyet később elhanyagolnak. 1982-ben Makarész Lajos, Bratek Zoltán és munkatársai kísérleti ültetvény-hálózatot létesítenek és a termőhelyeket térképeznek fel.

Magyarországon szarvasgomba-ültetvényt Berecz Béla és Ulrich József létesített az elmúlt évek alatt,

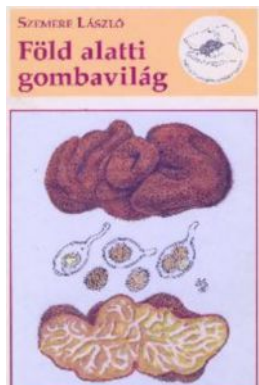
melyek termőre fordulása már megkezdődött.

## Szarvasgomba fajok:

**Nyári szarvasgomba** (4. ábra) (*Tuber aestivum*): Perídiuma szemölcsös barnás-fekete, a gléba barnásvörös fehér erekkel. Illata átható, erőteljes. Termésideje június közepétől február végéig tart. Fontosabb gazdanövényei a KST, KTT, MoT, CS, GY, B, FF, MO, TMO, H. Európában elterjedt faj, a Kárpát-medence legjelentősebb szarvasgombája.



2. ábra



3. ábra



4. ábra: *Tuber aestivum*

Változatként, néhol külön fajként tartják számon a **burgundi szarvasgombát** (5.ábra) (*Tuber uncinatum*), mely illatában és őszi-téli megjelenésével eltér a nyári szarvasgombától.



5. ábra: *Tuber uncinatum*

**Téli szarvasgomba** (6.ábra) (*Tuber brumale*): Perídiuma szemölcsös fekete, a gléba szürke fehér erekkel. Fontosabb gazdanövényei a tölgyek, gyertyán, feketefenyő, mogyoró, hárs. Termésideje november közepétől február végéig tart.



6. ábra: *Tuber brumale*

**Nagyspórás szarvasgomba** (7.ábra) (*Tuber macrosporum*): Perídiuma szinte sima vöröses-fekete, a gléba barnás színű finom mintájú fehéres erezettel. Fontosabb gazdanövényei a tölgyek, nyár, hárs, komlógyertyán. Termésideje augusztus elejétől december végéig tart.



7. ábra: *Tuber macrosporum*

**Fodrosbélű szarvasgomba** (8.ábra) (*Tuber mesentericum*): Perídiuma fekete, a gléba barna fehér erezettel sűrűn átszőtt. Illata „kátrányszagú”, korábban így hívták. Fontosabb gazdanövényei a tölgyek, gyertyán, feketefenyő, hárs. Termésideje augusztus elejétől december végéig tart.



8. ábra: *Tuber mesentericum*

**Francia szarvasgomba** (9.ábra) (*Tuber melanosporum*): Perídiuma fekete, a gléba fekete fehér erezettel sűrűn átszőtt. Illata erőteljes. Termésideje november közepétől március közepéig tart. Földközi-tenger környékén elterjedt. Egyik legdrágább és legkeresettebb faj.



9. ábra: *Tuber melanosporum*

**Fehér szarvasgomba** (10.ábra) (*Choioomyces meandiformis*): Perídiuma sima sárgásfehér, a gléba sárgás színű, márványozott. Fontosabb gazdanövényei a lucfenyő, jegenyefenyő, kocsánytalan tölgy, bükk, mogyoró, fűz, nyár. Termésideje június közepétől november végéig tart. Savanyú talajok szarvasgombája.



10. ábra: *Choioomyces meandiformis*

**Isztriai szarvasgomba** (11.ábra) (*Tuber magnatum*): Perídiuma sima sárga, a gléba halványbarna fehér erekkel sűrűn átszőtt. Illata erős, intenzív. Legfontosabb gazdanövényei a kocsányos tölgy, fehérnyár. Termésideje október közepétől december végéig tart. Előfordulása tőlünk délebbre található. Egyik legdrágább, legkeresettebb faj.



11. ábra: *Tuber magnatum*

**Homoki szarvasgomba** (12.ábra) (*Mattiolomyces terfezioides*, syn.: *Terfezia terfezioides*): Perídiuma sima fehér, glébája is fehér. Termésideje augusztus elejétől november végéig tart. Gazdanövénye a fehér akác. Igazi hungarikum. Egyedülállóan édes gomba. A cukrárszipar kezdi felfedezni.



5. ábra :*Mattiolomyces terfezioides*, syn.: *Terfezia terfezioides*

**Késői szarvasgomba** (13.ábra) (*Tuber brochii*): Perídiuma sima sárgás-barnás, glébája sárgás színű. Illata erős. Termésideje január elejétől – április közepéig tart. Olaszországban kedvelt gomba.



6. ábra: *Tuber brochii*

Honnan lehet tudni, hogy egy erdőben található szarvasgomba? Azt hiszem senki se lepődik meg, ha azt mondom szinte sehonnan. A szakavatott szemnek sokat mond a faállomány és az aljnövényzet, de teljes bizonyosságot csak gyűjtési próba után nyerhetünk.



7. ábra:

A gyűjtés a régi időkben a vadak megfigyelésével (vaddisznótúrás), szarvasgomba-légy rajzásának megfigyelésével, illatról, mezítlásos tapogatózással történt, avagy betanított kutyával, disznóval, medvével. Ma már gombász körökben a kutyás gyűjtés az elfogadott. Ez az igazán természetkímélő módszer, ugyanis a termőtalajt, gombafonalakat nem károsítják kapálással, gereblyézéssel és jól betanított kutya csak az érett gombát jelzi. (14. és 15.ábra)



8. ábra

A Jászság értékes szarvasgomba lelőhely Magyarországon. Főként nyári- és kisebb mennyiségben téli szarvasgombát lehet találni (16.ábra). Az itt kialakult talajok alkalmasak a szarvasgomba tenyésztésére, így szinte az összes tölgyes erdőben megtalálható. Az állami kezelésű erdők közül négy nagy frekvenciát tömb van. Az egyik egy 13-14 éves mesterséges tölgyes mely az elmúlt években kezdett teremni. Óvatos becslések szerint akár 20 mázsa gombát is megterem egy évben. Itt találták



16. ábra



Magyarországon legnagyobb nyári szarvasgombáit (80 és 72dkg). A másik tömb, mely kiemelt figyelmet érdemel egy 54 éves, 164 ha-os bekerített erdő (17.ábra). Ezt két éve gyűjtjük rendszeresen; a termésmennyiség 3-5 mázsa évente, melyet nem is tervezünk emelni a termőhely pihentetése, regenerálódása céljából. Sajnos a környéken gyakran kapáló-gereblyező módszerekkel gyűjtenek. Az elmúlt három évben több-kevesebb sikerrel próbáljuk ezt a természetkárosítást visszaszorítani. Ezen okból kifolyólag is vezettük be



17. ábra

a gyűjtési engedély kiadásának formáját. (Bárki válthat engedélyt térítés ellenében, ha aláírásával igazolja, az elvárásainknak megfelelően gyűjt. Ellentétes esetben az engedély kiadását megtagadjuk 3 évre és feljelentést teszünk ellene.) A bekerített erdőtömbben található egy 6 ha-os vadföld, melyen kísérleti céllal ültetvényt létesítünk az öntözés lehetőségével (18.ábra). Az ültetvény fafajai hazai kocsányos tölgy, cser és közönséges mogyoró, illetve olasz szaporítóanyagból molyhos tölgy, cser, kislevelű hárs és komlógyertyán. Kísérletet folytatunk természetes mikorrhizálásra is. Az egy éves szabadgyökerű csemeték mikrobiológiai, illetve mikorrhiza-vizsgálata folyamatban van. Az alkalmazott fafajok KST, CS, MO, MoT, KTT.



9. ábra

Ezen erdőtömb rendeltetése gazdasági *faanyagtermelő*. A szarvasgomba jelenléte és megőrzése érdekében a rendeltetését az új erdőtörvény adta lehetőségeket kihasználva szeretnénk megváltoztatni *föld alatti gomba termelőre*. Ez az állomány kezelésében adna több lehetőséget.

### **Irodalomjegyzék:**

Bagi István – Fekete András Oszkár: A szarvasgombász mesterség (2007)  
<http://www.trufamania.com>  
<http://www.szarvasgomba.hu>  
<http://www.erdeszetilapok.hu>)



# GPS TELEMETRIA ALKALMAZÁSÁNAK EDDIGI EREDMÉNYEI A DÁMSZARVAS TERÜLETHASZNÁLATÁBAN

**Dr. Sándor Gyula** egyetemi docens

**Prof. Dr. Náhlik András** egyetemi tanár

*Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet*

9401. Sopron, Pf. 132. E-mail: [sandorgy@emk.nyme.hu](mailto:sandorgy@emk.nyme.hu)

## **Bevezetés**

Dámszarvas otthonterületével, élőhely-használatával és napi aktivitásával kapcsolatos vizsgálatainkat a 2003-as év befogásaival kezdtük meg a **SEFAG Zrt. Lábodi Vadászterületének** területén. Kezdetben VHF rádióadók, majd 2005-től GPS jelzők alkalmazásával. Eddig 14 dámszarvast sikerült GPS-vevővel megjelölni, ezek között négy bikát. Eddigi eredményeinket két tehén és két bika éves, esetenként többéves adatsoraira támaszkodva mutatjuk be.

## **Anyag és módszer**

A GPS telemetria alkalmazása több lehetőséget is kínál a dámszarvas egyre jobb megismerésének érdekében. Többek között a faj rendelkezésére álló élőhelyek használatának, és a napi aktivitásnak a vizsgálatára. Vizsgálatainkban minden megjelölt állatról napi 24, összesen évi 8760 helymeghatározó pozíció állt rendelkezésünkre.

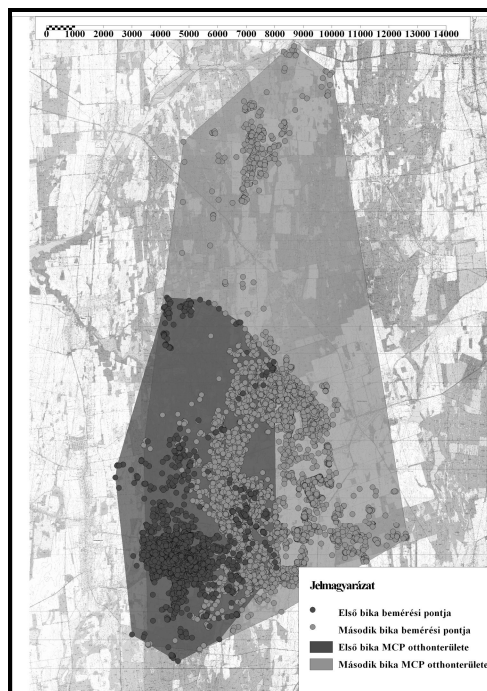
Élőhely-kedveltségi vizsgálatokra alkalmas adatsorral (ami legalább egy éves, óránkénti bemért koordinátákat jelent) jelenleg hat dámszarvas esetében rendelkezünk. Itt két középkorú dámbika élőhely-preferenciáját elemezzük (több mint 16.000 lokalizációs pont). A mezőgazdasági területeket a terepi bejárások során felvételeztük, az erdők leírásához az MGSZH térképeit és adatbázisát alkalmaztuk. Az adatok feldolgozása ArcView és DigiTerra szoftverek segítségével történt. Vizsgálataink során a bemért koordináták alapján megrajzolt minimum konvex poligon (*1. ábra*) által határolt otthonterület, élőhely-kínálatának függvényében meghatároztuk a dámbikák élőhely-preferenciáját. Az élőhely-kínálat és -használat függvényében meghatározott Jacobs-féle preferencia index segítségével hasonlítottuk össze az egyes élőhely-típusok kedveltségét.

Az aktivitás, különösképpen a napi aktivitás vizsgálata, főleg a GPS telemetria megjelenésének köszönhetően kapott új lendületet. Voltak próbálkozások rádiotelemetriával történő aktivitás vizsgálatokra, de ezek többnyire áttekintő jellegűek voltak, vagy részeredményeket hoztak (TÜRKE ET AL, 2004). Az egyre sűrűbb mintavételezés lehetővé tette nemcsak a mozgáskörzetek meghatározását (GIRARD ET AL, 2002), hanem a területhasználat (NÁHLIK ET AL, 2009), a vándorlási és táplálkozási útvonalak vizsgálatát (RYAN ET AL, 2004) és a részletes napi aktivitás

elemzését is (SÁNDOR ET AL, 2008). Ahhoz, hogy az aktivitás vizsgálata szempontjából értékelhető adatok birtokába jussunk, a mért pontok közötti távolságokra volt szükségünk. Mivel a nyakörvek óránként regisztrálták a dámszarvasok helyzetét, ezért kézenfekvőnek tűnt a pontok összekötése (lineáris interpoláció) és ezt alapul venni az aktivitás vizsgálatához (JUHÁSZ, 1993). Az adatok feldolgozása ArcView és DigiTerra szoftverek segítségével történt.

### Eredmények és értékelésük

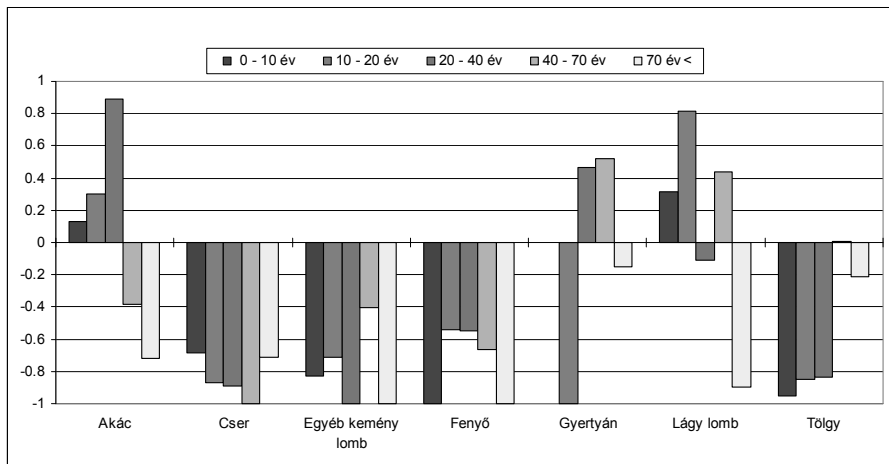
Az élőhely-kedveltség vizsgálatába bevont mindkét jelölt bika nagyon változatos, de hasonló élőhely-kínálattal rendelkezik. Erdei környezetben domináns az akác, a fenyő, a lágylomb, és a tölgy, míg a mezőgazdasági élőhelyen meghatározó a gabona (búza, tritikálé, árpa), a gyep, és a kukorica. Az élőhely-használat téli-nyári megoszlását vizsgálva jelentős évszakos különbséget az egyébként is magas használattal rendelkező állományok (akác, lágylomb, tölgy) között nem tapasztaltunk. Mezőgazdasági környezetben az egyes élőhely-típusok használata a gyep, kukorica és a rozs dominanciája mellett is különbségeket mutat egyedenként és évszakosan is.



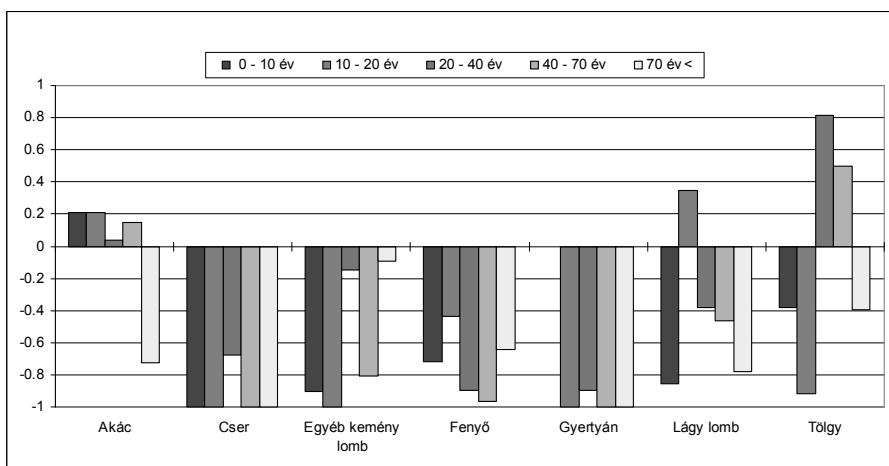
1. ábra. A két dámbika bemérési pontjai és otthonterülete (Minimum Convex Polygon)

A Jacobs-féle preferencia indexek (JACOBS, 1974) erdei környezetben, az egyik bikánál télen a vadvédelmi kerítés mögül kikerült gyertyánnak és a lágylombos állományok minden korosztályának kedveltségét mutatják, nyáron ehhez még a középkorú akácosok csatlakozik

(2. ábra). A másik bikánál télen-nyáron az akác minden korosztályának preferenciája – hasonlóan MÁTRAI (1994) eredményeihez – és a tölgy makktermő állományok preferenciája volt kimutatható (3. ábra).

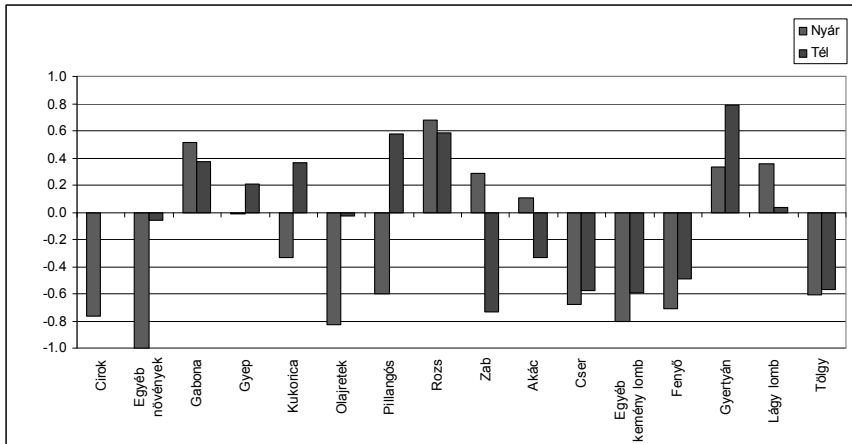


2. ábra. Jacobs-féle preferencia index különböző korú és főfafajú erdőkben (1. bika)

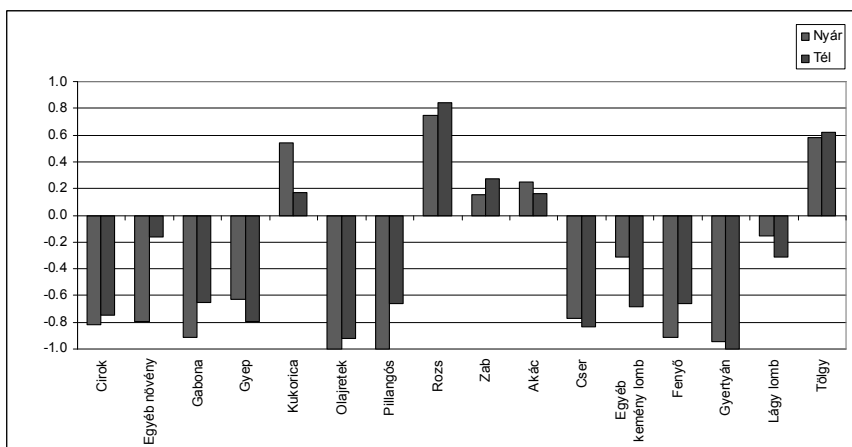


3. ábra. Jacobs-féle preferencia index különböző korú és főfafajú erdőkben (2. bika)

Mezőgazdasági környezetben vizsgálva az egyes kultúrák kedveltségét azt tapasztaltuk, hogy az egyik bika a gyepek és pillangósok mellett a gabona, rozs, és kukorica tarlókat és árvaléléseket preferálta télen (4. ábra), míg nyáron a gabonát, rozst és zabot kedvelte. A másik bikára télen és nyáron egyaránt a kukorica, rozs és zab vagy azok tarlójának, árvaléléseinek preferenciája jellemző (5. ábra).

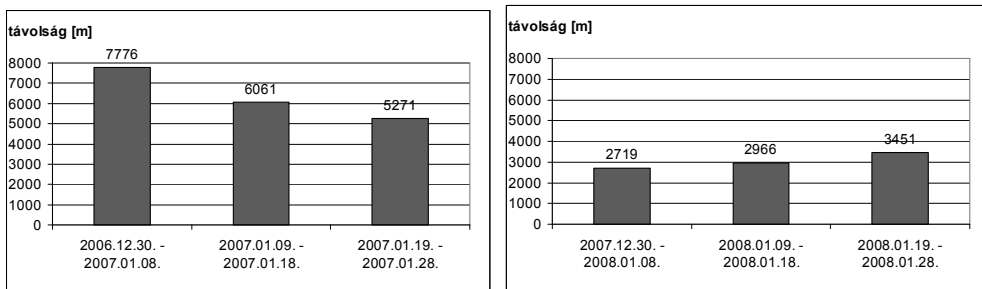


4. ábra. Jacobs-féle preferencia index téli-nyári megoszlása (1. bika)



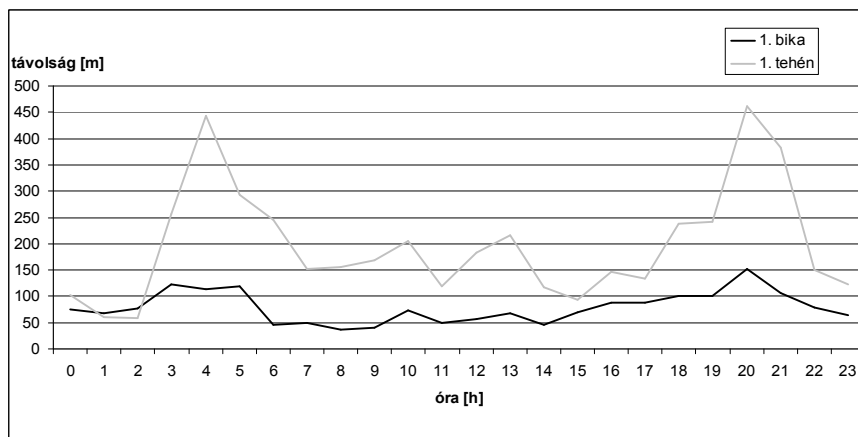
5. ábra. Jacobs-féle preferencia index téli-nyári megoszlása (2. bika)

A napi aktivitás változásának vizsgálatát a befogás utáni viselkedés elemzésével kezdtük meg. A telepítési tapasztalatok azt mutatják, hogy a dámok a kiengedés helyétől többnyire nem vándorolnak messzire. A bódultsága idejére biztonságos helyre szállított tehén viszont visszatért a befogás helyére (légvonalban több mint, 6,5 km), korábbi otthonterületére. Az állat aktivitása az elengedés után rendkívül változó volt. A bikák, amelyek a befogás helyszínén történt jelölés után kerültek elengedésre, szintén erős aktivitásnövekedést mutattak, ami az idő múlásával folyamatosan csökkent. Ez a jelenség még úgy is érzékelhető volt, hogy a bikák nem mozdultak el jelentősen a befogás helyétől. Vagyis a befogási stressz hatása a napi aktivitás értékeiben mindkét ivar esetében megjelent. Ezt az is igazolja, hogy a jelölt bikák egy évvel későbbi, ugyanazon időszakban vizsgált aktivitása egyenletes (6. ábra).



6. ábra. Az 1. bika átlagos napi aktivitásának alakulása a szabadon engedés után (balra) és egy évvel később (jobbra)

A dámszarvasok mozgása a nyári hónapokban jellegzetesen követi a napnyugta és a napfelkelte idejét, kétszűcsú napi aktivitási grafikonokat eredményezve (7. ábra). Ugyanakkor a tehének és a bikák között jellemző különbségek figyelhetők meg.



7. ábra. Tehén és bika átlagos napi aktivitásának alakulása júniusban

A tehének mozgása során megtett távolságok a nyári időszakban érik el a legnagyobb értékeket, jellegzetes kétszűcsú aktivitási görbékkel jellemezhetően. A bikák mozgása szintén követi a nappalok hosszúságát, de esetükben nincsenek vagy alig-alig vannak aktivitási csúcsok. A nyári napi aktivitási diagramokat vizsgálva, ez az időszak a legpasszívabbnak mondható. Az egyik bika esetében a megtett átlagos távolság: 1668 m/nap, míg az éves átlag 4086 m naponta. A másik jelölt bikánál a megtett átlagos távolság: 2950 m/nap, míg az éves átlag 3446 m naponta. Szeptember-október folyamán a dámok napi aktivitása kezd rendszertelenné válni, ennek oka a barcogásra való fölkészülés, majd a tényleges barcogás.

A tehén a barcogásban folyamatosan mozgott, főbarcogásban rendszertelenül, de a megtett napi távolságok nem sokkal nagyobbak, mint egyébként. A jelölt tehén egyetlen alkalommal október 16-17-18.-án, 3 napra elmozdult arról a környékről, amelyet egész évben használt. Az ekkor

felkeresett terület egy kedvelt barcogóhely, valószínűleg itt megtörtént a borítás, 19.-én visszatért megszokott területére és 20.-ával kezdődően a tehén aktivitása visszaállt 3-3,5 km/napra.

A bikák barcogásban jelentősen megnövekedett aktivitást mutatnak. A dekádok átlagai alapján elmondható, hogy október közepén (főbarcogásban) mozognak a legtöbbet, és a mozgásmintázat nem igazodik a nappalokhoz. Valószínűleg, ha elfárad a bika pihen, egyébként pedig mozog, barcog. A jelenség mindkét jelölt bika esetében nagyon hasonló. A lokalizációs pontok azt mutatják, hogy nagy területeket járnak a be bikák, több barcogó helyet használnak. Nem csak kis távolságokat tesznek meg, hanem messzire elmennek (8. ábra).

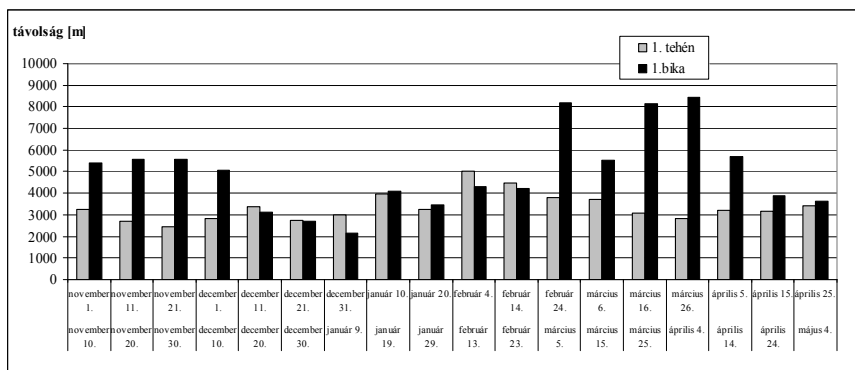


8. ábra. A bikák mozgása barcogásban

A tehének téli aktivitása (9. ábra) során megtett napi távolságok a bikákkal ellentétben az éves átlagnál alig magasabbak (évi átlagos megtett távolság: 3618 m/nap, 4050 m/nap). A téli napok aktivitásmintázatának alakulását vizsgálva a korábban jellemző kétcsúcsú görbe csak a késő téli, tavaszi időszakban tapasztalható újra. Téli időszakban az első aktivitási csúcs

nem jellemző, viszont a napkelte előtti órákban megjelenik egy aktivitási minimum. Az aktivitás emelkedése, még ha nem is kifejezett csúcs formájában, a napkelte időszakára (8-9 óra), míg a markánsabb délutáni csúcs, követve a napnyugta idejét, délután 16-17 órára tolódik, vagyis a teheneknél a nyári mintázattal ellentétben a napnyugta körüli aktivitás válik jellemzőbbé.

A bikák barcogási időszakon kívüli aktivitási csúcsa, a megtett napi távolságok alapján a téli és télvégi időszakra esik (évi átlagos megtett távolság: 4086 m/nap, 3446 m/nap). A téli napok aktivitásának alakulását vizsgálva a két ivar közötti mintázat hasonlósága (aktivitási minimum, határozatlan hajnali aktivitási csúcs, markáns napnyugta környéki mozgás) szembetűnő, de a bikák nagyobb távolságokat tesznek meg. Az ettől eltérő nappali aktivitási csúcsok, melyek csak az egyes napok külön-külön történő vizsgálatánál válnak láthatóvá, magyarázhatók a tél elején megkezdett disznóhajtások és a terelővadászatok, míg télvégén a már meg-megjelenő agancskeresők zavarásaival. Ezek az egyes jelentősebb elmozdulások a havi átlagokban nem érzékelhetők.



9. ábra. Naponta megtett távolságok 10 napos átlagai a tél folyamán

### Következtetések

Vizsgálataink során a két megjelölt bika hasonló élőhelye, többé-kevésbé eltérő élőhely-használatot és élőhely-preferenciát eredményezett. Ezért általánosítható következtetések levonása további vizsgálatokat igényel. Ennek ellenére eredményeink egybevágznak azzal a besorolással, mely szerint a dámszarvas kevésbé koncentráltan szelektáló táplálkozású, mint a gímszarvas (HOFMANN, 1985), valamint a táplálékában a fűféléknek nagyobb szerep jut (HANLEY, 1982).

A dámszarvas mozgását számos tényező befolyásolja: az állat ivara, kora, a zavarás mértéke, az évszak, az időjárás, az állománysűrűség, és a rendelkezésre álló táplálékkészlet, hogy csak a legmeghatározóbbakat említsük. Az állatok aktivitása a várt eredményeknek megfelelően a befogás, illetve a kiengedés után rendkívül változó volt. A téli időszakban mozgásukat alapvetően az időjárás, a hozzáférhető táplálék mennyisége és a zavarás

mértéke határozzák meg. Ebben az időszakban a tehenek lecsökkent aktivitást mutatnak, a bikák azonban a tavasz közeledtével jelentős aktivitásnövekedést mutatnak. A dámok mozgása leginkább április-augusztus közepéig igazodik egy klasszikus napi ritmushoz. Ezekben a hónapokban két különösen aktív szakasza van az állatok napjainak, hajnalban 3-5 órakor és este 19-21 óra között. Az őszi barcogás a bikák aktivitását megnöveli és rendszertelenné teszi.

### **Felhasznált irodalom**

- GIRARD I., OUELLET J. P., COURTOIS R., DUSSAULT C. ÉS BRETON L. (2002): Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home-range size estimation. In *Journal of Wildlife Management* vol. 66/4: 1290-1300.
- HANLEY T. A. (1982): The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. Range Manage.*, 35: 146-151.
- HOFMANN R. R. (1985): Digestive physiology of the deer. *The Royal Soc. N. Z. Bull.*, 22: 393-407.
- JACOBS J. (1974): Quantitative measurement of food selection. *Oecologia*, 14: 413-417.
- JUHÁSZ I. (1993): Számítógépi geometria és grafika. Miskolci Egyetemi Kiadó
- MÁTRAI K. (1994): A gímszarvas, a dám és a muflon őszi tápláléka és élőhelyhasználata a gödöllői dombvidéken. *Vadbiológia*, 4: 11-17.
- NÁHLIK A., SÁNDOR GY., TARI T. ÉS KIRÁLY G. (2009): Space Use and Activity Patterns of Red Deer in a Highly Forested and in a Patchy Forest-Agricultural Habitat. *Acta Silv. Lign. Hung.* vol. 5: 109-118.
- RYEN P. G., PETERSEN S. L., PETERS G. ÉS GREMILLET D. (2004): GPS tracking a marine predator: the effects of precision, resolution and sampling rate on foraging tracks of African Penguins. In *Marine Biology* vol. 145/2: 215-223.
- SÁNDOR GY., NÁHLIK A., HEFFENTRÄGER G. ÉS TARI T. (2008): A dámszarvas napi aktivitása, Nimród vol. 96/10: 11-12.
- TÜRKE I. J., KATONA K., BLEIER N. ÉS SZEMETHY L. (2004): A gímszarvas napi mozgáskörzetének vizsgálata két különböző élőhelyen. *Vadbiológia* vol. 11: 1-10.

### **Köszönetnyilvánítás**

Ilyen irányú kutatásunkat a GOP-1.1.2-08/1-2008-0004 – Új Magyarország Fejlesztési Terv - „Kutatás-fejlesztési központok fejlesztése, megerősítése” c. pályázat teszi lehetővé, megvalósítását a Nyugat-magyarországi Egyetem-ERFARET Nonprofit Kft. és a SEFAG Zrt. támogatja, melyet ezúton is köszönünk.



## ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEK KUTATÁSI FELADATAI

**Dr. Barkóczy Zsolt<sup>1</sup> - Dr. Heil Bálint<sup>2</sup> - Dr. Kovács Gábor<sup>2</sup>**

*1- Evergreen Energy Kft., [barkoczys@gmail.com](mailto:barkoczys@gmail.com)*

*2 - Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék*

*[gkovacs@emk.nyme.hu](mailto:gkovacs@emk.nyme.hu), [bheil@emk.nyme.hu](mailto:bheil@emk.nyme.hu)*

### **Bevezetés**

A fás szárú energetikai ültetvények létrehozása, fenntartása mind az erdőgazdálkodás, mind pedig a mezőgazdaság számára egy újszerű gazdálkodási forma a két ágazat határmezsgéjén. Hazánkban mintegy 3.700 ha energia célú fás ültetvény valósult meg több-kevesebb sikerrel.

Számos tudományos műhely, így számos egyetem és főiskola, ill. kutatóintézet zászlójjára tűzte a fás szárú ültetvényekkel kapcsolatos kutatásokat is, hiszen minden tekintetben újszerűnek kellett tekintenünk őket. A hagyományos erdőgazdálkodással szemben a fás szárú ültetvények ökológiája eltérő, más a termesztés technológiája. Mivel itt elsősorban a hozam, azaz a biomassa mennyisége a döntő függetlenül a törzsalaktól, ezért a korai stádiumban nagy biomasszát adó, jól sarjadzó fafajokra irányult a figyelem. A termesztés technológiában is számos kérdés merült fel, kezdve az ültetési hálózattól, a gyomkorlátozáson át, egészen a betakarítás módjáig. Abban többé-kevésbé mindenki egyet ért, hogy a fás szárú energiaültetvények gazdasági szempontból versenyképesek a mezőgazdasági kultúrákkal, azonban a gazdaságosságukat valóban számos tényező befolyásolja. Ezek elemzése további vizsgálatokat igényel. Ugyanakkor fontos kérdés, hogy mi lesz az ültetvényekről származó biomasszával, hol szárítjuk, tároljuk. Célszerű lenne ugyanakkor az ültetvényekről származó adatokat valamilyen rendszerbe foglalni, megoldani a digitális adatbázis kezelést. Végül az ültetvények környezeti kérdései sem tisztázottak, milyen hatást gyakorol a CO<sub>2</sub>-kibocsátásra, a környezeti állapotra. Nos ezen kérdések után a fás szárú ültetvényekkel kapcsolatos kutatási feladatokat az alábbi témakörökre lehet osztani:

- telepítési technológia;
- tápanyag-körforgalom, és termőhely hasznosítási vizsgálat;
- gyomkorlátozás;
- növényvédelemi technológia;
- növekedésmenet vizsgálat;
- hozammérési eljárás kidolgozása;
- betakarítási technológia;
- faanyag-tárolási és tüzeléstechnológiai vizsgálatok;
- energia és CO<sub>2</sub> mérlegek meghatározása;
- digitális adatbázis-kezelés;

- modellezés és komplex ökonómiai elemzés.
- Környezeti hatásvizsgálat.

A következőkben nagy vonalakban tekintjük át a fás szárú ültetvényekkel kapcsolatos, főlvázolt kutatási témák rövid tartalmát, amelyet tekinthetünk gondolat ébresztőnek is mindenki számára.

### **Telepítési technológia**

Talaj fizikai féleségétől, ill. talajállapottól függően a telepítés utáni megeredés eltérő az egyes dugvány-ültetési módok, ill. szaporítóanyag-típus (simadugvány, karódugvány stb.) (kézi, ill. különböző gépi) függvényében.

A telepítendő terület méretének függvényében más-más ültetési mód, ill. ültetőgép alkalmazása a gazdaságosabb.

Szaporítóanyag-ellátás, köztes tárolás kidolgozása.

### **Telepítési technológia vizsgálatának jelentősége**

Jelentősége, hogy a későbbi gazdasági elemzéseknél meghatározható lesz a területnagyság, ahol a kézi ültetést fel kell, hogy váltsa a gépi ültetés (illetve annak teljesítménye). Az adatok birtokában ki lehet dolgozni azt a munkafolyamat-rendszert, amely mind idő- és energiafelhasználásban, illetve költségigényét tekintve a megfelelő minőség biztosítása mellett optimális adott területnagyság esetén. A jövőre vonatkozóan meg lehet becsülni fafajonként, hogy mely szaporítóanyag típus alkalmasabb a vizsgált termőhelyeken a megeredés szempontjából.

A telepítés után felvételezéssel meghatározásra kerül a megeredési tényező, illetve a tövesztési tényező. Ezeket az értékeket fafajonként és termőhelyenként határozzuk meg egy, a telepítéskor rögzített mintaterületen. Korrelációanalízissel meghatározásra kerül, hogy van-e összefüggés a megeredési tényező, illetve tövesztési tényező értéke és a termőhely-típus változat között.

Kidolgozásra kerül különböző nagyságrendű szaporítóanyag igényű telepítésekre a szaporítóanyag-ellátás rendszere, mivel a szaporítóanyag a területre kiszállítva, ott huzamosabb ideig tárolva minőségileg romlik, kedvezőtlen esetben életképtelenné is válik. A dugvánnyal történő telepítések esetén ez kiemelt problémát jelent, mivel azokat hűtőtárolóból szállítják ki a telepítés helyszínére, így azok még érzékenyebbek a kiszáradásra, erős közvetlen napsugárzásra.

### **Tápanyag-körforgalom, és termőhely hasznosítási vizsgálat**

Jövőbeni tervezésekhez (tápanyag-utánpótlási terv) tudnunk kell, hogy az egyes fafajok/fajták milyen tápanyagigénnyel, és tápanyag-feltárási, termőhely-hasznosítási képességgel rendelkeznek, hogy az elérhető maximális hozamokat hosszú távon biztosítani tudjuk.

Rendszeres mintavételek a talajból, ill. a növényekről fafajonként és termőhely-típus változatonként.

## **Tápanyag-körforgalom, és termőhely hasznosítási vizsgálat**

A vizsgálandó paraméterek:

- pH (vizes, KCL), a további vizsgálatok elvégzéséhez szükséges;
- humusztartalom (%);
- összes nitrogén (%);
- AL - kálium (mg/100g);
- AL - foszfor (mg/100g);
- felvehető kalciumtartalom (mg/kg) (pl. KCl - oldható);
- felvehető nátriumtartalom (mg/kg) (pl. EDTA - oldható);
- felvehető magnéziumtartalom (mg/kg) (pl. KCl - oldható);
- összes kén tartalom (mg/kg);
- felvehető réztartalom (mg/kg) (pl. EDTA - oldható);
- felvehető cinktartalom (mg/kg) (pl. EDTA - oldható);
- felvehető mangántartalom (mg/kg) (pl. EDTA - oldható);
- felvehető vastartalom (mg/kg) (pl. EDTA - oldható);
- kation csere képesség (mgeé/100g);
- mechanikai összetétel vizsgálat (A%, I%, Fh%, DH%).

A talajmintavételekkel párhuzamosan a növényekből is mintavétel történik, amelyek analízisre kerülnek. A növényanalízis célja a növényben található mikro- és makro tápelemek meghatározása (külön levél, külön szár). Vizsgálatra kerül fafajonként a különböző korosztályokban a képződő levél mennyisége.

## **Tápanyag-körforgalom, és termőhely hasznosítási vizsgálat jelentősége**

A mikro- és makro-tápelem forgalom meghatározása.

Hozamra befolyással bíró elemek meghatározása, azok hatásának mértékének vizsgálata, eredmények alapján az egyes fafaj/fajtákra tápanyag igény-receptek meghatározása.

Az elemzések eredménye alapján kidolgozásra kerül a vizsgált fafaj/fajtákra vonatkozó korszerű tápanyag-utánpótlási technológia.

A termőhely-hasznosítási vizsgálat megadja, hogy az egyes fafajok milyen mértékben képesek kihasználni a rendelkezésre álló termőhelyet, így a későbbiekben a fafaj-választásnál, és a hálózat meghatározásánál ez segíti a tervezést.

## **Gyomkorlátozás / mechanikai gyomkorlátozás**

Elsődleges cél a megfelelő mechanikai gyomkorlátozási technológia meghatározása a területméret függvényében, amely biztosítani tudja a leggazdaságosabb megoldást a gyomkonkurencia visszaszorítása, illetve a talajvízháztartás legkedvezőbb befolyásolása mellett.

Jelentősége: későbbi gazdasági elemzéseknél kalkulálható lesz az a területnagyság, ahol az egyes technológiáknak fel kell váltani egymást. Az

adatok birtokában ki lehet dolgozni azt a munkafolyamat-rendszert, amely mind idő-, és energiafelhasználásban, illetve költségigényét tekintve a megfelelő minőség biztosítása mellett a legkedvezőbb.

### **Gyomkorlátozás / vegyszeres gyomkorlátozás**

Jelenleg még kevés adat van arra vonatkozólag, hogy az engedélyezett gyomirtó szerek a vizsgált fajokra és fajtákra az energetikai ültetvényekre jellemző intenzív gyomirtási igény biztosítása érdekében milyen technológiával és milyen dózisokban használhatók, így jelenleg nincs üzemi vegyszeres gyomkorlátozási technológia az ültetvényekre.

Jelentősége: Adatokat kapunk arról, hogy az alkalmazott fajok/fajták az egyes gyomirtó szereket milyen dózisban képesek elviselni károsodás (egészségi állapot romlás), hozamcsökkenés nélkül. A gyomfelvételezések révén adatokat kapunk, hogy az egyes gyomcsoportok az ültetvény által tolerált dózis mellett milyen eredménnyel irthatók. Végeredményként kidolgozásra kerülnek vegyszeres gyomkorlátozási technológiák, amelyekkel a különböző fajokkal, fajtaival létrehozott ültetvényeken a jelentkező gyomkonkurencia függvényében mind gazdaságilag, mind technológiailag a legoptimálisabban meg lehet oldani a vegyszeres gyomkorlátozási feladatokat.

### **Növényvédelmi technológia**

Az energetikai faültetvényekben megjelenő egyes kórokozók, károsítók megjelenési, és elszaporodási dinamikájának vizsgálata, az egyes kórokozók, károsítók ültetvényre káros mértékű elszaporodását megelőző beavatkozások idejének meghatározása, előrejelzés-monitoring kidolgozása.

Az energetikai faültetvényekkel (új fajokkal/fajtákkal) kapcsolatban felmerülő kórokozókkal és károsítókkal, azok elterjedésével, károsításuk mértékével, és az ellenük való védekezéssel kapcsolatban jelenleg kevés információ van Magyarország vonatkozásában.

Jelentősége: kidolgozásra kerül egy olyan előrejelzés-monitoring rendszer, amely segítségével az egyes energetikai faültetvényekre jellemző kórokozók, károsítók megjelenését, illetve azok szaporodását időben jelezni lehet, és így meg lehet előzni azok káros elszaporodását.

### **Növekedésmenet vizsgálat**

Az energetikai faültetvényeknél kiemelten fontos, hogy adott faj/fajta és termőhely esetén az egyes meteorológiai tényezők milyen hatással vannak a hozam alakulására.

A növény fiziológiájára ható főbb meteorológiai tényezők egyes hatásait és azok mértékét még nem ismerjük az energetikai faültetvények esetén, azonban erdészeti kutatások igazolják, hogy pl. a csapadék mennyisége az egyes években az adott évi növedéket igen jelentősen mértékben befolyásolja.

Az évi folyónövedék, azaz hozam az energetikai ültetvényeknél a rövid vágásforduló miatt jelentősen hatással van az üzemeltetés gazdaságosságára.

Fafajonként és termőhelyenként kiválasztásra kerülnek egyes egyedek folyamatos mérésére van szükség.

Egyes kísérleti területeken szükséges meteorológiai mérőállomás felállítása is.

Jelentősége: a mért adatok alapján meg lehet állapítani, hogy a mérőállomáson mért egyes paraméterek milyen mértékben befolyásolják a növény növekedését (korreláció-analízisek, statisztikai elemzések). Ezek ismeretében egy tetszőleges termőhelyen, ahol ismerjük az említett paramétereket, meg lehet mondani, hogy milyen növekedési erély várható az adott fafajtól. Ez meghatározó lehet az országban történő későbbi telepítések fafaj-megválasztásánál.

### **Energia és CO<sub>2</sub> mérlegek meghatározása**

Ezen számítások, és vizsgálatok elvégzése azért fontos, mert energetikailag, és környezetvédelmi szempontból a megújuló energiaforrásokat a fent említett paraméterek alapján hasonlítják össze és értékelik.

A jövőbeni CO<sub>2</sub> kereskedelem szempontjából is fontos tudni, hogy az energetikai faültetvények alkalmazásával mennyi CO<sub>2</sub> köthető meg, illetve kibocsátás spórolható meg.

### **Digitális adatbázis-kezelés**

Az energetikai faültetvények területi elhelyezkedésének, fontosabb adatainak rögzítése (fafaj, terület, termőhely fontosabb paraméterei, elvégzendő és elvégzett beavatkozások, állapot, stb.), az üzemeltetés során bekövetkezett változások lekövetése, áttekinthetőség, üzemeltetés közbeni tervezés támogatása és különböző lekérdezések elemzésekhez, statisztikai értékelésekhez mind igénylik a térinformatikai alapú adatbázis-kezelést.

Ki kell alakítani azt a háttértár-információ szerkezetet, amely az energetikai faültetvények esetében adattárolás, lekérdezés és elemzés szempontjából a legmegfelelőbb, és a jövőbeni igényeket kielégíti.

A lekérdezési lehetőségeket össze kell hangolni a modellező szoftver input-adat szerkezetének megfelelően, hogy gyorsan és egyszerűen el lehessen végezni az üzemeltetés közbeni elemzéseket, az esetleges hibák kiszűrésére, illetve a jövőbeni tevékenységek tervezéséhez.

### **Modellezés és komplex ökonómiai elemzés**

Az energetikai faültetvények tervezésénél minden esetben szükségesek gazdasági számítások, hogy a meglévő adottságokhoz azt a technológiát és pénzügyi megoldást tudjuk kiválasztani, amellyel maximális nyereség érhető el. Cél:

- az energetikai faültetvények gazdasági elemzésére alkalmas szoftver

- kidolgozása és alkalmazása a felhalmozódott adatokkal;
- szakmailag elfogadható, ill. technikailag kivitelezhető változatok közül az ökonómiai szempontból legjobb változat kiválasztása;
- érzékenységi vizsgálatok elvégzése;
- optimalizálás;
- modellek futtatása és értékelése.

### **Környezeti hatásvizsgálat**

Az ültetvényekkel megváltozik az addigi agrárökoszisztéma.

Egyrészt tájképi változások következnek be, hiszen a fás szárú ültetvények lényegesen magasabbak és állandóbbak, mint a szántóföldi növénykultúrák. Másrészt a széljárás befolyásolásával, a talajtakarással, a talajok vízgazdálkodásának és tápanyagforgalmának módosításával a szűkebb környezetet is megváltoztatják.

A környezeti hatásvizsgálat ezen tényezők leírását tűzi ki célul, és annak értékelését, hogy más hasznosítási formáról ezen földhasznosításra való áttérés milyen változásokat eredményez.

A kutatás magában foglalja a technológia egyes elemeinek részletes vizsgálatát is, amelynek keretében értékeljük a talajművelés, a növényvédelmi eljárások és a betakarítási módok környezeti hatásait is.

Fontos, hogy a későbbi, adott esetben ok nélküli támadásokkal szemben megvédjük az ültetvények ügyét, és ne hagyjuk, hogy ok nélkül ezek hasznosulását gátolják.

### **Összefoglalás**

A fás szárú ültetvényekkel kapcsolatosan kutatásokról elmondható, hogy nincs egy egységes kutatási irányvonal, hogy az adott témában melyek a vizsgálandó tényezők. Az ültetvényekkel kapcsolatban legnagyobb kutatási forrásokat a Károly Róbert Főiskola tudhatja magáénak. Gyakorlati megvalósítást illetően pedig az elmúlt években a SEFAG Zrt. jutott jelentősebb összeghez fás szárú energia ültetvények megvalósítására, kutatására. A témával kapcsolatban azonban számos tudományos műhely végez egymástól elszigetelten kutatásokat a témában. Célszerű lenne tehát kormányzati szinten is összehangolni ezeket a kutatási feladatokat, hogy az erre a célra rendelkezésre álló kutatási forrásokat a leghatékonyabban használhassuk föl ismeretink bővítésére.

# APRÍTÉKTERMELÉSEL KOMBINÁLT HARVESZTERES FAKITERMELÉS AKÁC ÁLLOMÁNYBAN

**Horváth Attila László** doktorandusz

*Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és  
Környezettechnikai Intézet, Sopron*

[ahorvath@emk.nyme.hu](mailto:ahorvath@emk.nyme.hu)

## **Abstract**

The logging with harvester starts acquires legitimacy in national leafy staff, which is confirmed by foreign practical experience. Machines which are used extraction for pine stock became suitable for the forest-grown working of softwood and sclerophyllous stock.

## **Terület bemutatása**

A Balatonfőkajár község határában elhelyezkedő 1D erőrészlet gazdasági egységét tekintve magánerdő. Az állomány 23,6 ha összterületű feketefenyővel csoportosan (25%) elegyített akác. A tarvágásos véghasználat 4,3 ha elegyetlen akác állományrészt érintett. A fák átlagos kora 42 év, az átlag fmagasság 17 m, az átlag mellmagassági átmérő pedig 20 cm. 96%-os záródás mellett a törzsszám 640 db/ha, a fakészlet pedig 148 m<sup>3</sup>/ha. Az említett adatok alapján ez a párhuzamos hálózatú, mageredetű akác a IV. fatermési osztályba tartozik. Cserjeborítása egyöntetűen, közepesen fedett. 30-70% közötti cserjeszint.

## **Munkarendszer leírása**

A fakitermelés gépi úton történt, a vágásterületen mozgó gumikerekű harveszterekkel, azaz teljes fakitermelő gépekkel. A fák kitermelését és felkészítését egy Valmet 911.3-as és egy Silvatec 896 TH-H harveszter végezte. A tarvágás során a gépek egységesen 15 m-s pásztaszélességgel dolgoztak. A munkavégzés során a gépek szakaszosan (fakitermelés - átállítás) haladtak előre a pásztaban. Az egyes fák kitermelése és feldolgozása a következőképpen valósult meg:

A gépkezelő a manipulátorkar végén található harveszterfejjel megközelítette a fa tövét, majd ráfogott. A fejen található fogókarok szorosan rögzítették a fejet a fa törzséhez. Egy hidraulikus vezérlésű láncfűrész egy vágással átvágta a törészt. A döntővágás közben a gépkezelő a manipulátorkarral segítette és irányította a döntést. A fa földre érkezését követően a tőtől elválasztott fát a haladási irány szerinti bal oldalra előközelítette. Ezt követően a harveszterfej segítségével egy menetben elvégezte a fa gallyazását, választékolását, darabolását és választékonkénti rakásolását. A gallyazás során hátramaradó vékonyfa, valamint a korona 5 cm-nél vékonyabb részei a közelítőnyomon, a gép előtt halmozódott fel. A harveszter előtt felhalmozódott gallyanyag az átállást megelőzően átrakásra

került a pászta jobb oldalára. Az átállások távolsága 2-10 m-ig terjedt, függően a kivágandó fák pásztaban való elhelyezkedésétől.

A gallyanyagon kívül a gépkezelő az előzetesen már kivágott cserjeszint egyedeit a munkavégzés során folyamatosan a pászta jobb oldalára helyezte át. Ilyen módon a közelítőnyom – amely a pászta közepén helyezkedett el – jobb oldalán az aprítandó vékonyfa, míg a baloldalon a csoportosított hengeres választékok helyezkedtek el. Az állomány adottságaiból adódóan kétfajta választék került termelésre az oszlopfa és a tűzifa. Az oszlopfát 15-25 cm közötti csúcsátmérővel és 3 m-es hosszban választékolták, a többi vastagfából tűzifát állítottak elő szintén 3 m-es hosszúságban.

A fakitermeléssel párhuzamosan egy Valmet 860.3 kihordó (forwarder) végezte a faanyag közelítését. A kihordó a harveszterek által kialakított közelítőnyomokon közlekedett. A faanyagot pedig a fakitermeléssel érintett terület délkeleti szélén kialakított rakodóra közelítette. Az átlagos közelítés távolság 500 m. A hengeres választék kiközelítést követően megtörtént a vékony faanyag aprítása is. Az aprítást egy TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805-ös aprítógéppel hajtották végre. Az előállított apríték a gép saját konténerébe került. Miután megtelt a raktér, az aprítékot a vágásterületen átterhelték (átborították) egy MAN kisteherautóra, amely kiszállította az 1,3 km-re lévő időjárás biztos út mellé. Az aprítékot később teherautókkal szállították el.

## **Gépek bemutatása**

### ***Valmet 911.3 harveszter***

A Valmet 911.3-as harvesztert *(1. ábra)* 2006-ban a Valmet Komatsu Forest gyártotta. A teljes fakitermelő gép (erdészeti betakarító) 7,3 m hosszú, 2,9 m széles és 3,7 m magas. A 6 db kerékkel rendelkező gép 16,3 t össztömegű. A harveszterbe egy 6 hengeres SISU Diesel 74 EWA turbó dízel motort építettek be, melynek a teljesítménye 170 kW. Üzemanyag fogyasztása 10-15 l/h. Üzemanyagtartály mérete 370 l. A Valmet CRH 18-as típusú 10 m-es hatótávolságú darun egy Valmet 360.1 típusú harveszterfej található. A harveszterfejjel maximálisan 650 mm töátmérőjű fa termelhető ki és dolgozható fel. A faanyag hosszirányú mozgatását egy behúzóhengerpár végzi, a gallyazás pedig 3 db mozgókés és egy állókés segítségével valósul meg.





1. ábra. Valmet 911.3 harvester



2. ábra. Silvatec 896 TH-H harvester

### **Silvatec 896 TH-H harvester**

A Silvatec 896 TH-H harveszttert (2. ábra) a dán Silvatec Skovmaskiner A/S cég gyártotta 2002-ben. A gép 12,1 m hosszú, 2,6 m széles és 3,3 m magas. A 8 kerekű harvester 18,5 t össztömegű. A munkavégzéshez szükséges energiát egy 151 kWos Volvo 730-as dízelmotor biztosítja. Az üzemanyag tartálya 400 l-es. A gép üzemanyag fogyasztása 10-12 l/h. A Cranab CRH 16 10M típusú daru hatótávolsága 10 m. A darukar végén egy Silvatec 445 MD 50 típusú harvesterfej található. A harvesterfej 4 db (2 pár) mozgókéssel és 1 db állókéssel rendelkezik, valamint 1 pár behúzó-hengerpárral. Maximálisan 500 mm töátmérőig alkalmazható eredményesen.

### **Valmet 860.3 kihordó**

A Valmet 860.3 kihordókat (3. ábra) (forwardereket) a Valmet Komatsu Forest gyártja. A gép hossza 9,2 m, szélessége 2,7 m, magassága pedig 3,8 m. Rakfelület 4,5 m<sup>2</sup>. A 15,9 t össztömegű forwarder 8 db kerékkel rendelkezik. A kihordóba egy 140 kW teljesítményű 6 hengeres SISU Diesel 66 CTA típusú dízel motort építettek. A gép 160 l-es üzemanyagtartállyal rendelkezik, az óránkénti üzemanyag fogyasztása 9-10 l. A Valmet CRF 10 típusú darun egy Valmet G36 típusú rönkfogó kanál található.



3. ábra. Valmet 860.3 kihordó



4. ábra. TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805 aprító

### ***TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805 aprító***

A magajáró aprítógép (4. ábra) négy fő egységből épül fel. Az alapgép egy TBM Preuss 81/80 AWC típusú forwarder. Az aprítást egy Bruks 805-ös rászerezhető aprítógép végzi. Maximálisan aprítható átmérő 400 mm. A faanyagot egy Cranab CRF6-os típusú daru mozgatja. A negyedik szerkezeti egység a 18 m<sup>3</sup>-es apríték tároló. A kihordó vontatót egy 4 hengeres (101 kW-os Deutz-Diesel motor működteti. Az aprítógépbe pedig egy 331 kW teljesítményű Scania motort építettek be. Az aprító 8,1 m hosszú, 2,8 m széles és 4,0 m magas. Össztömege 23,1 t.

### ***VW/MAN 8.150 átalakított kisteherautó***

Az apríték hosszabbtávú gazdaságos közelítése érdekében a VW/MAN 8.150 billenőplatós kisteherautó rakfelületét átalakították. Az aprítógép konténerével megegyező méretű billenthető tárolóegységet alakítottak ki a teherautón. A teherautóban egy 6900 cm<sup>3</sup>-s 6 hengeres 116kW-os dízelmotor található. A kisteherautó 5,7 m hosszú, 2,4 m széles és 2,8 m magas. A gépjármű 7,5 t össztömegű.

### **Költséghozam elemzés**

A gépek teljesítményének meghatározásához terepi mérésekre volt szükség. A terepi adatfelvétel során haladó (folyamatos) időméréses módszer lett alkalmazva. A műveletelemek időtartama mellett rögzítésre került az egyes ciklusonként feldolgozott faanyag mennyisége is.

A harveszterek a balatonfőkajári akácos állományban összesen 376,25 m<sup>3</sup> faanyagot termeltek ki, ebből 312,35 m<sup>3</sup> tűzifa és 63,9 m<sup>3</sup> oszlopfá. Az előbbiekből megállapítható, hogy a kitermelt faanyag 83 % tűzifa és 13 % oszlopfá. A tűzifát 17500 Ft/m<sup>3</sup>, az oszlopfát 26250 Ft/m<sup>3</sup> áron értékesítették.

A Valmet 911.3-as harveszter óránkénti teljesítménye 3,2 m<sup>3</sup>/h. A fentiek alapján 2,7 m<sup>3</sup> tűzifát (46489 Ft/h) és 0,5 m<sup>3</sup> (14266 Ft/h) oszlopfát termelt ki óránként, azaz az kitermelt faanyag értéke 60755 Ft.

A Silvatec 896 TH-H harveszter teljesítménye 2,8 m<sup>3</sup>/h. Óránként 2,3 m<sup>3</sup> tűzifát (40678 Ft/h) és 0,5 m<sup>3</sup> (12483 Ft/h) oszlopfát állít elő. Az óránként felkészített faanyag értéke 44565 Ft.

TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805 aprítógép óránként 28,8 m<sup>3</sup> aprítékot termelt. 250 kg/m<sup>3</sup> aprítéksűrűséggel és 40%-os nedvességtartalommal számolva az óránkénti teljesítmény 4,32 atrot/m<sup>3</sup>. 21250 Ft/atrot felvásárlási árral számolva az aprítógép óránként 91800 Ft értékű aprítékot állít elő.

Az előbbieket összegezve megállapítható, hogy a fakitermelésben dolgozó gépek együttesen óránként 205716 Ft értékű választékot állítottak elő.

A bevételek mellett természetesen számolni kell a munkagépek üzemeltetési költségeivel is. Az üzemóra költségek meghatározása a következő képlettel történt:

$$K_B = \frac{A \cdot a}{J \cdot 100} \cdot (1+r) + \frac{A \cdot p}{2 \cdot J \cdot 100} + B_f \cdot b_j + K_E + \frac{\ddot{u} \cdot A_{\ddot{u}} \cdot (1 + \frac{0}{100}) \cdot P}{100}$$

A fenti képlet alapján a gépek üzemóra költségei az 1. táblázatban láthatóak. A bevételek és költségek különbözetéből adódik a 152687 Ft-os óránkénti nyereség. Az 1. táblázatban az egyes gépekhez tartozó fajlagos költségek szerepelnek.

1. táblázat. Üzemóra költségek

Jel	Megnevezés	Valmet 911.3	Silvatec 896	Valmet 860.3	TBM-Bruks	MAN 8.150	Mért. egys.
A	Beszerzési ár (ÁFA nélkül)	60 M	40 M	70 M	10 M	250 e	Ft
n	Élettartam (leírasi idő)	7	7	7	7	7	év
J	Éves üzemórák száma	2 000	1 800	2 000	2 000	2 000	ó/év
a	Amortizációs kulcs (100/n)	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	%
r	Javítási hányad	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
p	Kamatláb	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	%
ü	Üzemanyag-fogyasztás	10,00	12,00	9,00	20,00	10,00	l/pró
A <sub>ü</sub>	Üzemanyag ára	320	320	320	320	320	Ft/l
o	Kenőanyagköltség arány	45	45	45	45	45	%
P	Kihasznátltság (Produktív óra / Üzemóra)	60	60	60	60	60	%
e	Egyéb költség / Üzemóráköltség bérrel aránya	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	%
B <sub>f</sub>	Kifizetett munkabér	800	800	600	800	400	Ft/üzó
b <sub>j</sub>	Bérfjárulék szorzó	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	
<b>Üzemóráköltség</b>		<b>14089</b>	<b>11989</b>	<b>15260</b>	<b>8335</b>	<b>3356</b>	<b>Ft/üzó</b>
<b>Összesen</b>		<b>53029</b>					<b>Ft/üzó</b>

2. táblázat. Fajlagos költségek

Gépek	Teljesítmény	Üzemóráköltség	Fajlagos költség
	m <sup>3</sup> /h	Ft/üzó	Ft/m <sup>3</sup>
<b>Faanyag</b>			
Valmet 911.3	3,2	14 089	4 403
Silvatec 896TH-H	2,8	11 989	4 282
Valmet 860.3	4,2	15 260	3 633
<b>Átlag</b>	<b>3,4</b>	<b>13 779</b>	<b>4 106</b>
<b>Apríték</b>			
TBM 8110 AWC - Bruks 400	28,8	8 335	289
MAN kisteherautó	28,8	3 356	117
<b>Átlag</b>	<b>28,8</b>	<b>5 846</b>	<b>203</b>

## **Összefoglalás**

A harveszteres fakitermelés hazai lombos állományokban is kezd létjogosultságot szerezni, melyet külföldi gyakorlati tapasztalatok is alátámasztanak. Az eredetileg fenyő állományok kitermelésére kifejlesztett gépek a fejlesztéseknek köszönhetően alkalmassá váltak lágy- ill. keménylombos állományok gyérítési és véghasználati munkálataira.

## **Felhasznált irodalom**

*Horváth B. szerk.* (2003): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

*Just Forest* (2006): Valmet 860.3 prospektus.

[www.socimavis.com/pdfs%20valmet/860.pdf](http://www.socimavis.com/pdfs%20valmet/860.pdf)

*JUST FOREST* (2005): Valmet 911.3 prospektus.

[www.socimavis.com/pdfs%20valmet/911.pdf](http://www.socimavis.com/pdfs%20valmet/911.pdf)

[www.bln-group.de/\\_downloads/preuss/preuss\\_Rueckezug\\_81-10.pdf](http://www.bln-group.de/_downloads/preuss/preuss_Rueckezug_81-10.pdf)

[www.expressz.hu/auto/egyeb/hirdetes-18147305/](http://www.expressz.hu/auto/egyeb/hirdetes-18147305/)

[www.fataj.hu/2009/10/214/200910214\\_SilvatecHarvesterek.php](http://www.fataj.hu/2009/10/214/200910214_SilvatecHarvesterek.php)

[www.mascus.hu/Erdeszeti/Hasznalt-Fakitermelo-gepek/Silvatec-896-TH/aef9c737-2921-4227-8f89-b2dbef04f35a.html](http://www.mascus.hu/Erdeszeti/Hasznalt-Fakitermelo-gepek/Silvatec-896-TH/aef9c737-2921-4227-8f89-b2dbef04f35a.html)

[www.mascus.co.uk/Forestry/Used-Forestry-Harvesters/Silvatec-896-TH/c1c30b0d-97ee-4b58-8722-a0b79de5208f.html](http://www.mascus.co.uk/Forestry/Used-Forestry-Harvesters/Silvatec-896-TH/c1c30b0d-97ee-4b58-8722-a0b79de5208f.html)

[www.szalontai.co.hu/informaciok/faapritek.html](http://www.szalontai.co.hu/informaciok/faapritek.html)

# KÜLÖNLEGES FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK

**Horváth Attila László** doktorandusz

*Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és  
Környezettechnikai Intézet  
[ahorvath@emk.nyme.hu](mailto:ahorvath@emk.nyme.hu)*

## **Abstract**

The forest trees are the stockholders of the natural solar energy through photosynthesis. The wood is usually produced only 60-70%, that is, the thicker branches and bole recovered. The rapid decrease in the amount of fossil fuels has highlighted the potential of forests, has unutilized energy. The rapid technical progress due to logging and logging waste utilization at high levels has become mechanized. The timber version number of machines developed over the decades. In today's harvesters the entire preparation is carried out in the decision tree of the selections under piling. In the case of harvesters logging slash is concentrated in the felling site, thus enabling energy recovery with grinding or bundling. A multi-purpose forestry machines, which were joined the logging and logging residues, appeared in recent years.

## **Bevezető**

Az erdők fái a napenergia természetes raktározói a fotoszintézis révén. A megtermelt faanyagának általában csak 60-70%-át, azaz a törzsrészt és a vastagabb ágakat hasznosítják. A fosszilis energiahordozók mennyiségének rohamos csökkenése rávilágított az erdőkben rejlő, eddig hasznosítatlan energiára. A rohamos technikai fejlődésnek köszönhetően a fakitermelés és a vágástéri hulladék hasznosítása magas szinten gépesíthetővé vált. A fakitermelő gépek számos változata alakult ki az évtizedek során. Napjaink harveszterei a fa teljes felkészítését elvégzik a döntésétől a választékok szerinti rakásolásig. A harveszteres fakitermés esetében a vágástéri hulladék koncentráltan jelenik meg a vágásterületen, így energetikai hasznosítása lehetővé válik aprítással vagy kötegeléssel. Az elmúlt években megjelentek olyan többcélú erdészeti gépek, melyekben egyesítették a fakitermelést és a vágástéri hulladék hasznosítását.

## **Valmet-Fixteri döntő-kötegelő, az előhasználati munkák új vezérgépe**

A Biotukki Oy 2007-ben kifejlesztett egy speciális kötegelő adaptert, melyet Fixteri néven hoztak nyilvánosságra. Az első prototípust egy Valmet 801 Combi elnevezésű forwarder alvázra szerelték fel. A későbbi fejlesztéseknek köszönhetően az adapter felszerelhetővé vált más márkájú forwarder alvázakra (Valmet, John Deere), ill. erőgép (Volvo bagger) által vontatott lánctalpas járószerkezetű pótkocsira is.

A Valmet-Fixteri gépegyüttes segítségével a folyamat-gépesített fiatalkori erdőnevelési munkák (pl. törzskiválasztó gyérítések) gazdaságossá váltak. A

döntő-kötegelő gép kihordó vontató alvázra szerelt Fixteri kötegelő adapterből és manipulátor karra szerelt döntőfejből áll. A leírt gépkombináció a kötegttermeléses munkarendszerben alkalmazható eredményesen.

### **Kötegttermeléses munkarendszer**

A fakitermelés során keletkező vékonyfa (vágástéri hulladék) energetikai célú hasznosítását teszi lehetővé, ha azt összepréselve kötegeljük. Erre alkalmas a vékonyfa-kötegelő gép, amely az angol nyelvterületen „slash bundler”, a németen „Restholz Bündler” néven vált ismertté. A vékonyfa-kötegelő gép az alacsony sűrűségű vékonyfát feldolgozza tömör kötegekké, melyek már könnyen és gazdaságosan tárolhatók, szállíthatók. Tárolás közben a kötegek biztosítják a faanyag légszáragságát, így javul a fűtőértékük is (GÓLYA ET AL., 2004).

Kötegttermeléses munkarendszer – az aprítéktermeléses munkarendszerhez hasonlóan – olyan fahasználati munkarendszer, amelyben egyetlen választék keletkezik. Ez esetben az előállított választék a kötegelt faanyag (vékonyfa), azaz a köteg. A kötegeket a vágásterületen mozgó gép állítja elő. A munkarendszer vezérgépe egy olyan speciális erdészeti gép, amely a fakitermelést és a kötegelést egyazon időben képes elvégezni.

A Biotukki Oy – finn cég – kifejlesztett egy speciális kötegelő adaptert. Az adapter felszerelhető forwarder alvázra (Valmet, John Deere) vagy erőgép (Volvo bagger) által vontatott lánctalpas járószerkezetű pótkocsira.

### **Tő melletti kötegttermeléses munkarendszer**

A döntő-kötegelő a munkavégzés során folyamatosan vágja és kötegeli a faanyagot. Az erdőben a közelítő nyomon mozog. A közelítő nyomok a CTL (harveszter-forwarder) munkarendszerhez hasonlóan 20-30 m-re helyezkednek el egymástól. A gépkezelő a manipulátor karra szerelt döntőfej segítségével elvégzi a kivágandó faegyedet a tőtől való elválasztást (1. ábra). A kivágott fát – gallyazás és darabolás nélkül – a daru segítségével a kötegelő adapter behúzó hengerei közé helyezi. A behúzó hengerek behúzzák a faanyagot, majd a vágó egység 2,6 m-es darabokat készít. Miután megtelt a kötegelő tér, a kötegelő részleg kiemelkedik a tömörített faanyaggal együtt. A faanyagot hosszirányú tengelye körül elkezd forgatni, miközben zsinetek segítségével rögzíti a köteget. A kötegelést követően a kész köteget oldalirányba leejti a földre (2. ábra). A kötegelő adapter teljesen automatikusan működik, így a méretre rögzítés (konkrét kötegelés) ideje alatt a gépkezelő már ismételtelen elkezdheti a kötegelő tér feltöltését. A gépkezelőnek csak a fa döntését és a behúzó hengerekhez történő előközelítést kell irányítania. A közelítő nyom bal oldalán elhelyezkedő 50 cm átmérőjű, 2,6 m hosszúságú kötegeket kihordó (forwarder) vagy kihordó szerelvény segítségével kiközelítik a rakodóra, ahonnan rönk szállítására alkalmas tehergépjárművel elszállítják a kötegeket a hőerőművekbe. A



kötegek szállítása a hengeres faanyaghoz hasonlóan vasúti szerelvényekkel is lehetséges.



1. ábra. Fa kitermelése



2. ábra. Kötegelés

/Forrás: images.google.hu/

A Valmet-Fixteri döntő-kötegelő prototípus vizsgálata során megállapították, hogy 7 cm maximális mellmagassági átmérőjű fenyves állományokban a gép teljesítménye  $4,6 \text{ m}^3/\text{h}$ , azaz a  $0,5 \text{ m}^3$ -es kötegekből ( $h = 2,6 \text{ m}$ ,  $d = 50 \text{ cm}$ ) óránként 9,2 db-ot állított elő. 11 cm-től 13 cm-ig terjedő átlagos mellmagassági átmérőjű állományokban  $7,6$  és  $8,7 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $15,1$  és  $17,4$  köteg/h) teljesítményt ért el (RAITILA J., 2009).

### **Valmet 801 Combi BioEnergy aprító-harveszter**

A Valmet cég, egy gépben egyesítette a fakitermelési, aprítéktermelési és a vágástakarítási munkákat. Az első prototípust 2005-ben mutatták be. A gép a Valmet 801 Combi kihordó-harveszter továbbfejlesztett változata. A gépet felszerelték apríték előállító, továbbító és tároló rendszerrel. Az aprítóegység maximálisan 28-30 cm átmérőig képes leaprítani a behelyezett faanyagot. A darukaron egy Valmet 330.2 Duo/Cut2 harveszterfej található. A fejegység tartalmaz hidraulikus működtetésű ollós és fűrészláncos vágószerkezetet is. A Valmet 330.2 Duo harveszterfejjel maximálisa 480 mm töátmérőlőjű fa termelhető ki.

### **Aprítéktermeléssel kombinált rövidfás munkarendszer**

Az aprító-harveszter az egymástól 20 m távolságra lévő köztelítő nyomokon halad munkavégzés során. A köztelítő nyom jobb és bal oldalán 10-10 m szélességben hajtja végre a fakitermelést. Abba az esetben, ha területen még nem került kialakításra köztelítő nyom, akkor a munkavégzés során a gépkezelő folyamatosan kialakítja maga előtt. A darukaron egy Valmet 330.2 Duo/Cut2 harveszterfej található, amely lehetővé teszi, hogy a különböző mellmagassági átmérővel rendelkező faegyedek kitermelése eltérő technológiával valósuljon meg. A 10-15 cm-nél vastagabb mellmagassági átmérőjű fákat a Valmet 330.2 Duo harveszterfej fűrészláncos

vágószerkezetével termelik ki, az ennél vékonyabb egyedeket pedig a harveszterfej aljára szerelt Cut2 elnevezésű hidraulikus működtetésű ollós vágószerkezettel. A vékonyabb fák esetében előközelítés nélkül, egymásután több fa is eltávolítható a tőtől. Ez a harveszterfej felső részén található gyűjtőkarok segítségével lehetséges. Az előzőleg kitermelt faegyedet a gyűjtőkarok szorosan rögzítik a következő fa kivágásáig. Az így kitermelt 2-3 fát előközelíti a gépkezelő a gép elejénél található aprító szerkezethez. A kitermelt teljes fákat az aprító behúzó hengerei közé helyezi (3. ábra). A faanyag leaprításra kerül, az apríték pedig egy továbbító rendszeren keresztül a gépegyüttes hátsó részén található 28 m<sup>3</sup>-es tárolóegységbe kerül. A vastagabb faegyedek gallyazása, választékolása, darabolása és választékonkénti rakásolása – a tőtől való elválasztást követően – harveszterfejjel valósul meg. Következő lépésként a gallyanyag és a koronarész kerül aprításra. A termelt hengeres választékokat kihordóval (forwarder) kiközelítik a rakodóra. A faanyagot teherautókkal szállítják a vevőkhöz, ill. hosszabb távolságú szállítás esetén a vasúti rakodókra. Az előállított apríték az aprító-harveszter speciális konténerében halmozódik a munkavégzés alatt. A tárolóegység telítődését követően az apríték átterhelésre kerül egy speciális rakfelületű kihordó vontatóra. Az apríték átürítése következőképpen valósul meg. A Valmet 801 Combi BioEnergy apríték tároló konténerének hátsó része megemelkedik egy hidraulikus munkahenger segítségével. Ez idő alatt az apríték közelítésére alkalmas rakfelülettel rendelkező kihordó vontató a megemelkedett konténer alá tollat. Az apríték csigás kihordószerkezet által kerül átterhelésre (4. ábra). Az apríték a kiközelítést követően vagy leterhelésre kerül a rakodón, vagy átterhelik apríték szállítására alkalmas tehergépjárműre. Az apríték hőerőművekben kerül hasznosításra.



3. ábra. Aprítás



4. ábra. Apríték átterhelése

/Forrás: [www.metsatrans.com/](http://www.metsatrans.com/)

Valmet 801 Combi BioEnergy aprító - harveszter teljesítményét egy 10 m átlagmagasságú, 10 cm átlagos mellmagassági átmérővel rendelkező nyír állományban vizsgálták, ahol a hektáronkénti tőszám 1900-2400 között



mozgott. A munkavégzés során csak aprítékot termeltek. A gép teljesítménye 6,9-7,2 m<sup>3</sup>/h volt. 13 m átlagmagasságú, 11,5 cm átlagátmérőjű, 2300 tőszámú nyír állományban a teljesítmény 7,8-8 m<sup>3</sup>/h volt. Méretesebb finnországi fenyvesekben – ahol az apríték mellett már hengeres választék termelésére is sor került – az aprító - harveszter teljesítménye meghaladta a 8-12 m<sup>3</sup>/h-t.

### **Összefoglalás**

A Valmet-Fixteri döntő-kötegelő, ill. a Valmet 801 Combi BioEnergy aprító-harveszter számára hazai viszonyok között az optimális feltételeket az energetikai célú állományokban való alkalmazásuk (gyérítések, végvágások) teremtené meg, de kedvező eredményeket szolgáltatathatna a monopodiális növekedésű, soros ültetésű állományokban (fenyő és nemesnyár ültetvények) való alkalmazásuk is. A harveszterekhez hasonlóan a Valmet 801 Combi BioEnergy aprító-harveszter is alkalmazható lenne minőségi faanyagtermesztést szolgáló erdőkben, törzskiválasztó és növedékfokozó gyérítések alkalmával.

### **Felhasznált irodalom**

- GÓLYA J. - HORVÁTH B. - IVELICS R. - MARKÓ A. - TISZA O. (2004): Kutatási jelentés a Tiberjack-MAN típusú vékonyfa-kötegelőgép próbaüzemi vizsgálatáról. Kutatási jelentés, Sopron, 15-31. p.
- HORVÁTH B. SZERK. (2003): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- JUST FOREST (2005): Chipping head - new market for combis, Just Forest Internatoinal Magazine 2005/2. [www.komatsuforest.com/default.aspx?id=5221](http://www.komatsuforest.com/default.aspx?id=5221), p.: 18-19
- JUST FOREST (2005): Bioenergy in Wood Industry 2005 Conference Forest Demonstration Valmet BioEnergy in Finland. [www.komatsuforest.com](http://www.komatsuforest.com)
- JUST FOREST (2005): Valmet 330.2 , 330.2 Duo prospektus. [www.komatsuforest.com/default.aspx?id=2743&mode=gallery](http://www.komatsuforest.com/default.aspx?id=2743&mode=gallery)
- LEHTIMÄKI J. - NURMI J. (2007): Flisskörd med Valmet 801 Combi BioEnergyi skogen [ciweb.chydenius.fi/project\\_files/SE-INFO-pdf-b/INFO-124.pdf](http://ciweb.chydenius.fi/project_files/SE-INFO-pdf-b/INFO-124.pdf)
- RAITILA J. - KÄRHÄ K. - JYLHÄ P. - LAITILA J. (2009): New harvesting technology in forest fuel procurement. [www.metsateho.fi/files/metsateho/tiedote/Tiedote\\_19\\_2009\\_4\\_5\\_Proceedings\\_New\\_harvesting\\_technology.pdf](http://www.metsateho.fi/files/metsateho/tiedote/Tiedote_19_2009_4_5_Proceedings_New_harvesting_technology.pdf)

# ENERGETIKAI FAAPRÍTÉK HASZNOSÍTÁS LOGISZTIKAI RENDSZERE

**Szakálosné Mátyás Katalin** egyetemi adjunktus

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet*

9401 Sopron, Pf. 132. Tel.: 99/518-346, E-mail: [mkata@emk.nyme.hu](mailto:mkata@emk.nyme.hu)

## Összefoglaló

Az energetikai célú ültetvények faanyagát a betakarítást követően, lehetőség szerint minél rövidebb időn belül el kell szállítani, hogy a következő állomány fejlődését ne akadályozza. Az anyagmozgatás során, akár az erőművekbe történő aprítékszállításra, akár a háztartási tűzifaellátásra gondolunk, nagy mennyiségű biomasszát kell megmozgatni hosszabb-rövidebb távolságokra. A logisztikának rendkívül nagy szerepe van abban, hogy a meg- és kitermelt faanyagra alapozott működése a fűtőműveknek, erőműveknek illetve „nagyfogyasztóknak” mennyire lesz gazdaságos.

A logisztikai rendszernek köszönhetően:

- a faanyag (apríték) szállítása, ezáltal üzembe érkezése megbízhatóbb, kiszámíthatóbb;
- a szállítójárművek hatékonysága javul azáltal, hogy a rakomány helyzetéről pontos naprakész információk állnak rendelkezésre;
- a faanyag átvételi és beérkeztetési ideje is csökkenthető azáltal, hogy a rendszer pontosabban tervezhető, kivitelezhető és a szállítmány paraméterei is ismertek.

## Abstract

Wood plantations for energy purposes, after the harvest, as far as possible in a short period of time to be moved to the next do not prevent the development of human resources. The handling of, or the power plants to supply wood chips or firewood for domestic shipments we think, to move large quantities of biomass be shorter or longer distances. The logistics are very big role in that and in the timber based on the operation of the landing gear, power plants and large company how much will be cost-effective.

Due to the logistics system:

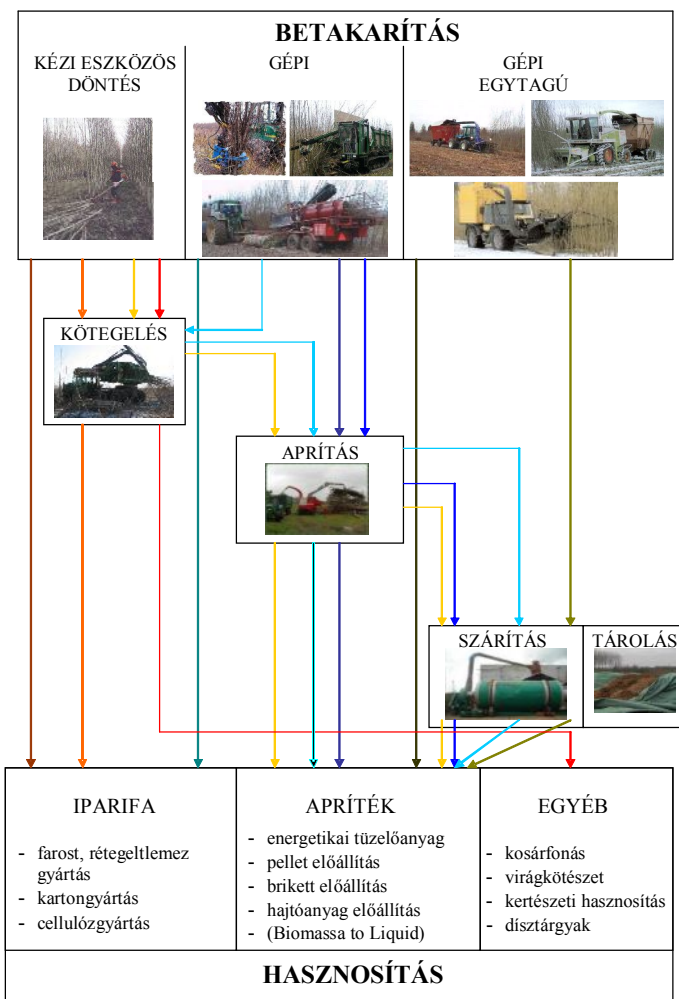
- the wood (wood chips), transport, thereby putting the arrival of more reliable, more predictable;
- to improve transport efficiency by providing accurate position of the load current information is available;
- timber and awaiting delivery time can be reduced by making the system more accurately planned, practicable and the delivery suite are also known.

## Logisztika az apríték-hasznosításban

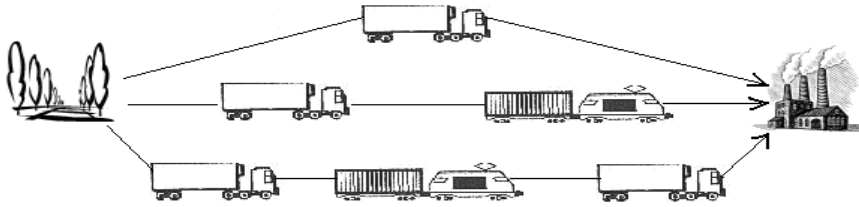
A logisztika feladata az anyag- és információáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése, illetve a szükséges infrastruktúra megteremtése.

Az energetikai célú faültetvények faanyagának felhasználóhoz történő eljuttatása egyszerűbb feladatnak tűnhet, mint a fatermesztési célú erdőkből kikerülő választékok szállítása, ez azonban nem felel meg a valóságnak.

A betakarítási és szállítási feladatokat sokféle tényező befolyásolja. Önmagában is bonyolult tervező munkát igényel a betakarítás technológiájának (1. ábra) kiválasztása, melyet a különböző szállítási lehetőségek (2. ábra) meghatározása tovább nehezít. A folyamatosan változó és hirtelen fellépő befolyásoló tényezők, mint pl. az időjárás, bármikor felboríthatják a tervezést és gyors újratervezési feladatokat indukálnak.



1. ábra. Az energetikai célú faültetvények betakarításának rendszere



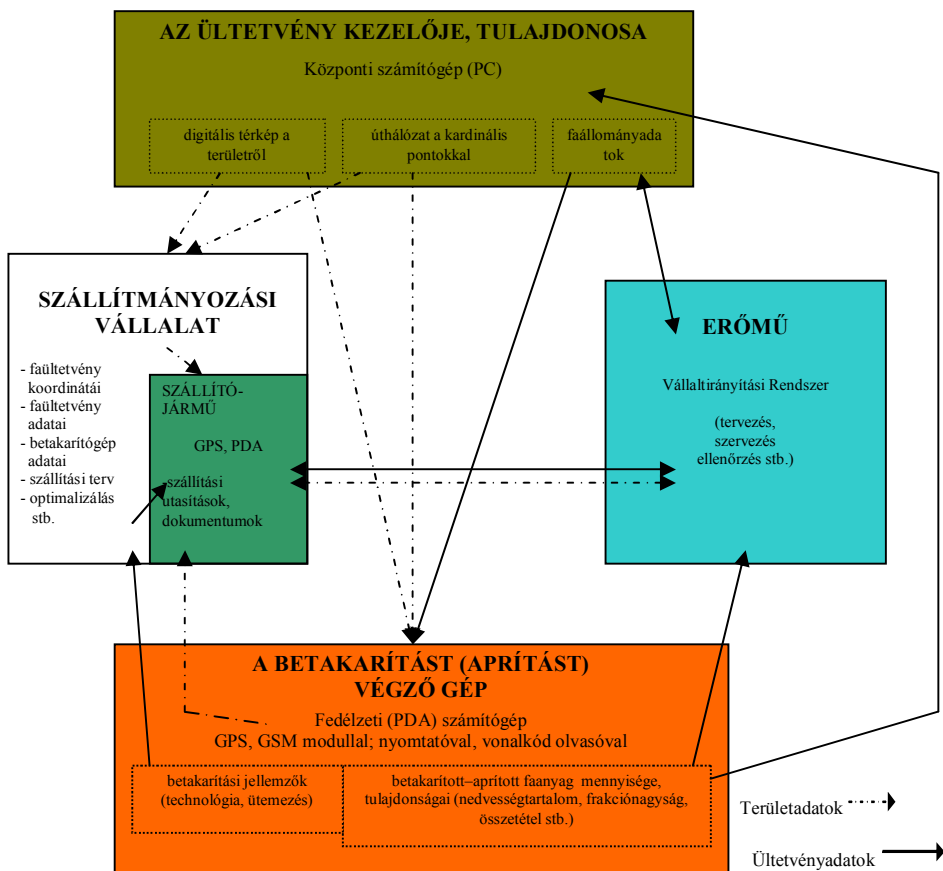
2. ábra. Aprítékszallítási módok, lehetőségek

A leírt feladatok optimális megoldására korszerű eszközökre és informatikai háttérre van szükség. Nyugat-európai erdő- és mezőgazdálkodási logisztikai fejlesztések tapasztalatai alapján hazánkban is lehetőség lenne hasonló rendszerek kiépítésére. Példaként az energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag apríték formában történő elszállításáról, erőművi felhasználásáról lehetne említést tenni.

A rendszer rövidített elnevezése IMA, mely utal az integrált (a gazdálkodó szerv, a betakarító vállalkozók és a szállító társaságok együttműködése), és modulált (a hardver és szoftver elemek összekapcsolása) aprítékhasznosításra.

Az IMA működésének alappillérei:

- a betakarítandó energetikai célú faültetvény, vagy a faapríték-depó helyének koordinátái;
- az erőműbe történő szállítás számítógépes tervezése;
- A rendszer résztvevői között fenntartott folyamatos, naprakész adatforgalom (3. ábra);
- a betakarítás (aprítás, szárítás), rakodás és szállítás számítógépes irányítása.



3. ábra: INFORMÁCIÓÁRAMLÁS AZ „IMA” RENDSZERBEN

A rendszer jellemzői:

- a fakitermelő (aprító) és szállító eszközök tartozékának tekintendő a fedélzeti számítógép, a PDA és a mobiltelefon, melyek segítségével – a kézi modemen keresztül – adatok, információk küldésére van lehetőség (Az információk és a GPS/GIS rendszerek által támogatva létrehozható egy digitalizált térkép a területről; illetve a betakarítógép típusára, a kitermelt faanyag mennyiségére a szállításra vonatkozó adatok és az egyéb paraméterek rögzítésére és küldésére is lehetőség nyílik.);
- a rendszerbe tartozó valamennyi energetikai faültetvényről (egy optimalizáló programmal) elvégezhető a betakarítási és a szállítási tervezés;
- a szállítási szakaszok és rakományok adatai, paraméterei internetes hálózat segítségével közölhetők;
- az alapvető információkon kívül megadhatóak az esetleges új útszakaszok, útzáratok, kocsifordulóhelyek stb., melyek szimbólumai a digitalizált térképre kerülnek;
- az üzembe vezető úton a járművek pozícióját a sofőr bármikor

- leolvashatja és továbbíthatja a szállítmány valamennyi adatával együtt;
- az üzembe történő érkezésre a felhasználó rendelkezésére áll valamennyi ismerv a rakományról, s az információkat már csak a szükséges száritás, tömegmérés és laborvizsgálatok eredményeivel egészítik ki.

A rendszer alkalmazásának köszönhetően számos előny realizálható.

*A terület tulajdonosa illetve kezelője számára:*

- az ültetvény helye és területe pontosan meghatározott;
- az ültetvény pontos pozíciója automatikusan kerül a betakarítógépre telepített PDA-ra;
- az ültetvényre vonatkozó hozam adatok és a faanyag minősége rendelkezésre áll;
- a kitermeléskor gyűjtött adatok a további tervezésekhez felhasználhatóak.

*A szállítási vállalkozónak:*

- gyors és optimális tervezési lehetőség;
- részletes és könnyen újratervezhető szállítási terv készítés;
- a szállítás hatékony irányítása;
- a szállítójárművek navigációs készsége és kihasználása javítható;
- a kitermelt faanyag mennyiségének ismeretében a szállítókapacitás a tényleges mennyiséghez igazítható.

*A felhasználót végző gép kezelőjének:*

- online információja van az ültetvény és az esetleges depók helyéről;
- felhasználói (vágásszervezési) terv készítésére van lehetőség;
- az elszámolás alapjául szolgáló teljesítmények rögzíthetőek.

*Az aprítógép kezelőjének:*

- online információ áll rendelkezésre az aprítandó faanyag helyéről és elérés lehetőségéről, a letermelés időpontjáról;
- rögzíthetőek a teljesítmény és a faanyagra vonatkozó adatok.

*A faaprítékot hasznosító erőmű számára:*

- a felvásárlás optimális ütemezésére, tervezésére van lehetőség;
- előzetes, pontos információk állnak rendelkezésre az érkező anyag mennyiségéről, minőségéről és a beszállítás idejéről.

## **Irodalom**

*Benkő J.* (2000): Logisztikai tervezés. Dinasztia Kiadó, Bp. 199 p.

*Horváth B.* (2008): Az erdészeti gépfejlesztések jelene és jövője. Mezőgazdasági Technika, XLIX. 3:27-29. ISSN 0026 1890.

*Kemmer, H.* (2000): Trends in der Rübenlogistik. Nordzucker AG, Braunschweig und H.P. Grothaus, 49 p.

*Liebhart, P.* (2009): Energetikai faültetvények. Cser Kiadó, Bp. 108 p.

*Rumpf J. - Szakálosné Mátyás K. (2004): Logisztikai rendszerek alkalmazása az erdőgazdálkodásban. Logisztika Évkönyv; MLE, Budapest 137-142.p.*

*Szakálosné Mátyás K. (2002): A logisztika eredményei és lehetőségei az erdőgazdálkodásban. Kézirat, Diplomamunka, Sopron 105 p.*

# FAAPRÍTÉKOS FŰTŐMŰ A SZOMBATHELYI TÁVHŐSZOLGÁLTATÁSBAN

**Idrányi Zsolt\*** igazgató

**Prof. Dr. Marosvölgyi Béla\*\*** egyetemi tanár, az MTA doktora

\*SZOMTÁV Kft, Szombathely. [Idranyi.zsolt@szomtav.com](mailto:Idranyi.zsolt@szomtav.com)

\*\* Nyugat-magyarországi Egyetem, KKK Ókoenergetika Kft. 9400. Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.

[marosvolgyi@asys.hu](mailto:marosvolgyi@asys.hu)

## **Bevezetés**

Magyarországon a megújuló felhasználásának mennyiségi és minőségi paraméterei a következő tíz évben jelentősen változik. A biomassza energiatermelésben történő felhasználása mintegy 250 %-kal nő, és jelentős lesz a változás a hőtermelésben. Tekintettel arra, hogy a legnagyobb előrelépést a decentralizált hőtermelésben tartjuk indokoltnak, és mindenek előtt a földgázfelhasználás csökkentése érdekében, ezért ezzel a rövid ismertetővel szeretnénk bemutatni, hogy milyen módon és mértékben befolyásolhatta a támogatott kogenerációs gázfelhasználás a biomassza-bázisú energiatermelést, és azt is, hogy a bekövetkező változások milyen feladatok és lehetőségek elé állítják azokat az energia-szolgáltatókat, akik biomasszát (esetünkben fát) kívánnak felhasználni. Annak vizsgálatára, hogy az itt bemutatott, és egyébként nagyon logikus üzemmenetű kombinált energiatermelő rendszer új koncepciók szerinti működtetése milyen gazdasági és műszaki problémákat vet(het) fel, a bekövetkezett változásokat követő elemzésekkel kerül sor.

## **A szombathelyi mintaprojekt ismertetése**

A biomassza-tüzelés bevezetésének gondolata a szombathelyi távhőszolgáltatónál 1993-ban merült fel. Elsőként a 11-es Huszár utcai fűtőműhöz próbáltunk faapríték tüzelést létesíteni. Ez a projekt az akkori földgázárak mellett nem bizonyult megtérülőnek, ezért el kellett napolni. Az előkészítő munkának (Bruun & Sørensen készítette a tanulmányt) annyi következménye volt, hogy a korszerű, több lábbon álló távhőszolgáltatás gondolata beépült a Szombathelyi Távhőszolgáltató Kft. (Szomtáv) és a város akkori vezetőinek gondolkörébe, illetve a dán kollégákkal igen jó munkakapcsolat és információáramlás jött létre.

A távhőfejlesztés átfogó rekonstrukciója az 1996-98-ban készült, a Világbank által menedzselte stratégiai tanulmányban fogalmazódott meg. Több változat vizsgálata alapján az adódott, hogy a Vízöntő utcai rendszerhez egy 7,5 MW körüli biomassza tüzelésű hőforrás illeszthető a legcélszerűbben. Gázmotoros kiserőmű (akkor még csak a 3 db Perkins gázmotor) + bio-kazán + gázkazánok közös üzemeltetésére kerülhetett sor. A bio-kazán termelése kb. 65-70 TJ/év lett volna. A bio-fűtőmű „áthelyezésére” (a Mikes K. utcába) vonatkozó döntés 2002. évben, az engedélyezési tervezés



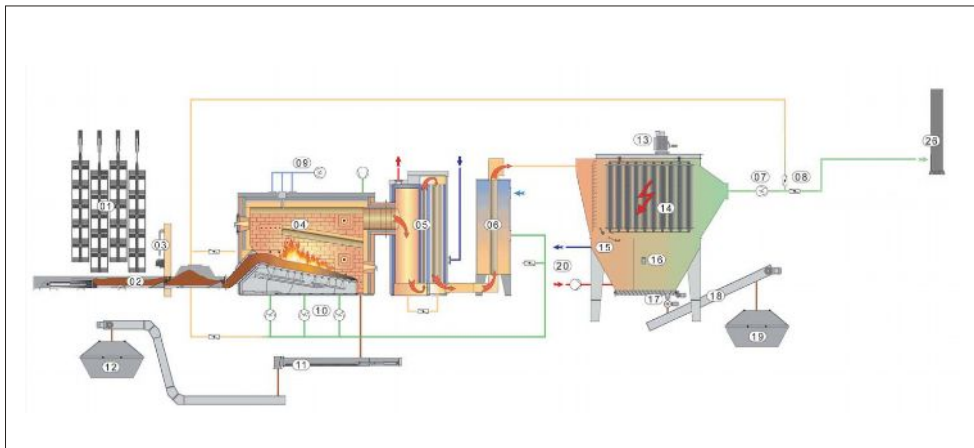
elindításakor született meg, elsősorban azért, mert a távhő menedzsmentje félt a lakossági tiltakozástól, amely a Vízöntő telephely körül igen erős volt, és a telephely többi fejlesztését is hátráltatta. A bio-fűtőmű jelentős Phare CBC támogatást nyert, emellett az osztrák Kommunalkredit is támogatta. Végül a beruházás az eredeti műszaki tartalomnak megfelelően elkészült, azaz megépült a kazánház, mellette a faapríték „napi” tároló, mely minimum 3 napi tüzelőmenyiség átmeneti tárolására és keverésére ad lehetőséget. A kazánház mellett, de attól különálló épületben helyezkedik el a gázmotor egység a szükséges kiszolgáló berendezéseivel (1. ábra). A kazán kiválasztásakor a VAS GmbH (Ausztria) által gyártott FB-12,1-2120-1007 típusú faapríték tüzelésű modell mellett döntöttek. A kazán-technológia szerkezeti felépítése a 2. ábrán látható.

Biomassza kazán névleges adatai:

Típus:	FB-12,1-2120-1007.
Névleges hőteljesítmény:	7,5 MW.
Névleges hőfoklépcső:	90/110 °C.



1. ábra. A fűtőmű képe



2. ábra és a jelmagyarázat

01:Keresztbetoló	08:Füstgáz visszavezető csappantyú	14:Leválasztó elektródák
02:Hosszbetoló	09:Szekunder befűvés	15:Elektródakalapács
03:Tüzelőbetáplálás lezáró	10:Primer befűvés	16:Tároló
04:Tűzszekrény	11:Hamukihordó	17:Hamucsiga
05:Füstcsöves hőhasznosító	12:Hamukonténer	18:Kihordó
06:Luvo	13:Nagyfeszültségű aggregátor	19:Hamukonténer
07:Füstgáz ventilátor		26:Kémény

Beépített gázmotor-egység adatai:

Típus: G3516B LE gázmotoros fűtőerőmű

Gyártó: CATERPILLAR, USA

Teljesítmény adatok:

villamos teljesítmény:	1,18 MW;
feszültség:	3x400/230 V;
frekvencia:	50 Hz;
hőteljesítmény:	1,45 MW;
hőfoklépcső:	90/70°C.
Keringtetett vízmennyiség:	63 m <sup>3</sup> /h

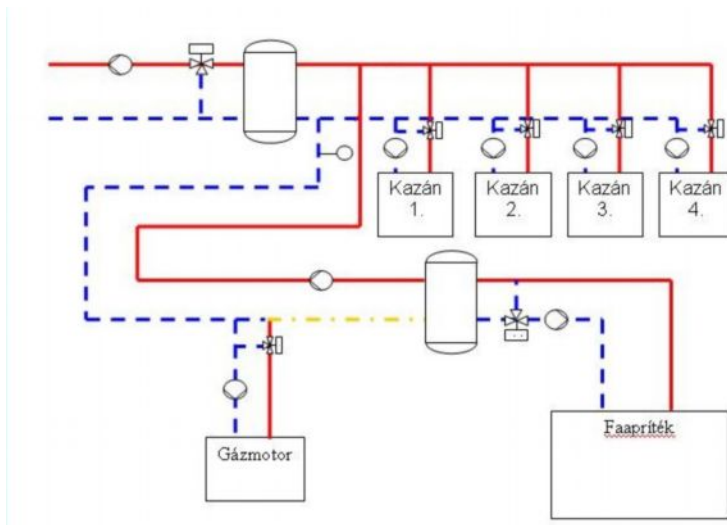
Hatásfok:

villamos:	38,6 %;
termikus:	47,4 %;
összes:	86,0 %.

Gázfogyasztás: 324 m<sup>3</sup>/h.

Gáz fűtőérték: 35 MJ/m<sup>3</sup>.

A berendezések a 3. ábra szerinti hidraulikai kapcsolási séma szerint kerültek összekötésre.



3. ábra. Hidraulikai kapcsolási séma

A rendszer kialakításánál vezérlő elv a gázmotor-egység maximális kihasználtságának biztosítása a legmagasabb hatásfok mellett. A távvezetéki szivattyú szabályozott üzemben a gázmotor és a biomassza kazán által termelt hőmennyiséghez szükséges tömegáramot keringteti. A gázkazánok léptetését végző szabályozó rendszer által biztosított, hogy a visszatérő vezeték maximális hőmérséklete  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ez a gázmotor szempontjából megfelelő a hő-teljesítmény leadásához. A faapritékos kazán szabályozott üzeme révén a szükséges teljesítmény bevitelével a távvezetéki hőmérsékletet a megfelelő előremenő értékre melegíti (max.  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). A további energia-bevitel a gázkazánok léptetésével történik.

A Szomtáv akkori vezetése elsőként létesített gázmotoros kiserőművet Magyar-országon. Ennek sikere egyrészt kihatott az országos folyamatokra, másrészt Szomtáv minden ellátási körzetéhez gázmotoros kiserőművet gondolt telepíteni, és ezeknek – az akkori körülmények között érthetően – elsőbbséget adott a bio-hőtermeléssel szemben. Így alakult ki a Mikes-Pázmány körzethez telepítendő gázmotoros kiserőmű + bio-fűtőmű koncepciója, mégpedig – hosszas viták után – külön, új telephelyen. A koncepció lényege teljesen érthető és logikus volt. A következők szerinti fő lépéseket tervezték:

- a gázmotoros kiserőmű (1,18 MWe) elsőbbségét kell biztosítani, mert egész évben működik, és ellátja a HMV-termelést, illetve valamilyen mértékig a fűtés hőigényét;
- a biomassza tüzelésű kazán csak fűtési idényben működik, és a lehetőségeknek megfelelően kiváltja a Mikes és a Pázmány fűtőművek gáztüzelésű kazánjait;
- a meglévő Mikes K. utcai fűtőművet rekonstrukció alá veszik, és csúcsumi igények kielégítésére, illetve tartalékként szolgál;
- a Pázmány fűtőművet leállítják, illetve sorsáról később döntenek.

A vázolt logikus fejlesztési koncepció megvalósításánál több probléma merült fel:

- a faapríték tüzelésű kazán teljesítményét nem lehet tetszés szerint változtatni (Teljesítmény-leadás nélküli állapota csak tűzmentesen lehetséges, még parázstartó üzemmódban is el kell tőle venni 5-7 % teljesítményt. Ezzel éjszaka és átmeneti időszakban a rendszerben hőtöbblet jelentkezik, amit nem lehet a rendszerben elhelyezni);
- a fatüzeléses kazánt egy jóval nagyobb rendszerhez választották ki (a jelenlegi, Pmax. 11-12 MW hőigényű rendszerben a kihasználtság még optimális terhelésvezérlés esetén is alacsony);
- az optimális, automatikus terhelésvezérlés (kazánok ki- és beléptetése, le- és felterhelése) nem jött létre, még a gáztüzelésű kazánok egymáshoz képesti vezérlése sem igazán működött, így az egész rendszer „félautomata” vezérléssel üzemelt;
- a távhőszolgáltatónál minden szinten hiányzott a tapasztalat (A menedzsment az olcsó tüzelőanyag-ellátás érdekében többször is alkalmatlan (vagy legalábbis a kazánszállító által annak ítélt) anyagokkal üzemelt. A gáztüzeléshez szokott kezelőszemélyzet nem tudta megfelelően ellátni a rendszert.);
- a szállító (VAS GmbH) igen alacsony vállalási árral nyerte el a szállítást, és ezért az árért semminemű kiegészítő szolgáltatást, beállítást stb. nem volt hajlandó végezni.

Fentiek miatt az első üzemi év katasztrofális eredményekkel végződött. A fejlesztések további célja a fenti problémák kiküszöbölése lett, biztosítandó a kazánüzem megfelelő kihasználtságát és jó hatásfokát. A fontosabb beavatkozások:

- a biomassza kazán minimális teljesítmény-értékét 30 %-ban határozták meg a tüzeléstechnikai problémák elkerülése érdekében;
- a digitális szabályozórendszer paramétereinek átállítása a célértékek megváltoztatása révén sikerült jóval kedvezőbb üzemi körülményeket teremteni, illetve az elvárt hőtermelés kisebb értékének elfogadása segítette az üzemvitelt, így csökkentett üzemidőben de lényegesen kedvezőbb környezeti paraméterek mellett történik a hőtermelés;
- meghatározásra került a hőtermelés közel optimális tartamdiagramja, amely alapján a hőtermelők együttes üzemeltetése lehetséges.

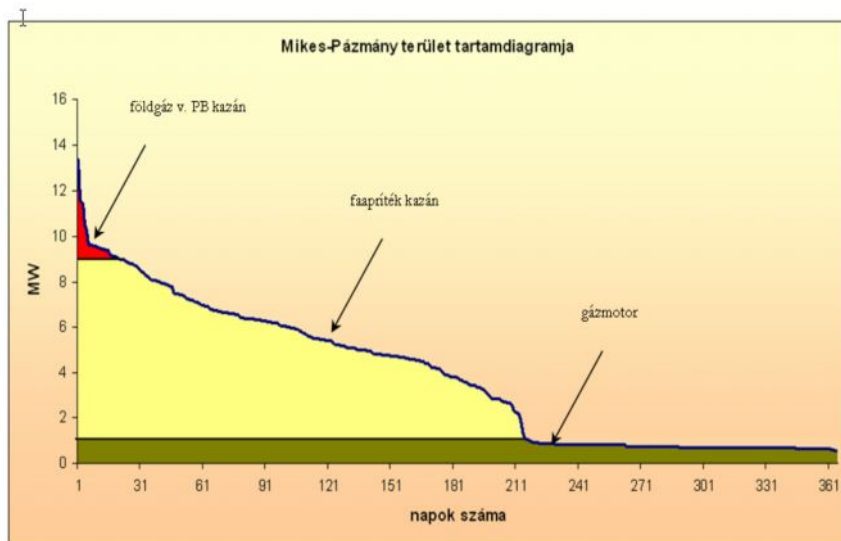
A 4.ábrán a biomassza kazánhoz tartozó ellátási terület tartamdiagramja látható. A diagramon feltüntetésre került az egyes hőtermelők által lefedett hőmennyiség, illetve teljesítmény, mely szerint:

- a gázmotor-egység magas kihasználtsággal alapüzemben szolgált;
- a fűtési hőenergia termelését legnagyobb részben a biomassza kazán biztosítja;
- a 8,5 MW teljesítményigény feletti hőtermelést pedig gázkazánokkal történik.

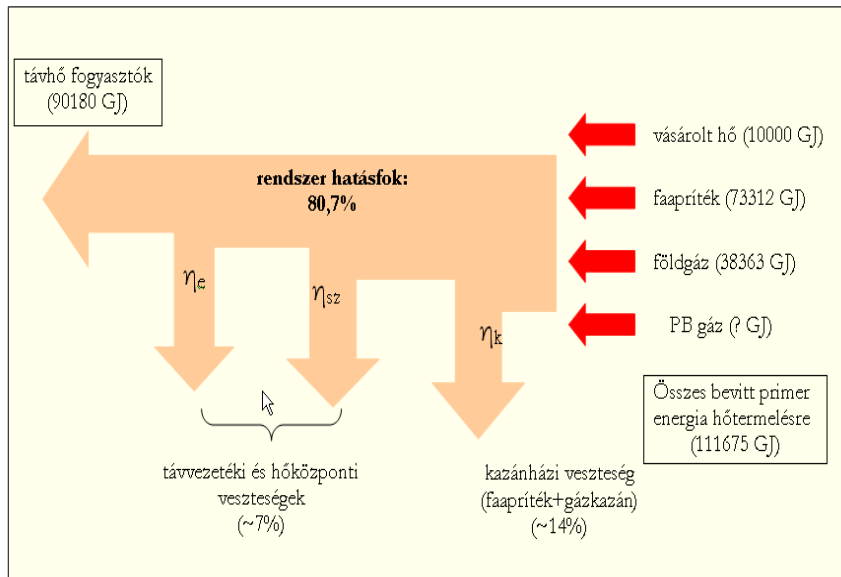
Az 5. ábrán a tervezett üzemvitelhez tartozó hőtermelési adatok szerepelnek. A vásárolt hő jelzésnél feltüntetett érték a gázmotor által termelt energiamentiség, mivel a gázmotor a Szombathelyi Erőmű Zrt. tulajdonában van. PB gáz 1 tartalékkazán a biomassza kazán meghibásodása esetén kerül elindításra.

Az 1. táblázatban mutatjuk be az elmúlt évek tényleges termelési adatait. A folyamatos fogyasztói oldali korszerűsítések, hőszigetelések (ld. panelprogram) miatt jelentős hőigénycsökkenés tapasztalható. Az igények csökkenésével a korlátozott szabályhatóság miatt a biomassza-alapú hőtermelés a csökkenése következett be.

A 2. táblázatban a tüzelőanyag költségek, és megtermelt hőmennyiségre vetített egységköltségek kerültek feltüntetésre. Jól látható, hogy a gázmotor-üzemben a KÁT mérlegkori támogatás által lehetővé tett nagyon alacsony hőárak alakultak ki. Ennek az olcsó hőforrásnak (a gázmotorok KÁT mérlegköréből történő kikerülésével.) a megszűnésével kell számolni. A jelenlegi szabályozás szerint 2010. december 31-ig kapnak a gázmotoros erőművek támogatást. A támogatási időszak meghosszabbítása egyedi elbírálás alapján történik. A hosszabbítás maximum 2015-deceber 31-ig történhet, meghatározva a meghosszabbított időszak alatt termelt villamos energia mennyiségét és a támogatás mértékét.



4. ábra. A biomassza kazánhoz tartozó ellátási terület tartamdiagramja



5. ábra. Hőtermelési adatok

1. táblázat. Az elmúlt évek tényleges termelési adatai

A kiadott energia, ill. az energiahordozó-felhasználás	2006	2007	2008
Gázmotor hőtermelés (GJ)	2.417	29.075	28.602
Földgáz felhasználás (m <sup>3</sup> )	36.668	30.503	43.904
Biomassza kazán hőtermelés (GJ)	60.199	54.185	36.075
Biomassza lefedett hőmennyiség (%)	48	48	33
Értékesített hőmennyiség (GJ)	100.975	90.779	88.140

2. táblázat. Költségek

Költségek (e HUF)	154.458	195.372	223.208
Gázmotor hőtermelés	23.870	26.498	34.714
Ft/MJ	840	911	1.214
Földgáz	44.662	62.863	113.605
Tüzelőanyag egységár Ft/MJ	1.218	2.061	2.588
Apríték költség	83.868	103.039	71.088
Apríték tüzelőanyag egységár Ft/MJ	1.393	1.902	1.971

## Összefoglalás

A SZOMTAV-nál 1993-ban merült fel egy korszerű távhő-ellátó rendszer létesítésének gondolata. A választott megoldás (gázmotoros kiserőmű hulladék-hőjének hasznosítása biomassza-hőtermelővel kombináltan) egy igen logikus és környezetbarát megoldást ígért. A megvalósítás és a működtetés közben szerzett tapasztalatok összefoglalása hasznos lehet mindazok számára, akik a jövőben egyre inkább előtérbe kerülő biomassza-bázisú hőtermelés alkalmazására gondolnak, mert a példa

jól érzékelteti az energiahordozók árának változásával, az energiatermelő rendszerek támogatásával, a lakosság eseményeket befolyásoló szerepével kapcsolatos hatásokat, és azt is, hogy az ebben a hatásrendszerben bekövetkező változások hatása nagymértékben befolyásolhatja az egyébként helyes elvek érvényesülését is.

## A KÉRGEZÉS GÉPESÍTÉSÉNEK FEJLESZTÉSE MAGYARORSZÁGON

**Major Tamás** doktorandusz

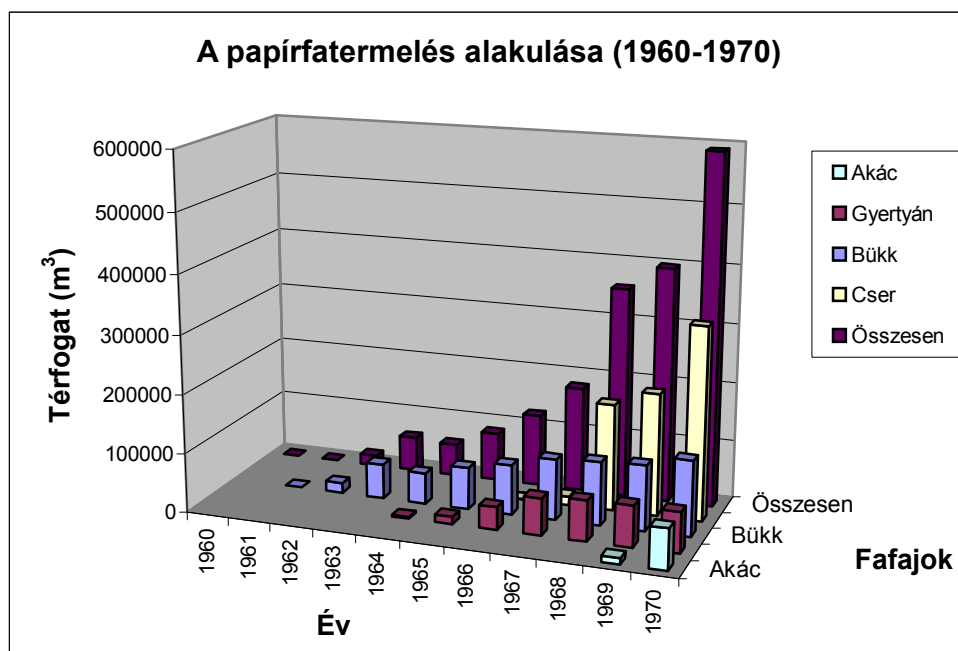
*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai  
Intézet*

9400 Sopron, Ady E. u. 5., Telefon: (99) 518-136, E-mail: [major@emk.nyme.hu](mailto:major@emk.nyme.hu)

### Bevezetés

Az 1950-es évek végén és a 60-as évek elején a kérgezését még szinte kizárólag kézi eszközökkel végezték. Szerszámaik a fejsze és a vonókés volt. Mindkét eszközzel végzett munka esetében jelentős volt a faveszteség. Ez a munka kis termelékenységet eredményezett, s egyben nagy önköltséget. A faveszteség fejsze esetében elérte a 10, vonókés esetében pedig az 5%-ot.

Az 1960-as években a világ iparifa hányadának egyre növekvő százalékát a papírfa választék adta, és nem volt ez másképpen Magyarországon sem (*1. ábra*).



1. ábra. A papírfatermelés alakulása (1960-1970)

A papírfa választék kérgezésre szorult, ezért növekedett a kérgezés iránti igény. A megnövekedett kérgezési feladatok megoldására, szükség volt a kérgezés magasabb fokú gépesítésére, a magasabb termelékenység biztosítása érdekében. A megnövekedett kérgezési feladatok gépesítésének megoldására számításba jöttek a külföldön fenyőre kialakított és e célra jól bevált gépek. Mivel Magyarországon a papírfatermelés alapanyagának többségét a kemény lombos fafajok szolgáltatták, ezért ezek az import forgógyűrűs gépek a hazai



keménylombos fafajok kérgezésére csak részben voltak alkalmasak. További problémát jelentett, hogy a külföldi gépek beszerzési költsége nagyon magas volt. Ez tehát nem jelenthetett megoldást. Ebből kifolyólag az 1960-as évek elején egyre nagyobb igény mutatkozott a kérgezógépek hazai kialakítására és gyártására.

### **A kérgezógépek lehetséges műszaki megoldásai**

A kérgezést igen sokféle céllal, sokféle faméret mellett és különféle fafajokkal végezzük, ezért sok kérgezógép-fajta alakult ki, melyeket:

- a végzett munka jellege;
- a gép és a munkahely kapcsolata; valamint
- a munkavégző géprészrész működési elve alapján csoportosítunk.

A végzett munka jellege szerint kérgező- és kérgező-faragó gépeket különböztetünk meg. A kérgezógépek üzemeltetése közben a fő cél a kéreg eltávolítása a lehető legkisebb faveszteséggel. Az ilyen gépek alkalmazásakor tehát a fa eredeti alaki tulajdonságai (ovalítás, bordásság stb.) nem változnak meg, a kérget a fatestről a fa felületét követő szerszámokkal vagy más módon távolítjuk el. A kérgező-faragó gépek a kérgezés mellett a kérgezett faanyag szelvényének szabályozását is elvégzik (pl. ovális keresztmetszetből körszelvény lesz), illetve a kérgezett választék egyéb minőségrontó fahibáit (ágcsomók, bordák stb.) is eltávolítják, így műszaki vagy esztétikai szempontból értékesebb terméket állítanak elő (pl. vezetékoszlop).

A gép és a munkahely kapcsolata szerint a kérgezógép lehet stabil, áttelepíthető és mobil. A stabil kérgezógépek fafeldolgozó üzemekben gépalapokra helyezve, állandó munkahelyen dolgoznak. Üzemeltetésük közben a kérgezendő anyagot anyagmozgató berendezések viszik a kérgezógéphez, és anyagmozgató gépek gondoskodnak a kérgezett anyag, valamint a kérgezési hulladék gép mellőli eltávolításáról is. Az áttelepíthető kérgezógépek erdei munkahelyeken dolgoznak. A kérgezendő anyagot közelítéssel, esetleg kiszállítással a kérgezőhelyekre koncentrálnak. Ezeket a munkahelyeket keresi fel az áttelepíthető (magajáró vagy vontatott) kérgezógép, és ott – hasonlóan a stabil kérgezógépekhez – elvégzi a kérgezést. A mobil kérgezógépek vontatott, traktorhajtású gépek. A gépek felkeresik a vágásterületen vagy a munkanyiladékon készletezett (sarangolt) választékot, és elvégzik a kérgezést. Kisebb feladatok esetében kézi-, nagyobb feladatok megoldásakor gépi kiszolgálású kérgezógépeket használunk.

A munkavégző géprész működési elve szerint a kérgezógépek lehetnek:

- dinamikus hatással kérgezők, ezen belül:
  - kalapácsos kérgezógépek és
  - dobkéregzők; valamint
- statikus hatással kérgezők, ezen belül:
  - élesélű szerszámokkal kérgezők és

- tompaélű szerszámokkal kérgezők (forgógyűrűs kérgezőgépek), melyek hántolószerszámokkal és kaparószerszámokkal dolgozhatnak.

A dinamikus hatással kérgező gépeken a kérgezőszerszámokkal vagy más módon ütő-, nyomó-, illetve súrlódó erőket hozunk létre, és ezek az erők távolítják el a kérget a fáról. Dinamikus hatással kérgező gyakoribb gépek a kalapácsos kérgezőgépek, illetve a dobkérgzők. A statikus hatással működő gépek kérgezőszerszámaikkal forgácsolják, lefejtik vagy letolják a kérget a fátestről. A statikus hatással kérgezők az alkalmazott kérgezőszerszám éljellemezői szerint élesélű-, illetve tompaélű szerszámokkal kérgező gépek lehetnek. Az élesélű szerszámok kések vagy marócsapok, a tompaélűek pedig hántoló-, illetve kaparókések lehetnek.

Magyarországon az egri erdőgazdaságnál a dinamikus hatással kérgező gépek közül a gumikalapácsos, a statikus hatással kérgezők közül a forgógyűrűs kérgezőgépeket gyártották.

### **Gumikalapácsos kérgezőgépek**

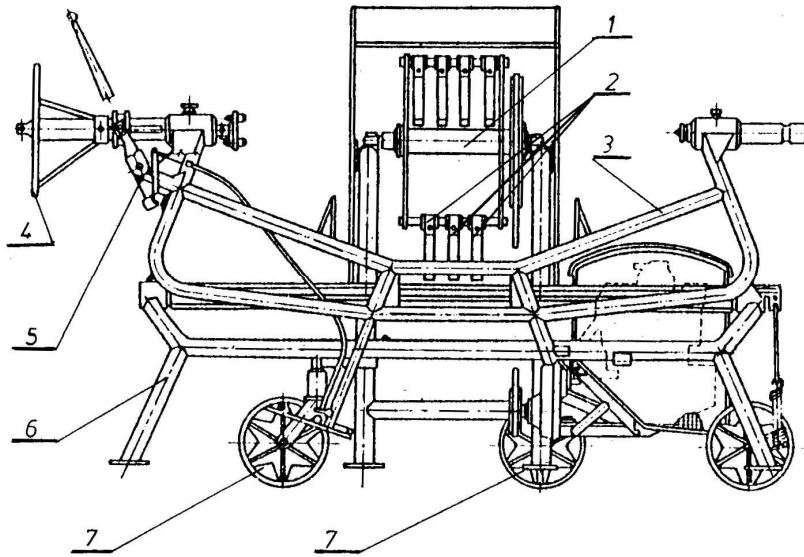
A kérgezőgép kialakításakor a cél az volt, hogy a kedvezőtlen alaki és minőségi tulajdonságú keménylombos hasáb, valamint dorong faveszteség nélküli kérgezését megoldják. A 60-as évek elején ugyanis az 1 m hosszú választék nagy része még hasított anyag volt, továbbá jelentős volt a vastag és keménykérű – nyugati forgógyűrűs géppel nehezen kérgezhető – cser hányada.

Számos próbálkozás után a rugalmas verőeszközzel szerelt gépek alkalmazása mellett döntöttek. Az **Egri gumikalapácsos kérgezőgép**nek két fő típusa ismeretes. 1962-ben készült el az első *kétkocsis* változat, majd 1966-ban ennek továbbfejlesztéseként az *egykcocsis* változat. Ezek fő szerkezeti részei (2. ábra):

- a kérgezőkocsi;
- a forgórész;
- a gépváz és
- a gördítő kerekek a munkahely-változtatáshoz.

A kérgezőkocsiba (3) befogott faanyag forgatása a forgatókerékkel (4) történik (befogása rugós feszítővel). A forgórész (1) tengelyre ékelt két acéltárcsa, melyeket 6 kistengely köt össze. Ezekre tengelyenként 3-4 verőkalapácsot (2) csapágyaztak. A kalapácsok szára vászonbetéttel megerősített gumiszalag, amelynek a végét két szegeccsel megerősített acélpánt zárja le.

A gumikalapácsos kérgezőgép meghajtása egyaránt történhet külön belsőégésű motorról, traktorról vagy villanymotorról.



2. ábra. Az EGRI kalapácsos kérgezőgép szerkezeti felépítése  
 1. forgórész; 2. verőkalapácsok; 3. kérgezőkocsi; 4. fa-forgató szerkezet; 5. befogó szerkezetet működtető kar; 6. gépváz; 7. gördítő kerekek munkahely-változtatáshoz

Műszaki jellemzői:

- kérgezhető hossz: 0,4-1,2 m,
- kérgezhető átmérő: 4-18 cm,
- dob fordulatszáma: 350-400 (500) 1/perc,
- kalapácsok élettartama: 350-500 ürm,
- teljesítménye: 4-8 ürm/8 óra.

A kétkocsisnál a tartókeret nagyobb méretű és két kérgezőkocsival rendelkezik a munka folytonossá tételére. Míg az egyik kérgezőkocsival az egyik dolgozó kérgez, addig a másikat a másik dolgozó őríti és újabb fát fog be.

A gumikalapácsos kérgezőgépet – megfelelő erdészeti gépgyártó bázis hiányában – 10 év alatt 8 különböző üzem készítette, eltérő minőségben.

Ma már műszaki színvonala meghaladott, de annak idején új műszaki megoldása mi-att Európa szinte minden országának szaksajtója ismertette. Valószínűleg ennek a követ-kezménye, hogy az itthon forgalmazott több száz gumikalapácsos kérgezőgép mellett kb. 50 db-ot adtak el belőle Európában, sőt 2 db-ot Japánban is.

### **Forgógyűrűs kérgezőgépek**

Az 1960-as évek közepére a felnövő nemesnyárasok, valamint fenyvesek tisztításaiból és első gyéritéseiből egyre több hengeres papírfa alapanyag került ki. Ennek az anyagnak a kérgezésében – az elsősorban kemény lombos hasábra készült – gumikalapácsos kérgezőgép nem lehetett versenyképes a forgógyűrűs rendszerű gépekkel szemben. Ilyen okok miatt kezdtek el

foglalkozni a forgógyűrűs kérgezőgépek kialakításával. A célkitűzés továbbra is az maradt, hogy a kemény lombos fafajok alapanyagának kérgezését megoldják.

Az első Magyarországon gyártott forgógyűrűs géptípus a **KR-1 egri forgógyűrűs kérgezőgép** volt. Ezt a gépet kizárólag a vékony méretű hengeres papírfa kérgezésére alakították ki. A KR-1 fontosabb műszaki adatai:

- kérgezhető hossz: 0,8-4 m,
- kérgezhető átmérő: 4-16 cm,
- előtolási sebesség, 2 fokozatban: 0-11 m/min,
- teljesítménye (a fa átmérőjétől függően): 20-30 m<sup>3</sup>/8 óra.

A KR-1-gyel szerzett tapasztalatok alapján elméleti és gyakorlati kutatómunka segítségével továbbfejlesztést végeztek, és kialakult a **KR-2 egri forgógyűrűs kérgezőgép**. A KR-2 fontosabb műszaki adatai:

- kérgezhető hossz: 1-8 m,
- kérgezhető átmérő: 6-26 cm,
- előtolási sebesség, 2 fokozatban: 11-13 m/min,
- teljesítménye (a fa átmérőjétől függően): 30-80 m<sup>3</sup>/8 óra.

A gép egyaránt alkalmas traktorral összekapcsoltan erdőben és különböző munkahelyeken, illetve villanymotorral meghajtva telepeken történő kérgezésre.

A KR-1 és KR-2 forgógyűrűs kérgezőgépeket 7 üzemben gyártották. Ez kedvezőtlen kihatással volt az alkatrészellátásra és az egységes szervizszolgáltatásra. Mindez elkerülhető lett volna, ha létezik hazai erdészeti gépgyártó bázis!

A KR-2 egri forgógyűrűs kérgezőgép lényeges előrelépést jelentett a KR-1-hez viszonyítva. Ennek ellenére továbbfejlesztése mégis szükségessé vált. Az egri forgógyűrűs kérgezőgépek új generációjának a KR-3-asnak a prototípusa 1979-ben készült el. A KR-2 típushoz képest előrelépést jelent a nagyobb előtolási sebesség, a lényegesen könnyebb súly, egyszerűbb kialakítás, hidraulikus menesztőhenger-nyitás, ill. -zárás, kötetlen fahosszúság, rotorkibillentés, kevesebb szerkezeti elem, nagyobb késélynyomás és az alváz kedvezőbb kialakítása. A **KR-3 egri forgógyűrűs kérgezőgép** meghajtása traktorról vagy villanymotorról történhet, traktorral történő üzemeltetés esetén hossz- és oldalirányban egyaránt meghajtható. A KR-3 fontosabb műszaki adatai:

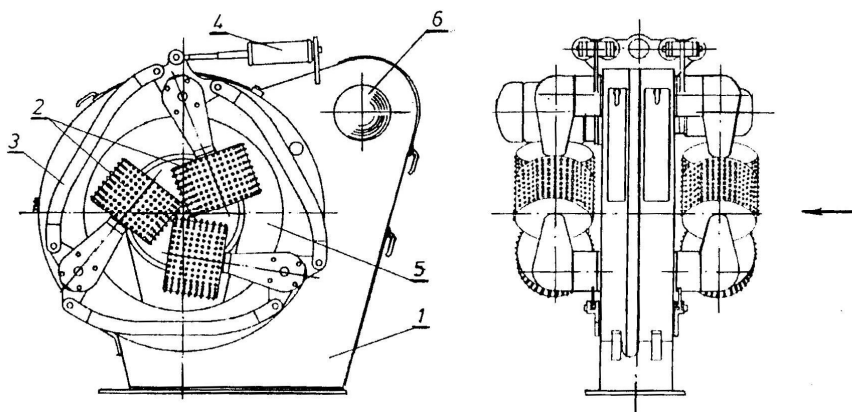
- a kérgezhető fa legnagyobb hossza: korlátlan,
- kérgezhető átmérő: 6-30 cm,
- előtolási sebesség: 18-21 m/min,
- teljesítménye (a fa átmérőjétől függően): 40-100 m<sup>3</sup>/8 óra.

A forgógyűrűs kérgezőgép fő szerkezeti részei (3. ábra):

- a vázszerkezet;
- a járszerkezet;

- a behordószerkezet;
- az előtoló (menesztő) berendezés és
- a forgógyűrű a kérgezőszerszámokkal.

A járószerkezet egytengelyes, gumiabroncsos, fék nélküli. Munkahelyzetben 2 db hidraulikusan működtetett támasztólábbal kitámasztható. A behordószerkezet acéllemezből készült vályú, melyben végtelenített körmös lánc mozog. A menesztőberendezés 2-2 pár tüskés felületű hajtott hengerből áll. Üresen a két henger összezár, nyitását az áthaladó fa végzi. A forgógyűrűn vannak rögzítve a kések és a késeket feszítő rugók. A kérgező szerszám kétféle felépítésű: előmetsző kések és hántoló kések lehetnek. Arányukat a fafaj és a fa nedvességtartalma szerint változtatni kell. A lehántolt kéregdarabokat a forgógyűrűre szerelt ventilátorlapátok által keltett légáram juttatja ki a gép mögé.



3. ábra. Forgógyűrűs kérgezőgép szerkezeti felépítése

1. gépváz; 2. menesztőhengerek; 3. menesztőhengereket központosító mechanizmus; 4. feszítő gumirugó; 5. forgógyűrű; 6. meghajtó motor

A KR gépcsald befefező tagját a **KR-4-es kérgezőgép** képezi. A korábbi gépekkel ellentétben a géptípus csak stabil kivitelben készült rönkkérgezési feladatok ellátására. Alkalmas a fűrészüzemekben feldolgozandó rönk alapanyag kérgezésére valamennyi fafaj esetén. Elektromos meghajtású. A KR-4 fontosabb műszaki adatai:

- a kérgezendő fa minimális hossza: 1,8 m,
- kérgehető átmérő: 16-56 cm,
- előtolási sebesség: 10-21 m/min,
- maximális teljesítménye: kb. 180 m<sup>3</sup>/műszak.

## A gépfejlesztés módszerei és eszközei

A gépek kialakításához, fejlesztéséhez a Magyar Tudományos Akadémia Mérés-technikai és Műszerügyi Szolgálatának különleges filmtechnikáját is felhasználták. 10, 40, 60 és 80-szoros lassítású filmeket készítettek, melyek lehetővé tették a kéregzőgépek nagy sebességgel mozgó szerszámainak hely- és alakváltoztatásának részletes tanulmányozását, valamint értékelését. Az elemzés gyors elvégzéséhez az MTA Méréstechnikai és Műszerügyi Szolgálatának Hitachi gyártmányú, japán képanalizátorát használták. E műszer felhasználásával az ernyőre vetített filmen látható tárgyak koordinátái közvetlenül leolvashatók voltak. Így az egymást követő képekről az elmozdulások, alakváltozások számszerű értékeinek megállapításához szükséges adatokat nyertek.

A filmtechnika segítségével különböző vizsgálatokat végeztek. Meghatározták a *gumikalapácsos kéregzőgép* optimális fordulatszámát, a jobb kér-gezési minőség és a nagyobb teljesítmény eléréséhez szükséges kalapácsok számát, azok el-rendezését, egyes alkatrészek legcélszerűbb formáját; a *forgógyűrűs kéregzőgép* késeinek legmegfelelőbb alakját és élszögét, rotorjának optimális fordulatszámát, a rugóerőt, továbbá a metsző- és hántolókések arányát különböző fafajok esetén.

A fenti eredmények alapján végzett módosítások következtében jelentősen javult a gépek teljesítménye és munkaminősége, továbbá nőtt a szerszámok élettartama. A filmtechnikának köszönhetően évekkel csökkent a fejlesztés időtartama is.

## Zárszó

A hazai erdészeti gépfejlesztés és az erre épülő gépgyártás az 1980-as évek végére szinte teljesen leállt, több mint 20 évig tartott a gyártás és fejlesztés időszaka. Ez alatt az időszak alatt számos olyan gépet fejlesztettek és gyártottak, amelyek beváltak, s viszonyainkra alkalmasak voltak. Kb. az 1980-as évek közepéig létezett a hazai erdészeti gépgyártást megalapozó műszaki fejlesztési háttér is, ezt követően azonban a hanyatlás, majd a szinte teljes megszűnés (az Erdészeti Tudományos Intézet Gépesítési Osztályának felszámolásával) volt osztályrésze.

## Felhasznált irodalom

- Horváth B.* (2001.): Az erdőgazdaság gépesítésének helyzete, fejlesztési lehetőségei. A MTA Agrártudományok Osztályának 2000. évi tájékoztatója. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest. 192-198.
- Horváth B. szerk.* (2003): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó ház, Budapest.
- Káldy J.* (1971): A kéregzés gépi eszközei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Káldy J.* (1986): A fahasználat gépei. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Káldy J. - Kovács J. - Marosvölgyi B.* (1968): Az EGRI kéregzőgépek műszaki leírása és üzemeltetése. MÉM Műszaki Továbbképzés jegyzetei, Sopron.

- Kovács J.* (1980): Az egri kérgezógépgyártás 20 éve. *Az Erdő*, XXIX. 12:529-538.
- Kovács J.* (1983): A hazai kérgezógépek fejlesztése. Kandidátusi értekezés. Eger.
- Marosvölgyi B.* (1976): A fagazdasági üzemekben alkalmazott kérgezógépek műszaki alkalmazásának főbb kérdései. Egyetemi doktori értekezés, Sopron.

# A PELLETTÁLÁS ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA

**Prof. Dr. Marosvölgyi Béla\*** egyetemi tanár, az MTA doktora  
**Papp Viktória\*\*** doktorandusz

*\* Nyugat-magyarországi Egyetem, KKK Ökoenergetika Kft.*

*\*\* Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és  
Környezettechnikai Intézet*

*9400. Bajcsy-Zsilinszky u. 4. [marosvolgyi@asys.hu](mailto:marosvolgyi@asys.hu)*

## **Összefoglalás**

Magyarországon az unióban vállalt kötelezettségek miatt, 2020-ra 13 (20) %-ra kell növelni a megújuló energiák arányát. A biomassza felhasználásában hatalmas lehetőségek vannak. Egy új fejlődésnek indult ágazat a pelletgyártás. A tanulmányban összefoglaljuk a pellet előállítás energetikai jellemzőinek a vizsgálatára vonatkozó legfontosabb megállapításokat. A száraz, kéregmentes faanyagból folyó pelletgyártás vizsgálatát a petőházi Pellet Product Kft-nél, egy fapelletet előállító üzemnél végeztük. Vizsgáltuk a gyártás villamos-energia felhasználását, a közvetlen primer energiafelhasználást, és meghatároztuk a fontosabb energetikai mutatókat. Kiszámítottuk a termékre vonatkoztatott energetikai többszöröst, majd az energetikai hatásfokot. Megállapítható, hogy a fapelletgyártás legegyszerűbb (előzetes aprítást, szárítást, távolsági szállítást stb. nem tartalmazó) technológiájával – a közhiedelemmel szemben – viszonylag kis energiafelhasználással (1320-1330 MJ/t) és jó energiahatékonysággal (1:13) lehet jó minőségű fenyő fafajú fapelletet előállítani.

## **A vizsgálatok, és azok eredményeinek bemutatása**

### **Bevezetés**

Napjaink egyik fontos feladata a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése, a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentése. Hazánkban 2020-ra teljesítenünk kell az EU-ban vállalt 13%-os (20,0 %-os) megújuló arányt, tehát a megújuló hasznosítását jelentősen növelni kell. Magyarország lehetőségei nagymértékben a biomasszában rejlenek, a fás és lágyszárú növények, erdészeti, faipari, mezőgazdasági melléktermékek energetikai felhasználásában. A faapríték energetikai hasznosítása mellett egyre nagyobb szerephez juthatnak az energetikai tömörítvények, melyek az egyre nagyobb lakossági- és kis kommunális energia felhasználóknál is alkalmazhatóak úgy, hogy felhasználásakor a hőtermelés komfortossága és szabályozottsága megközelíti/eléri a gázalapú energiatermelés hasonló jellemzőit. A pellet jelenleg tiszta fából készül (fapellet), de a jövőben kérget is tartalmazó fából energetikai faültvények anyagából, egyéb lignocellulózokból, égethető hulladékokból is készülhet pellet.

Vizsgálataink a sokféle pellet előállításának technikai/technológiai lehetőségeivel kapcsolatosak. A vizsgálatok egyik fontos területe az



energetikai elemzés, amelyben a pellettálás legkisebb energiafelhasználásával kapcsolatos vizsgálatokat végeztük, és ehhez az alapvizsgálathoz hasonlítjuk a későbbiekben a többleműveletes pellettálás hasonló jellemzőit.

### ***A vizsgálatok körülményeinek bemutatása***

A pellettálás nem egy új eljárás, hiszen már régóta állítanak elő takarmány-pelletet állati takarmányozás céljából. Így tehát a faalapú, energetikai felhasználásra szánt pellet a tűzipellet, amely 5-12 mm átmérőjű, 10-50 mm hosszú, csigás vagy cellás adagolással könnyen, és jól szabályozhatóan betáplálható a tüztérbe (*1. kép*). Kisebb és nagyobb teljesítményű kazánok esetén is biztonságosan és jó hatásfokkal alkalmazható.



*1. kép. A petőházi Pellet Product Kft-nél előállított fapellet (Fotó: Papp V.)*

Vizsgálataink helyszíne a PelletProdukt Kft petőházi üzeme (*2. kép*), és a szomszédságában levő anyagvizsgáló, melyet a NymE KKK Kft. működtet. Első célunk az energetikai jellemzők értékelése volt. Ehhez vizsgáltuk:

- az alapanyag és a termék energetikai jellemzőit (*1. táblázat*);
- a villamosenergia-felhasználást a fontosabb műveleteknél (*2. táblázat*), valamint összesen;
- a primer energiafelhasználást a műveleteknél és összesen, majd
- meghatároztuk a fajlagos energetikai mutatókat, úgymint:
  - a termékre vonatkoztatott energetikai többszöröst, és
  - az energetikai hatásfokot.



2. kép. Petőházi pelletüzem, balra a kompresszor és az aprítógép, jobbra a kész pellet adagoló tartály helyezkedik el (fotó: Papp V.)

1. táblázat. Az alapanyag és termék energetikai jellemzői

Anyag	W (%)	FÉ (MJ/kg)	AS (%)
alapanyag	10,9	18,25	0,3
pellet	9,0	19,38	0,3

W = víztartalom, FÉ = fűtőérték (MJ/kg), AS = hamutartalom (%).

2. táblázat. A gépsor közvetlen villamosenergia-felhasználása (t/h termék tömegáram mellett)

Gépsor-egység	kWh	MJ	t/h	kWh/t	MJ/t
aprítógép	38,6	139,1	1,3	27,7	99,7
pelletológép	121,5	437,5	1,3	87,1	313,5
egyéb villamos gép	28,2	101,6	1,3	21,7	78,1
összesen	168,3	678,2	1,3	136,5	491,3
erőművi hatásfokkal	454,4	1831,1		368,5	1326,5

A mért, illetve számított értékek felhasználásával számítottuk a legfontosabb fajlagos energetikai mutatókat:

- az energia hatékonysági mérleget (a termék energiatartalma a bevitt primerenergia 1 t termékre vonatkoztatva);
- az energetikai hatásfokot (a termék energia-bevitellel csökkentett energiatartalma / a termék energiatartalma \* 100) %.

A számításokhoz figyelembe kell venni a szállítás energiáit. A beszállítás speciális tároló kocsikban történik, egy Landini Power Farm traktorral. A 3. táblázatban tüntettük fel a faforgács szállítására vonatkozó adatokat.

3. táblázat. A beszállításra fordított energia

Landini traktor adatai	Üzemanyag tartály (liter)	Átlagos szállított menny (kg)	102 literrel megtett forduló (db)	Fordulónkénti fogyasztás (liter)	Tonnánkénti gázolaj fogyasztás (liter)	*MJ/t
	102	1930	14,5	7	3,6	140,4

\*MJ/t a gázolaj literenkénti fűtőértéke alapján

A továbbiakban vizsgáltuk a teljes üzemi folyamat energiaigényét. Az összesített adatokat az 1. diagramon ábrázoltuk.

A diagramon jól látható, hogy a ráfordított energiák közül a villamos energia a legtöbb, ennek is jelentős részét maga a kompresszor, vagyis a forgács tömörítése teszi ki. Az összes ráfordításnál már a primer energiákat látjuk, a kérdés már csak az, mennyi energiát nyerhetünk vissza. A fapellet fűtőértékének szabvány szerint 18,5 MJ/kg felett kell lennie, ami a bejövő forgács nedvességtartalmától függően kicsit ingadozik. Jelen esetben ez az érték 19,38 MJ/kg. Az input/output értékeket figyelembe véve az energia hatékonysági mérleg 1:13,1-hez, tehát a befektetett energia körülbelül 13-szorosát nyerhetjük vissza (ebben nem jelenik meg a technológia egyéb elemeinek energiaigénye).

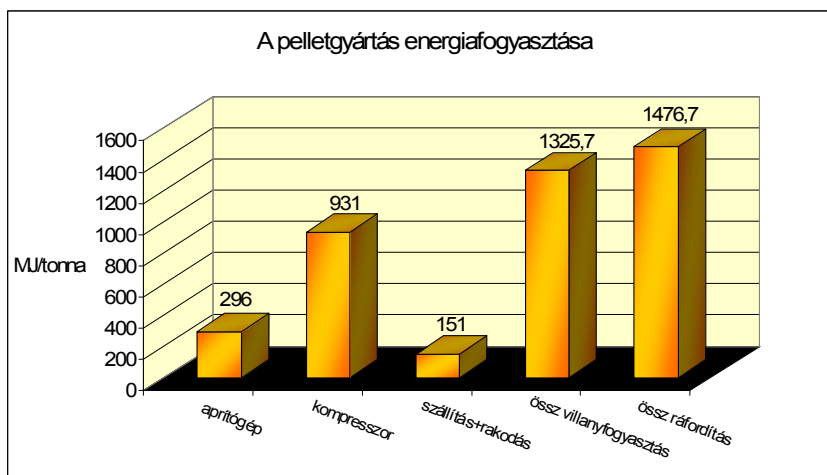
A másik jelzőszám az energetikai hatásfok, ami a következő képlettel számolható:

$$H = (E_{output} - E_{input}) / E_{output} * 100.$$

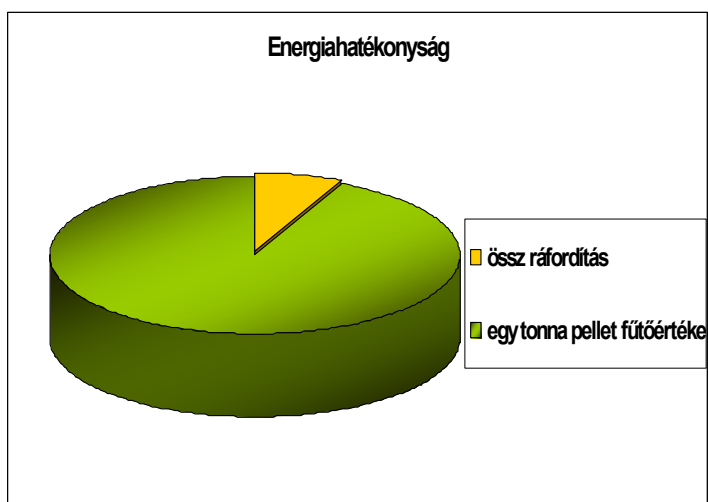
A képletbe helyettesítve az energia bevitt és a kihozattal, esetünkben a következő értéket kapjuk:

$$H = (19350 - 1476) / 19350 * 100 = 92,37 \%,$$

ami egy jó értéknek mondható. Persze ettől még a nedvesebb alapanyagból is lehet jó minőségű pelletet előállítani, nyilvánvalóan nagyobb energiaráfordítással. A 2. diagramon az energiahatékonysági mérleg látható.



1. diagram. A gyártásra fordított energiák



2. diagram. Energiahatékonysági mérleg a petőházai Pellet Product Kft. adatai alapján

### **Irodalomjegyzék**

*European Biomass Assosiation* - A pellet road map for Europe 2008 november.

<http://www.muszeroldal.hu/assistance/hotani.htm> - [Tüzelőanyagok fűtőértéke.](#)

*Jeges Z. - Kővári A.:* Villamosságtan - Háromfázisú rendszerek teljesítménye. 22 p.

*Marosvölgyi B. - Horváth B. (2010):* Biomassza-előállítás, -hasznosítás. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. 104 p.

*Pellet Product Kft.:* céges adatok - beszállítás, termelési adatok, villanyszámla.

*Sembery P. - Tóth L. - Pecznik P.:* Hagyományos és megújuló energiák. A biomassza energetikai hasznosítása. 260-264.

## NÉHÁNY FAJFALY TALAJON MÉRT AVARTÖMEG VIZSGÁLATA KÉT KÜLÖNBÖZŐ TERMŐHELYEN

### EXAMINATION OF THE LITTER VOLUME ON GROUND OF SOME TREE SPECIES ON TWO DIFFERENT EXPERIMENTAL PLOTS

**Kondorné Szenkovics Mariann** egyetemi adjunktus

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet  
9400. Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Telefon: (99) 518-359. E-mail: [kondor.mariann@emk.nyme.hu](mailto:kondor.mariann@emk.nyme.hu)*

1969 folyamán az Erdőműveléstani Tanszék dolgozói *Majer* professzor vezetésével két fajfaj-összehasonlító kísérleti területet létesítettek egymástól eltérő termőhelyen. A kísérlet célja az adott termőhelyen előreláthatólag nagy fahozamú, termőhelyálló fajfajok kiválasztása, és a különböző termőhelyeken a fajfajok talajon mért avartömeg mennyiségének vizsgálata. Az avarvizsgálatok a mindkét kísérleti területen megtalálható fajfajokra – kocsánytalan tölgyre, kocsányos tölgyre, vörös tölgyre, ezüst hársra, nagylevelű hársra, kislevelű hársra, erdeifenyőre, feketefenyőre, zöld duglászfenyőre, lucfenyőre – készültek.

Az avarminták begyűjtésére és vizsgálatára 2006 őszén, lombhullás után, az állományok 36 éves korában került sor. A 9-szeres ismétlésű avarvizsgálat mintázása a *BIOSOIL Útmutató* szerint készült, mennyiségének meghatározása a NymE Termőhelyismerettani Intézeti Tanszékén történt.

Az avarrétegből a mennyiségétől függően 2-3 szint került elválasztásra:

- *OL* – szint, bomlatlan avar, bomlottsági fok 30 %>;
- *OF* – szint, részben bomlott avar, a bomlottsági fok 30-95 %;
- *OH* – szint, az avarréteg ásványi talajjal érintkező része, bomlottsági foka 95 %<.

Meghatározásra került a nedves avar tömeg, majd a száraz avar tömeg mennyisége, és ebből az 1 ha-ra átszámított száraz avartömeg kg-ban.

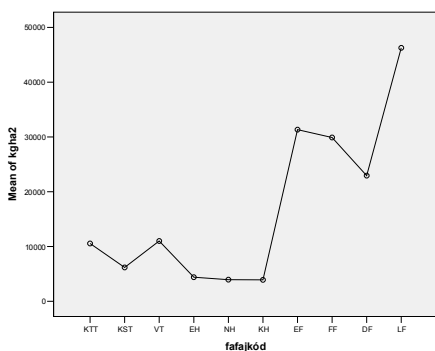
Az első kísérleti terület a Soproni-hegység Ágfalva község határában található, északi kitettséű, átlagosan 15-20° lejtésű terület. Az évi átlagos csapadékmennyiség 736 mm, a fő felhasználási időszak csapadékmennyiségének éves átlaga 259 mm, a csapadékeloszlás júniusi-júliusi csapadék maximumot mutat. Az évi átlaghőmérséklet 8,2 °C. A terület termőhelytípus változata: **GYT-VFLEN-PBE-KMÉ-V-Ü**.

Az ágfalvi kísérleti területen lévő fajfajok talajon mért avartömeg mennyiségét az *1. ábra* mutatja. Az ábráról látható, hogy a lombos fajfajok lényegesen kisebb avartömeeggel rendelkeznek, mint a fenyők, a fenyők avartömeg mennyisége között is jelentős az eltérés: lucfenyőnek ezen a termőhelyen több mint kétszeres avarmennyisége van a zöld duglászfenyőhöz képest.

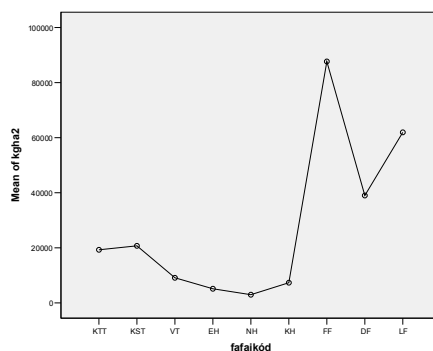
A különböző fajok avartömegének összehasonlítása varianciaanalízissel történt. A különbség kimutatására az ANOVA varianciaanalízis, a különbségek nagyságának kimutatására a Duncan teszt alkalmas.

Az 1. táblázatban a leíró statisztika szerepel. A szórás és a standard hiba után 95 %-os valószínűséggel mutatja, hogy az újbóli mintavételek során 100 esetből 95-ször az avartömeg a kocsánytalan tölgnél például 8.160 kg és 12.948 kg között lenne. Már ez a táblázat is jól mutatja, hogy jelentős különbségek vannak az avartömeget tekintve az egyes fajok között ugyanazon kísérleti területen. Az F-érték meghatározása a 2. táblázatban olvasható.

Az ANOVA (variancia analízis) táblázat mutatja, hogy az F-érték magas, 33,510, ami alapján a szignifikancia a két csoport különbözőségére 100 %. Azt, hogy melyik különbözik és mennyivel, a Duncan teszt mutatja a 3. táblázatban. A Duncan-teszt szerint a biológiai vizsgálatoknál szokásos 90 %-os szignifikancia szintet alkalmazva látható, hogy az egymástól elkülönülő csoportok 1-től 5-ig mennek. Az első csoportba tartozik a kislevelű hárs, a nagylevelű hárs, az ezüsthárs, a másodikba a vöröstölgy és a kettő között van a kocsányos és a kocsánytalan tölgy, amely mindkettőhöz tartozhat. A harmadik csoportban egyértelmű elkülönülést mutat a zöld duglászfenyő, majd ezt követi a fekete- és az erdeifenyő és az 5. csoportba pedig a lucfenyő kerül 46269 kg/ha átlagos szerves anyag tömeggel a kislevelű hárssal szemben, amelynél ez az érték csak 3914 kg/ha.



1. ábra. A fajok avartömege (kg/ha)



2. ábra. A fajok avartömege (kg/ha)

1. táblázat. ANOVA variancia analízis az avertömegek különbségére (kg/ha)

Fafaj	N (mintavétel száma)	Átlag kg/ha	Szórás	Standard hiba	Konfidencia intervallum 95 %-os szinten		Minimum kg/ha	Maximum kg/ha
					alsó határ	felső határ		
KTT	9	10554	3114,106	1038,035	8160	12948	6466	16863
KST	9	6178	1440,403	480,134	5070	7285	4348	8781
VT	9	11004	4182,500	1394,167	7789	14219	7189	20784
EH	9	4396	846,825	282,275	3745	5047	3386	6153
NH	9	3948	1672,876	557,625	2662	5234	2578	7906
KH	9	3914	841,172	280,391	3267	4560	2854	5740
EF	9	31333	9681,368	3227,123	23892	38775	20018	51921
FF	9	29902	14370,736	4790,245	18856	40948	9333	51226
ZDF	9	22940	6695,875	2231,958	17793	28087	15434	34129
LF	9	46269	14353,053	4784,351	35236	57301	32326	77573
összesen	90	17044	15831,633	1668,801	13728	20360	2578	77573

2. táblázat. ANOVA variancia táblázat F-értékének meghatározása

	Négyzetösszeg	Szabadságfok		F	Sig.
Csoportok között	17630367800,604	9	1958929755,623	33.510	.000
Coporton belül	4676645884,774	80	58458073,560		
Összesen	22307013685,378	89			

A szerves anyag felhalmozódásának mértéke egyben a lebontás sebességére is utal: a hársak esetén igen gyors a tápelem körforgalom, a mineralizáció. Majd őket követik a tölgyek és a fenyőfélék. Az is mondható, hogy a vizsgált fenyőfélék közül a zöld duglászfenyő avarjában van a legnagyobb biológiai aktivitás és ezért vélhetően kedvezőbb talajállapotot is tart fenn, mint a többi fenyőféle.

A másik kísérleti területet a Sopron-Vasi-síkság erdészeti tájhoz tartozó Nagylózs (Haraszt) erdejében létesítették, sík területen. Az utolsó 35 év átlagában az évi átlagos csapadék mennyisége 615 mm, a főfelhasználási időszak csapadék mennyiségének éves átlaga 218 mm, az évi átlaghőmérséklet 9,8 °C. A terület termőhelytípus változata: **KTT/CS-VFLEN-CSERI-KMÉ-V-FSZ.**

3. táblázat. A Duncan teszt csoportjai (kg/ha)

Fafaj	N	Subset for alpha = .1				
		1	2	3	4	5
<b>KH</b>	9	3914,32				
<b>NH</b>	9	3948,15				
<b>EH</b>	9	4396,54				
<b>KST</b>	9	6178,15	6178,15			
<b>KTT</b>	9	10554,44	10554,44			
<b>VT</b>	9		11004,44			
<b>ZDF</b>	9			22940,86		
<b>FF</b>	9				29902,47	
<b>EF</b>	9				31333,95	
<b>LF</b>	9					46269,14
<b>Sig.</b>		,105	,211	1,000	,692	1,000

Az avartömeg meghatározása itt is a már korábban ismertetett módszer szerint történt. Az egyes fafajok avartömege a 2. ábrán látható. Jól látható, hogy ezen a termőhelyen is a lombos fafajok lényegesen kisebb avartömeeggel rendelkeznek – itt is legkevesebbel a hársak – mint a fenyők. A fenyők avartömeg mennyisége között is van eltérés, jól látható a fekete fenyő, a zöld duglászfenyő és a lucfenyő közötti különbség. Ezen a termőhelyen a fekete fenyő avartömege kétszerese a zöld duglászfenyő avartömegének.

Az ágfalvi példánál maradva, a szórás és a standard hiba után 95 %-os valószínűséggel mutatja, hogy az újbóli mintavételek során 100 esetből 95-ször az avartömeg a kocsánytalan tölgnél 13.637 kg és 24.917 kg között lenne. Jól mutatja a 4. táblázat, hogy jelentős különbségek vannak az avartömeget tekintve az egyes fafajok között ugyanazon termőhelyen, de a mintavételi helyek között is, amiben domborzati-, vízgazdálkodási viszonyok, és a talajfauna is szerepet játszanak.



4. táblázat. ANOVA variancia analízis az avartömegek különbségére (kg/ha)

Fafaj	N (mintavétel száma)	Átlag kg/ha	Szórás	Standard hiba	Konfidencia intervallum 95 %-os szinten		Min.	Max.
					alsó határ	felső határ		
KTT	9	19277	7336,991	2445,664	13637	24917	9106	33923
KST	9	20714	8337,618	2779,206	14305	27123	6892	32967
VT	9	9109	1908,485	636,162	7642	10576	6929	11472
EH	9	5130	1595,218	531,739	3903	6356	2957	7503
NH	9	2964	862,292	287,431	2301	3627	1484	3866
KH	9	7329	2114,227	704,742	5704	8954	4346	10661
FF	9	87671	23408,264	7802,755	69678	105665	49648	115361
ZDF	9	39002	14562,647	4854,216	27809	50196	25333	64454
LF	9	61940	22854,546	7618,182	44372	79508	31754	106000
Összesen	81	28126	30291,726	3365,747	21428	34824	1484	115361

Az 5. táblázatból látható, hogy az F-érték itt is magas: 49,276, ami alapján a szignifikancia, hogy a két csoport különbözik, 100 %. Azt, hogy melyik különbözik és mennyivel, a Duncan-teszt mutatja a 6. táblázatban.

5. táblázat. ANOVA variancia táblázat F- értékének meghatározása (kg/ha)

	Négyzetösszeg	Szabadságfok		F	Sig.
Csoportok között	62070326621,156	8	7758790827,645	49,276	.000
Csoporton belül	11336765103,156	72	157455070,877		
Összesen	73407091724,311	80			

6. táblázat. Duncan-teszt kg/ha

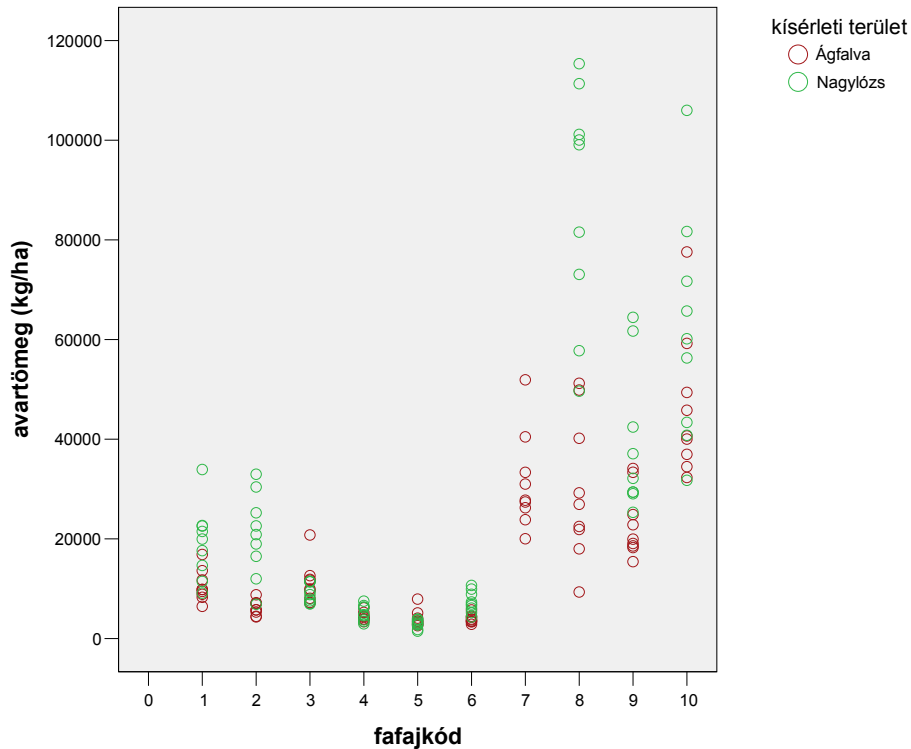
Fafaj	N	Subset for alpha = .1				
		1	2	3	4	5
NH	9	2964,44				
EH	9	5130,00				
KH	9	7329,63				
VT	9	9109,51				
KTT	9		19277,53			
KST	9		20714,20			
ZDF	9			39002,96		
LF	9				61940,49	
FF	9					87671,85
Sig.		,352	,809	1,000	1,000	1,000

Az ágfalvi avarvizsgálathoz hasonlóan az első csoportba a hársak és a vörös tölgy, a másodikba kocsánytalan és a kocsányos tölgy tartozik. A

harmadik csoportban itt is egyértelmű elkülönülést mutat a zöld duglászfenyő, majd követi a negyedik csoportban a lucfenyő és az ötödik csoportban a fekete fenyő. Ez utóbbi 87.671 kg/ha átlagos szerves anyag tömeggel rendelkezik, szemben a nagylevelű hársal: 2.964 kg/ha. Itt is látható, hogy a hársak szervesanyag lebontási sebessége gyors, majd a tölgyek következnek és azután a fenyők. Ezen a területen is a zöld duglászfenyő lebontása gyorsabb a többi fenyőnél, azaz hasonlóan alakul a folyamat, mint az ágfalvi területen.

Ismert, hogy az évente lehulló avar mennyiségének nagysága a területen lévő fafajától függ. Az alábbiakban a talajon lévő avartömegek mennyiségét és a termőhely azonosságának vagy különbözőségének összefüggését határozom meg az egyes fafajokra vonatkozóan. Kiszámításra került, hogy van-e szignifikáns különbség a két kísérleti területen ugyanazon fafaj avarmennyisége között vagy nincs. Amennyiben a szignifikáns értéke kisebb, mint 0,1, abban az esetben 90 %-nál nagyobb valószínűség mellett mondható, hogy van különbség a két termőhely között.

Az összefoglaló 3. ábrából egyértelműen kitűnik, hogy a fenyők avartömege nagyságrenddel nagyobb a lombosokénál. Az egyes fafajokat figyelembe véve megállapítható, hogy az összehasonlítható 9 fafaj közül a nagylózsi kísérleti területen 7 fafajnak, nevezetesen a kocsánytalan tölgynek, a kocsányos tölgynek, a kislevelű hársnak, a feketefenyőnek, a duglászfenyőnek és a lucfenyőnek volt szignifikánsan nagyobb az avartömege, az ezüsthársnál azonban nem lehetett szignifikáns különbséget találni. A másik két fafaj, a vörös tölgy és a nagylevelű hárs esetében az ágfalvi kísérleti területen volt kissé magasabb talajon lévő avartömeg, de nem szignifikáns mértékben.



3. ábra. A fajok avartömege a két kísérleti területen  
(1: KTT, 2: KST, 3: VT, 4: EH, 5: NH, 6: KH, 7: EF, 8: FF, 9: ZDF, 10: LF)

Az avar lebontásának ideje függ a termőhely milyenségétől, a mikrobiológiai feltételektől. Ha a talajfauna nem venne részt a lebontásban, akkor az avar lebomlása hatszor annyi ideig tartana, mint a mikrofauna jelenlétével (Edwards et al, 1970; Butcher et al, 1971; Behan et al, 1978). A talajfauna két legnagyobb csoportja: az ugróvillások és a páncélos atkák fontos szerepet játszanak a mikroorganizmusok populációinak szabályozásában, valamint a humifikáció elősegítésében (Wolters, 1991; Kiss, 1993). László (2004) vizsgálatai szerint a cseri talajokban (nagylózsai kísérleti terület) az ugróvillások és a páncélos atkák rendkívül kis számban találhatók meg. Ennek következménye, hogy lassú a biológiai lebontás, korlátozott a mineralizáció, ezért nehézségekbe ütközik a rendelkezésre álló tápanyagok feltáródása.

A nagylózsai kísérleti terület nagyobb mennyiségű avartömegének magyarázata a következő lehet. A faállomány-szerkezeti vizsgálatok alapján a fatermőképesség és a fatermés is nagyobb az Ágfalvi kísérleti területen, mint a nagylózsai kísérleti területen. Így el lehet mondani az ágfalvi területről, hogy egyértelműen jobb a fatermőképessége és így nagyobb a biológiai produkciója is. A nagylózsai kísérleti területen a fajok többségének nagyobb az avartömege, ami arra enged következtetni, hogy kedvezőtlenebbek a

mikrobiológiai feltételek, és ez az oka annak, hogy a szervesanyag lebontása lassúbb, mint az ágfalvi területen.

### **Összefoglalás**

Két különböző termőhelyen található kísérleti terület 10 közös fafajának talajon lévő avar mennyiségének meghatározására és ezek összehasonlítására került sor ugyanazon kísérleti területen belül, valamint a két kísérleti terület között.

Az avarvizsgálatok igazolták azt a tényt, hogy a fenyők avar mennyisége többszöröse a lombos fafajok avar mennyiségének. Az avar bomlás gyorsaságát, így a talajon lévő avar mennyiségét többek között befolyásolják a mikrobiológiai feltételek. Jobb termőhelyen, mint amilyen az ágfalvi, nagyobb mennyiségű avar képződik a nagyobb biológiai aktivitás révén. A jobb talajok kedvezőbb életfeltételeket biztosítanak az avarbontó szervezeteknek, azok nagyobb számban vannak jelen, így felgyorsul a bomlás folyamata. A gyengébb termőhelyen, mint amilyen a nagylózsi, viszont ezek hiányában nagyobb tömegű avar halmozódik fel a talajon.

### **Abstract**

The definition of the litter volume on ground of ten common tree-species found on two experimental plots and their comparison on the two sites.

The examinations of litter approved the fact that the quantity of litter in the case of coniferous species is the multiple of that of the broadleaved species. The quickness of litter decay is influenced by the conditions of microbiology. At a better site a larger quantity of litter comes into being due to the more powerful biological activity. Better species approve better life conditions to the litter-decaying organisms; they are present in a greater number so the process of decay becomes faster. At weaker sites due to the lack of these a bigger amount of litter accumulate.

### **Irodalom**

- Behan, V.M. - Hill, S. - Kevan, D.K. McE.* (1978): Effect of nitrogen fertilizers, as urea, on Avariana and other arthropods in Quebec black spruce humus, *Pedobiologia*, Bd. 18, 249-263. p.
- Buther J.W. - Snider, R. - Snider, R.J.* (1971): Bioecology of Edaphic Collembola and Acarina, *Ann.Rev. of Ent.* 16, 249-288. p.
- Edwards, C.A. - Reichle, D. - Crossley, Jr.* (1970): The Role of Soil Invertebrates in Turnover of Organic Matter and Nutrients, In: Reichle, D.E. (ed) (1970): *Analyses of Temperate Forest Ecosystems. Ecological Studies. Analysis and Synthesis Vol.1.* Springer, Berlin, 147-172. p.
- Kiss I.* (1993): Az élő talaj. *Természettudományi Közlöny*, 124. évf. 8. sz. 367-369. p.

- László R.* (2004): Cseri talaj és erdőállományainak kapcsolata Kemenesalja erdőgazdasági tájban Iván példáján. Doktori (PhD) értekezés, NyME, Sopron.
- Wolters, V.* (1991): Biological processes in two beech forest soils treated with simulated acid rain – A laboratory experiment with *Isotoma tigrina* (Insecta, Collembola), *Soil Biol.* Vol. 23, No. 4. 381-390. p.

# ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEK GÉPESÍTÉS-FEJLESZTÉSE MAGYARORSZÁGON

**Prof. Dr. Horváth Béla** egyetemi tanár, intézetigazgató

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai  
Intézet*

9400. Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Telefon: (99) 518-153. E-mail: [horvathb@emk.nyme.hu](mailto:horvathb@emk.nyme.hu)

## Bevezetés

Magyarországon a megújuló energiaforrások (biomassza, geotermia, szél, vízi energia, nap) között a biomassza jelenti a legnagyobb potenciált. A lehetséges biomassza forrásoknak jelenleg kb. csak a hatoda kihasznál. A jövő lehetőségeit a biomasszán belül az ültetvényszerűen termesztett megoldások (az energetikai ültetvények) jelentik. Az energetikai ültetvények:

- lágyszárúakkal (melyek egynyári növények /búza, tritikale stb./ vagy évelők /energiafű, pátlíkafű stb./ lehetnek);
- nádfélékkel (melyek energianád /miscanthus/, olasz nád /arundó/ stb. lehetnek) és
- fás növényekkel (melyek bokor- és cserjefélék /fűz, tamarix, eleagnus stb./ és faalakúak /akác, nyárok, fűzek, császárfű, bálványfa stb. lehetnek)

hozhatók létre. A fás növényekkel létrehozott energetikai ültetvények az energetikai faültetvények. A fa, mint energetikai alapanyag számos előnnyel bír, nevezetesen:

- mint tüzelőanyag jól ismert, a tüzeléstechnikája kiforrott;
- tüzeléstechnikai tulajdonságai a legjobbak;
- hamutartalma kicsi, a hamu terméként hasznosítható;
- S, Cl, K tartalma kicsi;
- a legkülönbözőbb termőhelyhez (száraz, üde, nedves, vizes) választható a megfelelő fajta;
- többféle termesztéstechnológiája (sarjüzem, újratelepítés) alkalmazható;
- betakarításánál többféle megjelenési forma (apríték, vékonyfa-köteg, hengeresfa) lehetséges;
- tárolhatósága problémamentes;
- környezet- és természetvédelmi szempontból problémamentes (pl. pollen kizárható).

Az energetikai faültetvények:

- rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültetvények (jellemzőjük a rövid, 1-2 (3) éves vágásforduló; a viszonylag vékony törzsátmérőjű 1-5 (10) cm-es faanyag; és az általában egymenetes betakarítás, pl. járvaaprítóval);
- hosszú vágásfordulójú (hengeresfa-termelő) energetikai faültetvények (jellemzőjük a hosszabb 3-5 (10) éves vágásforduló; a méretesebb

törzsmérőjű 10-15 (20) cm-es faanyag; és az általában többmenetes betakarítás).

Energetikai szempontból jelentőséggel bír még, és tartalékokat rejt:

- az ártéri erdők alsó fás szárú szintje, mely faanyag-minőségét tekintve a rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültvényekhez áll közel, de mert nem telepített állomány, sorfüggetlen;
- a hagyományos erdők vágástéri mellékterméke, melynek összegyűjtése még egyértelműen nem megoldott.

Kiemelkedő figyelmet kell tehát fordítani a fa energetikai hasznosítását segítő gépfejlesztésekre, nevezetesen.

- a rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültvények komplex gépsorának kialakítására;
- a hosszú vágásfordulójú (hengeresfa-termelő) energetikai faültvények komplex gépsorának kialakítására;
- az ártéri erdők alsó fás szárú szintje betakarítógépének kialakítására; valamint
- a vágástéri melléktermékek összegyűjtését biztosító gépesítés kialakítására.

A fejlesztési elképzeléseket indokolja, hogy hazánkban az elmúlt években dinamikus fejlődés volt tapasztalható a fás biomassza energetikai hasznosításának területén, főleg a nagy erőművi felhasználások miatt. A hagyományos erdőkből energetikai célokra kihozható faanyag mondhatni egészét a már működő erőművek és a lakosság tűzifa-igénye leköti. Némi tartalék még a vágástéri melléktermék és az ártéri erdők alsó szintjének fás szárúiban rejlik. Az ártéri erdők alsó fás szárú szintjének folyamatos letermelését árvízvédelmi szempontok is indokolják. E minőségek eddigi begyűjtése gazdaságosan nem volt megoldható. Az árviszonyok várható alakulása mellett elképzelhetők e területekhez kötődőek is olyan gépfejlesztések, amelyek a folyamat egészét gazdaságossá teszik. A fás biomasszán alapuló energiatermelés csak úgy bővíthető, ha ilyen irányú új telepítések (rövid vágásfordulójú energetikai faültvények, hengeresfa-termelő energetikai faültvények) történnek. Ezek gépesítése napjainkban még nincs megnyugtatóan megoldva, mindkét területre összehangolt gépsorok kialakítása szükséges. E gépsorok a telepítési-ápolási oldalon nem kell, hogy számottevő különbséget mutassanak, a betakarítási oldalon azonban – igazodva a betakarítandó faanyag méretéhez, minőségéhez – eltérőek lesznek. Ezekről némiképp eltérő betakarítógépet igényel az ártéri erdők alsó fás szárú szintjének összegyűjtése.

### **Termesztés-technológiai műveletek és azok gépei**

Az energetikai faültvények termesztés-technológiáiban előforduló műveleteket és azok gépeit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Energetikai faültetvények termesztés-technológiai műveletei és azok gépei

Műveletek	Műveletek célja, jellege	Gépek
<p>Terület-előkészítés:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tereprendezés</li> <li>- bozótirtás</li> <li>- vegyszeres gyomirtás</li> </ul>	<p>a terület alkalmassá tétele talaj-előkészítésre terepegyenetlenségek megszüntetése cserjék, bokrok, magaskórós növényzet eltávolítása csak erősen eltarackosodott vagy <i>solidagós</i>, <i>calamagrostis-os</i> stb. területeken végzendő</p>	<p>tolólap szárzúzó permetezőgép</p>
<p>Talaj-előkészítés:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mélyszántás (25–50 cm)</li> <li>- mélyforgatás (50–70 cm)</li> <li>- talajfelület elmunkálás</li> </ul>	<p>optimális fizikai talajállapot előállítása talajforgatás  talajforgatás  rögtörés, talajfelszín egyengetés</p>	<p>mélyszántó eke  rigoleke  tárcsa, simító, borona</p>
Vetés	akácmag vetése	vetőgép
Csemeteültetés	akác és hazai nyár csemete ültetése	csemeteültető gép
Dugványozás	nemes nyár és fűz dugványozása, illetve nemes nyár és fűz szálvessző telepítése	dugványozógép, suhángültető gép, gödörfúró

1. táblázat folytatása

<p>Apolás:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mechanikai talajápolás</li> <li>- mechanikai gyomirtás</li> <li>- vegyszeres gyomirtás</li> </ul>	<p>optimális feltételek biztosítása az energiaerdő fafaja számára talajlazítás, gyomeltávolítás gyomeltávolítás gyomeltávolítás, rovarirtás</p>	<p>tárcsa, kultivátor szárzúzó permetezőgép, injektológép</p>
<p>Betakarítás:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- egymenetes betakarítás</li> <li>- többmenetes betakarítás</li> </ul>	<p>tüzelésre alkalmas apríték előállítása apríték előállítása járvaaprítással apríték előállítása: - a döntés-aprítás, - a döntés-közelítés-aprítás, - a döntés-kötegelés-köteg-szállítás-aprítás műveletsorok valamelyikével</p>	<p>járvaaprító gép  tisztítófűrész, motorfűrész, döntőgép, közelítőgép, kötegelőgép, kihordó, aprítógép</p>
Apríték szállítás	az apríték mozgatása az előállítási hely és az erőmű között	tehergépkocsi, pótkocsi
Köteg szállítás	a kötegek mozgatása az előállítási hely és az aprítási hely között	kihordó, tehergépkocsi, pótkocsi



1. táblázat folytatása

Ültetvény felszámolása:	a területet alkalmassá tétele szántóföldi növénytermesztésre tuskóeltávolítás	
- tuskózás		tuskókiemelő, tuskóforgácsoló
- gyökérfésülés	gyökéreltávolítás	gyökérfésű
- mélyforgatás (50–70 cm)	talajforgatás	rigoleke
- talajfelület elmunkálás	rögtörés, talajfelszín egyengetés	tárcsa, simító, borona

Az energetikai faültetvények termesztés-technológiáinak műveletei közül a terület-előkészítés, a talaj-előkészítés, a vetés, a csemeteültetés, az ápolás, az apríték- és a köteg szállítás, valamint az ültetvény felszámolás megoldható a művelethez illeszkedő, már meglévő mező- és erdőgazdasági géptípusokkal, de itt is szükséges az adott nagyságrendhez illeszkedő konkrét géptípusok kiválasztása. Érdemi fejlesztések szükségesek viszont a dugványozás és a betakarítás gépesítésében. E területekhez kötődően Magyarországon – részben önerőből, részben különböző pályázatokra alapozva – számos helyen folyik érdemi fejlesztő munka, melyek (a szerzőhöz eljutott információk alapján) a következők (zárójelben a fejlesztésben együttműködők nevei):

- Energetikai faültetvények gépesített technológiáinak optimalizálása (NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Bagodi Mezőgép Kft.);
- Univerzális, nagyteljesítményű dugványozógép és ültetési technológia kialakítása (Bagodi Mezőgép Kft., NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet);
- Kétsoros félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép fejlesztése (Termoster Kft., Szent István Egyetem, VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet);
- Erdészeti többcélú (gyűjtő, aprító, tömörítő) kihordó fejlesztése (NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, IKR Zrt.);
- Vágástéren visszamaradt áganyagot összegyűjtő berendezés fejlesztése (NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt., Kiskunsági Erdőgép Kft.);
- Döntőgép és döntő-aprítógép fejlesztése (Optigép Kft., NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet);
- Sorfüggetlen döntő-aprítógép fejlesztése (Bagodi Mezőgép Kft., Délalföldi Erdő- és Fagazdaság Zrt., NymE Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet);
- Döntő-kötegelőgép fejlesztése (Hevesgép Kft., Károly Róbert Főiskola);
- Kötegelőszerkezet fejlesztése (KEFAG Zrt., vállalkozók).

Az „Energetikai faültetvények gépesített technológiáinak optimalizálása” című kutatás-fejlesztés során javaslatok fogalmazódnak meg a különböző nagyságú energetikai faültetvények létesítésére, ápolására, betakarítására és felszámolására alkalmas optimális gépsorok kialakítására.

Az „Univerzális, nagyteljesítményű dugványozógép és ültetési technológia kialakítása” című kutatás-fejlesztés egy dugványozó gépcsaládot eredményez, hozzárendelve az optimális ültetési technológiát. A kutatás-fejlesztési munka során – az építőszekrényelv megvalósításával – az alábbi dugványozógép-változatok fejlesztése és prototípus-szintű kivitelezése valósult meg, illetve valósul meg a közeljövőben:

- egysoros adagolószerkezet nélküli csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- többsoros (két- és háromsoros) adagolószerkezet nélküli csuszócsoroszlyás dugványozógép (*1. kép*);
- ikersoros (egy ikersorpárú) adagolószerkezet nélküli csuszócsoroszlyás dugványozó-gép;
- ikersoros (több: két- és három ikersorpárú) adagolószerkezet nélküli csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- egysoros félautomaikus (fogóelemes) adagolószerkezetű csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- többsoros (két- és háromsoros) félautomatikus (fogóelemes) adagolószerkezetű csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- ikersoros (egy ikersorpárú) félautomatikus (fogóelemes) adagolószerkezetű csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- ikersoros (több: két- és három ikersorpárú) félautomatikus (fogóelemes) adagolószerkezetű csuszócsoroszlyás dugványozógép;
- egysoros félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép;
- kétsoros félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép;
- ikersoros félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép;
- ikersoros (két ikersorpárú) félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép (*2. kép*);
- egysoros automatikus adagolószerkezetű csuszócsoroszlyás dugványozógép.

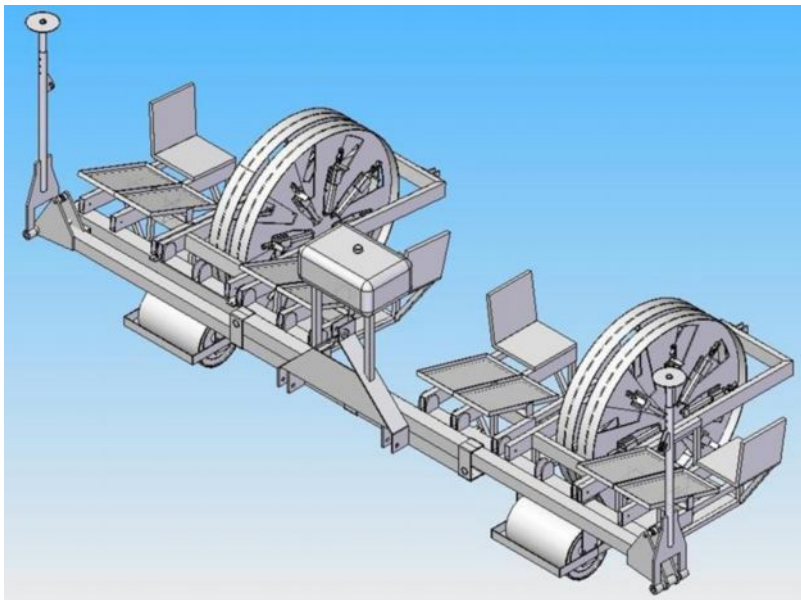
A dugványozógépekkel egysoros vagy szimplasoros (sортávolság: 1,5-2,8 m; tőtávolság: 0,4-1,0 m) és ikersoros (sортávolság: 2,0-2,8 m; ikersorok сортávolsága: 0,6-0,8 m; tőtávolság: 0,4-1,0 m) ültetési hálózat valósítható meg.

A „Kétsoros félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép fejlesztése” című kutatás-fejlesztés során elkészült a dugványozógép prototípusa.

Az „Erdészeti többcélú (gyűjtő, aprító, tömörítő) kihordó fejlesztése” című kutatás-fejlesztés az IKR Zrt. BPT-220 típusjelű tandem járószerkezetű pótkocsi-alvázára épít erdészeti felépítményt.



1. kép. Háromsoros adagolószerkezet nélküli csuszócsoroszlyás dugványozógép



2. kép. Ikersoros (két ikersorpárú) félautomatikus (lökő rendszerű) adagolószerkezetű dugványozógép

A „Vágástéren visszamaradt áganyagot összegyűjtő berendezés fejlesztése” című kutatás-fejlesztés homlokrakodó alvázra épít olyan erdészeti felépítményt, amely a vágástéri melléktermék (áganyag) és a vágástéren kiemelt tuskók összegyűjtésére és rakodására alkalmas.

A „Döntőgép és döntő-aprítógép fejlesztése” című kutatás-fejlesztés eredményeképpen elkészült egy fűrésztárcsás döntőgép és egy döntő-aprítógép (3. kép) prototípusa, melyek üzemi tesztelése folyik, alapot teremtve a fejlesztésükhöz.

A „Sorfüggetlen döntő-aprítógép fejlesztése” című kutatás-fejlesztés során lengőkéses vágószerkezetű, csigás behordó szerkezetű és dobos aprítórészű gépcs család kialakítása folyik, melynek tagjai alkalmasak lesznek a rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültvények és az ártéri erdők alsó fás szárú szintjének betakarítására (4. kép).

A „Döntő-kötegelőgép fejlesztése” című kutatás-fejlesztés a rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültvények többmenetes betakarításának első menetében alkalmazható gép kialakítását célozza.

A „Kötegelőszerkezet fejlesztése” című kutatás-fejlesztés során kialakuló gép elsősorban a vágástéren visszamaradt áganyag kezelésében jelent segítséget, de alkalmazható lesz a kisebb területű rövid vágásfordulójú (vékonyfa termelő) energetikai faültvények betakarításának folyamatában is.



3. kép. Soros döntő-aprítógép



4. kép. Sorfüggetlen döntő-apritógép elvi kialakítása

## Összefoglalás

Hazánkban az elmúlt években dinamikus fejlődés volt tapasztalható a fás biomassza energetikai hasznosításának területén. A hagyományos erdőkből energetikai célokra kihozható faanyag mondhatni egészét a már működő erőművek és a lakosság tüzifa-igénye leköti. Némiképp még a vágástéri melléktermék és az ártéri erdők alsó szintjének fás szárúiban rejlik.

A fás biomasszán alapuló energiatermelés csak úgy bővíthető, ha ilyen irányú új telepítések (energetikai faültetvények, energiaerdők) történnek. Ezen telepítések csak megfelelő színvonalú gépi háttér mellett képzelhetők el a kívánt ütemben, ami a fejlesztett gépek alkalmazásához biztos felvevőpiacot kínál. A tendenciák Európa szerte hasonlóak, így a fejlesztés eredményei – az elkészült gépek – ezeken a piacokon is megjelenhetnek.

## Felhasznált irodalom

Führer E. - Rédei K. - Tóth B. szerk. (2003): Ültetvényszerű fatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Horváth B. szerk. (2003): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

Horváth B. (2007): Gépek energetikai célú növények betakarítására. Erdészeti Lapok, CXLII. 7-8:271.

- Horváth B. - Jung L. - Kaknics L. - Szabó J. (2007): Energetikai célú fahasznosítás és annak gépesítése. Erdészeti Lapok, CXLII. 4:129-130.*
- Horváth B. (2008): Az erdészeti gépfejlesztések jelene és jövője. Mezőgazdasági Technika, XLIX. 3:27-29. ISSN 0026 1890.*
- Kovács J. - Marosvölgyi B. - Jung L. - Ivelics R. (2005): A dendromassza-ültetvények termesztéstechnológiája. FVM-MI Új eredmények és lehetőségek a megújuló energiák hazai alkalmazásában és hasznosításában konferencia. MTA Agrár-műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő. Nr. 29.*

# A KLÍMAVÁLTOZÁS KÁROS HATÁSAINAK CSÖKKENTÉSÉT ELŐSEGÍTŐ MIKROBIOLÓGIAI KÉSZÍTMÉNYEK ERDÉSZETI ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.

**Keserű Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes**

*Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladányi Kísérleti Állomás*

[keseruzs@erti.hu](mailto:keseruzs@erti.hu); [vegha@erti.hu](mailto:vegha@erti.hu)

A kutatási program a 2008-ban indult SANI2007 Project keretében zajlik az Erdészeti Tudományos Intézet, a Martonvásári Mezőgazdasági Kutató Intézet, a Saniplant Kft. és a Szent István Egyetem konzorciumi együttműködésével.

A kutatási program célja egy olyan hathatós tápanyag-utánpótlást és kórokozók elleni védelmet elősegítő módszer kifejlesztése a mezőgazdasági és erdészeti felhasználók számára, amely a termékbiztonságot növelő, a korszerű bioorganikus termesztés feltételeinek megfelelő módszereket használ a köztermesztésben. A cél egy olyan komplex talajmikrobiológiai termékcsalád előállítása és forgalomba helyezése, mely a fenti kritériumoknak megfelelően biztosítani tudja a termelők versenyképességét elsősorban a hazai, de a külföldi piacokon is.

A kifejlesztésre kerülő termékcsalád használatával megvalósul a termőföldek növények által hozzá nem férhető – a talajban ásványosodott – tápanyagának feltárása, a talajlakó kártevők számának csökkenése, illetve a termesztett növények szárazságtűrésének fokozása, mely által a globális felmelegedéssel illetve klímaváltozással előidézett kiszámíthatatlan időjárási körülmények kedvezőtlen hatása is csökkenthető.

A pályázat keretében kifejlesztendő mikorrhiza oltóanyag Magyarországon bennszülött fajokat tartalmaz majd. A munka során feltárásra kerülnek a különböző növényfajaink mikorrhiza-kapcsolatainak összefüggései, melyekről jelenleg igen hiányos ismeretekkel rendelkezünk. A növényvédő szerekkel, műtrágyázással és számos konvencionálisan alkalmazott agrotechnikai eljárással eltűnt illetve csökkent fajszámú mikorrhiza-populáció visszaállítása mellett, az endomikorrhizának a környezeti stresszhatások tompításában játszott szerepét kihasználva több, a mezőgazdasági és erdészeti termesztésben jelentkező probléma válik megoldhatóvá.

A projekt kiemelt célja, hogy a nagyüzemi szántóföldi termesztésben illetve az erdőgazdálkodásban (pl. csemetetermesztés, energiaerdők, energetikai faültetvények) a jelenlegi termesztéstechnológiák mellett is alkalmazható termékeket és technológiákat hozzon létre az alábbi tulajdonságokkal:

- növények tápanyagfelvételének, növekedésének, ellenálló képességének fokozása,

- a növény stresszhatásokkal, szárazsággal, kórokozókkal szembeni védekezőképességének növelése,
- a csemeték megmaradási százalékának növelése, nagyobb megtermelhető biomasszamenyiség,
- kedvezőbb virágzás, gyümölcs- és termés hozam,
- a termés minőségi paramétereinek javítása,
- a termesztés öntözési- és műtrágyaigényének csökkentése.

A projekt eredményeként a következő termékek kerülnek létrehozásra:

- egy jelenleg forgalomban lévő talajbaktérium termékcsalád továbbfejlesztése a mező- és erdőgazdasági felhasználók igényeinek megfelelően;
- hazai fajokat tartalmazó új mikorrhiza termékek kifejlesztése a szántóföldi növénytermesztés és különböző fafajok számára.
- kombinált mikorrhiza + talajbaktérium termékcsalád kifejlesztése különféle növénykultúrák igényeinek megfelelően.

2008-ban a vizsgálatok során tenyészedény-kísérletet állítottunk be az ERTI püspökladányi csemetekertjében eltérő fafajok és talajtípusok mellett cseh endo-és ektomikorrhiza oltóanyagok valamint Bactofil nitrogénkötő baktériumkészítmény növekedésre gyakorolt hatásának vizsgálata céljából.

A kísérlet elsődleges célja az volt, hogy meghatározzuk az európai mikorrhiza előállítók által ajánlott és hazánkba is bejutó mikorrhiza oltóanyagok hatását az erdei fafajokra. A készítmények hatását három, a várható erdőtelepítések során nagy jelentőséggel bíró fafaj (kocsányos tölgy, akác, nemesnyár) valamint a közönséges dió – mint ültetvénytípusként is termesztendő fafaj – csemetéin vizsgáltuk két helyszínen, az ERTI Püspökladányi és Sárvári Kísérleti Állomásán.

Kísérleteinkben, a vegetációs periódusban folyamatosan nyomon követtük a csemeték megmaradását, kelési arányát, vizsgáltuk morfológiai bélyegeiket, magassági növekedést mértünk.

A kísérletek telepítését követően a nemesnyár, a dió és a kocsányos tölgy csemeték kelési aránya, megmaradása kielégítő volt. A kiértékelések alapján megállapítható volt, hogy a kapott eredmények igen változatosak, a növekedésben ill. a megmaradásban egyik oltóanyag sem produkált szignifikáns különbséget a kontrollhoz képest.

2009-ben egy tenyészedény-kísérlet valamint egy csemetekerti kísérlet beállítására került sor. A tenyészedény-kísérlet az ERTI püspökladányi csemetekertjében valósult meg eltérő fafajok és talajtípusok mellett saját inokulum (mikorrhiza), valamint Bactofil nitrogénkötő baktériumkészítmény növekedésre gyakorolt hatásának vizsgálata céljából. A Bactofil két típusa, a folyékony, ill. a granulált forma került kipróbálásra.



A *tenyészedény-kísérletben* két fajtát alkalmaztunk, történetesen a közönséges diót (*Juglans regia* L.) és a fehér akácot (*Robinia pseudoacacia* L.). A két fajtánál természetközéggként eltérő talajtípust alkalmaztunk, a dió esetében püspökladányi talaj és humuszos homok talaj, az akác esetében pedig bányahomok és szintén humuszos homoktalaj került alkalmazásra.. Mindkét faj esetében kontroll, granulált bactofil, folyékony bactofil és saját inokulum (mikorrhiza) kezelést alkalmaztunk.

A kísérlet során a vegetációs periódusban folyamatosan nyomon követtük a csemeték megmaradását, kelési arányát, vizsgáltuk morfológiai bélyegeiket, magassági növekedést mértünk.

A *csemetekerti kísérlet* beállítására az ebesi csemetekertben került sor. Itt akác magvetésben állítottuk be a kísérletet a Bactofil eltérő típusainak alkalmazásával (folyékony, ill. granulált).

Az egyes parcellák között 2 méter, ill. 1 méter széles izolációs sávokat hagytunk az esetleges átszivárgás, átmosódás elkerülése céljából.

A vegetációs periódus során három eltérő időpontban történt magasságmérés. Mind a tenyészedény kísérlet, mind a csemetekerti kísérlet kapcsán növény-és talajmintákat vettünk laboratóriumi vizsgálatok céljából.

2010-ben ismét kísérleteket létesítettünk három helyen. Az ERTI püspökladányi csemetekertjében tenyészedény kísérletet, Ebesen csemetekerti kísérletet és Bárádon, a Báránd 16A erdőrészletben erdőszítési kísérletet állítottunk be. Püspökladányban és Bárádon nemesnyár, Ebesen pedig mezei juhar és közönséges dió voltak az alkalmazott fajok.

A 2010-ben vizsgált mikrobiológiai készítmények az alábbiak voltak:

- granulált mikorrhiza készítmény
- Bactofil A baktériumos talajoltóanyag kultúra
- Bactofil B baktériumos talajoltóanyag kultúra
- Amykor gyökérszet-vitalizáló mikorrhiza készítmény (csak a tenyészedény-kísérletben)

A kísérletek kiértékelése, a laboratóriumi vizsgálatok folyamatban vannak, az idejű kísérletek eredményeiről a későbbiekben szándékozunk beszámolni.

## Az eddigi eredmények ismertetése

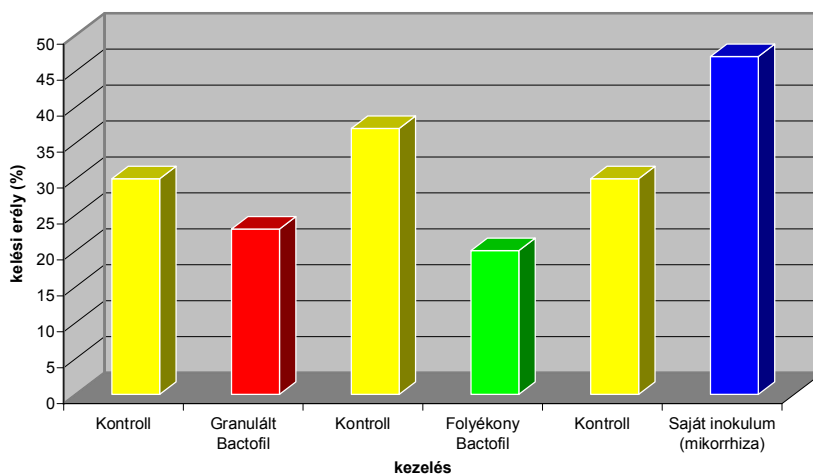
A 2008-ban beállított kísérletek eredményeiről korábban már beszámoltunk (AEE-Kutatói Nap, 2009. évi kiadvány), így most csak a jelentősebb tavalyi eredményeket ismertetjük.

### Tenyészedény kísérlet – Püspökladány

A tenyészedény kísérlet során az akác kelési erélyére a humuszos homoktalaj - mikorrhiza kombináció indukálta a legjobb eredményt.

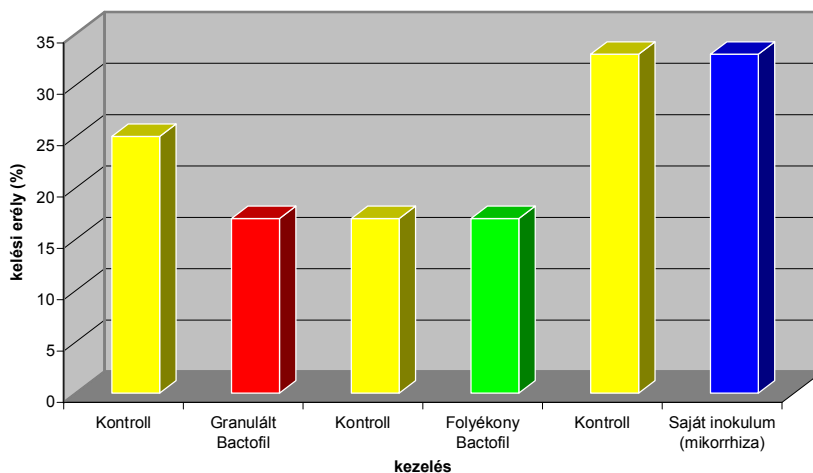
**Akác kelési erélye az eltérő kezelések tükrében.**

*Humuszos homok talaj  
2009. június 26.*



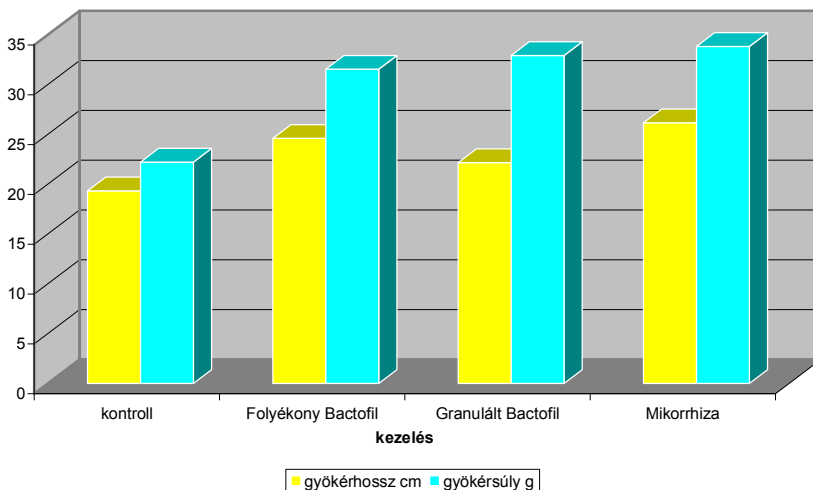
A dió esetében mindkét talajtípus mellett a kontroll és a mikorrhiza kezelések közel ugyanolyan kelési százalékot eredményeztek.

**Közönséges dió kelési erélye az eltérő kezelések tükrében.**  
*Püspökladányi talaj*  
 2009. június 26.



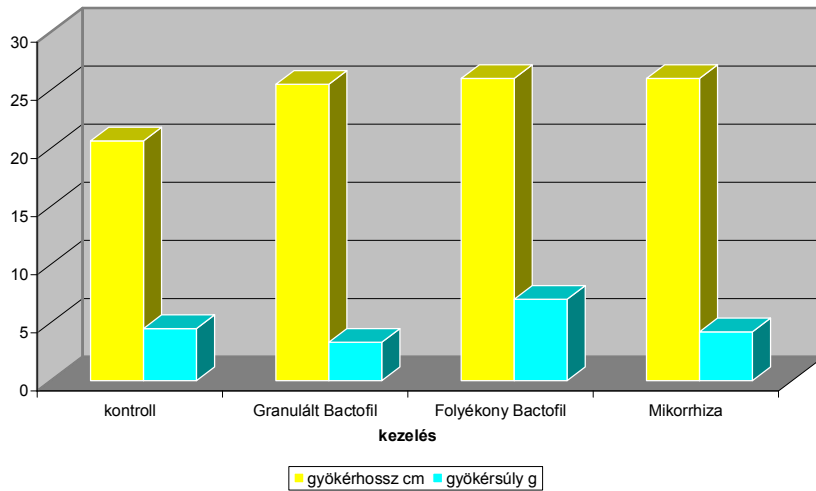
A növényminták vizsgálatai alapján elmondható, hogy a dió esetében a mikorrhizas kezelés eredményezte a gyökér fejlődése szempontjából a legjobb eredményeket mindkét talajtípus esetében.

**Közönséges dió tenyészedény-kísérlet növényminta-paramétereinek átlagos értékei.**  
*Humuszos homok talaj*  
 Püspökladány 2009. november



A vizsgálatok során az akác esetében a folyékony baktériumos készítménnyel történő kezelés eredményezte a legerőteljesebb növekedést.

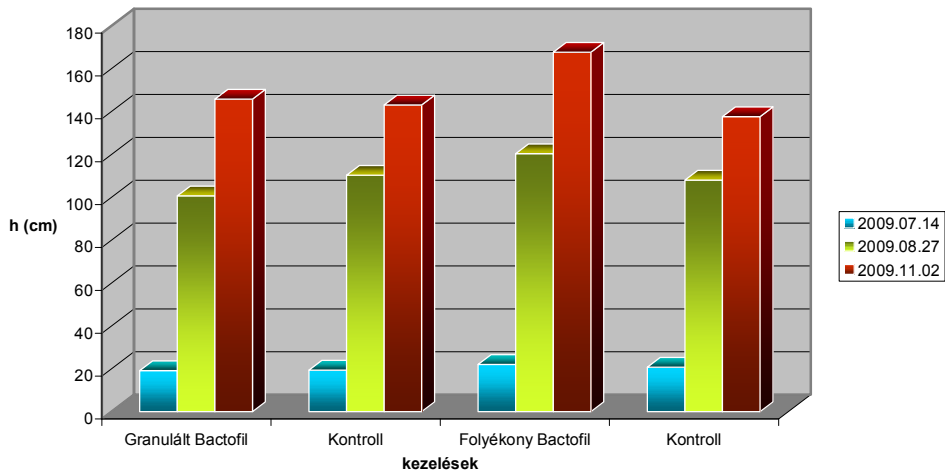
**Akác tenyészedény-kísérlet gyökér-paramétereinek átlagos értékei**  
**Bányahomok talaj**  
 Püspökladány 2009. november



### Csemetekerti kísérlet – Ebes

A vegetációs periódus során három különböző időpontban mértük a csemeték magasságát, az eredményeket a következő ábra mutatja.

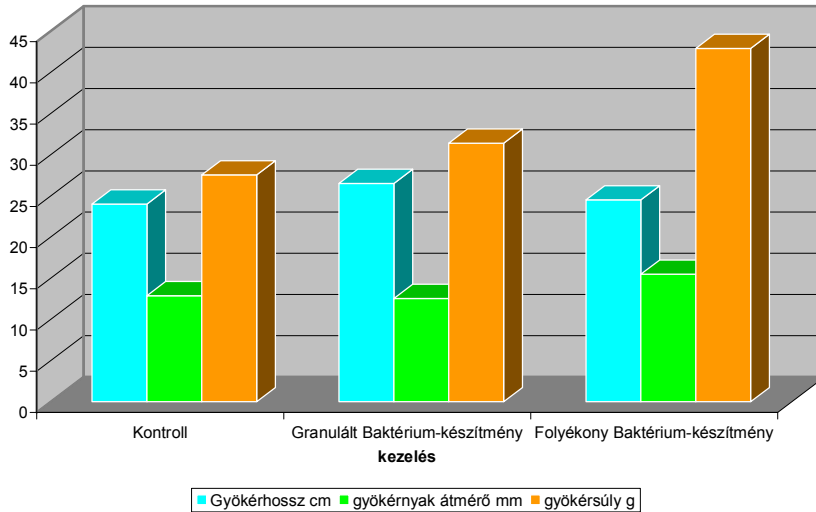
**Eltérő időpontokban mért akác magvetés átlagmagasságai az eltérő kezelések függvényében.**  
 Ebes, csemetekert



A legelső mérés alkalmával (2009. július 14.) parcellánként 10 db akác csemetét jelöltünk meg és a későbbiekben a mérések csak ezekre a csemetékre irányultak. A diagram alapján elmondhatjuk, hogy a kontroll csemeték átlagmagasságát a kezelések mindhárom mérés során meghaladták. A legjobb magassági növekedést a *folyékony Bactofillal* kezelt csemeték

produkálták. Ugyanez mondható el a gyökérparaméterek összehasonlításánál is. A vegetációs periódus végére mindkét kezelés felülmúlta a kontroll parcellák értékeit.

**Az akác csemetekerti kísérlet gyökérmintáinak átlagos értékei.**  
Ebes 2009. november



Összességében megállapítható, hogy a kezelések pozitív hatással voltak a növények fejlődésére, növekedésére. A kezelt növények szinte minden esetben felülmúlták a kontroll növények növekedését. A további vizsgálatok alapján pontosabb képet kaphatunk az alkalmazott szereknek a csemeték fejlődésére gyakorolt hatását illetően.



Gyökérminta laboratóriumi mérése. 2009. november

## ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEK KOMPLEX TERMESZTÉSTECHNOLÓGIAI RENDSZERÉNEK KIDOLGOZÁSA AZ ÉSZAK - ALFÖLDI RÉGIÓ TERÜLETÉN

**Csiha Imre - Keserű Zsolt - Kamandiné Végh Ágnes - Rásó János**

*Erdészeti Tudományos Intézet, Püspökladányi Kísérleti Állomás*  
[csihai@erti.hu](mailto:csihai@erti.hu); [keseruzs@erti.hu](mailto:keseruzs@erti.hu); [veggha@erti.hu](mailto:veggha@erti.hu); [rasoj@erti.hu](mailto:rasoj@erti.hu)

A Föld népességének egyre növekvő energiafelhasználása valamint az egyre jelentősebb környezeti problémák elkerülése az eddig hagyományosnak tekintett fosszilis energiaforrások mellett egyre nagyobb mértékben megköveteli az alternatív, és azon belül is a megújuló energiaforrások igénybevételét. Magyarország a legáltalánosabban használt megújuló energiaforrások tekintetében viszonylag rossz helyzetben van, hiszen lényeges Vízenergia ill. szélenergia kapacitással sem rendelkezik. Éppen ezért hazánkban kiemelt szerep jut a biomassza energetikai célú felhasználásnak. Ezt rögzíti az Észak-Alföldi Régió 2007-2013 fejlesztési stratégiája is, hiszen a 4. célkitűzésen (innovációorientált agrárvertikum kialakítása) belül az egyik kiemelt (2. számú) prioritás a nem élelmiszer célú mezőgazdasági termelés elterjesztése, kiemelten az energetikai célú biomassza megtermelésére. Ebbe a koncepcióba illeszkedik az is, hogy az Észak-Alföldi Régióban létesült az ország első zöldmezős beruházással megvalósított biomassza erőműve Szakolyban, amely hazai és japán energetikai vállalkozásoktól származó tőke mellett jelentős állami támogatást is kapott. A 20 megawattos erőművet elsősorban mezőgazdasági és erdészeti-faipari melléktermékek hasznosítására tervezték. A 2009 szeptemberétől üzemelő erőmű (és az esetlegesen létesülő további erőművek) alapanyagellátása szempontjából azonban feltűnő bizonytalanság, hogy a mezőgazdasági melléktermékek keletkezése meglehetősen hektikus, részben időjárástól, részben a potenciális beszállítói kör által aktuálisan művelt szántóföldi kultúra összetételétől függ. A magyarországi – különösen alföldi - viszonylag alacsony erdősültség mellett pedig kérdéses, hogy a vágástéri hulladékok, ill. a fűrésztelepi hulladékok elegendőek lehetnek-e jelentős erőművi kapacitás kiszolgálására. Éppen ezért hazánkban a kifejezetten energetikai célú, ültetvényszerűen telepített erdészeti kultúráknak („energiaerdő”) létjogosultságuk van. Ehhez képest a már megvalósult ilyen telepítések száma elenyésző. Ennek legfontosabb oka, hogy hazánkban nem létezik konkrét termőtípusokra lebontott megfelelő termesztéstechnológia.

A REG\_EA\_KFI\_09 számú Baross Gábor pályázat keretein belül egy olyan regionális célokat szolgáló teljes mértékben a térség igényeire szabott technológia kidolgozását tervezzük, mely felöleli a fás szárú energetikai ültetvények ökológiai, fafaj és fajtamegválasztási, telepítési, ápolási és kitermelési, erdővédelmi, gazdaságossági kérdéseit.

Ehhez összegezzük a térségben korábban létesített kísérleteink tapasztalatait valamint a régió eltérő termőhelyi körülményei között új kísérleteket telepítettünk.

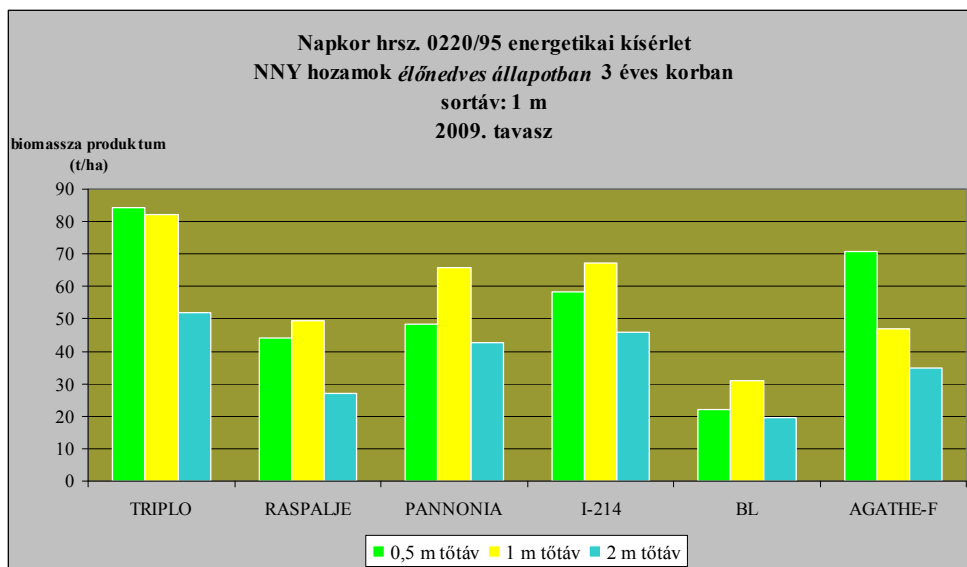
### Meglévő kísérleteink

*Napkor 0220/95. hrsz.*

A kísérlet „A kedvezőtlen adottságú mezőgazdasági területek hasznosítása erdősítéssel” című ERDŐHATÁR pályázat kapcsán létesült.

- A kísérlet a Napkori Erdőgazdák Zrt-vel együttműködve valósult meg
- Hozamvizsgálati adatok feltárása volt a fő kísérleti cél
- Kísérleti anyag:
  - Akác csemete
  - Akác magvetés
  - NNY dugvány (6 klón)
  - ‘Pusztaszil’ csemete

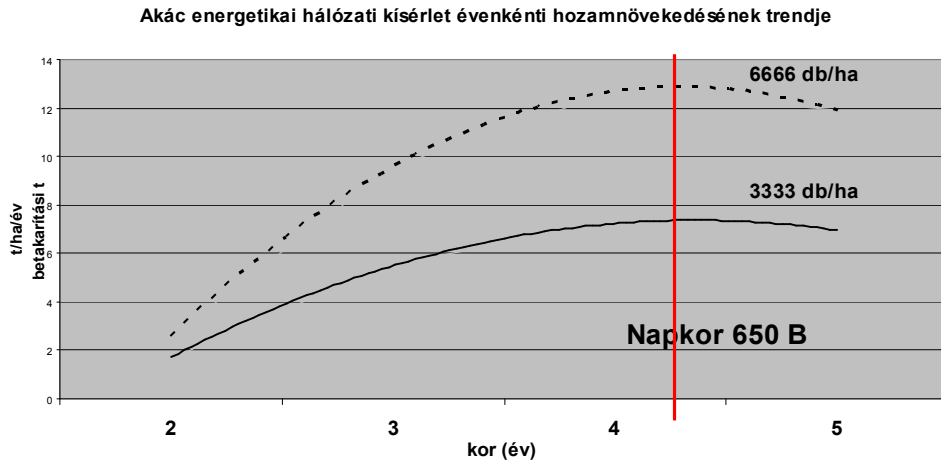
Az eredmények közül a nemesnyár hozamadatait szemlélteti az alábbi diagramm.



*Napkor 650 B*

- A kísérlet telepítése a Napkori Erdőgazdák Zrt. területén közös kutatási feladat részeként történt.
- Kísérlet célja adott termőhelyen az akác energia ültetvény hozamadatainak feltárása két növényterrel és 5 vágási ciklus mellett
- Felhasznált szaporítóanyag kommersz akác csemete
- Telepítés a helyben szokásos technológia
- Elő állomány gyümölcsös

A kísérlet hozamadatait az alábbi diagramm szemlélteti.



Az adatokból láthatjuk, hogy kísérletünkben a magas tőszám mellett kaptunk magasabb hozamokat. A hálózat optimalizálása érdekében további kísérletek beállítását láttuk szükségesnek.

### Új kísérleteink

2010 tavaszán 6 energetikai kísérletet létesítettünk 3 különböző fafajjal és több fajtaival Napkor, Nyírlugos és Püspökladány térségében. Három területen gyomirtási tesztelést is végzünk. A kísérletek technikai paramétereinek rövid összefoglalását szeretnénk ismertetni.

#### *Napkor 146 F*

A kísérlet területe: 4 ha

A kísérletbe 10 különböző nyár klón (dugvány), 3 fűzklón (dugvány) és akác csemete került telepítésre.

- Nyár:
  - Sortáv: 3,0 m
  - Tőtáv: 0,5 m és 1 sor I-214 3,0m-es tőtávra
- Fűz:
  - Sortáv: 3,0 m és 1,25 m
  - Tőtáv: 0,5 m
- Akác:
  - Sortáv: 1,25 m és 2,5 m
  - Tőtáv: 0,3 m és 0,6 m

A területen helyet kapott nyár és akác gyomirtási kísérlet is.

#### *Napkor 0114/18-19. hrsz.*

A kísérlet terület: 1 ha

A kísérletbe 4 különböző fűz klón (dugvány) lett telepítve.

- Fűz:



- Sortáv: 2,5 m
- Tőtáv: 0,3 m, 0,5 m és 0,6 m

Két parcellában gyomirtási kísérlet valósult meg.

*Nyírlugos 0462. hrsz.*

A kísérlet terület: 1,5 ha

A kísérletbe akác csemete lett telepítve.

➤ Akác:

- Sortáv: 2,5 m
- Tőtáv: 0,3 m, 0,5 m, 0,6 m és 0,9 m

A hálózat érdekessége, hogy ikersoros ültetést alkalmaztunk 0,5 m távolságra egymástól.

*Nyírlugos 0171. hrsz.*

A kísérlet terület: 0,5 ha

A kísérletbe 10 eltérő nemesnyár klón (dugvány) került telepítésre.

➤ Nyár:

- Sortáv: 2,5 m
- Tőtáv: 0,5 m

*Nyírlugos 0466/1. hrsz.*

A kísérlet terület: 1,5 ha

A kísérletbe 4 különböző fűz klón (dugvány) került telepítésre.

➤ Fűz:

- Sortáv: 2,5 m
- Tőtáv: 0,3 m, 0,5 m és 0,6 m

*Püspökladány065/16. hrsz.*

A kísérlet területe: 2,2 ha

A kísérletbe 10 különböző nyár klón (dugvány), 3 fűzklón (dugvány) és akác csemete került telepítésre.

➤ Nyár:

- Sortáv: 2,5 m
- Tőtáv: 0,5 m

➤ Akác:

- Sortáv: 2,0 m és 2,5 m
- Tőtáv: 0,5 m és 1,0 m

A mindkét sortávolságnál alkalmaztunk egy-egy ikersoros ültetést is az akác esetében.

A területen helyet kapott nyár és akác gyomirtási kísérlet.

## A kifejlesztendő technológia leírása

- Összesítjük és felhasználjuk a térségben korábban létesített kísérleteink tapasztalatait,
- Új kísérleteket létesítettünk a régió eltérő termőhelyű területein,
- A kísérletekben vizsgáljuk a termőhely-fafaj-növőtér-hozam-vágáskor-tápanyag kapcsolatrendszerét.
- Új klónokat állítottunk kísérletbe
- A már meglévő és az új kísérleteinkben erdővédelmi megfigyelőrendszert létesítünk, amelynek segítségével meghatározzuk a potenciális kórokozók, kártevők körét.
- Gyommentesítési technológia kidolgozása
- Kísérletek kiértékelése, ökonómiai elemzések



*Akác energetikai kísérlet a Nyírségben*



*Fehérfűz energetikai kísérlet a Nyírségben*

## Különböző korban letermelt területrészek újulatai



*Püspökladányi kísérlet telepítése*



*Püspökladányi nyár dugvány hajtása*

## IRODALOM

- Rédei K., Csiha I., Veperdi I. (2009): Energiaerdők, faültetvények, új területhasznosítási lehetőségek. Magyar Tudomány.
- Csiha, I., Rásó, J., Végh Á. (2009): Akác energetikai faültetvények hozamvizsgálati eredményei nyírségi száraz termőhelyi körülmények között. AEE-Kutatói Nap. Nyíradony.
- Csiha I. (2008): A fás szárú energetikai ültetvények hozamvizsgálati eredményei kelet-magyarországi termőhelyi viszonyok között. AEE-Kutatói Nap. Szeged.
- Csiha I., Jung L., Sári Zs., Veperdi I., Keresztes Gy. (2008): Biomassza potenciál az erdőtől a fás szárú energetikai ültetvényig. OEE Vándorgyűlés, Debrecen.

### Elérhetőségek:

Erdészeti Tudományos Intézet  
Püspökladányi Kísérleti Állomása  
4150 Püspökladány Farkassziget  
Tel: 06-54-451-169  
Fax: 06-54-514-110

# A MISCANTHUS SINENSIS „TATAI” ÉS „HALMAJI” ENERGIANÁD ELÁRASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

**Horváth Zsuzsanna<sup>1</sup> - Pintér Csaba<sup>2</sup> - Vágvolgyi Andrea<sup>1</sup>**  
doktoranduszok

**Prof. Dr. Marosvölgyi Béla<sup>2</sup>** egyetemi tanár, az MTA doktora

<sup>1</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki és  
Környezettechnikai Intézet

<sup>2</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem, KKK Ökoenergetika Kft.  
9400. Bajcsy-Zsilinszky u. 4. [horvathzsuzsanna@emk.nyme.hu](mailto:horvathzsuzsanna@emk.nyme.hu)

## **Bevezetés**

A globális klímaváltozás velejárójaként sajnos hazánkban is egyre gyakrabban figyelhetők meg időjárási szélsőségek. Példa erre az idei év rendkívül csapadékos időjárása. Magyarországon évente átlagosan 600-650 mm csapadék esik, azonban 2010. május, június hónapokban a szokásos havi átlag többszöröse hullott. A talaj a sok csapadék következtében telítetté vált, így a mélyebb fekvésű területeken a földfelszín felett maradt víz összegyűlt. Ezt a jelenséget tapasztaltuk Ács térségében is, ahol jelentős Miscanthus energiaültetvények vannak. A Miscanthus energianövénnyel kapcsolatos szakirodalomban legtöbbször azt olvashatjuk, hogy a növény a tartós elöntést nem viseli el. Mivel Ácson és Nagyszentjánoson Miscanthus sinensis „Tatai”, és Miscanthus sinensis „Halmaji” hazai nemesítésű klónokkal folynak kísérletek, kiemelkedő fontosságú volt annak vizsgálata, hogy az ültetvények hogyan viselik az időszakos elárasztást. Az ilyen tapasztalatszerzést nagyon fontosnak tartjuk, tekintettel arra, hogy az energianádnak jelentős szerepet szánunk olyan területeken, ahol a késő tavaszi-nyári belvíz vagy elárasztás miatt a hagyományos mezőgazdasági növények termelésbiztossága a változó klimatikus körülmények között csökkenhet.

A Miscanthus sinensis „Tatai” energianáddal kapcsolatos kísérleteink során laboratóriumi körülmények között végeztünk a vízhatással összefüggő vizsgálatokat, ám eddig nem volt módunk annak nagyléptékű, üzemi méretű vizsgálatára, hogy a hazai nemesítésű klónok hogyan viselkednek hosszabb ideig vízzel borított területen. Idén kiváló lehetőség nyílt a szakirodalmi megállapítások alátámasztására vagy cáfolására.

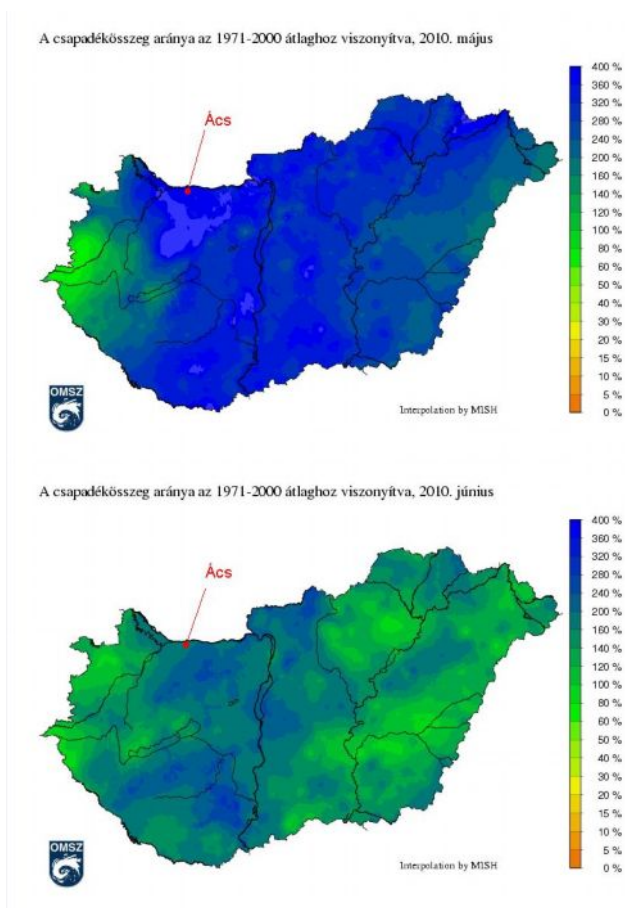
## **Megfigyelések és vizsgálatok**

Megfigyeléseinket a Komárom-Esztergom megyei Ács határában elhelyezkedő 25 hektáros területen végeztük, annak többszöri bejárásával (*1-2. ábra*). A területen május hónapban a csapadékmennyiség az 1971-2000-ig terjedő időtartamot vizsgálva az addigi átlag négyszerese volt, ahogy azt az *1. ábra* is szemlélteti. Júniusban a csapadék mennyisége a fent említett időszakkal összehasonlítva több mint kétszerese volt az 1971-2000-ig terjedő

időszakban hullott csapadék átlagának. A 2. ábra ezt hivatott bemutatni. Ezek az adatok hozzávetőlegesek, mivel az Országos Meteorológiai Szolgálat ezeket az ábrákat alacsony csapadékadat-feldolgozottság mellett készítette, azonban a kutatás alapjául szolgáló körülményeket jól tükrözik.

Az ültetvények alacsonyabb fekvésű részei május hónap második felétől július hónap első feléig teljes vízborítás alatt álltak. A terület két különböző átlagmagasságú állományában végeztünk felméréseket. Az első alacsonyabb, míg a második nagyobb átlagmagasságú volt. Az előbbi terület földfelszínén összegyűlt víz szintje magasabban volt, mint a növények átlagmagassága, így azokat teljesen ellepte. Az utóbbi területen a növények jóval az ültetvényen álló víz szintje fölé magasodtak. Megfigyeléseink során a két terület növényállományának fejlődését követtük nyomon.

A kutatás során laboratóriumi vizsgálatokat végzünk a vízminőségre, s annak elemtartalmára vonatkozóan.



1-2. ábra. 2010. május, illetve 2010. június havi csapadékösszeg aránya az 1971-2000 átlaghoz viszonyítva (Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat)



### Fontosabb megállapítások

A vizsgált terület 8 hétig állt víz alatt. Az átlagos vízszint 50 cm volt (3; 5. *ábra*). Vizsgálataink alapjául két, eltérő átlagmagasságú *Miscanthus sinensis* „Tatai” energianád alkotta állomány szolgált.

Megfigyeléseink során megállapítottuk, hogy az alacsonyabb átlagmagasságú állomány, mely teljes vízborítás alá került, nagyrészt elpusztult (3-4. *ábra*). A megmaradt egyedek új hajtásokat hoznak. Ezek fejlődését a továbbiakban figyelemmel kísérjük, különös tekintettel arra, hogy a téli időjárás hogyan befolyásolja a növény tavaszi hajtását. A nagyobb átlagmagasságú állomány esetében, mely nagyjából 50 cm-rel magasodott a területen összegyűlt víz szintje fölé, a túlélési arány 100 %-os volt (5; 6. *ábra*). Miután a víz levonult a területről, a növények hirtelen növekedésnek indultak.



3-4. *ábra*. Az alacsonyabb átlagmagasságú állomány teljes vízborítás alatt és után



5-6. *ábra*. A nagyobb átlagmagasságú állomány az elárasztás alatt, illetve utána

### Következtetések

Megfigyeléseink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a *Miscanthus sinensis* „Tatai” viszonylag tűri az elárasztást, ha levelei a vízszint felett maradnak. Ebben az esetben a túlélési arány 100 %-os. Ha az elárasztás a növény magasságát megközelíti, vagy meghaladja, a növények túlélési esélye fokozottan romlik. Ez akár a teljes állomány pusztulását is jelentheti.

## Összefoglalás

A 2010. május, június hónap csapadékos időjárása kiváló alapul szolgált megfigyelések végzéséhez arra vonatkozóan, hogy a *Miscanthus sinensis* „Tatai” energianövény hogyan reagál a tavaszi/kora nyári elárasztásra. Nagyon fontos megállapításnak tekinthetjük, hogy a szakirodalom azon állításaival ellentétben, hogy a *Miscanthus* az elárasztást nem tűri, a magyarországi nemesítés eredményeként létrejött *Miscanthus sinensis* „Tatai” és *Miscanthus sinensis* „Halmaji” fajták vízhatással szembeni ellenállása jelentős, hiszen megfigyeléseink azt mutatják, hogy abban az esetben, ha a növény levelei a vízszint felett helyezkednek el, az elárasztást remekül tűri.

Ez a kezdeti, de igen fontos megfigyelés indokolja, hogy újabb kísérleteket kezdjünk:

- részben a jelenlegi állományokon, mindenekelőtt arra vonatkozóan, hogy a sajátos körülmények között nőtt hajtások további növekedése, szilárdsági jellemzői és a tövek hozama hogyan alakul;
- részben arra vonatkozóan, hogy a tartós elárasztás a rizómák fejlődésére (azaz a következő évi hajtásszámra) milyen hatással van.

A sajátos helyzet lehetőséget nyitott arra is, hogy a vegetációs időszak befejeződését követően a víz alatt álló területen a legjobb megmaradást és a legintenzívebb növekedést mutató tövek kiemelésével és azok továbbszaporításával újabb szelekciós munkát kezdjünk a *Miscanthus sinensis* „Ácsi” elnevezésű klónnal, amelyet a jelentősebb elárasztás-tűrése miatt elsősorban belvizes területekre fejlesztenénk ki abban az esetben, ha ezt a tulajdonságát őszi és téli elárasztások esetében is igazolni tudjuk.

## Felhasznált irodalom

*Bai A. - Lakner Z. - Marosvölgyi B. - Nábrádi A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 95 p.*

*Marosvölgyi B. (2004): A Miscanthus energianád nemesítése. Fajtaleírások (1998, 2000, 2002, 2004.) OMMI bejelentések. BIOMASSZA Kft.*

*Marosvölgyi B. (2009): Újabb Miscanthus fajták nemesítése. BIOMASSZA Kft. (Halmaj).*

*Marosvölgyi B. - Horváth B. (2010): Biomassza-előállítás, -hasznosítás. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest. 104 p.*

*Az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapja:*

[http://www.met.hu/eghajlat/visszatekinto/elmult\\_honapok/index.php?ev=2010&ho=05](http://www.met.hu/eghajlat/visszatekinto/elmult_honapok/index.php?ev=2010&ho=05)

[http://www.met.hu/eghajlat/visszatekinto/elmult\\_honapok/index.php?ev=2010&ho=06](http://www.met.hu/eghajlat/visszatekinto/elmult_honapok/index.php?ev=2010&ho=06)

# BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉSI TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA ERDEIFENYŐ ÉS LUCFENYŐ ÁLLOMÁNYOKBAN A GYÖKÉRRONTÓ TAPLÓ (*HETEROBASIDION ANNOSUM*) ELLEN

**Koltay András<sup>1</sup>, Lakatos Tamás<sup>2</sup>, Tóth Tímea<sup>2</sup>, André Zoltán<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Erdészeti Tudományos Intézet, Erdővédelmi Osztály, Mátrafüred

<sup>2</sup>Nemaform Kft. Nagykálló, <sup>3</sup>NEFAG Zrt., Monori Erdészet

Magyarország összes erdőterületének 12,6 %-át (225.784 ha) fenyő erdők teszik ki amelyek zöme erdeifenyő 7,4 % (132.243 ha), feketefenyő 3,7 % (67.167 ha) lucfenyő 1,1 % (20.022 ha) és 0,3 % (6.352 ha) egyéb fenyő (MGSZH 2008).

Az utóbbi évtizedek erdővédelmi kutatásai során egyértelműen beigazolódott, hogy a hazai fenyő állományok legveszélyesebb kórokozója a gyökérrontó gomba *Heterobasidion (Fomes) annosum*, amelynek az ültetést követő nevelővágások utáni tömeges megjelenése óriási gazdasági károkat okoz, és sokszor az egész állomány létét veszélyezteti. Az ERTI erdővédelmi osztályának korábbi vizsgálatai szerint a fenyvesek 20-30 százalékában már jelen van a kórokozó, és a megtámadott állományokban a fertőzés mértéke eléri a 20-40 %-t. A fenyvesek tervezett véghasználati kora 70-80 év, ami a gyökérrontó gomba elterjedése következtében 30-40 évre csökken. Mindezek miatt a m<sup>3</sup>-ben mérhető veszteségek óriásiak, mindemellett jelentősen növeli a károkat, hogy a tervezettnél korábban kivágott fák felhasználhatósága, műszaki paraméterei is jelentősen romlanak és így a sokkal jövedelmezőbb ipari választék kihozatal, szinte lehetetlenné válik. Ezeket a veszteségeket jelentősen csökkenthetjük a tervezett biológiai védekezési technológia alkalmazásával, mivel ennek segítségével növelhető a vágásérettségi kor, és az ezzel összefüggő valamennyi gazdasági paraméter.



*Heterobasidion annosum* által fertőzött kiritkuló erdeifenyő állomány



*Heterobasidion annosum* termőteste az elhalt fa gyökfőjében

Az erdei ökoszisztémákban kiemelten nagy jelentősége van a szelektív vagy biológiai védekezési technológiáknak. Ilyen növényvédelmi technológia a kórokozók ellen alkalmazott antagonista gombafajok vagy más mikroorganizmusok alkalmazása.



Az ennek figyelembevételével kidolgozott növényvédelmi technológia alapelve, hogy az adott kórokozó ellen megfelelő antagonista organizmust alkalmazunk, amely az adott kórokozót fejlődésében gátolja, míg a többi élőlényre nézve semleges hatásúak. Ezt az alap gondolatot felhasználva hazánkban *Dr. Pagony Hubert* kutatásai nyomán születtek az első eredmények a '70-es években. Sajnálatos módon ez a környezetbarát eljárás, feledésbe merült.

A fentiekben bemutatott biológiai növényvédelmi technológia újbóli alkalmazása új fejlesztéseket kívánt, amely technológia megfelel a szigorú hazai és nemzetközi előírásoknak, követelményeknek is. A kutatási fejlesztési munkát a 2009-2011 közötti időszakra elnyert Baross Gábor pályázat (azonosító szám: *nf081010*) támogatásával végezzük.

A technológia lényege, hogy a *Heterobasidion* (*Fomes*) *annosum* - gyökérrontó tapló ellen, egy antagonista gombafaj, a *Phlebiopsis* (*Peniophora*) *gigantea* - óriás terülogomba spóraszuszpenziójával kezeljük a nevelővágások és véghasználatok során keletkezett, és elsődleges fertőzési forrásnak számító, friss tuskókat, így előzve meg a gyökérrontó tapló megtelepedését és további fertőzését az állományokban.

A munkát 2009-ben kezdtük a Nyírerdő Zrt. és a Nagykunsági Erdészeti Zrt. erdei- és feketefenyveseiben, valamint az EGERERDŐ Erdészeti Zrt. lucfenyő állományaiban. A különféle korú, gyökérrontó taplóval fertőzött fenyvesekből termőtesteket gyűjtöttünk a laboratóriumi kísérletek céljára. A Monori Erdészet területén tizenkettő, a Nyírerdő fenyveseiből négy, a mátrai lucfenyvesekből három *Heterobasidion annosum* törzset sikerült izolálni. Az ERTI törzsgyűjteményében lévő 15 *Phlebiopsis gigantea* törzs és az újonnan begyűjtött *Heterobasidion annosum* tenyészetek felhasználásával, laboratóriumi petricsészés antagonista vizsgálatokat végeztünk, kiválasztva a gyökérrontó tapló különféle biotípusai ellen leghatékonyabbnak tűnő *Phlebiopsis gigantea* törzseket.



*P. gigantea* és *H. annosum* törzsek kompetíciós vizsgálata petricsészésben

Következő lépésként a kiválasztott törzstenyészetekkel tömegszaporítási kísérleteket állítottunk be. A *Phlebiopsis gigantea* izolátumokat folyadékfázisú bioreaktorban szaporítottuk fel. A tömeges oltóanyag előállítását BR021 típusú (INEL Kft.), belső fordítóhengeres laboratóriumi bioreaktorban végeztük. A folyamat végére max. 2 mm

átmérőjű pellettömeget kaptunk, amelynek roncsolásával  $5,5 \times 10^5$ – $6,5 \times 10^6$  CFU/ml homogenizátumot állítottunk elő. Az egy hónappal későbbi felhasználásig a homogenizátumot  $4^\circ\text{C}$ -on tároltuk, ennyi időtartamú tárolás alatt a CFU érték nem változott.

A kísérleti oltóanyaggal az előzetes szabadföldi vizsgálatokat 2009. októberében kezdtük meg. A Monori Erdészet területén lévő Csévharaszt 109/D, 28 éves erdeifenyő állományban szabadföldi tuskókezelési kísérletet állítottunk be, három, a tömegszaporítás során legalkalmasabbnak tűnő *P. gigantea* törzssel. Az inokulumot mindhárom törzs esetében  $10^3$ - $10^4$ - $10^5$  CFU/ml töménységűre állítottuk be. A kezeléseket során 10-10 db frissen kivágott fa tuskóját kezeltük, valamennyi változat esetében 10 ml oltóanyagot kijuttatva egy-egy tuskóra. A tuskókra juttatott oltóanyag megeredési vizsgálatát 2010. tavaszán végeztük, korongvágásos módszerrel. Ennek eredményi útmutatást adtak a spóraszám és a kijuttatott oltóanyag mennyiségének helyes megválasztásához, a leghatékonyabb védekezési technológia végső kialakításához.



*Különféle töménységű oltóanyag használata a kisparcellás kezelési kísérletben*

2010. május 05.-én kisparcellás kezelést végeztünk a Gyöngyöspata 46 D 2,1 ha területű, 21 éves lucfenyő állományban. A kísérletek során itt is a frissen kivágott egyedek tuskóit kezeltük. Ugyanazokat az ígéretes *P. gigantea* törzseket alkalmaztuk, mint az erdeifenyőnél. Az inokulumot mindhárom törzs esetében  $10^3$ - $10^4$ - $10^5$  CFU/ml töménységűre állítottuk be. A kísérlet során törzsenként és változatonként átlagosan 50 db tuskót kezeltünk. A kijuttatás kézi elektromos permetezővel történt.



2010. május 6.-án teljes állományra vonatkozó kezelést végeztünk erdeifenyő állományban a Monori Erdészet területén lévő Csévharaszt 109/D, 28 éves erdeifenyőben, az üzemtervben előírt növedékfokozó gyéritést

követően. A kezelést hasonló módszerekkel hajtottuk végre, mint a lucfenyő állományban. Ebben az esetben is három *P. gigantea* törzset alkalmaztunk, de az oltóanyag spóraszámát mindhárom esetben  $10^4$  CFU/ml töménységű volt. A kijuttatás háti permetezővel történt. A kezeléseket során mindhárom *P. gigantea* törzs esetében átlagosan 1000 db tuskót kezeltünk.



*Félüzemi kezelési kísérlet erdeifenyő állományban, az oltóanyag kijuttatása háti permetezővel*

Az eddigi korongvágásos és laboratóriumi vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy mindhárom, a szabadföldi kísérletbe bevont *P. gigantea* törzs, 100%-os megeredésű, azaz hatékonyan megtelepedett a tuskókon. E mellett mindhárom töménység valamennyi gombatörzs esetében elegendőnek bizonyult a *P. gigantea* sikeres inokulációjához, azaz nem jelentkezett lényeges különbség a legmagasabb spóraszámú és a legalacsonyabb spóraszámú kezelési változat között. Az üzemi jellegű kezeléseket során már színezett oltóanyagot alkalmaztunk a kezeléseket precízebb kivitelezése és így a hatékonyság növelése érdekében.



*A mintakorongokon 2 hetes inkubálás után megjelentek a *P. gigantea* fehér micéliumai és konidiospóriái*



