

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM  
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola  
Biokörnyezettudomány Program

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

**FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK  
HELYZETE MAGYARORSZÁGON NAPJAINKIG;  
ÜZEMELTETÉSÜK, HASZNOSÍTÁSUK  
ALTERNATÍVÁI**

Írta:  
VÁGVÖLGYI ANDREA  
okl. környezetmérnök, mérnök-tanár

Témavezetők:  
Prof. Dr. Sc. habil MAROSVÖLGYI BÉLA  
ny. egyetemi tanár

Dr. C.Sc. habil KOVÁCS GÁBOR  
egyetemi docens

SOPRON  
2013.



# FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK HELYZETE MAGYARORSZÁGON NAPJAINKIG; ÜZEMELTETÉSÜK, HASZNOSÍTÁSUK ALTERNATÍVÁI

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében  
a Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskolája  
Biokörnyezettudomány programja keretében.

Írta:  
Vágvölgyi Andrea

Témavezető: Prof. Dr. Sc. habil Marosvölgyi Béla;

Elfogadásra javaslom (igen / nem) .....  
(aláírás)

Társ témavezető: Dr. C.Sc. habil Kovács Gábor

Elfogadásra javaslom (igen / nem) .....  
(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton ..... % -ot ért el,

Sopron, .....  
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló ( ) igen /nem .....  
(aláírás)

Második bíráló ( ) igen /nem .....  
(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló ..... ) igen /nem .....  
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron, .....  
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....  
.....  
az EDT elnöke

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS .....</b>	<b>6</b>
1.1. A TÉMA AKTUALITÁSA.....	6
1.2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI .....	7
<b>2. A TÉMA SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉSE .....</b>	<b>8</b>
2.1. ENERGIAFELHASZNÁLÁSUNK ALAKULÁSA A JÖVŐBEN .....	8
2.2. MAGYARORSZÁG ENERGIAFELHASZNÁLÁSA .....	10
2.3. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKRA VONATKOZÓ EURÓPAI UNIÓS ÉS HAZAI ELŐÍRÁSOK, VÁLLALÁSOK.....	13
2.4. JELENLEGI ÉS JÖVŐBENI TENDENCIÁK A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK TEKINTETÉBEN KÜLFÖLDÖN ÉS MAGYARORSZÁGON .....	16
2.5. A BIOMASSZA POTENCIÁL ÁTTEKINTÉSE .....	23
2.5.1. Növénytermelés és a szőlő- és gyümölcsstermelés fás szárú növényi melléktermékei hazánkban .....	29
2.5.2. Magyarország erdőállományai .....	29
2.5.2.1. Magyarország erdőállományának alakulása.....	29
2.5.2.2. A faanyag felhasználása .....	33
2.5.3. Energetikai célra hasznosítható faanyag mennyisége az elkövetkezendő években.....	34
2.6. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK TÖRTÉNETE, NEMZETKÖZI ÉS HAZAI HELYZETE.....	36
2.6.1. Nemzetközi kitekintés .....	36
2.6.2. Hazai helyzetkép.....	39
2.7. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKKEL KAPCSOLATOS - A KUTATÁSI MUNKÁT MEGALAPOZÓ – ELŐZMÉNYEK ÁTTEKINTÉSE .....	45
2.7.1. SWOT analízis.....	45
2.7.2. Hozamvizsgálatok .....	46
2.7.3. Energiamérleg.....	48
2.8. AZ IRODALMI ÁTTEKINTÉSBŐL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK, A KUTATÁSI FELADATOK KIJELÖLÉSE .....	49
<b>3. KUTATÁS MÓDSZEREI .....</b>	<b>50</b>
3.1 FÁS SZÁRÚ ENERGIA ÜLTETVÉNYEK ADATAINAK ELEMZÉSE MAGYARORSZÁGON.....	50
3.2.AZ ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEKRE VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK VIZSGÁLATA .....	51
3.3.A SZILÁRD BIOMASSZA HASZNOSÍTÁS - KÖZTÜK A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK - TÁMOGATÁSI LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN .....	51
3.4. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKKEL KAPCSOLATBAN FELMERÜLŐ GYAKORLATI PROBLÉMÁK ELEMZÉSE .....	51
3.5. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK SWOT ANALÍZISE.....	51
3.6. BIOMASSZÁT HASZNOSÍTÓ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK MAGYARORSZÁGON.....	52
3.7. A NYÁRFAÜLTETVÉNYEK VIZSGÁLATA .....	53
3.7.1. A nyár klónok típusai, jellemzői; termőhelyi tulajdonságai, igényei; hozamadatai.....	53
3.7.2. A nyárklónok hozamadatainak és termőhelyi igényeinek vizsgálata.....	53
3.7.2.1. Hozambecslések eljárások metodikája .....	53
3.7.2.2. Fás szárú energetikai ültetvényeket értékelő pontrendszer kidolgozása ....	54

3.7.2.3. A fás szárú energetikai nyárültetvények termőhely paramétereinek összefüggés-vizsgálata.....	55
3.7.2.4. A KITE által létesített ültetvény kísérletek eredményeinek értékelése.....	58
3.8. FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI MODELLEK ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA .....	60
<b>4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE.....</b>	<b>61</b>
4.1. FÁS SZÁRÚ ENERGIA ÜLTETVÉNY ADATAINAK ELEMZÉSE MAGYARORSZÁGON .....	61
4.2. AZ ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEKRE VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK .....	69
4.3. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK KÖZVETLEN ÉS KÖZVETETT TÁMOGATÁSI LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN .....	72
4.3.1. A fás szárú energetikai ültetvények közvetlen támogatási lehetőségei.....	72
4.3.2. A fás szárú energetikai ültetvények közvetett támogatási lehetőségei.....	73
4.4. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKSEL KAPCSOLATBAN FELMERÜLŐ GYAKORLATI PROBLÉMÁK ELEMZÉSE .....	75
4.5. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK SWOT ANALÍZISE.....	83
4.6. BIOMASSZÁT HASZNOSÍTÓ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK MAGYARORSZÁGON.....	88
4.7. A NYÁRFAÜLTETVÉNYEK VIZSGÁLATA.....	94
4.7.1. A nyár klónok típusai, jellemzői; termőhelyi tulajdonságai, igényei; hozamadatai .....	94
4.7.2. A nyárklónok hozamadatainak és termőhelyi igényeinek vizsgálata.....	99
4.7.2.1. Hozambecslések eredményei.....	99
4.7.2.2. Fás szárú energetikai ültetvényeket értékelő pontrendszer kidolgozása ..	103
4.7.2.3. A fás szárú energetikai nyárültetvények termőhely paramétereinek összefüggés-vizsgálata.....	105
4.7.2.4. A KITE által létesített ültetvény kísérletek eredményeinek értékelése....	111
4.8. FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI MODELLEK ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA .....	113
<b>5. ÚJ KUTATÁS EREDMÉNYEK.....</b>	<b>118</b>
<b>6. JAVASLATOK.....</b>	<b>120</b>
<b>7. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>121</b>
<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>124</b>
<b>KIVONAT .....</b>	<b>125</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>126</b>
<b>ÁBRA - ÉS TÁBLÁZAT JEGYZÉK .....</b>	<b>127</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>131</b>
<b>MELLÉKLETEK.....</b>	<b>143</b>

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. A TÉMA AKTUALITÁSA

A világ energiafelhasználása, környezetünk szennyezése évről-évre egyre nagyobb méreteket ölt. Energiaigényeink jövőbeni kielégítésére, környezetünk megóvására, a megújuló energiaforrások látszanak megfelelő alternatívának.

Magyarország energiaigénye évente nagyjából 1000-1100 PJ körül mozog (*KSH, 2013*), a hazai energiatermelés egyre csökken, míg importfüggőségünk fokozatosan növekszik.

A nagyrészt importra épülő és eléggé kiszámíthatatlan energiaellátás helyett egy a lokális forrásokra épülő megújuló energiát nagyobb mértékben hasznosító zöld gazdaság kiépítésére kellene törekedni.

Hazánk megújuló energia potenciáljának (2600-2700 PJ/év) reálisan hasznosítható értéke 405-540 PJ/év (*MTA, 2006*), mely az energiaigények csaknem felét fedezni tudná. Az ország adottságait tekintve hosszútávon fenntartható és versenyképesen előállítható megújuló energiaforrás a biomassa<sup>1</sup>. E megújuló energiaforrásnak nemcsak energetikai vonatkozása van, jelentős vidék- és agrárfejlesztési eszköz is.

Hazánk teljes biomassa készlete számítások szerint 350-360 millió tonna, mely az összes hazai megújuló energiaforrások közel kétharmadát adja. A lehetséges biomassa forrásoknak jelenleg kb. csak a hatoda kihasznált. A biomassa nagy részét a dendromassa<sup>2</sup>, azaz a faalapú biomassa képezi (*Göggös, 2005; Czupy et al., 2012.*). Ennek fő magyarázata az, hogy a fa könnyen kezelhető, minimális kéntartalommal és alacsony hamutartalommal rendelkező energiahordozó, fűtőértéke megközelíti a barnaszén fűtőértékét, elégetésekor csak annyi CO<sub>2</sub> keletkezik, amennyit a fa növekedése során megkötött a légkörből, tehát egy környezetbarát energiahordozó.

A dendromassa csoporthoz tartozó fás szárú energetikai ültetvényeken rövid idő alatt nagy mennyiségű faanyag termelhető. A megtermelt alapanyag alkalmas közvetlen elégetésre, elgázosításra, pirolízisre, etanol vagy metanol előállítására. Tehát hőenergiát, villamos energiát (zöldáram) és biohajtóanyagot is előállíthatunk belőle. Mielőtt azonban a faanyagot felhasználnánk azt meg is kell termelni.

Az igények folyamatos növekedése miatt az elkövetkező években remélhetően több tízezer hektár fás szárú energetikai ültetvény telepítése várható Magyarországon. Ezen telepítések csak megfelelő színvonalú termesztés-technológia mellett képzelhetők el a kívánt ütemben. A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények témakörével kapcsolatban (engedélyezés, telepítés, kezelés, betakarítás, a faanyag hasznosítása stb.) jelenleg még számos kérdés merül fel hazánkban, ezért választottam ezt a fontos és aktuális témakört doktori értekezésem témájául.

---

<sup>1</sup> Biomassa: mai elterjedt jelentése értelmében: energetikailag hasznosítható növények, melléktermékek, növényi és állati hulladékok.

<sup>2</sup> Dendromassa: erdőgazdaságból származó szilárd biomassa. A fakitermelésben az ipari választékok termelése közben keletkező melléktermékek, tűzifa. Fakitermelési melléktermék: kéreg, gallyanyag. Állománynevelési melléktermék, kisméretű fa, gallyfa. (*Bai, 2002*), *Fás szárú lignocellulózok (Ivelics, 2006)*.

## 1.2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A fás szárú energetikai ültetvényekkel foglalkozó kutatások több éve kezdődtek hazánkban és előremutatóak (Marosvölgyi, 1990; Marosvölgyi, 1999; Marosvölgyi et al., 2003; Marosvölgyi, 2005; Marosvölgyi, 2006; Marosvölgyi, 2012; Marosvölgyi és Ivelics, 2005; Marosvölgyi et al., 2005a; Marosvölgyi et al., 2005b; Halupa et al. 1974; Halupa et al. 1989; Ivelics, 2005; Ivelics, 2006; Borovics, 2007; Borovics et al., 2013; Barkóczy, 2009; Rénes, 2008; Rénes, 2010; Rédei et al., 2009; Rédei et al., 2011; Szendrődi, 1987; Szendrődi, 1993).

Ugyanakkor számos még felmerülő kérdés megválaszolására a kutatási munka kezdetekor a következő célkitűzéseket tettem:

- a hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése a kutatási téma megalapozása céljából:
  - a világ és hazánk energiafelhasználása, azon belül a megújuló energiaforrások jelentősége;
  - a megújuló energiaforrásokra vonatkozó előírások, vállalások, tendenciák;
  - megújuló energiaforrások helyzete Magyarországon, hazánk biomassza potenciáljának jelentősége;
  - a fás szárú energetikai ültetvények nemzetközi és hazai helyzete;
- a fás szárú energetikai ültetvények jogszabályi háttérének elemzése;
- a szilárd biomassza támogatási lehetőségeinek vizsgálata;
- a fás szárú energetikai ültetvények területfoglalásának vizsgálata hazánkban (területnagyság, megyei eloszlás, települések, fafaj/fajta);
- az ültetvényeken legnagyobb részarányban előforduló fafaj, a nyár jellemzői, értékelése;
- az energetikai célú rövid vágásfordulójú nyárfaültetvények hazai helyzetének értékelése;
- terepi alpmérések elvégzése és elemzése a hozamvizsgálatok céljából;
- hozambecslési eljárások alkalmazásának vizsgálata;
- a fás szárú energetikai ültetvények termőhelyi viszonyainak vizsgálata;
- ültetvények különböző termesztés-technológiái;
- a fás szárú energetikai ültetvények erősségeinek, gyengeségeinek, lehetőségeinek és veszélyeinek felkutatása;
- a felvevőpiac és az ültetvények kapcsolatának elemzése;
- az ültetvények energiamérlegének meghatározása.

A kutatási célkitűzések megfogalmazását követően az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

H1: A fás szárú energetikai ültetvények kutatása hazánkban több évtizedes múltra tekint vissza. Az ültetvényeken megtermelhető dendromassza jelentős mennyiséget képvisel energetikai hasznosítás tekintetében.

H2: Az ültetvényeken alkalmazott technológiák még nem teljesen kiforrottak, a rendszerben problémák, hiányosságok merülnek fel. A telepítők elfogadják, és a mezőgazdasági kultúra mellett relevánsnak tekintik a fás szárú energetikai ültetvényeket.

H3: Az ültetvények termőhelyi viszonyai (genetikai talajtípus, vízgazdálkodás, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség), valamint a talajban mérhető paraméterek (Arany-féle kötöttségi szám, humusztartalom, CaCO<sub>3</sub>, pH<sub>vizes</sub>) befolyásolják az ültetvények hozamadatait.

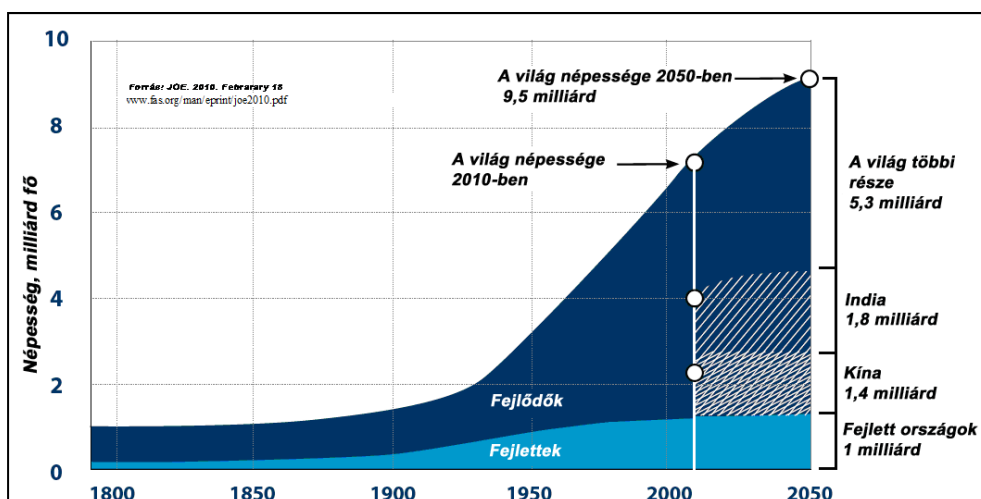
H4: A biomassát hasznosító energiatermelő egységek száma hazánkban alacsony, ennek köszönhetően nem jelentenek (vagy csak viszonylag távoli) biztos felvevőpiacot a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelhető dendromassza számára.

Amennyiben a fenti célokat sikerül teljesítenem, a dolgozat hipotéziseit igazolnom vagy megcáfolnom munkám alátámaszthatja, kiszélesítheti, illetve bővítheti a fás szárú energetikai ültetvények témakörének eddigi ismereteit, tapasztalatait, eredményit.

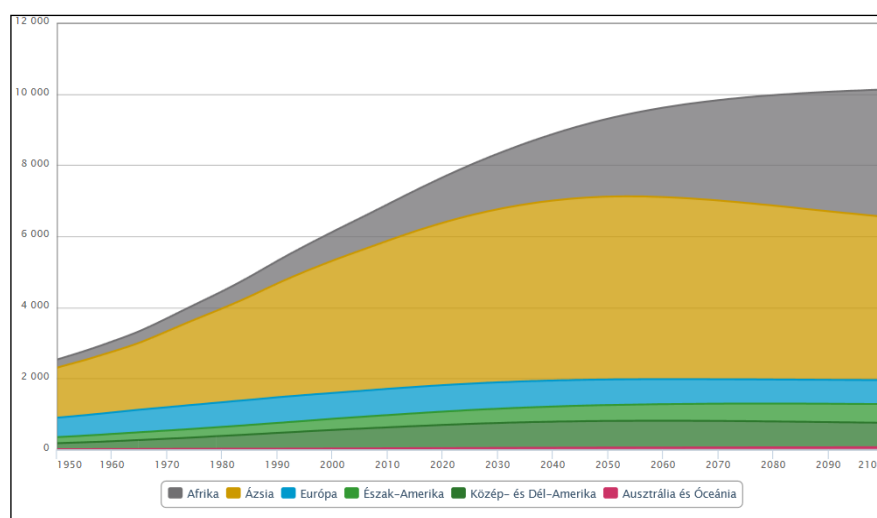
## 2. A TÉMA SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉSE

### 2.1. ENERGIAFELHASZNÁLÁSUNK ALAKULÁSA A JÖVŐBEN

Az energetikával kapcsolatos kutatások egybehangzóan megállapítják, hogy a világ energiafogyasztása folyamatosan növekszik. Ez a növekedés összefügg az elmúlt években, évtizedekben bekövetkezett demográfiai robbanással, az életszínvonal növekedésével és a technika fejlődésével. A Föld népessége 2006-ban 6,6 milliárd fő volt, ez a szám 2100-ra elérheti a 7,5-14 milliárd főt a különböző becslések alapján (Hagett, 2006.; Kovács, 2007.a; url.1.). Az 1. és 2. ábra a népesség alakulását mutatja a világra, illetve egyes kontinensekre vonatkozóan.



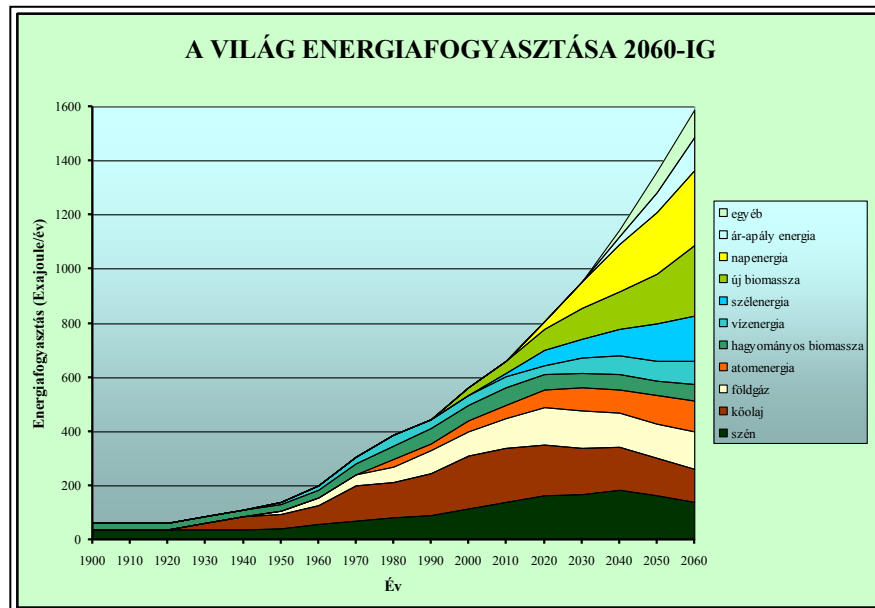
1. ábra: A világ népességének alakulása 1800-2050 között (Szergényi, 2011)



2. ábra: A világ népességének alakulása kontinensek szerint 1950-2100 között (url.1.)



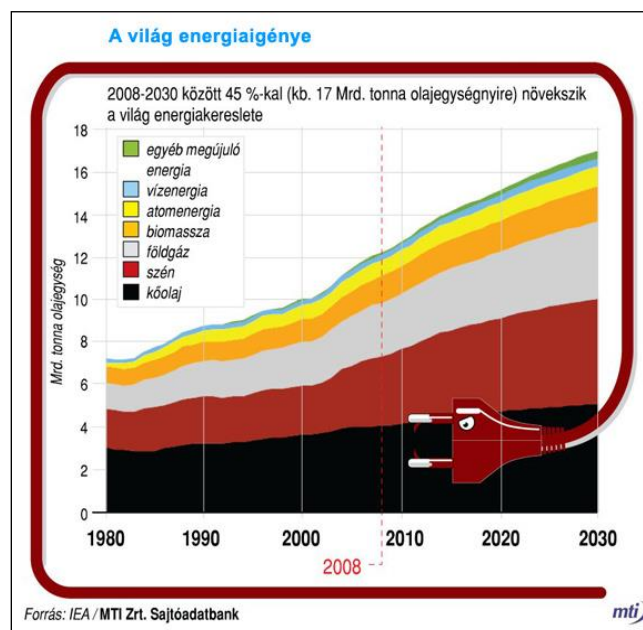
A „Business As Usual” referencia forgatókönyv szerint 2030-ig évente mintegy 1,6%-kal nő a világ energiaigénye, összesen 45%-kal. A Shell (*Marosvölgyi és Ivelics, 2005*) vállalat előrejelzése alapján (3. ábra) a világ energiafogyasztása 2060-ra eléri a 1600 EJ-t.



3. ábra: A világ energiafogyasztása 2060-ig  
(Marosvölgyi és Ivelics, 2005)

2100-ra pedig egyes becslések alapján 3600 EJ is lehet az energiafogyasztás (*Kovács, 2007*). Az energia felhasználás növekedésével nő a CO<sub>2</sub> kibocsátás is a 2006. évi 28 Gt-ról előrejelzések szerint 41 Gt-ra, 2030-ra (*Poós, 2009*). A légkör CO<sub>2</sub> koncentrációja 2013-ban elérte a 400 ppm-et (*Romm, 2013*).

Egy másik felmérés szerint 2030-ben a jelenleginél 45%-kal (4. ábra), 2050-ben a mostaninál 100%-kal több energiára lesz szükség a világon (*url.2.*).



4. ábra: A világ primer energiaszükségletének várható alakulása (*url.2.*)

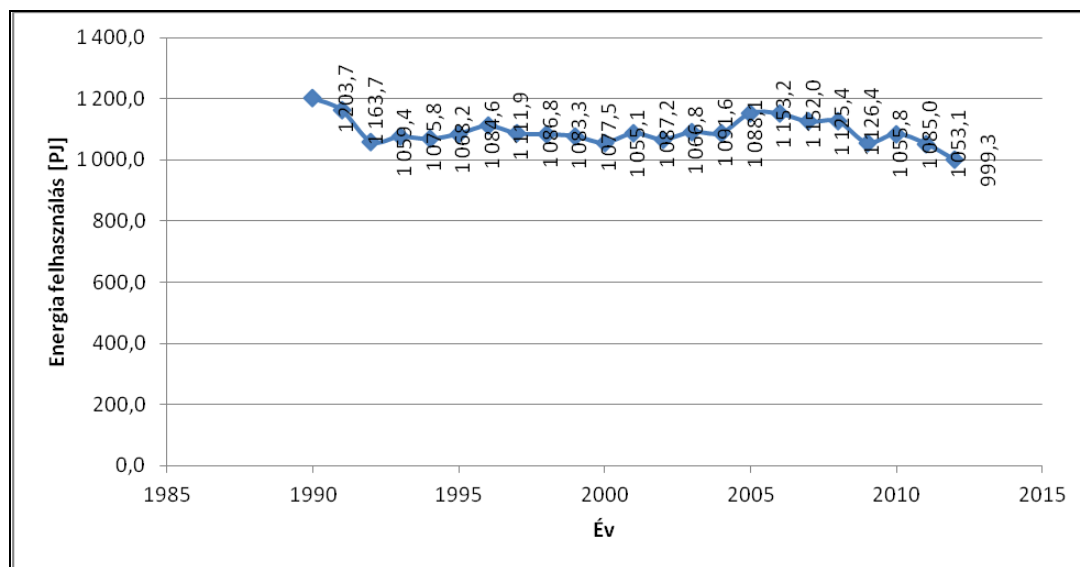
A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) adatai szerint a világ energiaigénye 1980-ban 7229 millió tonna olajegyenérték (Mtoe) volt, ami 2008-ra közel 70%-kal, azaz 12271 Mtoe értékre növekedett. A globális primer energiaigény több mint 80%-át a fosszilis energiaforrások adják, melyek mellett a nukleáris energia (6%), illetve megújuló energiaforrások (13%) részesedése elenyészőnek hat. Az energia felhasználás növekedése a jövőben tovább folytatódik, ezért mértékadónak tekinthető prognózisok szerint a fosszilis energiahordozók magas aránya már nem tartható fenn biztonsággal hosszú távon (*Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012*).

Emellett Japánban, 2010. márciusában a Fukushima Daiichi atomerőmű telephelyén történt baleset hatására Németország és Olaszország is bejelentette, hogy fokozatosan megszabadul az atomenergia használatától. Tehát elképzelhető, hogy a világ szinten elenyészőnek tűnő, de országonként számottevő atomenergia hasznosításáról is le kell mondanunk. Ez a tény új kihívások elé állítja a világ és egyben az Európai Unió tagországait is.

A fent említettek tekintetében az energiával való takarékoskodás, a megújuló energiaforrások minél szélesebb körű alkalmazása életünk egyre inkább meghatározó részévé válik.

## 2.2. MAGYARORSZÁG ENERGIAFELHASZNÁLÁSA

A szolgáltatási szektor hangsúlyossá válásával a GDP folyamatos növekedése mellett a primerenergia-felhasználás 1990 és 1992 között 17%-kal csökkent, 1992 és 2007 között átlagosan évi 0,5 %-kal nőtt. A 2009-es évben a gazdasági válság hatására az előző évihez képest 7,6%-kal csökkent a primerenergia felhasználás, majd enyhe növekedés volt tapasztalható, ezt követően viszont ismét csökkenés kezdődött (*Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012*) (5. ábra).

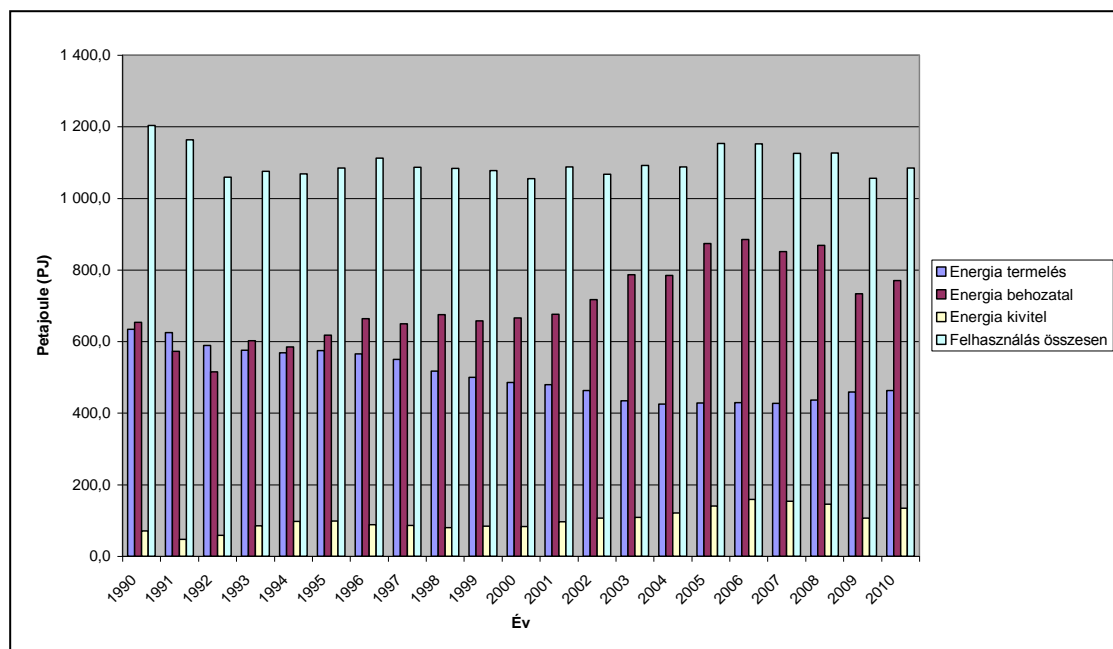


5. ábra: A gazdaság összes energiafelhasználása 1990 és 2012 között  
(Központi Statisztikai Hivatal /továbbiakban: KSH/, 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

Energiahordozó-behozatalunk 65%-át 2007-ben Oroszországból szereztük be. Az összes energiahordozó import forintárai évente nagy ingadozás mellett (két évben még csökkenés is előfordult az előző évhez képest) 2007-ben 89%-kal haladták meg a 2000. évit. Ez évente átlagosan 9,5%-os növekedési ütemnek felel meg. Összehasonlításképpen:

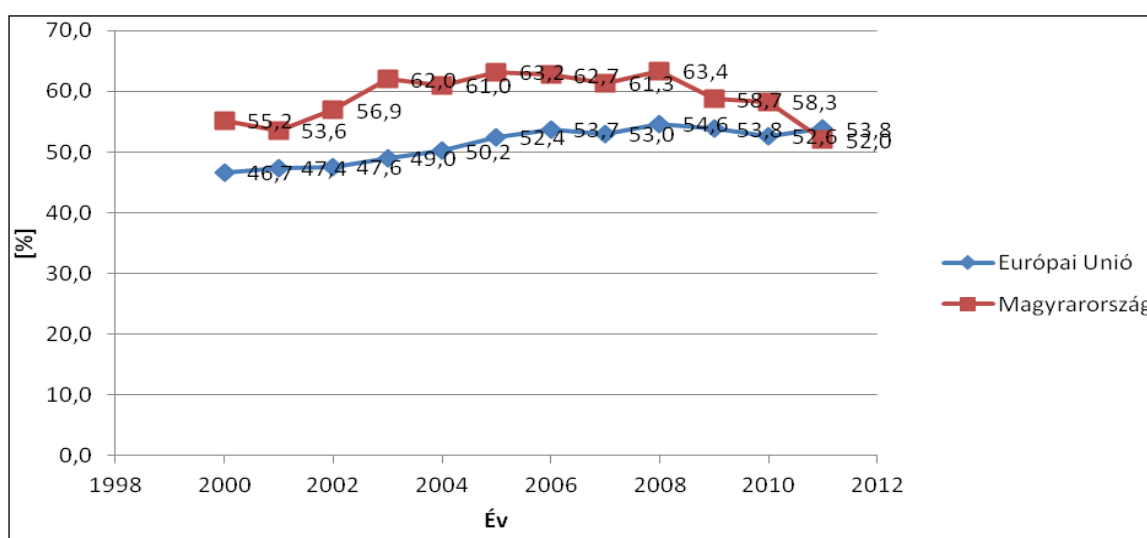
ugyanebben az időszakban a világi referenciá- olajár 2,4-szeresére nőtt (*Statistikai Tükör, 2008*).

1990 és 2010 között energiafelhasználásunk 1000 és 1200 PJ között mozgott, ami egybevetve tartalmazza a saját energiatermelést, behozatalt és kivitelt is. A pontos értékeket az 6. ábra mutatja.



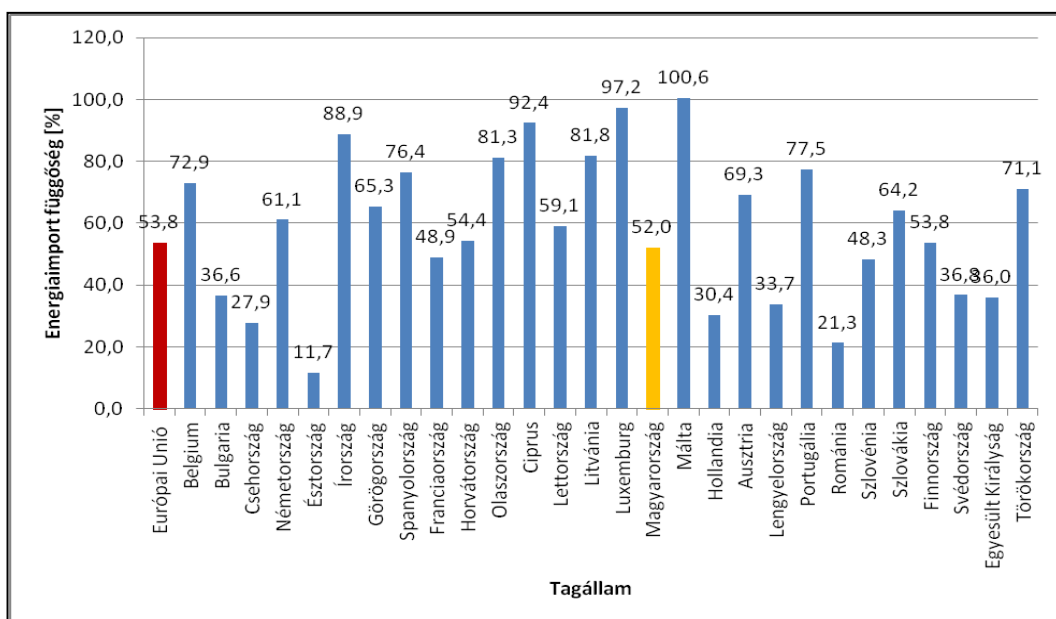
6. ábra: Magyarország energiámérlege 1990 és 2010 között (KSH 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

Magyarország energiagazdálkodásának sarkalatos problémája az importfüggőség, legnagyobb mennyiségben szénbehozatalra szorulunk, ezt követi a gáz, végül a kőolajtermékek, melyek importja nagyjából az Európai Unió importjának átlagával egyezik meg. Az Európai Unió és Magyarország összes termékre vonatkoztatott importfüggőséget mutatja a 7. ábra.



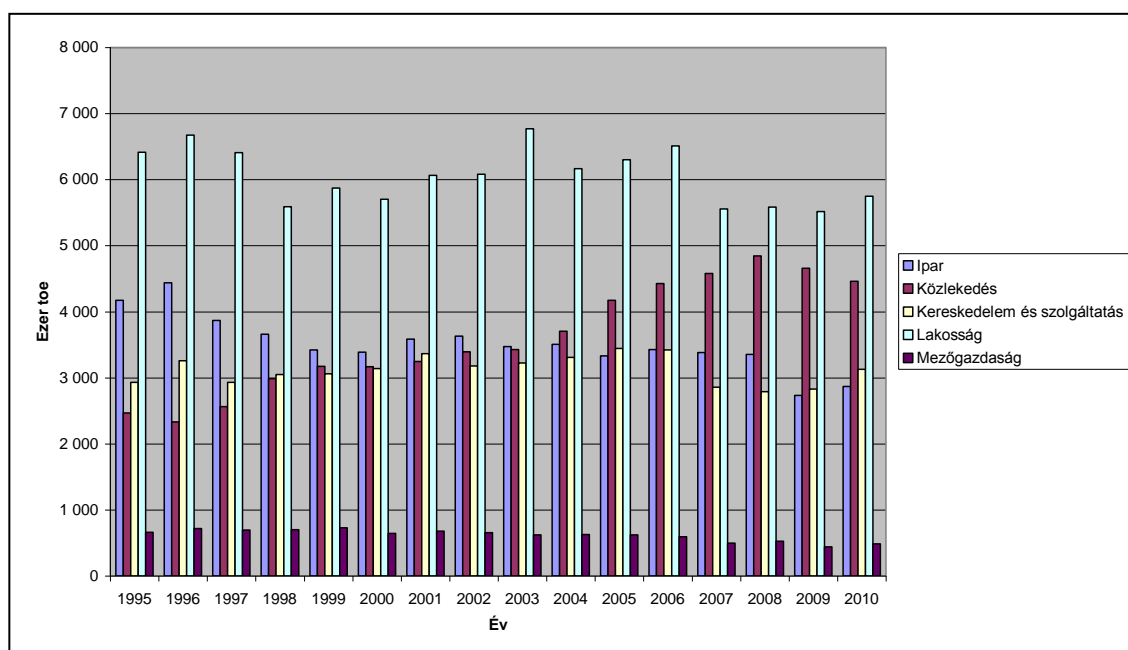
7. ábra: Az Európai Unió és hazánk importfüggősége 2000-2011 (KSH 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

Az ábra alapján látható, hogy nagyjából 10%-kal magasabb Magyarország energiainport függősége az Európai Unió átlagához képest. Az importfüggőség azonban nemcsak magyar sajátosság. az Európai Unió és tagországainak energiainport-függőségét mutatja a 8. ábra.



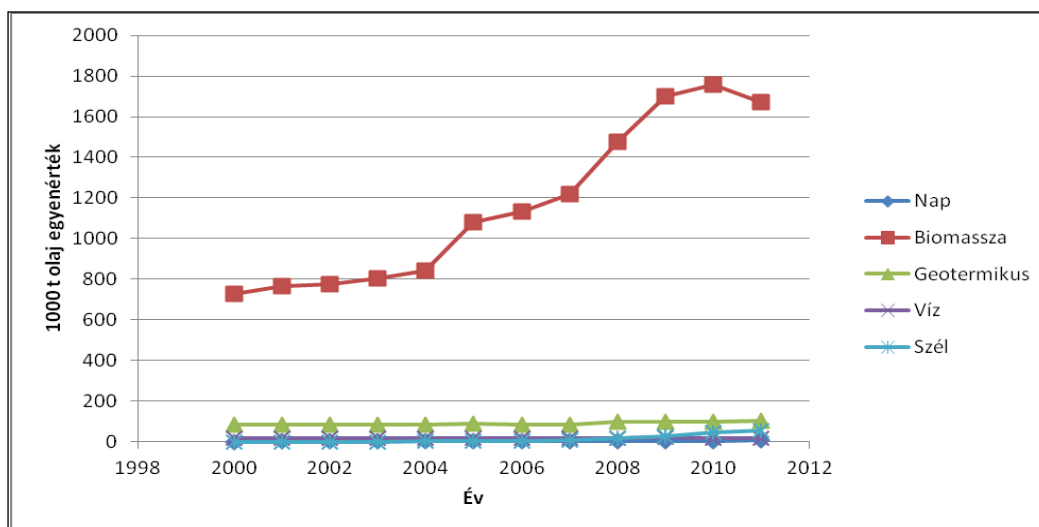
8. ábra: Az Európai Unió és tagországainak energiainport-függősége %-ban, 2011-ben (KSH 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

A 8. ábra alapján láthatjuk, hogy hazánk importfüggősége 2011-ben minimálisan ugyan, de az Európai Unió átlag alatt volt (52%). A különböző szektorok energiafelhasználását vizsgálva, kitűnik (9. ábra) hogy a legnagyobb energiafogyasztó a lakosság, melyet a közlekedés, majd az ipar követ, a legkisebb energiaigénye pedig a mezőgazdaságnak van.



9. ábra: Végso energiafelhasználás szektoronként 1995 és 2010 között (KSH, 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

A megújuló energiaforrások termelése hazánkban évente ha minimálisan is, de növekvő tendenciát mutat (10. ábra).



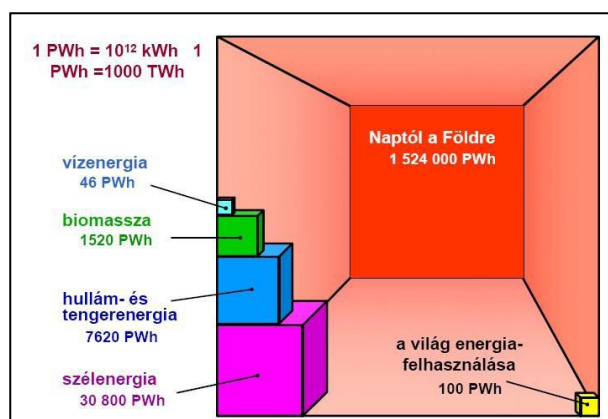
10. ábra: A megújuló energia elsődleges termelésének alakulása hazánkban 2000-2011 (KSH, 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

Kiemelkedő növekedést a biomassza termelésben értünk el, mely az ország kedvező adottságait mutatja ezen megújuló energiaforrás tekintetében. A megújuló energiatermelés növekedési üteme számunkra kiemelkedő fontosságú és jelentős, sajnos az Európai Unió arányaihoz képest azonban elenyésző, szinte stagnálást mutat.

Az energiahatékonysági programok köszönhetően 2030-ra várhatóan az ország primerenergia-felhasználása nem haladja meg 1150 PJ/év szintet (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012).

### 2.3. A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKRA VONATKOZÓ EURÓPAI UNIÓS ÉS HAZAI ELŐÍRÁSOK, VÁLLALÁSOK

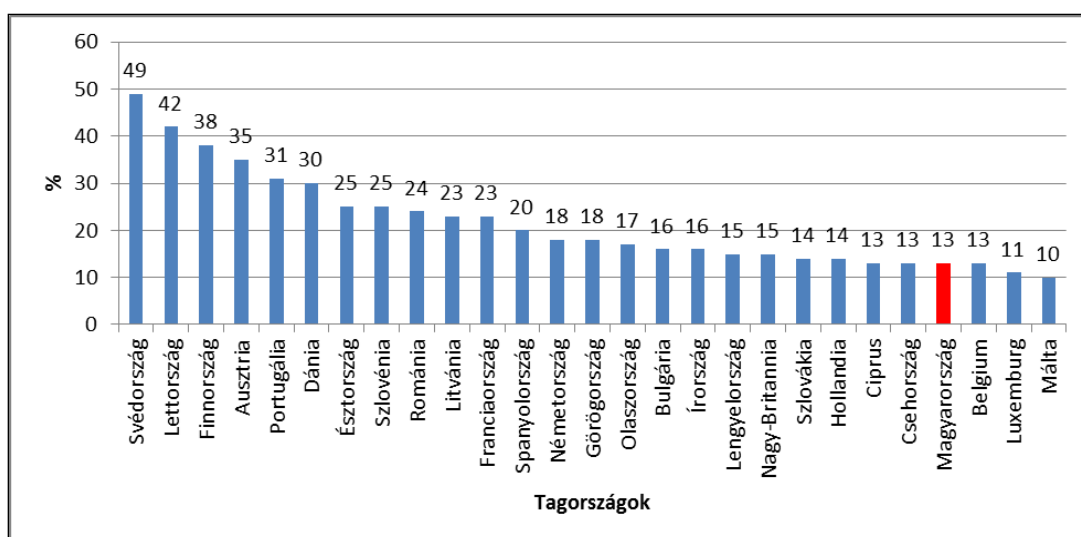
„A megújuló energiaforrás olyan közeg, természeti jelenség, melyből energia nyerhető ki, és amely akár naponta többször ismétlődően rendelkezésre áll, vagy jelentősebb emberi beavatkozás nélkül legfeljebb néhány éven belül újratermelődik” (url.4.). A 11. ábrán láthatjuk, hogy óriási mennyiségű megújuló energia áll rendelkezésünkre, és azt is érzékelhetjük, hogy az energiafelhasználásunk ehhez képest minimális. Ezért mindenképp érdemes a megújuló energiahasznosításunkat minél inkább kiszélesíteni, melyhez európai uniós és hazai elvárások, célkitűzések is hozzásegítenek.



11. ábra: Megújuló energiakínálat a Földön egy évben PWh-ban (Peta:  $10^{15}$ ) (Ligetvári és Tóth, 2011)

A megújuló energiaforrásokkal foglalkozó, 2001-ben kibocsátott Fehér Könyv előírta, hogy az EU-15 2010-ig érje el a megújuló energiafélések összenergián belüli 12%-os arányát. A villamosenergia-termelésben pedig 14%-ról 22%-ra kellett emelni a megújuló energiafélések részesedését.

Magyarország vállalása a megújuló energiaforrások arányának növelésére a teljes energia felhasználásban 6%, a villamos energia-termelésben 3,6% volt 2010-ig (Gerse, 2006.; Marosvölgyi, 2006.), melyet sikerült teljesíteni jóval a határidő lejárta előtt. Az 2006/32/EK irányelv előírja az EU tagállamok számára, nemzeti energiahatékonysági akciótervek készítését, valamint ajánlja, hogy a tagállamok 9 éven keresztül évi 1% energiatakarékosságot érjenek el. Magyarországra 6,4 PJ/év megtakarítási kötelezettséget jelent a 2008-2016 időszakra. Ez évi ~200 millió m<sup>3</sup> földgáz megtakarításával egyenértékű. Az energiapolitika második stratégiai felülvizsgálata után az Európai Unió 2020-ra három cél elérését kezdeményezte: az üvegházhatású gázok kibocsátásának 20%-os, illetve nemzetközi megállapodások esetében 30%-os csökkentését, az energiafogyasztás legalább 20%-os csökkentését (Tompáczy és Mozsai, 2009; Popp, 2008) és a megújuló energia legalább 20%-os arányának elérését a végső energiafogyasztásban (Bohoczky, 2009). Magyarország felé elvárás ez alapján, hogy 2020-ra a megújuló energiahordozók részaránya érje el a 13%-ot (12. ábra).



12. ábra: 2020-ra vonatkozó, tagállamokra lebontott minimum teljesítendő megújuló energia-célszámok a 2008-as Európai Unió elírások szerint (url. 5. alapján saját szerkesztés)

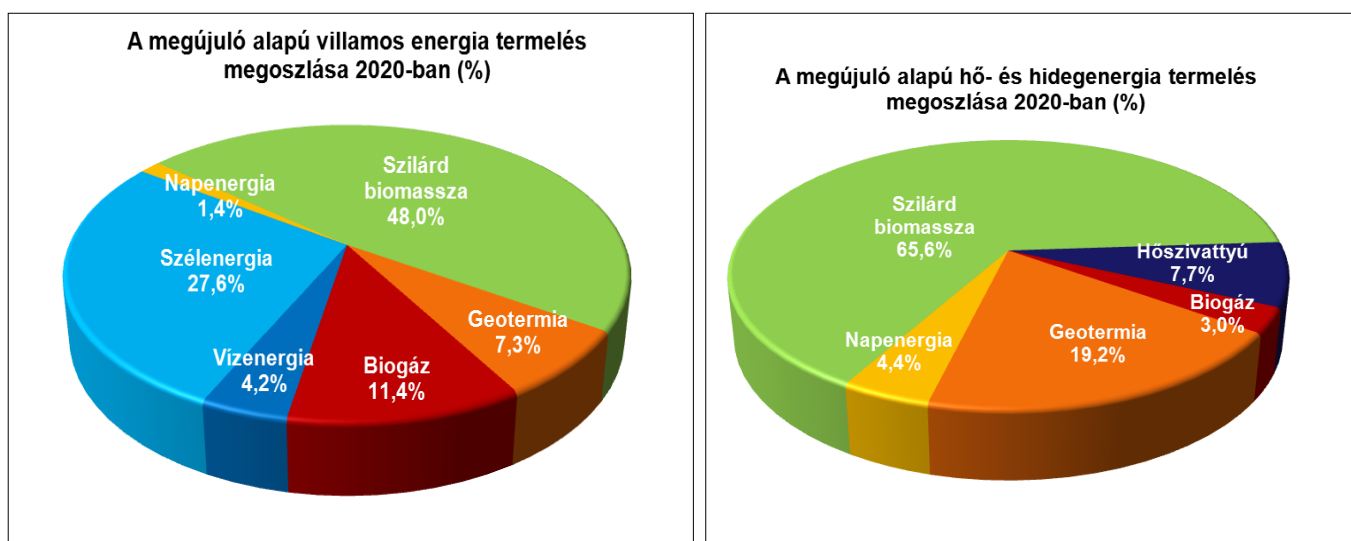
A Magyar Országgyűlés 2010 decemberében a Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020 részeként elfogadta, hogy a megújuló energiák hazai részaránya a minimálisan teljesítendő 13% helyett, 14,65% legyen 2020-ra. A Kormány a 2148/2008. (X.31.) Korm. határozattal fogadta el Magyarország 2008-2020 időszakra szóló megújuló energiahordozó stratégiáját. A stratégia célja, hogy elősegítse Magyarország EU elvárásokhoz való közelítését. Legfőbb stratégiai cél, hogy Magyarországon 2020-ban a megújuló energiaforrások felhasználása elérje a 186,3 PJ/év mértéket. Ezen belül a megújuló energiák megoszlását az 1. táblázat mutatja. Ebből a biomassa 130,8 PJ-t tesz ki, mely az összes megújuló energiaforrások 70%-a.

1. táblázat: A megújuló energia részesedése 2008-2020-ra vonatkoztatva Magyarországon  
(Szoboszlay, 2010; Bohoczky, 2010; Kovács et. al., 2010)

Megújuló energia felhasználás		2001	2008	2020
Összesen	PJ	n.a.	65	186,3
Bioüzemanyag	PJ	0	6,9	19,6
Összesen (bioüzemanyag nélkül)	PJ	n.a.	58,1	166,7
Vízenergia	PJ	0,67	0,75	0,9
Szélenergia	PJ	0	0,74	6,2
Napenergia (napelem és napkollektor)	PJ	0,06	0,16	1,7
Geotermikus energia	PJ	3,6	3,6	11,4
Biomassza	PJ	30,6	50,0	130,8
Biogáz és biometán	PJ	0,13	0,91	12,6
Hulladék megújuló energia része	PJ	n.a.	1,94	3,3

n.a.- nincs adat

Az 13. ábra %-os megoszlásban szemlélteti a 2020-ig elérendő célokat a hő- és villamosenergia termelésben. A villamos energiatermelés: 10,9%, fűtés és hűtés: 18,9%-át kellene megújuló energiaforrásból fedezni.



13. ábra: A megújuló alapú villamos energiatermelés és a megújuló alapú hő-és hidegenergia termelés megoszlásának előrejelzése 2020-ra  
(Tóth, 2011)

Az ábrákból jól látható, hogy a szilárd biomassza nagy szerepet játszik a vállalásban. A zöldáram-termelés a 2006. évi 1630 GWh-hoz képest 2020-ban érje el a 9470 GWh-t (79,6 PJ). A hőtermelésen belül a megújuló energiaforrások felhasználása a 2006. évi 36 PJ-hez képest érje el a 87,1 PJ-t. Az üzemanyag-fogyasztáson belül a bioüzemanyagok energiaértéke – figyelembe véve az egyéb, megújuló energiahordozó bázisú üzemanyagokat – a 2006. évi mintegy 1 PJ-hez képest 2020-ra növekedjen 19,6 PJ-ra (Poós, 2009).

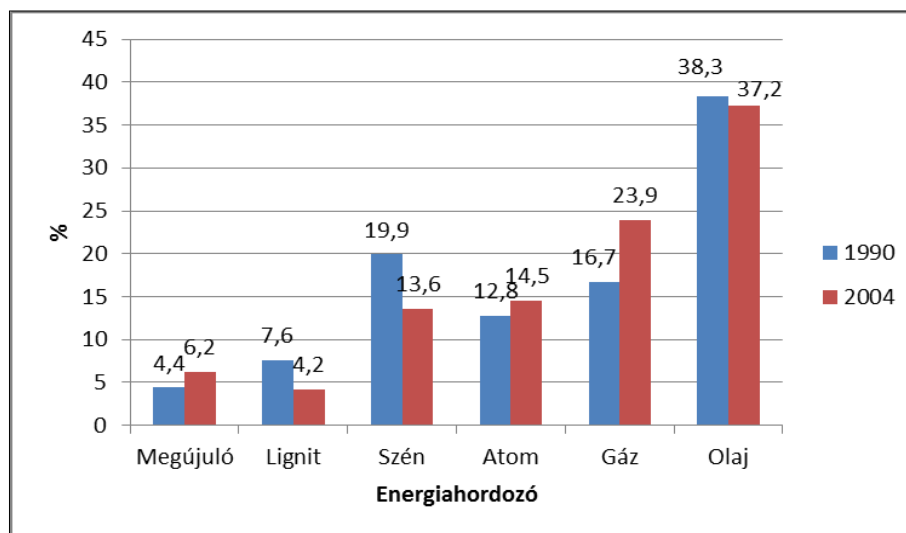
Az Európai Unió az energiahatékonyság növelésére és megújuló energia hasznosítás támogatására különböző eszközöket hozott létre: energiapolitika, direktívák, kutatás-fejlesztés, piacösztönzés, tudatformálás, programok: FP7, Intelligent Energy for

Europe, Technologia Platformok, Joint Implementation, CO<sub>2</sub> kereskedelem és egyéb (Mészáros, 2008.).

A megújuló energiák, és azon belül is a biomassza melletti hazai kormányzati elköteleződést mutatja, hogy három jelentős stratégia is tartalmazza az ezzel kapcsolatos terveket: a Megújuló Energia – Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve 2010-2020, a Nemzeti Energiastratégia 2030-ig, valamint a Nemzeti Vidékstratégia 2012-2020.

## 2.4. JELENLEGI ÉS JÖVŐBENI TENDENCIÁK A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK TEKINTETÉBEN KÜLFÖLDÖN ÉS MAGYARORSZÁGON

Az Európai Unió országaiban 1997-ben az energia 5,4%, 2004-ben 6,2% (14. ábra), 2007-ben 7,8%, 2008-ban pedig 10,5%-a származott megújuló energiaforrásból (Statisztikai tükör, 2009), 2010-re ez az érték 12,4%-ra emelkedett (url.6.).

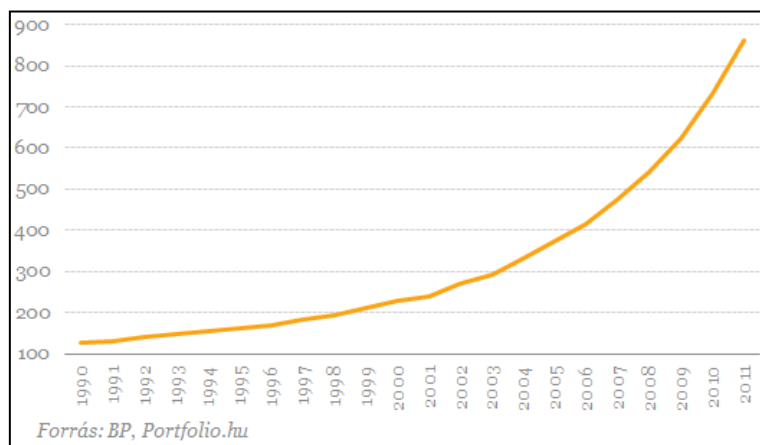


14. ábra: Az összenergia felhasználás összetételének változása az EU25 országaiban (Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020, 2008 alapján saját szerkesztés)

A tendenciák mindenképpen kedvezőek, amit erősít az Európai Unió elköteleződése a fenntartható fejlődés és a klímaváltozás elleni küzdelem mellett. Az EU 25 tagországaiban a megújuló energia felhasználás 90%-a két erőforrás, a biomassza és a vízenergia-felhasználásból származott 2004-ben.

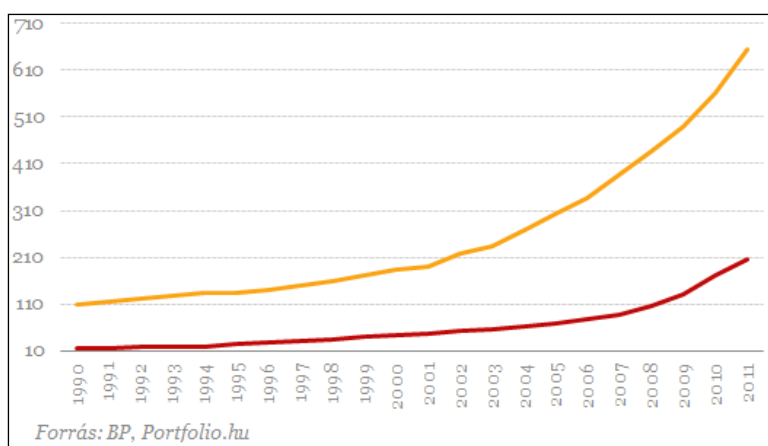
2010-es évet tekintve Svédországban volt a legnagyobb a megújuló energia aránya, majdnem 48%, majd Lettország (32,6%), Finnország (32,2%) és Ausztria (30,1%) következett a sorban. A legalacsonyabb rátát Máltán (0,4 %), Luxemburgban (2,8%) és Nagy-Britanniában (3,2%) mérték (url. 6.). 2011-ben éves összehasonlításban 17,7%-kal emelkedett a megújuló alapú energiatermelés a Földön, ami által a teljes elsődleges energiafelhasználáson belül a zöld források szerepe 1,6%-ot tett ki (15. ábra).





15. ábra: A világ megújuló alapú energiatermelésének alakulása 1990-2011 között [TWh] (url. 7.)

Az OECD országok összesített megújuló alapú energiatermelése 2010-hez képest 16,5%-kal, míg a fejlődőké 21,4%-kal emelkedett 2011-ben az előző évhez képest (16. ábra).



16. ábra: Az OECD és a nem OECD országok megújuló alapú energiatermelésének alakulása 1990-2011 [TWh] (url. 7.)

Az iparosodott országokon belül is igen nagy az Európai Unió túlsúlya, a 2011. évi termelési adatok alapján az Európai Unió egyértelműen a világ vezető zöld energetikai hatalmának számít. A teljes 2011-es zöldenergia-termelés 41,5%-a realizálódott az Unió területén. Az Egyesült Államok ezzel szemben csak 16,4%-os részarányt tudott felmutatni, és sarkában ott van már Kanada is, 16,1%-os részesedéssel. Szintén jelentősnek mondható még a világ legnagyobb energiafogyasztójának, Kínának a hozzájárulása is, a tavalyi világszintű termelés 9,1%-a valósult meg az ázsiai országban (url. 7.)

Az Európai Unión belül pl. Németország a következő vállalásokat szeretné teljesíteni a megújuló energiaforrások tekintetében (2. táblázat).

2. táblázat: Megújuló energiahordozók részarányának várható alakulása Németországban (Fischedick, 2012 alapján saját szerkesztés)

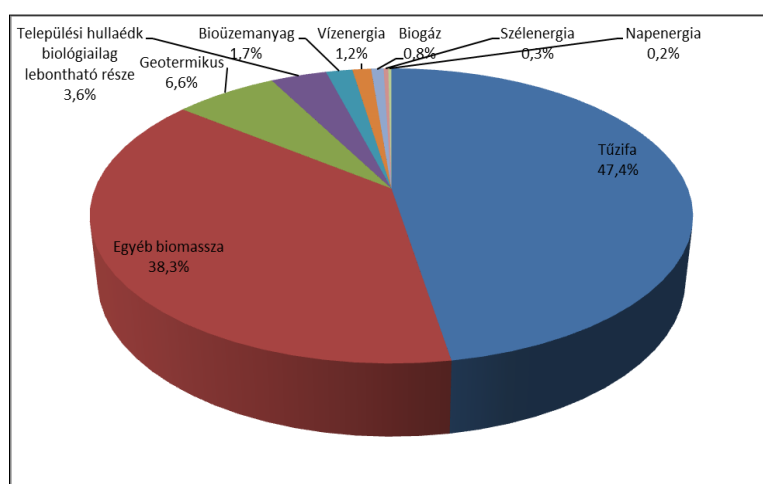
Határidő	Bruttó végenergia felhasználás [%]	Bruttó villamosenergia- termelés [%]
2020	18	35
2030	30	50
2040	45	65
2050	60	80

Az ország északi részén szélenergiára, a déli területeken pedig napenergiára, valamint biomasszára ebben is jelentős részt a biogázra szeretnének építeni (*Fischedick, 2012*).

Az összenergia felhasználás tendenciájának változása számos, előre nehezen becsülhető tényezőtől függ (pl. kőolaj árak-változása, árfolyam stb.), ezért konkrét értéket hosszú távra nehéz becsülni, mindazonáltal elmondható, hogy az életszínvonal növekedésével - energiatakarékosági programok nélkül - nőni fog az energiafelhasználás mértéke hazánkban is. Előrevetítve, a forgatókönyvek alapján 1075 és 1130 PJ között lehet 2020-ban Magyarország primerenergia fogyasztása.

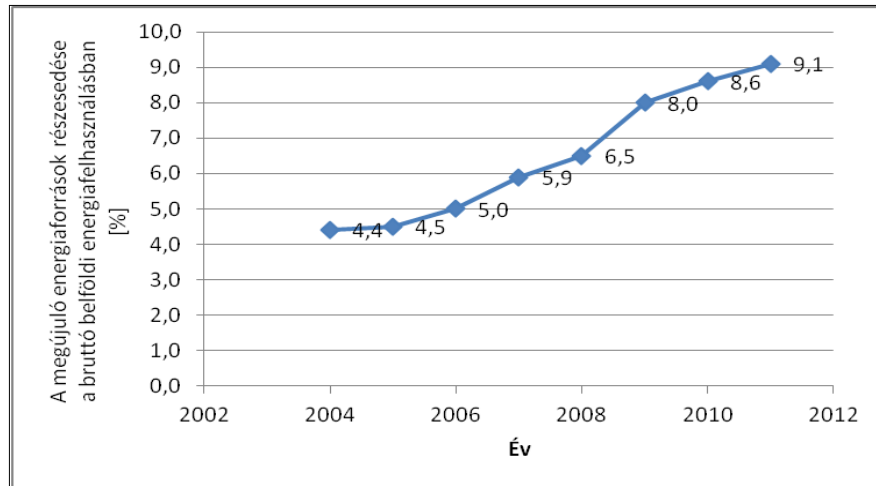
A magyarországi energiaellátáson belül a megújuló energiaforrások mennyisége növekedett. 2001-ben 36,4 PJ energia származott megújulókból, addig 2006-ben már 54,8 PJ (*Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020, 2008.*).

Ha a változást százalékban szeretnénk érzékeltetni elmondható, hogy megújuló energia felhasználásának aránya Magyarországon 2004-ben 3,64% volt, 2006-ban 4,7% (*Nemes, 2009*), 2007-ben elérte az 5,3%-ot, ami az Unió átlagának több mint kétharmada (*Statistikai tükör, 2009*). 2008-ban ez az érték 5,9% (*Gockler, 2010a*), más irodalmak szerint (*Új Széchenyi Terv, 2011*) 6,6% volt, ezzel az Európai Unió tagországok első harmadában foglaltunk helyet. A részarány 2009-re 7,3%-ra emelkedett (*Gockler, 2010a*). Magyarországon a legnagyobb arányban hasznosított megújuló energiaforrás a biomassza, amely 2006-ban az összes megújuló energia közel 90%-át adta. A biomasszát jelentőségben a geotermikus energia (3,6 PJ) követi, melyből Magyarország szintén kedvező adottságokkal rendelkezik, ezt követi a települési hulladék biológiailag lebontható részének hasznosítása, a bioüzemanyag (0,96 PJ), és a vízenergia (0,67 PJ) felhasználás, de ezek nagyságrendileg lényegesen elmaradnak a biomassza felhasználástól. A 2006. évi megújuló energia megoszlást a 17. ábra szemlélteti (*Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020, 2008.*).



17. ábra: A megújuló energiafelhasználás megoszlása Magyarországon 2006-ban (*Stratégia a magyarországi megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére 2008-2020, 2008*)

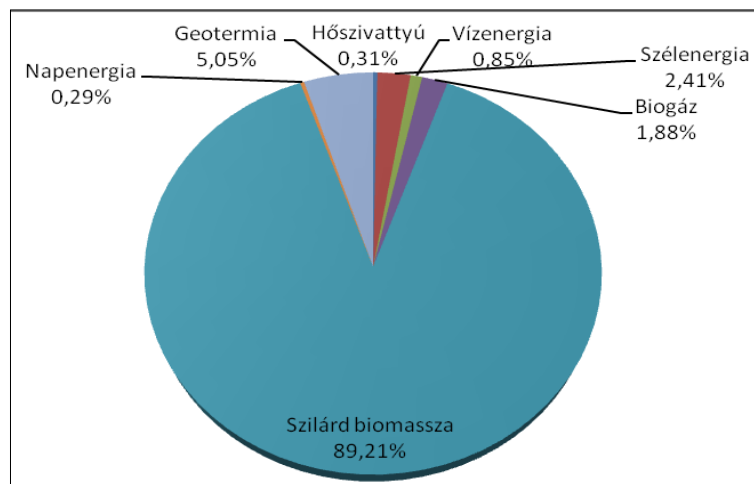
2010-ben a megújuló energiák részaránya a teljes bruttó energiafogyasztáson belül már 7,54%, a megújuló alapú villamos energia részaránya a teljes bruttó villamosenergia-fogyasztáson belül pedig: 6,7%. A KSH adatai alapján a megújuló energiaforrások a bruttó belföldi energiafelhasználásban 2004 és 2011 között a következő %-os értékeket képviselték (18. ábra).



18. ábra: A megújuló energiaforrások részesedése a bruttó belföldi energiafelhasználásban 2004-2011 (KSH 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

A statisztikai adatbázisban a szakirodalmi adatokhoz képest nagyságrendi eltérés nem látható.

A megújuló energiaforrások részarányának alakulását technológiai bontásban, a bruttó végső energiafelhasználáson belül, 2010-ben a 19. ábra szemlélteti.



19. ábra: A megújuló részarány alakulása technológiai bontásban 2010-ben a bruttó végső energiafelhasználáson belül (Tóth, 2011)

Hazánk megújuló potenciálja nagyon kedvező, a megújuló energiaforrások hasznosítása növelhető lenne. Magyarország teljes megújuló potenciálja 2665-2790 PJ/év az MTA Energetikai Bizottság Megújuló Energia albizottság 2006-os adatai alapján (Magyarország megújuló energia potenciáljai részletesen a 3. táblázatában található).

3. táblázat: Hazánk teljes megújuló energetikai potenciálja

Megújuló energia	PJ/év	PJ/év (hasznosított 2007)
Aktív szoláris termikus potenciál	48,4	1
Passzív szoláris termikus potenciál	37,8	
Szoláris termikus potenciál a mezőgazdaságban	15,9	
Szoláris fotovillamos potenciál	1749,0	
Vízenergia potenciál	14,2-14,5	0,8
Szélerenergia potenciál	532,8	0,4
Biomassza-energetikai potenciál	203,2-328,0	50,1
Geotermális energetikai potenciál	63,5	3,6
<b>Magyarország teljes megújuló energetikai potenciálja</b>	<b>2665,2-2790,4</b>	<b>55,9</b>

Ennek a potenciálnak a reálisan hasznosítható mértéke 405-540 PJ/év (a teljes potenciál 15-20 %-a), a hazai energiaigény mintegy 30-40 %-a.

Hazánk geotermikus adottságai igen kedvezőek. A geotermikus energia fő hasznosítási területe a közvetlen hőhasznosítás és a balneológia. Ma Magyarországon több mint 900 termálkút üzemel, amelynek mintegy 31%-a balneológiai célú, több mint negyedük az ivóvízellátásban hasznosul, és közel fele szolgál fűtésre.

A vízenergia szerepe a hazai energiatermelésben – különböző föld- és vízrajzi, valamint gazdasági okok miatt – nem jelentős. Magyarországon a jelenleg meglévő 31 vízerőmű összteljesítménye 55 MW, villamosenergia- termelése közel 190 GWh, ami a teljes hazai villamosenergia-felhasználás kevesebb, mint fél százaléka.

A napenergia hasznosítása szempontjából hazánk természeti adottságai kedvezőek, a napsütéses órák éves száma 1900–2200. Az adottságok kihasználása azonban még éppen csak megkezdődött. Jelenleg a napenergia-termelés az összes megújuló energia 0,2%-át teszi ki.

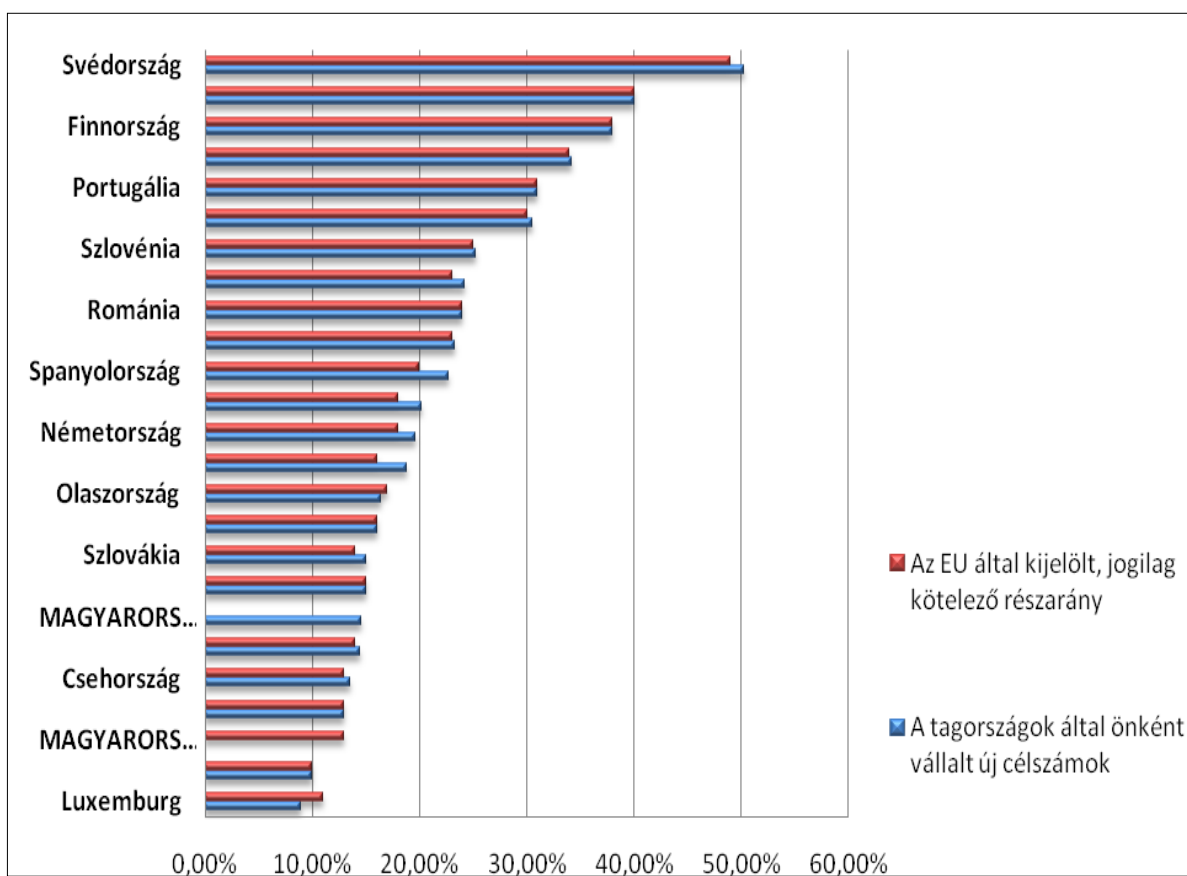
Magyarországon a szélerenergia alkalmazására az első szélerőmű 2000-ben épült. Számuk 2007-ben 40 db, beépített kapacitásuk több mint 61 MW volt. Az általuk termelt energia mennyisége egyelőre ugyancsak nagyon alacsony (4. táblázat) (Statistikai tükör, 2009).

4. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt energia, energiaforrások szerint 1995-2010 [TJ] (KSH, 2013)

Megnevezés	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Vízerőművi villamos energia	587	641	670	698	616	737	728	669	756	767	821	677
Szélerőművi villamos energia	0	0	4	4	14	20	36	156	396	737	1 192	1 922
Fa, fahulladék, egyéb szilárd hulladék	31 095	29 295	30 635	31 222	32 671	34 356	43 535	44 141	48 179	51 068	60327	63 756
Geotermikus	3 600	3 600	3 600	3 600	3 610	3 600	3 627	3 600	3 600	4 000	4 030	4 130
Biogáz	0	6	90	136	197	280	297	512	700	913	1 347	1 516
Napenergiából előállított hőenergia	0	0	60	70	76	76	81	83	105	159	190	225
Napenergiából előállított villamos energia	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3

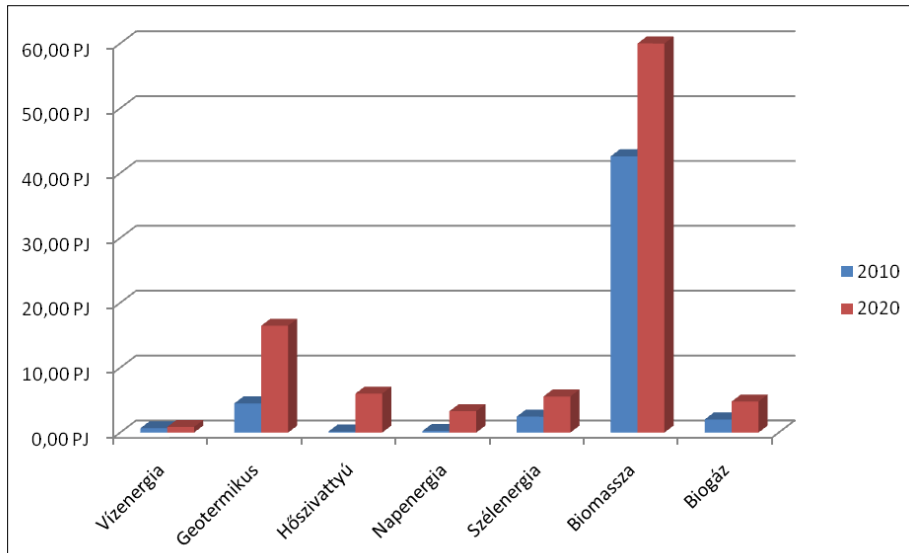
Megnevezés	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Megújuló kommunális hulladék	1 085	1 218	1 299	998	754	687	1 382	1 961	1 694	1 931	1 950	2 229
Bio üzemanyagok	0	0	0	0	0	0	214	450	1 215	6 904	6 850	5 947
Összesen	36367	34760	36357	36728	37938	39756	49900	51573	56647	66481	76709	80405

A megújulók felhasználása remélhetőleg az elkövetkezendő években növekedni fog, a kezdeti célkitűzés 2020-ra 13% volt, melyet 2010 decemberében tovább növeltek 14, 65%-ra (20. ábra).



20. ábra: Összefoglaló ábra az Európai Unió tagországok által leadott cselekvési tervek alapján (Alföldy-Boruss, 2012)

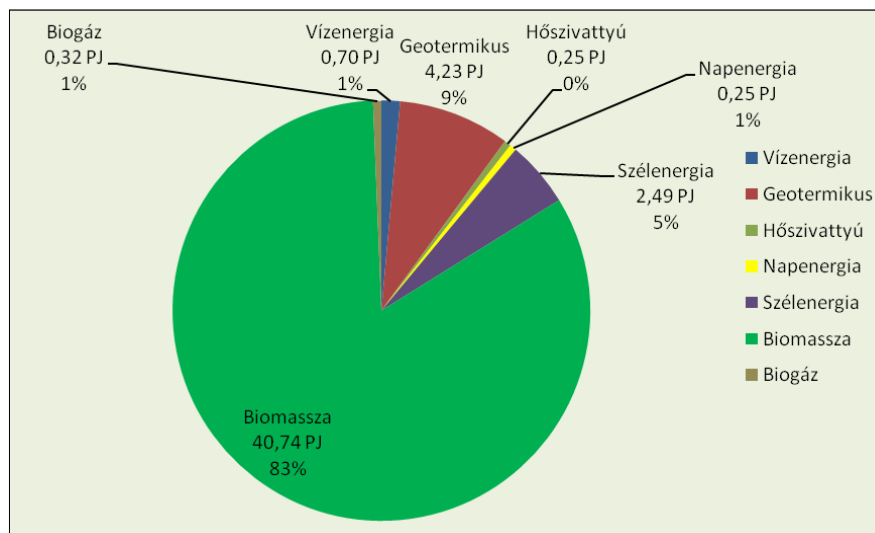
Magyarországon a megújuló energiaforrás-változások irányát, volumenét a következő (21.) ábra szemlélteti.



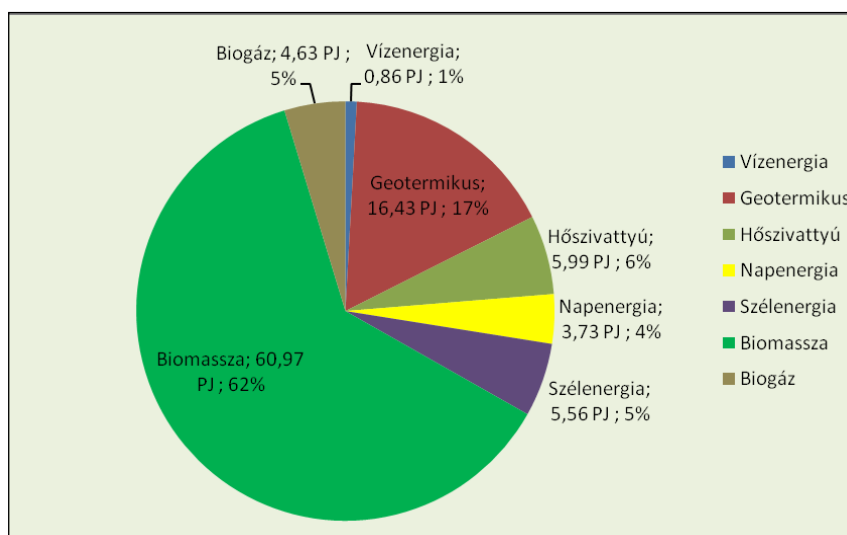
21. ábra: Magyarország megújuló energiámmennyisége PJ-ban 2010-ben és 2020-ban (Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011)

A biomassza, ahogy 2010-ben, úgy 2020-ban is a megújuló energiaforrások jelentős részét teszi ki, közel 60 PJ-lal, jelentősebb szerepet kaphat a geotermikus energiahasznosítás és a hőszivattyús energiatermelés, emellett növekszik a nap- és szélenergia kihasználtsága és fejlődik a biogáztechnológia is, a vízenergia-hasznosítás pedig stagnálni fog.

A 22. és 23. ábrákból megállapítható, hogy előrejelzések alapján a biomassza felhasználás volumene összességében nő, de részaránya mégis csökken a 2010-es 83%-ról, 2020-ra 62 %-ra. A geotermikus energiafelhasználás, a hőszivattyús rendszerek használata a biogáz, a napenergia, a szélenergia szerepe nőni fog az elkövetkezendő években, ha a petajulos értékeket vesszük figyelembe, a vízenergia hasznosítás pedig nagyjából stagnálni fog.



22. ábra: A villamos energia és hűtés-fűtés szektorokban felhasznált megújuló energiahordozók megoszlása (2010) (Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011)



23. ábra: A villamos energia és hűtés-fűtés szektorokban felhasznált megújuló energiahordozók megoszlása (2020)  
(Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011)

## 2.5. A BIOMASSZA POTENCIÁL ÁTTEKINTÉSE

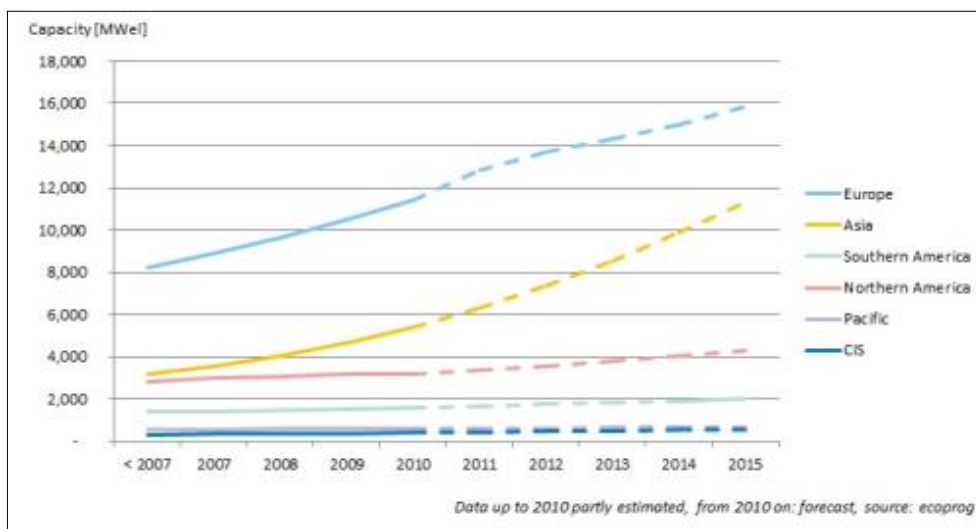
A biomasszáknak alapanyag szempontjából három nagy csoportjuk van (5. táblázat).

5. táblázat: A biomassza típusai  
(Láng, 1984; Marosvölgyi, 2005, Szendrei, 2005 alapján saját szerkesztés)

Elsődleges biomassza	Másodlagos biomassza	Harmadlagos biomassza
Energiagazdálkodás melléktermékei, energiaerdő, energetikai faültetvények, egyéb lignocellulózokból (mezőgazdasági melléktermékek, energiafű, nádfélék, növényi szeparátumok stb.) Egynyári energia növények, (gabonafélék, tritikale, repce stb.), vagy különféle növényrészek, melyek egyéb hasznosítás melléktermékei (szalma, repceszár stb.).	Az elsődleges biomasszák konverziójával jönnek létre. A konverziót végző szervezetek állatok vagy mikrobák. Szerepük lokálisan lehet inkább jelentős PI. – állattenyésztés melléktermékei; – állati eredetű hulladékok; – trágya, hígtrágya.	Elsődleges és másodlagos biomasszák feldolgozása, hasznosítása közben keletkező melléktermékek, hulladékok, valamint kommunális hulladékok és a környezetvédelmi technológiák szerves melléktermékei. PI. – kommunális szennyvizek, szennyvíziszapok; – élelmiszeripari melléktermékek; – ipari szennyvizek, szennyvíziszapok; – szilárd szerves hulladékok; – veszélyes szerves hulladékok; – papírhulladékok.

Amíg egyes szakirodalmakban arról olvashatunk, hogy 2011-ben Európában a biomassza erőművek energia-termelésének növekedése mindössze 1,4 GW volt (Stróbl, 2012) és erőművek tekintetében a nap- (21 GW), a földgáztüzelésű (9,7 GW) és szél erőművek (9,6 GW) vezettek, addig más szakirodalmak ugyanakkor a biomassza erősödésére hívják fel a figyelmet. Jelenleg világszerte 2000 biomassza tüzelésű erőmű működik, több mint 40 országban összesen 22,5 GW kapacitással, a kapacitás fele (1000 erőmű) Európában található.

Az elmúlt öt évben 800 új erőművet állítottak üzembe összesen 8700 MW kapacitással és további 9000 erőmű épülhet 2015-ig. A 24. ábrából jól látható, hogy Európa adja a világ legnagyobb biomassza kapacitását, majd Ázsia következik, a harmadik helyet pedig Észak-Amerika foglalja el (Williamson, 2011).



24. ábra: Egyes kontinensek biomassza kapacitása (Williamson, 2011.)

Az Európai Unióban található biomassza nagyságrendjét a 6. táblázat mutatja.

6. táblázat: Megújuló energiaforrások az Európai Unióban (ezer tonna olajegyenérték) (Magda, 2011)

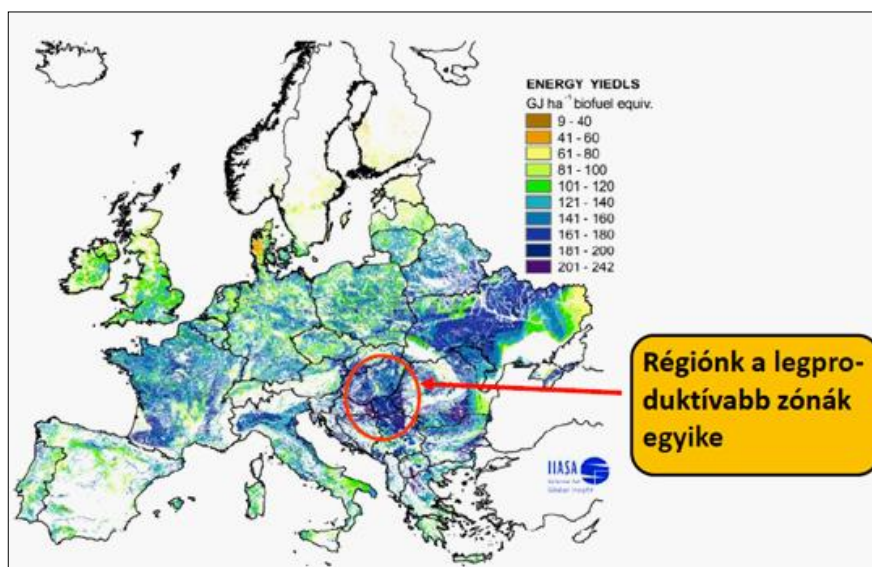
	2006	2007	2008
Megújuló energia összesen	127 497	140 459	148 134
Nap	989	1 265	1 729
<i>Biomassza</i>	87 332	97 807	102 315
Fa	65 222	67 344	69 677
Biogáz	4 871	7 201	7 586
Egyéb (kommunális szilárd hulladék)	10 969	14 438	14 848
Geotermikus	5 562	5 751	5 778
Víz	26 537	26 666	28 147
Szél	7 077	8 971	10 165

Rettenmaier et al. (2010) alapján az Európai Unió 27 tagállamának energiatermelésre alkalmas biomassza-potenciálját 2010-ben 2800-17900 PJ/év-re becsülték, mely 2020-ra elérheti a 23300 PJ/éves értéket is.

Európában a leggyakrabban használt biomassza típus a tűzifa (a teljes biomassza felhasználásnak 30%-a). Ezt követik az ipari melléktermékek és hulladékok. A szilárd biomassza termékek fedik le a teljes fogyasztás 20%-át, a folyékony biomassza aránya 15%. Harmadik helyen az erdei hulladékok (melléktermékek) állnak 11%-kal, ezt követi a lágyszárú és gyümölcs alapú biomassza források, melyek részaránya 7%, valamint a finomított fa tüzelőanyagok (5%-kal). Felmérések alapján a becsült biomassza potenciálnak csak 48%-át használják ki jelenleg Európában (url. 33.).



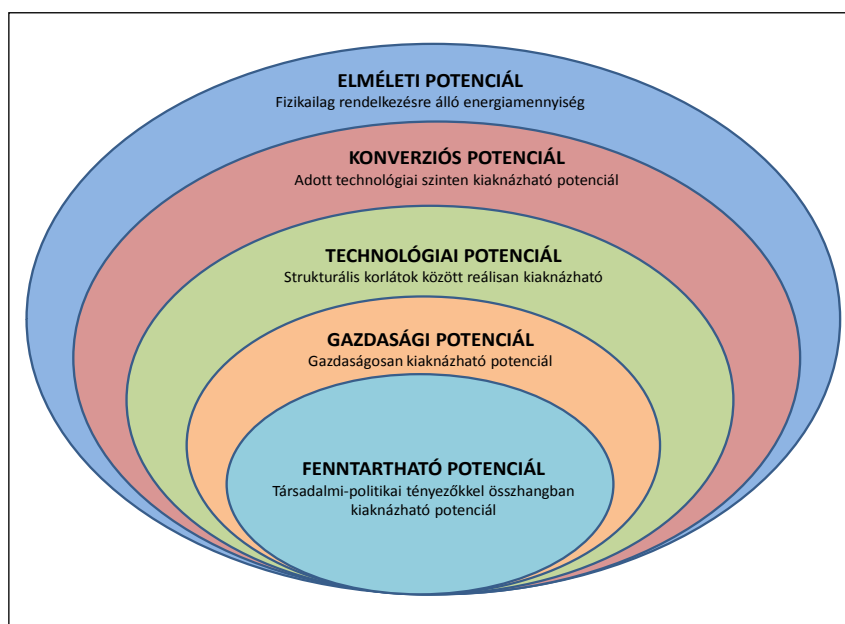
Magyarország a kedvező mezőgazdasági adottságai miatt az átlagosnál nagyobb biomassza potenciállal rendelkezik. Az 25. ábrán láthatjuk, hogy hazánk biomassza alapú zöldenergia potenciálja kiemelkedő európai összehasonlításban (Szabó, 2013).



25. ábra: A második generációs energianövények potenciális energiahozamai [GJ/ha] Európában (NFM, Nemzeti energiastratégia, 2012)

2010-ben az Új Széchenyi Tervben megfogalmazottak szerint: „Hazánk adottságai alapján a megújuló energiaforrásokon belül meghatározó a biomassza szerepe. A vidéki térségben a biomassza az egyik legkönnyebben elérhető olcsó energiaforrás, ezért annak energetikai hasznosítása túlmutat az energiapolitika céljain, egyben fontos agrár- és vidékfejlesztési eszköz” (Új Széchenyi Terv, 2011).

Energetikai célra felhasználható biomassza potenciálról akkor lehet szó, ha tisztázzuk, hogy melyik potenciálra gondolunk. A potenciálok egymáshoz való viszonyát mutatja be a 26. ábra.



26. ábra: Biomassza potenciálok (Dinya, 2010 alapján saját szerkesztés)

Látható, hogy a potenciálok között nagyságrendi különbségek vannak: pl. a globális elméleti bioenergetikai potenciál kb. hússzor nagyobb, mint a világ jelenlegi energiaigénye, a konverziós potenciál mar csak kb. 40%-ot teszi ki, és még ennél is jóval kisebb a fenntartható potenciál (*Dinya, 2010*).

A biomassza potenciálunk nagysága többféle kutatási eredményt figyelembe véve igen eltérő, a különböző értékeket a 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat: Magyarország biomassza potenciálja  
(Unk J-né et al., 2010; Marosvölgyi, 2005)

Számítást végzők	Alsó érték	Felső érték
	PJ/év	
MTA Megújuló Energetikai Albizottsága (2005-2006)	203	328
Energia Klub (2006)	58	223
Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA, 2006)	145,5	
FVM (2007)	260	
Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve (2011)	188,26	
Szélsőértékek	58	328

Az MTA által becsült 203-328 PJ/év potenciál értékek mellett *Marosvölgyi (2005)* is hasonló értékeket ad meg: dendromassza 56-63, növényi fő- és melléktermékek 74-108, másodlagos biomasszák 19-23, harmadlagos biomasszák 54-134 PJ/év. Ami összesen 203-328 PJ/év biomasszát jelent. A gazdasági és technikai korlátok figyelembe vételével 2030-ig a felhasználás elérheti a 180-190 PJ/év mennyiséget, mely a primer energiahordozó igény 17-18%-át fedheti le. Egy középarányos becslés alapján az ún. konverziós biomassza potenciál 230,4 PJ/év.

A 8. táblázat a hasznosítható biomassza potenciálokat foglalja össze, mely alapján látható, hogy leginkább tüzelési célú és biogáz előállítására alkalmas biomassza áll rendelkezésünkre.

8. táblázat: A hasznosítható biomassza potenciál Magyarországon  
(Unk J-né et al., 2010)

Biomassza	Mennyiség [e t/év]	Energiatartalom [PJ/év]
<b>I. Tüzelési célú</b>		<b>154,8</b>
Gabonaszár	1200	14,0
Kukoricaszár	2500	30,0
Energiafű	600	7,0
Szőlő venyige, gyümölcsfa nyesedék	350	5,0
Energetikai faültetvény	2500	38,0
Tűzifa/erdőkből	4000	60,8
<b>II. Bio motorhajtóanyag</b>		<b>55,8</b>
Kukorica	2000	24,0
Búza/rozs	1800	21,6
Repce	460	7,0
Napraforgó	200	3,2

Biomassza	Mennyiség [e t/év]	Energiatartalom [PJ/év]
<b>III. Biogáz</b>		<b>19,8</b>
Hígtárgya, szerves hulladék	10000	9,0
Silókukorica, cirok	3200	10,8
<b>Összesen</b>		<b>230,4</b>
<b>A 2007 évi TPES (1125PJ) %-ában</b>		<b>20,5%</b>

A hazai teljes biomassza-készlet millió tonnában kifejezve 350–360 millió tonnára becsülhető<sup>3</sup> (*Statistikai tükör, 2009*). Ebből a mennyiségből 105-110 millió tonna elsődleges biomassza évente újratermelődik, amelynek nagy része felhasználásra is kerül. Az évente képződő növényi biomassza bruttó energiatartalma kb. 1185 PJ, amely meghaladja az ország éves energiafelhasználását. A hazai növénytermelés és erdőgazdálkodás a befektetett összenergia 4-5-szörösét termeli meg biomasszaként, tehát ennyi az energiahatékonysági mutatója (*Gőgös, 2005; Uni-flexys, 2011*). A Nemzeti energiastratégia adatai alapján 2009-ben a villamosenergia-termelés 8%-a származott megújuló forrásból, aminek 68,5%-a biomassza eredetű (*NFM, Nemzeti Energiastratégia, 2012*).

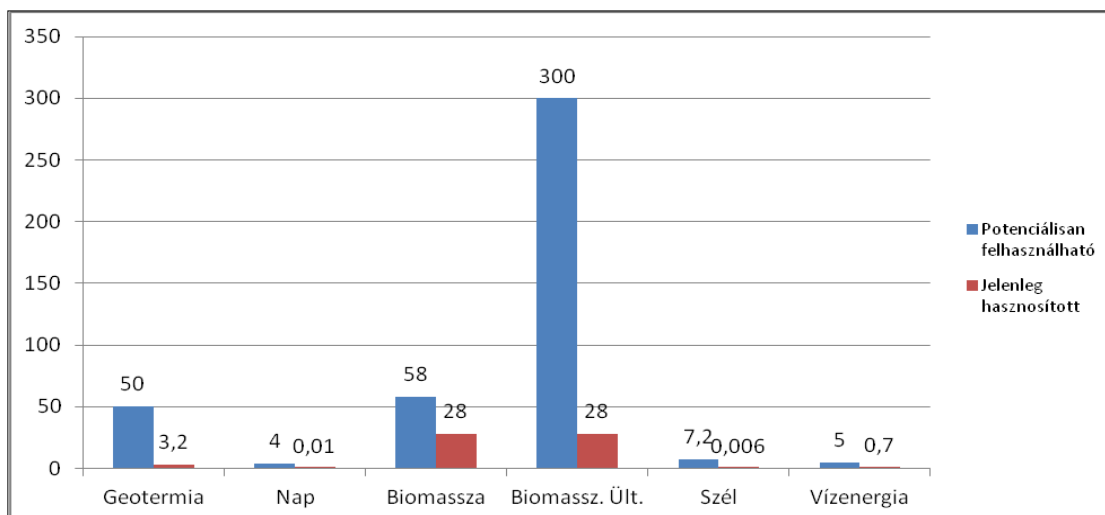
A növekvő megújuló energia igények kielégítéséhez 2020-ig becslések szerint évi 7,8-8 millió tonna/év biomassza mennyiség szükséges. Ennek előteremtéséhez a jelenlegi erdőállományokra, az ezekből kikerülő tűzifára, az apadékra, új telepítésekre, mezőgazdasági melléktermékekre, lágyszárú (szántóföldi) energianövényekre és fásszárú energiaültetvényekre, melléktermékekre és hulladékokra kell támaszkodni (*9. táblázat*).

9. táblázat: *Becsült biomassza-mix 2020*  
(*Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011*)

Biomassza típusa	Volumen [ezer t/év]	Megoszlás [%]
Erdészeti termék	2114	27,17%
Fafeldolgozás energia célra hasznosított melléktermékek	231	2,97%
Energianövények	1914	24,60%
Mezőgazdasági melléktermék- hulladék	3522	45,26%
<b>Összesen</b>	<b>7781</b>	<b>100%</b>

A 27. ábrából jól látható, hogy a biomassza és a biomassza ültetvények nagy jelentőséggel bírnak (bírhathának) a hazai megújuló energiaforrások között. Az energetikai ültetvényeken előállított biomassza akár 300 PJ/év energia mennyiséget is képviselhet a jövőben.

<sup>3</sup> Megjegyzendő azonban, hogy ez a számadat megkérdőjelezhető, hiszen nem tudni milyen biomassza „típusok” számítandók ide, tartalmazza a biogáz és bioüzemanyagok kategóriáit is, vagy azok nélkül értelmezendő.



27. ábra: Megújuló energiaforrások köztük a biomassza ültetvények jelenleg hasznosított és potenciálisan hasznosítható energia mennyisége Magyarországon [PJ/év] (Czupy et al., 2012)

A biomasszával, mint energiahordozóval a decentralizált energiatermelés is könnyebben megvalósítható, hiszen a biomassza helyben előállítható alapanyag. A hagyományos energiatermelés nagyrészt még központi irányítás alatt áll hazánkban, a megtermelt energiát nagy távolságokra távvezeték hálózaton keresztül szállítják. Az innovatív (villamos)energia termelést azonban már a decentralizáció jellemzi, ahol kisebb méretekben, több helyen, közelebb a felhasználóhoz zajlik. A decentralizált energiatermelésnek természetesen vannak előnyei és hátrányai, melyeket a 10. táblázat foglal össze.

10. táblázat: A decentralizált energiatermelés előnyei és hátrányai (Szuppinger, 2000; Veisse, 2004 alapján saját szerkesztés)

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> <li>- kisebb tőkebefektetés;</li> <li>- gyorsabb megépítés;</li> <li>- könnyebben karbantartható;</li> <li>- könnyebben növelhető a kapacitás (modulrendszer);</li> <li>- vezetés, irányítás egyszerűbb;</li> <li>- kevesebb távvezetékkel kell építeni, karbantartani;</li> <li>- csökkenthető a szállítási veszteség;</li> <li>- környezetbarátabb;</li> <li>- biztonságosabb → ellátásbiztonság növelése;</li> <li>- verseny a piacon → költségcsökkentés;</li> <li>- általában nagyobb hatásfokú (kapcsolt energiatermelés);</li> <li>- állami, EU-s, nemzetközi támogatások;</li> <li>- munkahelyteremtés;</li> <li>- helyi alapanyagok (pl. biomassza);</li> <li>- régiófejlesztés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- központi szinten nagyobb feladatok;</li> <li>- csatlakoztatás az alap-vagy elosztóhálózathoz, teherelosztás;</li> <li>- változó napi, évi terhelési görbék;</li> <li>- szoftverfejlesztés;</li> <li>- primer, szekunder tartalékok átértékelése;</li> <li>- tárolás problémája;</li> <li>- szabványosítás;</li> <li>- a fejlődés, kapacitásnövelés nem megbecsülhető;</li> <li>- új kihívások a szolgáltatók számára;</li> <li>- magasabb tüzelőanyag költség;</li> <li>- áram és gázpiac szabályozásának jövője;</li> <li>- megtérülési költségek.</li> </ul>

A 10. táblázat elemzéséből következően kiderül, hogy a decentralizált energiatermelés több előnnyel, mint hátránnyal rendelkezik, így a nehézségek elhárítását követően mindenképp érdemes az energiatermelés e lehetőségével a jelenleginél fokozottabban foglalkoznunk.

A következőkben az energetikai célra hasznosítható biomasza típusok kerülnek bemutatásra, majd a fás szárú energetikai ültetvények részletes kifejtésre.

### 2.5.1. Növénytermelés és a szőlő- és gyümölcsstermelés fás szárú növényi melléktermékei hazánkban

A mezőgazdaságban keletkező primer biomasza közül energetikai célra elsősorban a nagy mennyiségben keletkező melléktermékek vehetők számításba. Gabonaszalmából nagyjából évente 4,0-4,5 millió tonna keletkezik. Ebből az állattartás és az ipar 1,6-1,7 millió tonnát használ fel. A maradék 2,4-2,8 millió tonna gabonaszalma jelentős része energiatermelésre lenne felhasználható, és évente 28-34 PJ energia állítható elő belőle.

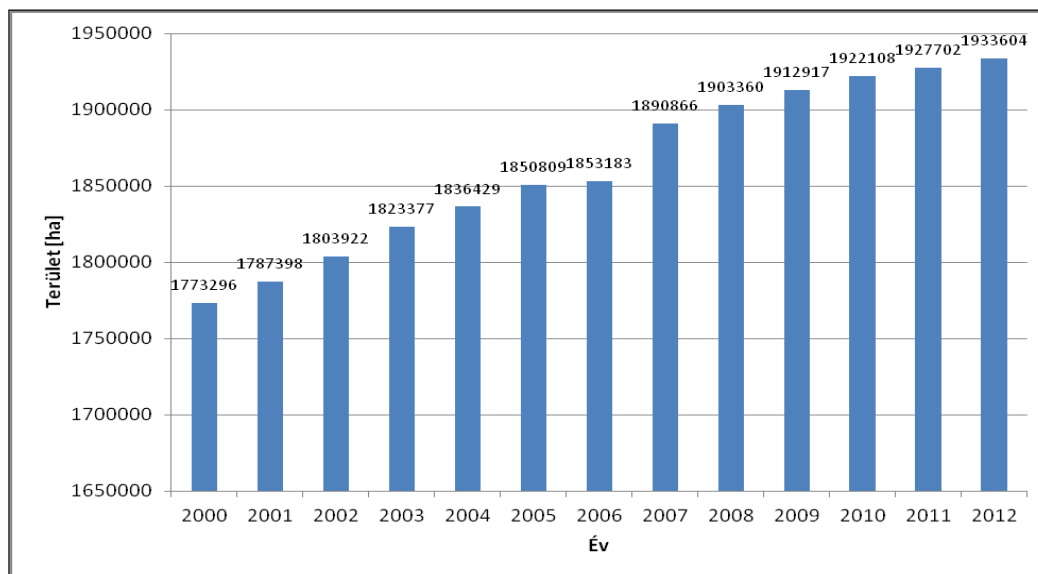
A legnagyobb mennyiségben hazánkban a kukoricaszár jelentkezik szántóföldi növénytermelési melléktermékként, tömege eléri évente a 8-10 millió tonnát, ebből 4-5 millió tonna hasznosítható energetikai céllal, amely 48-60 PJ/év energiát képes szolgáltatni. A növénytermelés melléktermékei közül még számottevő mennyiségben keletkezik a napraforgószár, valamint repceszalma is, amelyek tüzelési célra felhasználhatók lennének és 5-6 PJ/év hőenergiát lehetne belőlük előállítani.

A szőlő- és gyümölcsstermelés fás szárú növényi melléktermékeiből (szőlővenyigéből és gyümölcsfa-nyesedékből) évente 350-400 ezer tonna keletkezik, amely 5-6 PJ energiát lenne képes szolgáltatni. Tüzelésükre eddig csak próbálkozások történtek. A szőlővenyige bálázásos betakarítása és kisméretű kazánokban történő égetése a szőlőtermelő gazdaságokban lehetséges. A venyige és a gyümölcsfa-nyesedékek aprítására, gyűjtésére és tüzelésére még nincs kialakult technológia (Göggös, 2005; Uniflexys, 2011).

### 2.5.2. Magyarország erdőállományai

#### 2.5.2.1. Magyarország erdőállományának alakulása

Magyarország területének egyötödét, 1,9 millió hektárt borított erdő 2011-ben (2005-ben 1,8 millió ha (Giber et al., 2005)). Az évről-évre növekvő erdőterület ellenére<sup>4</sup> (28. ábra) az erdősültség aránya (2012. év: 20,8%, Babinyec et al., 2013) jelentősen elmarad az Európai Unióra jellemző 36%-tól.



28. ábra: Magyarország erdőterületének változása 2000-2010 (Babinyec et al., 2012, 2013; KSH 2013, adatai alapján saját szerkesztés)

<sup>4</sup> 1920 és 2010 között 8,9%-kal nőtt az erdők területfoglalása hazánkban (Babinyec et al., 2012).

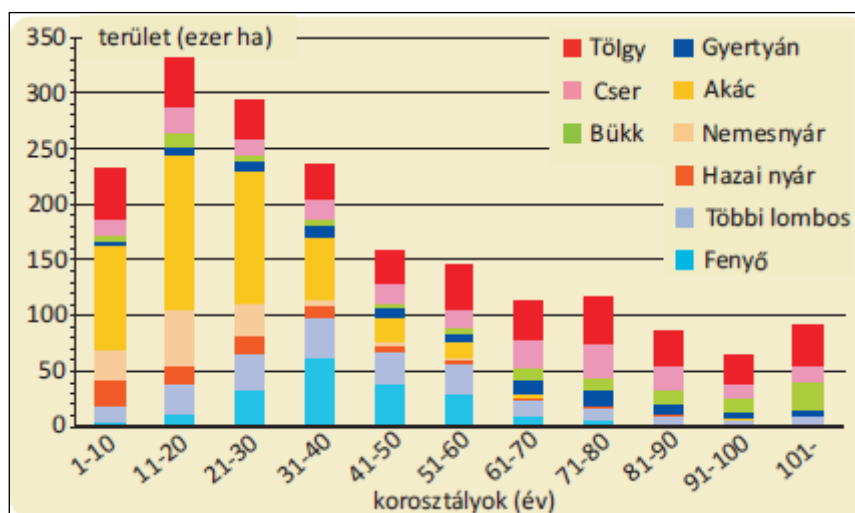
Összehasonlításképpen az Unió erdeinek több mint fele 4 országban található: Svédországban, Finnországban, Franciaországban és Spanyolországban. Finnországban az erdősültség 77%, Máltán ezzel szemben nem éri el az 1%-ot.

Az I. világháborút követően Magyarország erdősültsége nem érte el a 12%-ot. A Kaán Károly-féle új erdészeti politika a megmaradt erdők fokozott védelmére és az ország erdőterületek növelésére irányult. Az 1929-1933. közötti gazdasági válság visszavetette az erdősítési folyamatot, csak a második világháború utáni erdősítési folyamat eredményeképpen sikerült az ezredfordulóig 19,2%-ra emelni az erdőterület nagyságát. Az első erdőtörvény 1879-ban született meg, a legújabbat 2009-ban fogadták el. Az Európai Unió támogatásának segítségével az Új Magyarország Vidékfejlesztési Program (ÚMVP) keretei között jelentős összeget fordítottak az erdőterületek gazdasági értékének növelésére, az erdők többfunkciós szerepének megőrzésére, a mezőgazdasági területek erdősítésére, új erdők telepítésére (az erdőterület nagyságát régiós bontásban és a tulajdonmegoszlást a 11. táblázat mutatja.)

11. táblázat: Erdőterület és tulajdonmegoszlás megyénként (Babinyec et al., 2012)

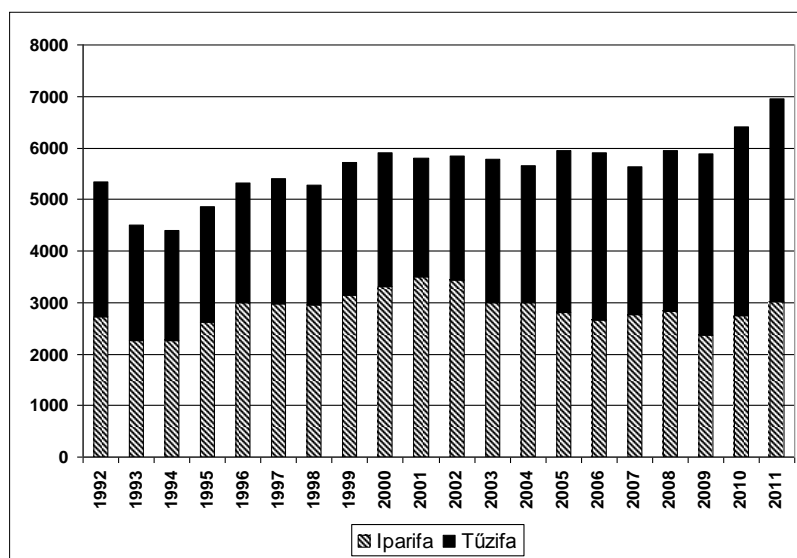
Megye	Közig. terület [km <sup>2</sup> ]	Erdőterület [km <sup>2</sup> ]	Erdősültség [%]	Erdőgazd. célú [km <sup>2</sup> ]	Állami [%]	Közösségi [%]	Magán [%]	Vegyes [%]
Pest és Budapest	6918	1699	24,6	1796	61,0	2,7	35,1	1,2
Közép-Magyarország	6918	1699	24,6	1796	61,0	2,7	35,1	1,2
Fejér	4359	543	12,5	607	75,2	2,8	21,2	0,8
Komárom-Esztergom	2265	616	27,2	660	81,5	1,1	17,2	0,2
Veszprém	4493	1349	30,0	1543	65,6	0,4	33,3	0,7
Közép-Dunántúl	11116	2508	22,6	2811	71,4	1,1	26,9	0,6
Győr-Moson-Sopron	4208	814	19,3	900	71,0	0,5	28,4	0,1
Vas	3336	940	28,2	987	51,3	0,4	48,3	0,0
Zala	3784	1189	31,4	1257	53,2	0,6	43,1	3,1
Nyugat-Dunántúl	11328	2944	26,0	3144	57,7	0,5	40,5	1,3
Baranya	4429	1113	25,1	1166	55,0	1,3	42,5	1,2
Somogy	6036	1785	29,6	1906	56,6	0,8	41,3	1,3
Tolna	3704	663	17,9	711	57,7	0,8	40,8	0,7
Dél-Dunántúl	14169	3562	25,1	3783	56,2	1,0	41,6	1,2
Borsó-Abaúj-Zemplén	7250	2075	28,6	2162	60,2	1,4	37,6	0,8
Heves	3637	880	24,2	612	60,0	0,4	39,3	0,4
Nógrád	2546	988	38,8	1024	55,6	0,2	43,8	0,4
Észak-Magyarország	13433	3943	29,4	4098	59,0	0,8	39,5	0,6
Hajdú-Bihar	6210	686	11,0	727	47,5	0,6	51,3	0,6
Jász-Nagykun-Szolnok	5582	325	5,8	352	45,5	2,4	51,7	0,4
Szabolcs-Szatmár B.	5937	1227	20,7	1270	27,3	1,2	71,3	0,2
Észak-Alföld	17729	2239	12,6	2349	36,2	1,2	62,2	0,4
Bács-Kiskun	8444	1753	20,8	1854	47,6	0,6	50,7	1,1
Békés	5630	255	4,5	278	62,7	3,7	31,9	1,7
Csongrád	4263	375	8,8	395	49,8	1,4	48,7	0,1
Dél-Alföld	18337	2382	13,0	2526	49,6	1,1	48,3	1,0
<b>Összesen</b>	<b>93030</b>	<b>19277</b>	<b>20,7</b>	<b>20507</b>	<b>56,4</b>	<b>1,1</b>	<b>41,6</b>	<b>0,9</b>

Erdeink faállomány összetétele elég változatos 5-15 fafajból tevődik össze. 89,6% lombos állomány, 11,3% fenyő (*Babinyec et al., 2012*). Az erdőterület 63%-a őshonos, 37%-a idegenhonos vagy meghonosodott (akác, vörös tölgy, fenyőfélék), illetve klónozott fajokból (nemesített nyár) áll. Erdeik kb. 21%-át tölgyesek, több mint ötödét (24%) akácok alkotják, a fenyőfélék 11%-ot foglalnak el. 2000 és 2008 között a nem őshonos fajok közül az akác területe 17%-kal nőtt, az erdei, a fekete és az egyéb fenyőféléké 10%-kal csökkent. Ugyanakkor a honos fajok közül a tölgy és a bükk területe csekély mértékben 4,5, illetve 1,5%-kal nagyobb volt, mint 2000-ban. Legnagyobb területfoglalása az 1-40 év között állományoknak van. Az erdőterület megoszlását fajok és korosztályok szerint 2012-ben a 29. ábra mutatja.



29. ábra: Az erdőterület megoszlása fajok és korosztályok szerint (*Babinyec et al., 2013*)

Az elmúlt években jelentősen megnőtt Magyarország élőfakészlete, mivel az erdeikben képződött folyónövedék évről évre meghaladta a tényleges fakitermelés mennyiségét. 2000 óta eltelt időszakban az éves folyónövedék 11,7 millió m<sup>3</sup>-ről 13,1 millió m<sup>3</sup>-re emelkedett (*Statistikai tükör, 2010*), így 2011-ben közel 362,2 millió m<sup>3</sup> volt az élőfakészlet (*Marosvölgyi (2012)* szerint 380 millió m<sup>3</sup>), miközben a fakitermelés 7 millió m<sup>3</sup> körüli (*Szakálosné Mátyás et al., 2012*). A nettó fakitermelésből származó iparfa és tűzifa arányának változását mutatja az 30. ábra.

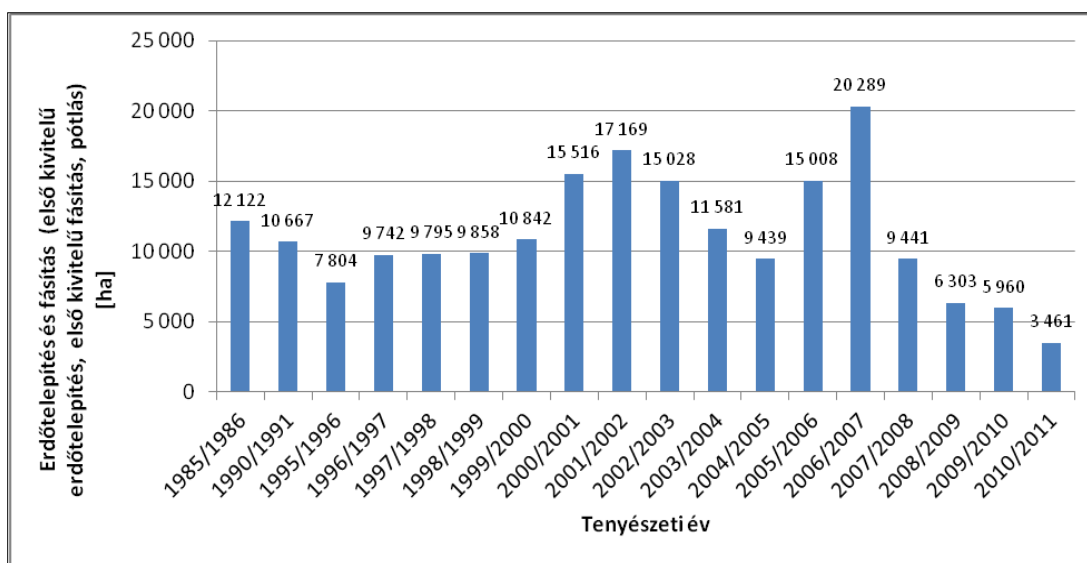


30. ábra: A nettó fakitermelés [ezer m<sup>3</sup>] összetétele az elmúlt 20 évben (*Szakálosné Mátyás et al., 2012*).

Az ábrából látható, hogy 2011-ban a kitermelt mennyiség kb. 57%-a volt tűzifa, 43%-a pedig ipari fa. Míg a legújabb 2012-es adatok alapján a tűzifa részaránya 54,8%, az iparifáé pedig 45,2% volt (Babinyec et al., 2013). A tűzifa az utóbbi évek óta 5-6%-át adja az ország energiatermelésének, a megújuló energiából mintegy kétötödét részesedik. 2000 óta a legnagyobb folyónövedék-gyarapodása a hazai nyárnak volt (53%), ezt követte az akácé (29%), ugyanakkor a fenyőfélék 2008. évi folyónövedéke 14%-kal elmaradt a 8 évvel korábitól. Legnagyobb mennyiségben tölgy (30%) és akác (20%) került kitermelésre, a nemesnyár és a fenyők egyaránt 13, míg bükk 10%-át adták a 2008. évi fakitermelésnek (Statisztikai tükör, 2010).

A Nemzeti Erdőtelepítési Program 683 ezer hektár, az Új Magyarország Vidékfejlesztési Program a 2007–2013 közötti időszakban pedig 70 ezer hektár erdőtelepítéssel számol az uniós támogatásoknak köszönhetően. A 2007-2008-ban a támogatási források segítségével 7332 hektár (első kivitelű erdőtelepítés) új erdő telepítésére került sor. Az új erdőtelepítések hozzájárulnak a mezőgazdaság szerkezetátalakításához, az ökológiai adottságokhoz jobban igazodó földhasználathoz, a vidékfejlesztéshez, a foglalkoztatási gondok enyhítéséhez, a belvízveszéllyel rendszeresen fenyegetett térségek védelméhez, a környezet, a táj és az élővilág megővéséhez is (FVM-A magyar mezőgazdaság és élelmiszeripar számokban, 2009).

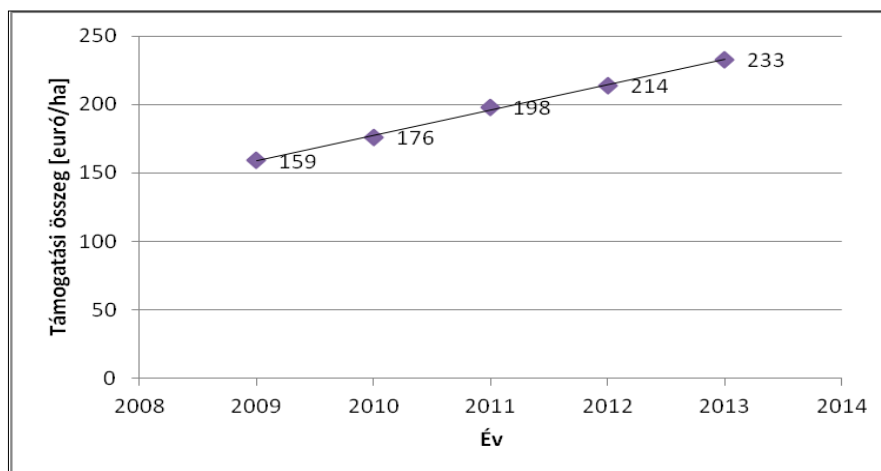
Azonban a KSH adatai azt bizonyítják, hogy a gazdálkodók erdőtelepítési kedve 2008 óta folyamatosan csökkent (31. ábra).



31. ábra: Erdőtelepítés és fásítás hazánkban 1985-2011 között (KSH 2013 adatai alapján saját szerkesztés)

Az erdőtelepítések csökkenésének oka lehet a 2009 óta évről-évre növekvő Európai Unió mezőgazdasági területalapú támogatás (32. ábra).





32. ábra: A területalapú támogatási összegek változása 2009-2013 [euró/ha] (url. 8.- url. 11.)

Ennek hatására a gazdálkodók inkább mezőgazdasági kultúrák telepítésébe fektetnek mintsem erdőtelepítésekbe, hiszen a mezőgazdasági kultúrák betakarítása évente bevételi forrást jelent számukra, míg az erdőtelepítésből nyerhető haszon évek, évtizedek múlva jelentkezik.

#### 2.5.2.2. A faanyag felhasználása

A szigorú szabályozások miatt a Magyarországon a fenntartható módon kitermelhető évi 10 millió m<sup>3</sup> famennyiségnek csak a 70 %-a kerül kitermelésre, tehát minden évben növekszik az ország élőfa készlete (url. 12).

12. táblázat: A hazai erdőkben a körzeti erdőtervek alapján kitermelhető és az erdészeti hatóság engedélye alapján ténylegesen kitermelt összes faanyag mennyisége 2000-2009 [ezer m<sup>3</sup>] (Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Erdőtervi lehetőség</b>	9 183	9 298	9 444	9 857	10 130	10 078	10 235	10 160	10 384	10 508
<b>Tényleges fakitermelés</b>	7 287	7 011	7 013	7 086	7 095	7 167	7 005	6 609	7 024	6 773

A fakitermelés, mint azt a 12. táblázat alapján láthatjuk, 7 millió m<sup>3</sup> körül mozog. Ebből kb. 5,6 millió m<sup>3</sup>/év sarangolt, választékolt fa és 1,4-1,5 millió m<sup>3</sup>/év az erdőben maradó vágástéri apadék (gally, ág, kéreg) (Giber et al., 2005). A 2005 évi 5,6 millió m<sup>3</sup>-ből 3,7-3,8 m<sup>3</sup>/év az energetikai célra felhasználható (a többi magas értékű ipari fa) (Giber et al., 2005). Az energetikai célra használt erdei fatermékek 2009-ben elérték a 3,5 millió m<sup>3</sup>-et, ami a ténylegesen kitermelhető famennyiség 50 %-át jelenti (13. táblázat).

13. táblázat: Energetikai célra felhasznált erdei fatermékek 2000-2009 között [ezer m<sup>3</sup>] (Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve, 2011)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Erdei apríték	4	3	3	7	5	14	31	50	151	151
Vastag tűzifa	1 621	1 494	2 092	2 472	2 356	2 774	2 869	2 550	2 588	3 012
Vékony tűzifa	241	196	303	302	311	348	346	279	396	363
<b>Tűzifa, össz.</b>	<b>1 866</b>	<b>1 693</b>	<b>2 398</b>	<b>2 781</b>	<b>2 672</b>	<b>3 136</b>	<b>3 246</b>	<b>2 879</b>	<b>3 135</b>	<b>3 526</b>

Meg kell jegyeznünk, hogy az egyre növekvő vágáskor, és az a tény, hogy meglévő tűzifa igény mellett a forgácslap gyártók is tűzifa alapanyagot használnak, valamint a 30. ábrán bemutatott erdőtelepítés csökkentése pár év múlva korlátozza az erdőből kikerülő faanyag energetikai felhasználási lehetőségét.

A szilárd biomassa jövőbeni vezető szerepvállalása céljából a szükséges dendromassza mennyiség kielégítésének fontos alternatívái a fás szárú energiaültetvények, ahol a területegységre eső energiahozam évente magasabb, mint az erdőkben.

### **2.5.3. Energetikai célra hasznosítható faanyag mennyisége az elkövetkezendő években**

Jelenleg a megújuló energiaforrások a primer energia felhasználásnak kb. 7%-át adják. Ennek 75-80%-át a biomassa szolgáltatja. A biomasszán belül pedig a dendromassza arány kb. 80%. Így elmondható, hogy a faanyag részesedése az összes energiafelhasználásban nagyjából: 4,2-4,5%.

Ma a faenergia források 4 csoportba sorolhatóak:

- szabvány tűzifa;
- erdei apadék (vágástéri hulladék, tisztítási, gyéritési anyagok, kéreg, tuskó, ágfa);
- energetikai faültetvények;
- fafeldolgozási hulladékok (másodnyersanyagok), elhasznált fatermékek ("altholz").

#### *Szabvány tűzifa*

A fakitermelésen belül a szabványos tűzifa mennyisége 3,6 millió m<sup>3</sup> volt 2011-ben, ez pedig a nettó fakitermelés 56,6%-nak felel meg. A szabvány tűzifa értékesítése általában két formában történik:

- sarangolt tűzifaként;
- hasított, egységgrakatolt (kásztázott) tűzifaként.

Szabvány tűzifából a közeljövőben 3,5-3,8 millió m<sup>3</sup> használható fel energetikai célokra (Molnár et al., 2013).

#### *Erdei apadék*

Az erdei apadék jelentős mennyisége begyűjthető lenne energetikai célra. Becsléseink szerint a bruttó fakitermelés 10%-a kerülhetne összegyűjtésre, aprításra, felhasználásra. Erdei apadékból kb. 700-800 ezer m<sup>3</sup> használható fel energetikai célokra.

#### *Energetikai faültetvények*

A fás szárú energetikai ültetvények közül a 2-3 éves (rövid) vágásfordulójú ültetvények területnövekedésével számolhatunk az elkövetkezendő időkben. Ezen ültetvényekről a termőhelytől függően évente 20-40 m<sup>3</sup>/ha faanyag nyerhető. 20 éves távlatban megfelelő finanszírozás és támogatás esetén 50 ezer ha ültetvény létesítésére nyílhat lehetőség. Ez azt jelenti, hogy hosszabb távon évi 1,5 millió m<sup>3</sup> körüli energetikai faanyag keletkezhet (Molnár et al., 2013).

#### *Fafeldolgozási eselékek (másodnyersanyagok)*

Becsléseink szerint évi 3 millió m<sup>3</sup> ipari fa felhasználás mellett közel 2 millió m<sup>3</sup> (1 millió tonna) másodnyersanyag keletkezik (fűrész- és csiszolatport, a gyaluforgácsot és a darabos eselékek). 2011-ben az energetikai fatermékek kereskedelmi forgalma meghaladta a 100 ezer m<sup>3</sup>-t. A faipari üzemek energia ellátásában a gyengébb minőségű melléktermékek (kéreg, csiszolatpor) is kezdenek fokozottabb szerepet játszani. (Belőlük,

mint másodnyersanyagból akár biobrikett is készíthető, mely energetikai célra szintén hasznosítható).

Hazánkban néhány termék kivételével (pl. rakodólap) nem megoldott az elhasznált fatermékek újrahasznosítása. Hosszabb távon az ezen a területen képződő évi 0,5-0,7 millió m<sup>3</sup> faanyaggal is számolhatunk.

Becsléseink alapján a faesélék és a használt termék 50-50%-a használható fel ipari, valamint energetikai célokra. Nagyjából 1,3 millió m<sup>3</sup> (0,65 millió t) energetikai faforrással számolhatunk ezen területről.

Összefoglalóan elmondható, hogy hosszabb távon évente kb. 7-7,5 millió m<sup>3</sup>, kb. 3,5 millió t faanyag áll rendelkezésünkre, energetikai célokra (*Molnár et al., 2013*).

### *Miért a fa?*

A fa szerepe az energiatermelésben korszakonként eltérő volt. Az ősember melegét, energiáját a fa elégetésével nyerte, majd a későbbi korokban a fahasználat olyan mértékeket öltött, hogy pl. a XIII. században korlátozták és büntették a fakivágást. Majd a szén, kőolaj földgáz megjelenésével, a fa alkalmazása az energia-termelésben háttérbe szorult. Később a 19. és 20. században az ipari terjeszkedés után a kimerülő fosszilis készletek és a növekvő környezetszennyezés arra kényszerítette az emberiséget, hogy újra „elővegye” ezt a régi/új energiahordozót. Jelenleg a fa az egyes országok teljes energiaellátásban és a villamosenergia-termelésben különböző százalékban képviselteti magát a biomasszák között. A tűzifa a magyar lakosság körében is az egyik legismertebb energiahordozó. A hazai földgázhálózat kiépítését követően az 1990-es években Magyarországon csökkent a tűzifa iránti kereslet (*Jung 2010; Marosvölgyi 2010; Horváth, 2013*), majd a földgáz árának fokozatos növekedésével ismét növekedni kezdett a lakosság tűzifa fogyasztása (*Csatári, 2012; Horváth, 2013*).

A fentiek alapján valószínűsíthető, hogy a biomassza és ezen belül a fa, mint megújuló energiahordozó a jövőben is fontos szerepet fog játszani.

A lignocellulózok közül a fa a legfontosabb energiahordozó (*Ivelics, 2006*). Néhány jellemző tulajdonságát érdemes kiemelni.

- a faanyag hamujában kalcium (800-1000 ppm), kálium (200-1000 ppm), és magnézium (100-200 ppm) vegyületei találhatóak;
- a többi elem koncentrációja 50 ppm alatt van;
- a legfontosabb nyomelemek: Ba, Al, Fe, Zn, Cu, Ti, Pb, Ni, V, Co, Ag, Mo. (*Németh, 1997*).

A fa hamujában található K, Si, tartalom alacsonyabb, Ca, Mg tartalom magasabb, mint a lágyszárú lignocellulózoké. Az utóbbiak a hamu olvadáspontját megemelik, ez előbbieket lecsökkentik (*Ivelics, 2006*).

A fa és más lignocellulózok energetikai és tüzeléstechnikai szempontú elemzése alapján *Ivelics (2006)* a következőket állapította meg:

- a fás szárú energianövények fűtőértéke abszolút száraz állapotban mindig nagyobb, mint a lágyszárú lignocellulózoké;
- a fás szárú lignocellulózok hamutartalma alacsonyabb, mint a lágyszárú növényeké;
- energetikai szempontból összetételük is kedvezőbb;
- a minirotációs energetikai faültetvényeken termelt faanyag tüzeléstechnikai, energetikai szempontból kedvezőbb, mint a lágyszárú lignocellulózok anyaga.

Ha egy gyors árkalkulációt végzünk a különböző energiahordozó árát illetően a következő eredményeket kapjuk (*14. táblázat*).

14. táblázat: Különböző energiahordozók egységnyi mennyiségre vetített ára

Energiahordozó	Ár (Ft)
Fa (Ft/kg)	25
Villamos energia (Ft/kWh)	36+éves díj
Földgáz (Ft/m <sup>3</sup> )	102+éves díj

A 14. táblázatból látható, hogy a fa egységnyi ára alul marad a többi energiahordozóéhoz képest, ugyanakkor fontos kiemelni, hogy 1 kg fa energiatartalma nem ugyanakkora, mint 1 m<sup>3</sup> földgázé, tehát nagyobb mennyiség eltüzelése szükséges.

## 2.6. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK TÖRTÉNETE, NEMZETKÖZI ÉS HAZAI HELYZETE

### 2.6.1. Nemzetközi kitekintés

Az emberiség életében az egyik legfontosabb nyersanyag a fa. *Perlin* (1991) odáig is elmegy, hogy azt mondja: „*A fa meg nem énekelt hőse a technológiai forradalomnak....*” A világ éves fakitermelése kb. 1,7 millió m<sup>3</sup> és ez a mennyiség folyamatosan nő (*Sohnen et al., 1997*). Napjainkban pusztulnak az erdők, nemcsak a fakitermelés miatt, hanem a végzetes homokviharak, árvíz, iszapcsúszás, flóra és fauna kihalás miatt. A fejlődő országokban egyre jobban körvonalazódik azaz igény, hogy a természetes erdőkörnyezet fennmaradjon, ez gyakran a fakitermelés kizárásával oldható meg. Ezért az ültetvényes fatermesztés segít a faigény kielégítésében (*Sohnen et al., 1997*). Svédországban például az 1970-es évektől kezdve kutatják a füzültetvényekben rejlő lehetőségeket (*Rosenqvist et al., 2000*).

A rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények kutatása és jelentősége ugyan a 20. században kezdett elterjedni, kezdeteivel már az ókorban is találkozhatunk (*Dickmann, 2006*). *Rackhan* (1990) szerint a neolitikumban élő ember vigyázott a tuskóról eredő sarjakra, mert sokkal könnyebb volt vele dolgozni. A régi korokkal hozza még összefüggésbe a rövid vágásfordulójú ültetvényeket *Warren-Wren* (1972) és *Perlin* (1991) is.

A nyárfák története is a régmúltra tekint vissza. A latin *Populus* szó a római *arbor populi* vagy „people’s tree” - emberek fája - kifejezésből ered, mert olyan sok helyen ültették (*Rupp, 1990*). A nyárkultúra a kínaiaknál is több ezer évre vezethető vissza. Tehát elmondható, hogy az ókorban a nyár és fűzkultúra virágzásnak indult (*Dickmann, 2006*).

Kolumbusz Kristóf által- aki megnyitotta az európaiak számára Amerika kapuit- jöhetett be gyakorlatilag Európába az amerikai nyárfa, azaz a *P. deltoides*. Ez a 18. században spontán kereszteződött a feketenyárral, a hibrid leírása 1755-ben történt (*Eckenwalder, 2001*), neve *P. x canadensis* lett. A 19. században további keresztezések történtek, ezzel több hibrid alakult ki. Majd a 20. században megjelent a *P. trichocarpa* és a *P. x generosa*. Összesen 34 *Populus* taxon jött létre (*Stout és Schreiner, 1933*). A klónok szelektálása növekedési rátájuk, hidegtűrésük, kórokozókkal szembeni ellenálló képességük és a dugvány gyökérbésozóképessége alapján történt. A 20-as évektől a kísérletek folytatódtak. Az 1930-as évektől kezdve a szaporítás Kanadában, az USA-ban, Európában (főleg Skandináviában) egyre elterjedtebb lett. 1937-ben alakult meg Casale Monferratoban, Olaszországban az első nyárfa kutató intézet az: Istituto di Spertmentazione per la Pioppicoltura (ISP), mely még ma is a nyárfakutatás fontos központja (*Dickmann, 2006*). Az International Poplar Commission (IPC) alapítása 1947-ben történt, mely a rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvényekkel kapcsolatos tevékenységet koordinálja világszerte. Részbe az Egyesült Nemzetek Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezetének a FAO-nak, valamint kapcsolódik az IUFRO-hoz (Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szövetsége) is. Az SRWC Operations Working Group 1995-

ben alakult, ez a szervezet összefogja a fás szárú ültetvényekhez kapcsolódó kutatásokat, kutató intézeteket, egyetemeket, laboratóriumokat, fejlesztéseket, és az ipari szektort.

A kutatások terén az 1960-as és 1970-es években a kutatás-fejlesztési területen és az ökofiziológiai és genetikai vizsgálatok terén történt előrehaladás (*Dickmann, 1991*). Az 1973-74-es olajválság eredményeként, mely lehetővé tette az alternatív energiahordozók előtérbe kerülését, még intenzívebb lett a rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények kutatása.

1974-ban megalakult az International Energy Agency (IEA - Nemzetközi Energia Ügynökség), melynek létrejötte szintén segítette a kutatásokat.

A 20. századtól kezdve genetikai, fa fiziológiai, biokémiai kutatások kezdődtek, melyek eredményeként a vegetatív mikroszaporítás, a DNS ujjenyomat, a kromozómák kapcsolódásának feltérképezése rutinná vált (*Klopfenstein et al., 1997*).

A 21. században pedig pontosabban 2004-ben a nyárfa DNS sorrendjét is sikerült meghatározni svéd és kanadai szakembereknek (*Stettler et al., 1996*). Jelenleg is több kutatóintézet foglalkozik genom vizsgálatokkal. Ez a lépés kétség kívül még jobban hozzájárul a rövid vágásfordulójú energetikai faültetvények hasznosíthatóságához (*Bradsaw és Strauss, 2001*).

Rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények termesztésével, hasznosításával kapcsolatban számos országban zajlanak kísérletek, kutatások az 1960-as, 1970-es évektől kezdődően. Pl. Svédország, Finnország, Nagy-Britannia, Szerbia, Horvátország, Magyarország, USA, Ausztrália, Új-Zéland.

A rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények elnevezésében akadnak különbségek az szakirodalomban. *Hansen (1999)* „Short rotation and intensive culture” (SRIC)-nak nevezi az ültetvényeket, de megjelenik a szakirodalomban a „Short rotation forestry” (*Mitchell et al., 1999; Klasnja et al., 2012*) (SRF)<sup>5</sup> és a „Short rotation coppice” (SRC) elnevezés is (*Laureysens et al., 2005; Musshoff, 2012*), rövid vágásfordulójú ültetvényekre ez utóbbi használatos. A vágásfordulót az egyes szakirodalmak 2 és 15 év között jelölik meg.

Az energetikai célú dendromassza termelésre irányuló első konkrét kísérletek az USA-ban, Németországban, Jugoszláviában, majd az első olajválság után Svédországban kezdődtek (*Führer et al., 2008*).

#### Amerika

Brazíliaiban az 1940-es években jelent meg az eukaliptusz, melyet ipari célok mellett energetikai célokra is használnak. Több mint 4 millió ha eukaliptusz ültetvény található Brazíliaiban. A nagyon rövid vágásfordulójú (2-6 év) eukaliptusz ültetvények hozama 40-80 m<sup>3</sup>/ha/év (*Couto et al., 2011*).

Észak-Amerikában a rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények központja Kanada, emellett jelentős területek találhatóak az USA-ban is. Jellemző fafaj a nyár és a fűz (*Gordon et al.*).

Észak-Amerikában homokos talajon végzett fűz ültetvényekkel értek el jó eredményeket. New York államban *Kopp (2001)* leírása alapján 16,3 at/ha átlagos hozamot tudtak elérni homokos talajon, fűz ültetvényen (SV1 klónnal) 10 évre vonatkoztatva. Ontárió államban 7-11 odt<sup>6</sup>/ha/év hozamú fűzültetvényeket találhatunk.

#### Európa

Svédországban 16000 ha (fűz)ültetvény található (*Larsson, 2004*), ezt követi Lengyelország 9000 ha-ral, majd az Egyesült Királyság következik 6000 ha-ral,

<sup>5</sup> 5-10 éves vágásfordulójú energetikai ültetvényekre (ültetvény kategóriában), valamint faültetvényekre (erdő kategóriában).

<sup>6</sup> oven dried tones-abszolút száraz tonna

Olaszország 5000 ha, Németország 5000 ha és végül Franciaország 3000 ha (*Faasch és Patenaude, 2012*).

Németországban 1100 és 15700 ha a két szélsőérték az ültetvény telepítésére alkalmas területek nagyságát illetően. 2008-ban még 1200 és 1500 ha között volt az ültetvények területnagysága. *Schöne és Degmair (2008)*, valamint *Murach et al. (2008)* szerint viszont csak Brandenburg tartományban az akác, nyár, fűz ültetvények telepítésére alkalmas terület 200000 ha, melyről évente 2 millió atrotonna faanyag takarítható be.

Svédország 1960-as években kezdődtek ültetvénytelepítések a cellulóz- és papíripar számra, energetikai célra történő ültetvénytelepítések az 1970-es évektől kezdődően folynak. Az ország klimatikus viszonyainak a fűzfajták felelnek meg leginkább (a nyarak alárendelt szerepet játszanak), a svéd fűzültetvények területe meghaladja a 16000 ha-t az ország déli és középső területein (*Mola-Yudego és González-Olabarria, 2010; Kauter et al., 2003; Mirck et al., 2005; Wickham et al., 2010*), ezzel 1%-kal járul hozzá az ország energetikai fakészletéhez (*Neinavaie, 2011; Mola-Yudego és Aronsson, 2008*). Kb. 1200 gazdálkodó foglalkozik rövid vágásfordulójú energetikai faültetvény telepítésével, művelésével és kb. 0,2 TWh hő- és villamosenergia termelhető az ültetvények faanyagából. Az ültetvények hozama átlagosan 15 (7-20) odt/ha/év (*Ivelics, 2006*). 1984-ben a svédek energiafelhasználásának 14%-a származott dendromasszából, ezt az értéket 2015-re 61%-ra szeretnék növelni (*Führer et al., 2008*).

Olaszországban a kedvező támogatási programoknak köszönhetően 2004 óta kb. 5000 ha rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényt telepítettek, 2 éves rotációs technológiával. Területfoglalásuk 2011-ben már 6500 ha volt (*Fiala és Bacenetti, 2011*). Léteznek azonban közepes 5-6 éves vágásfordulójú ültetvények is. A technológiák az ültetési hálózatban és az ültetett szaporítóanyag számában térnek el egymástól. Az ország egyes tartományaiban természetesen eltérőek a lehetőségek ültetvény telepítés tekintetében. A Pó-síkságon és Lombardia tartományban több ezer hektár energetikai faültetvény található, melynek nagy része nemesnyár. A kutatók szerint a 2. évtől kezdve 30-50 t/ha/év élő nedves dendromasszával lehet számolni (*Ivelics, 2006*). Olaszországban a *Populus deltoides* L. nyárklón kétéves vágásfordulójú termesztés során 11,7 t szárazanyag/ha/év dendromassza hozamot ért el. A vágásforduló három, illetve négy évre történő meghosszabbításával jelentősen nőtt a terméshozam, elérte a 15 t szárazanyag/ha/év, illetve a 18,4 t szárazanyag/ha/év értéket (*url. 13.*).

Finnországban a fűz klónok dominálnak, de nemesnyár, nyír, éger, valamint kevert nyír-fűz rövid és hosszú vágásfordulójú állományokkal is folytatnak kísérletet.

Angliában a fűz energia ültetvények dominálnak, 1999-ben 1000 ha, 2007-ben pedig már 5000 ha fűzültetvényel rendelkeztek (*Rowe et al., 2011*). Egyes kutatások alapján fűz klónokkal átlagosan 10-12 odt/ha/év hozam érhető el, de kísérleti ültetvényeken akár 40 t/ha/év hozam is produkálható (*Ivelics, 2006*). *Wickham et al. (2010)* 15-18 odt/ha/év hozammal kalkulálnak. Ezen kívül kísérletek zajlanak/zajlottak nemesnyár, bükk, eukaliptusz és égerrel fajokkal is (*Mitchell et al., 1999*).

Írországban és Észak-Írországban elsősorban rövid vágásfordulójú fűz ültetvényekkel folytatnak kísérleteket, de próbálkozások történnek nyár ültetvények telepítésével is. Több fűtőmű alapanyagául is szolgál az ültetvényeken előállított biomassa (*Rosenqvist és Dawson, 2005*).

Ausztriában már az 1980-as évek eleje óta folytatnak kísérleteket rövid vágásfordulójú energetikai faültetvényekkel kapcsolatban. A vágásfordulók fűz esetében 1-2 év, nemes nyáraknál 4-6 év, égernél 6-10 év (*Ivelics, 2006*).

Dániában az energiatermelés 18%-a származik megújuló energiaforrásból, ezen belül a biomassa és a hulladék 82%-ot tesz ki (*Sevel et al., 2012*). Az 1980-as évek közepén kezdődtek az energetikai ültetvényekkel kapcsolatos kutatások. Időközben kb.

1000 ha ültetvényt hoztak létre, többségük kis területű 0,5-3 ha-os ültetvény, melyeken a fűzfajok dominálnak. 2010-2012. között állami támogatással 30000 ha energetikai ültetvény telepítését kívánták megvalósítani, melynek egy része rövid vágásfordulójú fűz ültetvény (*Sevel et al., 2012*). Emellett kísérleteket végeznek nyár és éger fajokkal egyaránt.

Horvátországban kísérleteket folytatnak rövid vágásfordulójú fűz, nyár, éger és nyír energetikai célú faültetvényekkel (*Ivelics, 2006*).

Szerbiában és Montenegróban szintén fűz, nyár és akác fajokkal végeznek kísérleteket. A legjobb nemesnyár klónok 1 éves biomassza produkciója 38 ezer telepítési tőszám esetében 23,9 odt/ha volt (*Ivelics, 2006*).

Belgiumban nemesnyár és fűz fajokkal folytatnak kísérleteket (*Volk et al., 2004*). A fűz ültetvények dendromasza hozama 10-12 t/ha/év (*Dawson, 2007*), faanyagának fűtőértéke 17-19 MJ/kg (*Dubuisson és Sintzoff, 1998*).

Franciaországban a genetikai és gazdálkodói aspektusokat figyelembe véve a nemesnyár fajok alkalmasak rövid vágásfordulójú energetikai faültetvény telepítésére. A kutatások a 80-as évektől kezdődtek, az ültetvények dendromasza hozama átlagosan 8-12 t szárazanyag hektáronként (*Berthelot et al., 2000*).

Lengyelországban a megújuló energiaforrások részaránya az energiatermelésben 2007-ben mindössze 6% volt, melyben a biomassza 91%-kal képviseltette magát. 2020-ra 15%-ra szeretnék emelni a megújuló energiaforrások arányát az energiatermelésben. Lengyelországban a rövid vágásfordulójú faültetvény kategóriában a fűzültetvények jellemzőek, 2005-ben kb. 4200 ha rövid vágásfordulójú fűz ültetvény volt, 2007-re pedig 6700 ha-ra nőtt a területük. 2020-ra a megújuló energiaforrások részarányának növelése miatt az évelő növényekből ültetett energetikai ültetvények nagysága elérheti a 660000 ha-t is (*Bemmann és Knust, 2010*).

## 2.6.2. Hazai helyzetkép

A rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények megítélése hazánkban változott az idők folyamán. 1973 előtt amerikai mintára nemesnyár klónokkal folytak kísérletek. Akkor ezekkel a cellulózgyártás és farostipar alapanyagát kívánták előállítani. 1973 után az ültetvények a rajtuk megtermelt faapríték energetikai felhasználása miatt váltak fontossá, a fennálló olajválság miatt.

1980 után ellentmondásos volt az energetikai faültetvények megítélése, mert a kőolaj ára nem nőtt meg ugrásszerűen, sőt csökkent így a faanyag energetikai hasznosítása is csökkent egyes országokban, míg más országok környezetvédelmi megfontolásból a téma fejlesztésével foglalkoztak.

1985 után a felszabaduló mezőgazdasági területeket hasznosítani kellett, szigorodtak a környezetvédelmi előírások ez ismét középpontba állította az energetikai ültetvényeket (*Nagy, 1996*).

Az országban a növekvő faigény kielégítésére, ennek hatására Csongrád megyében megindultak a nemesnyár telepítési kísérletek az 1950-es évek elején Kopeczky által nemesített 'H422'-es nyárklónnal, mely jó eredményeket produkált (*Szabó, 1976*).

1973 az első nyár fatermesztési modellek megalkotása, melyek természetesen az idő múlásával módosultak, pontosabbá váltak (*Halupa et al, 1974*).

1981-ben újabb minősített fűz- és nyárfajták jelentek meg a fajtaválasztékban ekkor már minősített fajta volt pl. a 'Pannonia', 'BL', 'I214' stb.

Az 1980-as évek elején külföldi mintára hazánkban is felmerültek a következő kérdések a rövid vágásfordulójú lombfatermesztéssel kapcsolatban:

- mekkora a biológiai és gazdasági szempontból egyaránt kedvező, rövid vágásforduló;

- mekkora az optimális hálózat, mit eredményez a tápanyagutánpótlás;
- hány vágásforduló (sarjaztatás) tervezhető azonos tuskó- és gyökérrendszerrel;
- melyek a környezetvédelmi vonatkozásai a rövid vágásfordulónak.

Mint az már korábban említésre került kezdetben inkább a cellulózipar növekvő igényeinek kielégítésére jelent meg a kereslet a rövid vágásfordulójú faültetvényekkel kapcsolatban, később az aprítéktermelés megoldása, a növekvő igények kielégítése egyaránt ösztönözi a rövid vágásforduló alkalmazását (*Sólymos R. in H. E. Young*). Elmondható, hogy hazánkban a '80-as évek lejtől kezdődően folynak kutatások a rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvényekkel kapcsolatban.

Szintén a '80-as évek elején már elkezdődött a külföldi technológiák tanulmányozása, főleg az Olaszországi tapasztalatokat tanulmányozta Tóth és Szemerédi (*Tóth és Szemerédi, 1982*). Az Olaszországi nyárfatermesztési technológiák új vonásairól és a technológia egyszerűsítéséről írtak. Svéd tapasztalatokról számol be Jerome Rene Az Erdő 1985-ös számában. A fás szárú energetikai ültetvényekhez kapcsolódó gépfejlesztések is elindultak a 80-as évek derekán hazánkban, hiszen az új technológiákhoz új vagy továbbfejlesztett gépekre volt szükség (*Marosvölgyi és Huszárné, 1989*).

A nemes nyarasok intenzív termesztésénél felmerült a műtrágyázás kérdése is. A műtrágyával végzett kísérletek eredményei azt mutatták, hogy növelni lehet a fahozamot, és a növények károsítókkal és betegségekkel szemben való ellenálló-képességét. 1985-ben I214-es nyárhibriddel végzett vizsgálatok alapján elmondható, hogy 10-50%-kal növelhető a fahozam, megfelelő N, P, K műtrágyák adagolásával és javítható a nyarasok egészségi állapota is (*Kohan, 1985*).

*Marosvölgyi (1990.)* megfogalmazza a rövid vágásfordulójú faültetvények előnyeit és leírja a két alkalmazható technológiát. Az egyik a hagyományos módon kezelt, jól sarjadó állományok ilyen célú hasznosítását jelenti, a másik az ültetvény létesítése. Véleménye szerint az eddigi kutatások biztatóak, az ültetvények hozamadatai növelhetők. Az ültetvények új energiaforrás lehetőségét nyújtják, csökkentik a környezetvédelmi problémákat és növelik a foglalkoztatottságot.

A következőkben rövid összefoglalás következik a hazánkban zajló korábbi kísérletekről.

#### *Hanságligeti kísérletek*

A rövid vágásfordulójú nyárültetvények vizsgálatára először 1981-ben, az Erdészeti és Faipari Egyetem vezetésével, az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) közreműködésével, a Lajtahansági Állami Gazdaság kivitelezésében került sor. A kísérletet 4 nemesnyárklónnal 1x0,5, 1x1 és 1x2 m-es hálózatban, 4 műtrágyadózissal, splitplot elrendezésben állították be. A kísérleti faültetvény talaja mezőgazdasági művelésből kivont vályogos szövetű, mély termőrétegű, lápos jellegű réti talaj, mely többletvízhatástól független. A terület erdőössztyepp klímájú. Ez a terület a nemesnyár számára közepes, gyenge termőhely.

A lajтахansági kísérlet eredményei: 1x1 m-es hálózatban 2, ill. 4 éves korban az alkalmazott nemesnyárfajták által megtermelt abszolút száraz tömeg fajtánként a következő volt: 'OP-229' 15,6 t/ha, 51 t/ha; 'Blanc du Poitou' 9,6 t/ha, 39 t/ha; T-214' 8,1 t/ha, 38 t/ha és az 'I-45/51' 7,7 t/ha és 35,0 t/ha.

A kezdeti kísérletek eredményei azt igazolták, hogy a mezőgazdasági művelésből kivont közepes és gyenge nyár termőhelyeken a törzsszám növelésével, a termesztési idő csökkentésével, jelentős dendromassza-növelés érhető el, a hagyományos, tág hálózatú ültetvényekkel szemben (*Halupa et al., 1981; Veperdi et al., 2005; Ivelics, 2006*).

#### *Karancslapujtó, akác és 'Pannonia' nyár hálózati kísérlet*

A Cserhádi erdőgazdasági tájban, dél-délkeleti kitétséggű, változó hajlásszögű területen, agyagbemosódásos rozsdabarna erdőtalajon és Ramann-féle barnaföldön, sekély



közép-mély termőrétegű, többletvízhatástól független termőhelyen folyt a kísérlet. A facsemetét 0,3x0,3 m-es ültetési hálózathoz indulva 0,1 m-es ugrásokkal 1,0x1,0 m-es hálózatba ültették. A 0,3x0,3 m 0,4x0,4 m 0,5x0,5 m-es hálózatú részt 3 évesen levágták és felsarjaztatták (Führer et al., 2008). A nemesített akácfa nem mutatott hozami előnyt a kommersz akácokhoz képest, viszont kisebb mértékű törzspusztulást szenvedtek. Ápolásra csak az első tavaszon volt szükség, augusztusra az állomány kifejlődött, a gyomokkal szemben ellenállóvá vált (Ivelics, 2006).

A nyárkísérlet a belvízelvezető árok mellett lévő mély fekvésű, viszonylag sík, tavasszal vízjárásos területen folyt. Változó vízellátású, közép-mély, mély termőrétegű réti vagy hordalék talajon. Az ültetés hálózata: 1,5x1,0 m; 2,0x1,0 m; 2,0x 1,5 m; 2,0x3,0 m volt. 7 és 8 éves korban az átlagos famagasság és átlagos mellmagassági átmérő tekintetében 2,0x3,0 m-es ültetési hálózatba telepített nyárfák mutatták a legjobb eredményeket. Az élőfakészlet abszolút száraz tömegében (t/ha) és térfogatában (m<sup>3</sup>/ha) a 1,5x1,0 m-es ültetési hálózat volt a kedvezőbb (Führer et al., 2008).

#### *Mezőfalva, akác termesztési kísérlet*

A kísérletet a Mezőföldi síkság tájrézletben enyhén hullámos felszínű homokon, többletvízhatástól független, közép-mély-mély termőrétegű, csermőzöm jellegű homok talajon végezték 1988-ban 6 ha-on. A kísérlet a talajelőkészítési módok és az eltérő ültetés hálózatok összehasonlítása céljából létesült. Az egyik területen Nardi mélytárcsázás, a másikon mélyforgatás történt. A telepített parcellák hálózata 1,5x1,0 m és 1,5x0,5 m volt. A kísérlet eredményeképpen megállapítható, hogy az eltérő talajelőkészítés nem mutat jelentős eltérést az ültetvény mért paramétereit között (Ivelics, 2006; Veperdi et al., 2005; Führer et al., 2008).

#### *Helvéciai akác és nyár fajta- és hálózati kísérlet*

A Helvéciai Állami gazdaság területén az ERTI koordinálásával folytak a kísérletek 1987-ben. A terület a Duna-Tisza közti homokhát erdőgazdasági tájban, enyhén hullámos felszínű, karbonátos homokon kialakult, többletvízhatástól független, közép-mély termőrétegű humuszos homoktalajon történt. A kísérlet négyféle akác fajtaival ('Üllői', 'Jászkiséri', 'Nyírségi', 'Kiscsalai') és 3 féle közönséges akáccal történt 1,5x1,0 m-es ültetési hálózatban. A legjobb eredményt 7 éves korban az 'Üllői' és 'Jászkiséri' akácfa érte el famagasság, az élőfakészlet abszolút száraz tömege és térfogata tekintetében is. A hálózati kísérletre a jellemző az volt, hogy a legsűrűbb hálózatba ültetett akác hozama meghaladta a ritkább hálózatba ültetett hozamát.

Ugyanezen a termőhelyen nyárfajta és hálózati kísérletet is végeztek. 5 nyárklón vett részt a kísérletben ('Pannónia', 'BL', 'S-298-8', 'I-214', 'Agathe-F') az ültetési hálózat 1,5x 0,5 m volt. A legjobb eredményeket nyolc évesen a 'BL' és a 'Pannónia' nyár produkálta. A hálózati kísérletekből pedig kiderült, hogy a nemesnyár energetikai ültetvényeken a legnagyobb mennyiségű dendromassza 0,5-1,0 m ültetési hálózatban adódik (Ivelics, 2006; Veperdi et al., 2005; Führer et al., 2008).

#### *Tisza-kécske, akác és nyár fajtakísérlet és pusztaszil hálózati kísérlet*

A Duna-Tisza közti homokhát erdőgazdasági tájban, Tisza-kécske határában 1998-ban, enyhén hullámos felszínű, időszakos vízhatású, mély termőrétegű humuszos homokon, illetve humuszos homok és réti talaj kombinációján állították be a kísérletet. A terület jó fatermőképességű akác termőhely.

A nyár fajtakísérlet estében 'H-328', 'Kornik' és 'S-298-8' klónokat vizsgáltak, 1,5x1,0 m ültetési hálózatban. 12 évesen a 'Kornik' és 'S-298-8' fajta mutatták a legnagyobb értéket élőfakészlet abszolút száraz tömege és térfogata tekintetében.

Az akác fajta kísérletben 6 fajtát vizsgáltak (Nyírségi magcsemete, 'Nyírségi' akác, Pusztavacsi magcsemete, Ópályi magcsemete, Ófehértói magcsemete, Guthi magcsemete).

7 éves korban legjobb eredményt a Nyírségi magcsemete és az Ófehértói magcsemete produkálta.

A pusztaszil hálózati kísérletben az 1,5x0,5 m, 1,5x1,0 m és 1,5x1,5 hálózati elrendezés eredményességét vizsgálták. 1,5x1,0 m-es hálózatban 13 évesen az ültetvény 166,4 m<sup>3</sup>/ha térfogatot termelt (*Veperdi et al., 2005; Ivelics, 2006; Führer et al., 2008*).

A hazai kísérletekből kiderül, hogy azok általában a megfelelő fafaj/fajta és ültetési hálózat kiválasztására irányultak, különböző talajtípusokon.

A kezdeti kísérletek után, elindultak az első gazdálkodó általi telepítések, ahol már azt vizsgálták, milyen géptípusok alkalmasak az ültetvények elültetésére, illetve betakarítására.

Jelenleg (2012) hazánkban 420 fás szárú energetikai ültetvény található, nyár, fűz és akác fajokkal/fajtákkal (*Kopányi, 2012*).

A kutatások előrehaladtával elkülönítették az „energiaerdő” és az „energetikai faültetvény” fogalmát.

Az energiaerdő az erdőgazdálkodási művelési ágba tartozó, de speciális céllal létesített és üzemeltetett erdő, melyre vonatkozik az erdőtörvény. Telepítéskor a gyorsan növő, sarjzatható fajokat kell előnyben létesíteni, a vágásérettségi kort le kell csökkenteni. Várható hozam: 6-10 t/ha /év (*Marosvölgyi, 2012*). Míg a faültetvény a mezőgazdasági ültetvénygazdálkodási művelési ágba sorolandó, energiafa termelésére létesített faültetvény, és nem érvényes rá az erdőtörvény. Sík- vagy dombvidéken, jó termőhelyeken, nagyüzemi körülmények között a gépi betakarításra alkalmas terepviszonyok mellett létesítik. Ennek két típusát különböztették meg. Az egyik típusa a sarjzatható energetikai faültetvény, melyre jellemző az igen magas tőszám (12-15 ezer db/ha), és a legnagyobb letermelhető dendromassza mennyiség. A másik az újratelepítéses energetikai faültetvény, ez esetben szintén a termőhelynek megfelelő, a legnagyobb tömeget adó fafajjal történik a telepítés, kisebb (általában 8-10 ezer db/ha) tőszámmal, de hosszabb (8-15 éves) vágásfordulóval.

A nagyon rövid vágásfordulójú faültetvényeket minirotaációs faültetvényeknek is nevezik (*Szendrődi 1987.; Ivelics, 2006*).

A vágásforduló hossza szerint az ültetvényeket többféle rendszer szerint csoportosíthatjuk:

- rövid (termesztési időtartam 5 év alatt);
- közepes (termesztési időtartam 5-10 vagy 5-15 év);
- hosszú (termesztési időtartam 10-20 vagy 15-30 év) (német szakirodalom alapján; *Ivelics, 2006*).

Egy másik csoportosítási lehetőség (*Zsuffa, 1995; Ivelics, 2006*):

- mini (1-4 év);
- midi (5-10 év);
- rövid (11-15 év);
- közepes (16-20 év);
- hosszú (21-25 év).

*Marosvölgyi et al. (2003)* szerint a vágásforduló, a rotációs idő, illetve a termesztés időtartama szerint a faültetvény lehet:

- mini vágásfordulójú (1-3 év);
- midi vágásfordulójú (4-8 év);
- rövid vágásfordulójú (8-13 év). (*Marosvölgyi et al, 2003; Marosvölgyi et al., 2005b*)

*Lukács Gergely (2010, 2011a, 2011b, 2012)* vágásfordulók típusaira az alábbi felbontást adja meg, azok előnyeivel és hátrányaival:

- mini (1-3 év);
- midi (4-9 év);
- rövid (10-15 év);
- közepes (16-20 év);
- hosszú (20-25 év).

A vágásforduló idejét a dendromassza felhasználásának módja határozza meg:

- energiacélú felhasználásra 1-10 (12) év;
- cellulóz és papírgyártásra 6-15 év;
- farostlemezgyártásra szintén 6-15 év felel meg (Marosvölgyi et al., 2005b; Ivelics, 2006).

A fás szárú energianövényeket a következő szempont szerint is lehet csoportosítani (15. táblázat).

15. táblázat: A fás szárú energianövények csoportosítási lehetősége (Ivelics, 2005; Ivelics, 2006; Barkóczy és Ivelics, 2008)

Fásszárúak						
Energiaerdők	Faültetvények					
Fa-alakúak	Fa-alakúak			Cserjefélék		
	Nyárfélék	Fűzfélék	Akác	Egyéb	Fűzfélék	Egyéb
	Nyárfajok	Fűzfajok	Akác	Bálványfa	Fűzfajok	Gyalogakác
Nyár klónok	Fűz klónok	Akác fajták	Császárfű és egyéb	Fűzklónok	Egyéb	

A 2007-ben megjelent jogszabály (71/2007. Korm. rend.) szerint a fás szárú energetikai ültetvény területe legalább 1500 m<sup>2</sup>, és ez a jogszabály már elkülöníti a sarjzattatásos és hengeresfa ültetvényeket.

A sarjzattatásos fás szárú energetikai ültetvény: a külön jogszabály szerinti igazolás alapján sarjzattatásos technológiával művelhető, energetikai célú hasznosításra nemesített vagy arra alkalmas, külön jogszabályban meghatározott fajokból álló ültetvény, ahol az ültetvény vágásfordulója (letermelési gyakorisága) nem haladja meg az 5 évet.

A hengeresfa ültetvény pedig: minden olyan fás szárú energetikai ültetvény, amely nem sarjzattatásos és az ültetvény vágásfordulója (letermelési gyakorisága) nem haladja meg a 15 évet.

A fa energiasűrűsége alacsonyabb, mint a fosszilis energiahordozóké, ezért nagyobb mennyiséget kell begyűjteni és kezelni. A rendelkezésre állása szezonális a faanyag biológiai tulajdonságai révén. Nedvességtartalma változó, ami nehezítheti a hatékony felhasználást (Barkóczy és Ivelics, 2008).

A jövőben kívánatos lenne növelni a fás szárú energetikai ültetvények nagyságát hazánkban, mely összhangban van a Nemzeti Energiastratégiával is, mely így fogalmaz:

*„A mezőgazdasági termelésben nem hasznosítható területek erdősítése illetve energetikai célú ültetvények telepítése – a fenntarthatósági kritériumok fokozott figyelembevételével mellett – környezetvédelmi és társadalmi szempontból is hasznos földhasznosítási alternatívát jelent, ami egyben helyi energiahordozó termelésre, így az energiaszegénység mérséklésére is lehetőséget nyújt – az egyéb célra hasznosítható megújuló nyersanyagok mellett.”*

*„A szilárd biomassza lesz előreláthatólag a legnagyobb arányban hasznosított megújuló energiaforrás Magyarországon. A vidéki energiaellátás esetében a decentralizált, kisebb kapacitású, helyi nyersanyagbázisra épülő és helyi igényeket kiszolgáló, kis szállítási igényű biomassza-, illetve biogáztermékek megvalósítását tartjuk reálisan megvalósíthatónak és támogatandónak” (Czerván, 2012).*

Az energetikai faültetvények létesítésére alkalmas fafajokkal (fajtákkal) szemben támasztott követelmények eltérnek a hagyományos erdőgazdálkodás igényeitől. Legfontosabb figyelembe veendő szempontok a következők:

- tartósan intenzív növekedés;
- nagy fatermés;
- nagy szárazanyag-produkció;
- minél nagyobb térfogati sűrűség (térfogatsúly);
- a rövid rotációs technológia alkalmazása esetén jó sarjadzó képesség és fiatalkori gyors, erőteljes növekedés.

Magyarországon a fentiek alapján három fafajból álló ültetvények jöhetnek számításba: fűz, nyár és akác.

A fűz fajok (A fűzek termőhelyi igényeiről, a fás szárú energetikai ültetvényeken alkalmazható fűzklónokról, valamint az egyes fűzklónok jellemzőiről az 1., 2. és 3. melléklet ad áttekintést) esetében meg kell jegyeznünk, hogy „*A nyarak genetikai adottságánál fogva nagyobb növekedésre képesek, mint a fűzek. A köztudatba beépült „energiafűz” fogalma tehát hibás, a Kárpát-medence nyár termőhely*” (Gerencsér, 2012). A fűzültetvények hazánkban egy-egy nedvesebb, vizesebb régióra koncentrálnak a fűz, fás szárú energetikai ültetvény szempontjából Magyarországon tehát nem jelentős fafaj. „*Az ország hidrológiai adottságában bekövetkezett kedvezőtlen változás miatt hullámtéren kívül nagyobb, összefüggő fűz termesztésére alkalmas terület alig található.*” Az itt-ott előforduló, néhány tized hektáros fűz termőhelyek a nemesnyár termőhelyek között helyezkednek el (Rédei et al., 2009). Fontos azt is megemlíteni, hogy a rendszeresen belvízzel borított területeken problémát jelenthet, ha nem találunk olyan időszakot, amikor a betakarító- és szállító gépek gond nélkül tudnak dolgozni a területen (Bárány és Csiha, 2007).

Marginális termőhelyi körülmények között rövid vágásfordulójú faültetvény létesítésére az akác (Az akác termőhelyi igényeiről a 4. melléklet ad áttekintést) az egyik legígéretesebb fafaj, néhány igen kedvező termesztési tulajdonságának köszönhetően. Kísérlet eredményeként az akác 6667 törzs/ha állománysűrűség mellett 3 és 7 éves kor között 2,9-9,7 t/ha/év abszolút száraz faanyagban mért évi átlagnövedék elérésére képes (Rédei et al., 2011).

Az akác a leggyengébb és legszárazabb termőhelyre ültethető, létjogosultsága főleg az erodált talajú megyékben van. Az akácnál 3-5 éves vágásfordulóval kell számolni, és kisebb hozammal való kalkulálás szükséges. Rövid vágásfordulóban nincs megfelelő aprítógép az akác faanyagára a Claas Jaguar típusú géppel is nehézkes az ültetvény betakarítása, ezért mindenképpen más betakarítási technológiát kell alkalmazni. Folytak kísérletek energetikai célra szelektált fajták kialakítására, de ezek csemeteköltsége magas így a kommersz szaporítóanyagot valószínűleg nem fogják kiszorítani az ültetvényekről (Bárány és Csiha, 2007).

Hangsúlyozni szükséges, hogy azonos termőhelyi feltételek mellett a hozamot a növények genetikai adottságai határozzák meg. Ebben szerepet játszik a származási hely és annak ökológiai adottságai. Fontos a levélfelület nagysága, a vegetációs időszak hossza, valamint a fotoszintézis intenzitása is (Kovács et al., 2010).

A származási kísérletek tanúsága szerint általában az északról délre hozott származások korábban fejezik be növekedésüket. A keletről nyugatra mozgató 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).

A biomassa és ezen belül a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelt faanyag felhasználásának jövőbeni trendjeit nehéz megjósolni a változó gazdasági és politikai háttér miatt. Kirajzolódni látszik egy olyan elképzelés, hogy az ország villamosenergia-termelésének nagy része a Paksi Atomerőmű termeléséből fog adódni (jelenleg kb. 43 % a részaránya hazánk villamosenergia-termeléséből). Ugyanis a Nemzeti Energiestratégia szerint 2025-ben indul a Paks II atomerőmű. A blokkok teljesítménye 1000-1600 MW lenne, az új erőmű megépülésével az ország nem szorulna elektromos áram behozatalra, legalábbis 2085-ig, hiszen az erőmű élettartamát 60 évre tervezik (Sipos, 2012).

Felvetődik azonban a kérdés, hogy mi lesz az energiatermeléssel 2025-ig, valamint 2085 után? Megépül-e egyáltalán az új atomerőmű? Az atomenergia-termelés nem megújuló alapanyagát tekintve a források lassan kimerülhetnek, valamint azt is számításba kell venni, hogy maga az energiatermelés ugyan környezetkímélő, a radioaktív hulladék elhelyezését azonban meg kell oldani. Mivel az atomerőmű alapvetően csak villamosenergiát termel, a hőtermelésről is gondoskodni kell. Amennyiben a blokkfejlesztés megvalósul a megújuló energiák - köztük a biomassa is - a lokális és regionális hőtermelésben, esetleg a kapcsolt energiatermelésben fognak szerepet játszani. Egy másik lehetőség az, hogy a „nagy” (30 MW) erőművek pl. ajkai, fognak villamosenergiát, vagy villamos- és hőenergiát kapcsoltan termelni, nagyobb városok távhőjét, illetve kisebb települések hőellátását pedig biomassa (többségében fa) alapú fűtőművek biztosítanák decentralizált rendszerben.

## 2.7. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEL KAPCSOLATOS - A KUTATÁSI MUNKÁT MEGALAPOZÓ – ELŐZMÉNYEK ÁTTEKINTÉSE

### 2.7.1. SWOT analízis

Ha egy tevékenységre, folyamatra, vagy vállalatra valamilyen stratégiaalkotási folyamatot szeretnénk megalapozni, szükséges a rendelkezésre álló információk megfelelő strukturálása. Ennek egyik lehetséges eszköze, módszere a SWOT analízis. Egy jól strukturált összefoglaló eszköz, mely segít a tényezők rendszerezésében. A SWOT elemzés nagyjából fél évszázados múltra tekint vissza, az 1960-70-es években vállalati stratégiai tervezési célokra alkották meg.

A SWOT analízis -magyarul GYELV analízis- készítése során figyelembe vesszük a vizsgált „elem” „Gyengeségeit” (Weaknesses), „Erősségeit” (Strengths), „Lehetőségeit” (Opportunities) és „Veszélyeit” (Threads) (16. táblázat).

16. táblázat: A SWOT analízis felépítése (Rabi, 2012; url. 14.)

Erősségek	Gyengeségek
azon tényezők, melyekre a fejlesztés alapozható	azon tényezők, melyekre fejlesztést nem lehet alapozni, sőt gátolják azt
Lehetőségek	Veszélyek
azon tényezők, melyek kívülről segíthetik, ösztönözhetik a fejlesztést	azon tényezők, melyek kívülről akadályozhatják a fejlesztés sikerességét

A fás szárú ültetvényekre vonatkozó SWOT elemzést közöl cikkében Scultety és Seiffert, 2009; Köhn, 2011; Borovics, 2013. A fára, mint energiahordozóra nézve Reu és Krauß, 2012 tárgyalják a témakört. A fent említett szakirodalmak az alábbi erősségeket,

gyengeségeket, lehetőségeket és veszélyeket veszik figyelembe a fás szárú energetikai ültetvényeknél (17. táblázat).

17. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvények SWOT analízise  
(Sculctety és Seiffert, 2009; Köhn, 2011; Borovics, 2013.)

<b>Erősségek</b>	<b>Gyengeségek</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– kedvező hozamok;</li> <li>– megfelelő föld potenciál;</li> <li>– kedvező energiamérleg;</li> <li>– szénfelhalmozódás/humusz újraképződés a talaj számára;</li> <li>– magas N tartalom a talajban;</li> <li>– a talaj méregtelenítése;</li> <li>– pótló jövedelem bevétel;</li> <li>– a munkaszezon meghosszabbítása a mezőgazdaságban dolgozók számára;</li> <li>– a munkagépek meghosszabbított kihasználtsága;</li> <li>– ökológiailag gazdagabb vetésterület; összességében jobb talajvíz-hasznosítás;</li> <li>– az ültetvény 20 éves kora után terület pihentetés és talajerővisszapótlás;</li> <li>– biomassa tüzeléstechnológiai paraméterei kedvezőek;</li> <li>– mezőgazdasági termelőknek, új biztos piac.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alacsony flexibilitás a mezőgazdaságban;</li> <li>– speciális támogatás igénye;</li> <li>– magas befektetési költségek;</li> <li>– környezetvédelmi vonatkozása megkérdőjelezhető;</li> <li>– Csekély termőterület a fás szárú energetikai ültetvények telepítésére ezért kevés faanyag</li> <li>– késői megtérülés;</li> <li>– magas szállítás költségek;</li> <li>– esetleges negatív hatás a talajvíztükörré;</li> <li>– első évben kiemelten fontos a talaj előkészítés, növényvédelem.</li> </ul>
<b>Lehetőségek</b>	<b>Veszélyek</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– EU-s támogatások;</li> <li>– vidéki régió fejlődése;</li> <li>– decentralizált energiaellátás;</li> <li>– fában történő energiátárolás lehetősége;</li> <li>– más energiahordozók árának növekedése miatti alkalmazás lehetősége;</li> <li>– a faapríték piaci értékesítésének növekedése;</li> <li>– szén-dioxid stabil kötése a talajban;</li> <li>– talajjavítás;</li> <li>– javuló ökológiai környezet;</li> <li>– pozitív klímamérleg;</li> <li>– növekvő kereslet;</li> <li>– kedvezőtlen adottságú területek hasznosítása;</li> <li>– hígtrágya, szennyvíziszap hasznosítás;</li> <li>– munkalehetőség az alacsony képzettségű emberek számára.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– felhasználási kapacitás hiánya;</li> <li>– gazdák körében lévő elfogadatlansága – további információ hiánya az ültetvényekkel kapcsolatban;</li> <li>– az élelmezés kérdésköre szemben az energiatermelés céljára történő termeléssel;</li> <li>– a gazdaság és politika előnyben részesíti a gázimportot;</li> <li>– a vásárlói árak nem fedezik az előállítás költségeit;</li> <li>– új kórokozó, károsítók megjelenése; rezisztencia csökkenés</li> </ul>

A feldolgozott szakirodalmakból látható volt, hogy egyes kutatók a fás szárú energetikai ültetvények gazdasági hatásaira tértek ki, míg mások a talajt és ökológiát érintő területeket érezték súlypontinak. A szakirodalmakban részletesebb témakifejtéssel, magyarázattal nem találkoztam, ezért éreztem szükségesnek kutatásom során a SWOT analízis mélyebb összefoglalását, kiegészítését, valamint az egyes pontok részletes kifejtését.

### 2.7.2. Hozamvizsgálatok

Az elmúlt években, évtizedekben az alábbi kutatók foglalkoztak hozamvizsgálatokkal és hozambecslési eljárásokkal. A következő táblázatban összefoglalásra kerültek a fatömeg- és hozambecslésre alkalmazott képletek (18. táblázat).

18. táblázat: Hozamvizsgálatokkal és hozambecslési eljárásokkal foglalkozó kutatók és eredményeik (Ivelics, 2006)

Név (ország)	Év	Fafaj/fajta	A teljesfa tömegének meghatározására szolgáló képlet	Az állomány hozamának meghatározására szolgáló képlet
<i>Szendrődi</i> (Magyarország)	1987; 1993	<b>Nyár</b> (2éves nemesnyár klónok és 4 éves I214 fajta)	$\dot{E}NT \text{ (kg)} = e^{z+cd}$ ÉNT-élő nedves tömeg (kg), d-mellmagassági vagy tőátmérő (cm), z,c-konstansok.	$\dot{E}NT \text{ (ASZT)} = e^{z+cS}$ ÉNT-élő nedves hozam vagy abszolút száraz (t/ha), S-átlagos növtér (m <sup>2</sup> ), z,c-konstansok.
<i>Armstrong et al.</i> (Anglia)	1999	<b>Nyár</b>	$y = a \cdot x^b$ , y-teljes fa tömege, x-adott magasságon mért átmérő, a,b-konstansok.	<b>Hozam (odt/ha/year) =</b> <b>=</b> <b>PT.HT/(PTSZ.VT.0,01)</b> PT-adott parcella fatömege, HT-hektáronkénti tőszám, PTSZ-parcellánkénti tőszám, VT-visszavágás óta eltelt idő.
<i>Pellis et al.</i> (Belgium)	2004	<b>Nyár</b>	$Y = a \cdot X^b$ , Y-a fa száraz tömege, X-adott magasságon mért átmérő, a,b-konstansok.	A mintaparcellánkénti átlagos fatömeg és a megeredési adatokkal határozták meg a hektáronkénti éves hozamot.
<i>Hytönen; Hytönen és Kaunisto</i> (Finnország)	1995; 1999	<b>Nyár, fűz</b>	$DM = a \cdot D^b$ , DM-a fa száraz tömege, d-adott magasságon mért átmérő, a,b-konstansok.	
<i>Telenius</i> (Finnország)	1999	<b>Fűz, nyár, nyír, éger</b>	$W = a + bD^c$ , W-a teljes fa száraz tömege, D-adott magasságon mért átmérő (50, 130 cm), a, b, c- konstansok.	
<i>Hytönen; Hytönen és Kaunisto</i> (Finnország)	1995; 1999	<b>Nyír</b>	$DM = a + bd^2 + cd^3$ , DM-a fa teljes tömege, d-adott magasságon mért átmérő, a,b,c-konstansok.	
<i>Tahvanainen és Rytönen</i> (Finnország)	1999	<b>Salix viminalis</b>	$Y = a \cdot d_{1,1}^b$ , Y-a fa száraz tömege, d <sub>1,1</sub> -110 cm-en mért átmérő, a,b-konstansok.	
<i>Kopp et al.</i> (USA)	2001	<b>Fűz</b>	$Y = A/(1 + Be^{nx})$ , Y-hozam (odt/ha/év), A-maximális várható hozam (odt/ha/év), B-konstans, n-valódi növekedési ráta, x-ültetvény kora (év).	
<i>Ballard et al. in Heller et al.</i> (USA)	2003	<b>Fűz</b>	$Yield = I + A/(1 - e^{vf})$ , Yield = hozam (odt/év), A = 6.836 odt/év, I = 5,876 odt/év, v = -0,00916, f-műtrágyázási ráta	

			(0,100,200,300 kgN/ha).	
<i>Nordh és Verwijst</i> (Svédország)	2004	Fűz	$W=b \cdot D_{55}^c$ , W-a fa száraz tömege, D- 55 cm-en mért átmérő, b,c-konstansok.	$B=W_{\text{átlag}} \cdot S \cdot T$ , B- hektáronkénti hozam, $W_{\text{átlag}}$ - minta parcellák átlaga, S- maradék tövek száma hektáronként (%), T- telepített tövek száma.
<i>Ivelics</i> (Magyarország)	2006	Mini vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények	$M=a \cdot G_{1,3}-b$ $M=a \cdot D_{1,3}-b$ $D_{1,3}$ -mellmagassági átmérő (cm) $G_{1,3}$ - mellmagassági körlap (cm <sup>2</sup> ) a,b- konstans	
<i>Ivelics</i> (Magyarország)	2006	Mini vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények		$Y=MT \cdot S \cdot R$ , (Y - az adott fafaj/fafajta/klón hektáronkénti éves hozama (ÉNT/ha/év - élő nedves tonna hektáronként évente), MT - megeredési tényező, egynél kisebb szám, S - hálózati sűrűség, hektáronkénti tőszám, R - a parcellánkénti átlagos teljesfa tömeg (kg/tő)) $\hat{Y}=Y-wcf \cdot MT \cdot S \cdot R$ , ( $\hat{Y}$ - az adott fafaj/fafajta/klón hektáronkénti éves tényleges fahozama (ASZT vagy od/ha/év - abszolút száraz tonna hektáronként évente), Y - az adott fafaj/fafajta/klón hektáronkénti éves fahozama (ÉNT/ha/év - élő nedves tonna hektáronként évente), wcf - nedvességtartalom tényező (nedvességtartalom (%).0,01), MT - megeredési tényező, egynél kisebb szám, S - hálózati sűrűség, hektáronkénti tőszám, R - a parcellánkénti átlagos teljesfa tömeg (kg/tő)).
<i>Kopeczky; Speidel in Veperdi, 2005. (Magyarország)</i>	1891;1893	Különböző állományok (elsősorban erdőre vonatkoztatva)	Fatömeg-görbés eljárás: $M=a \cdot D_{1,3}^2 - b \cdot D_{1,3}$ $D_{1,3}$ -mellmagassági átmérő (cm) a,b- konstans Fatömeg egyenes: $M=a \cdot G_{1,3}-b$ $G_{1,3}$ - mellmagassági körlap (cm <sup>2</sup> ) a,b-konstansok	A vastagsági fokoknak megfelelő átlagos köbtartalom meghatározása után, a törzsszámmal való szorzással a faállomány térfogata meghatározható.

### 2.7.3. Energiamérleg

Az energiatermelés és felhasználás ezen belül is a biomasszából történő energiatermelés és hasznosítás egyik legfontosabb kulcskérdése, a hozzá kapcsolódó energia input, és kinyerhető energia output egyenlege (Hajdú, 2009).

A fás szárú energiaültetvények esetén az energiamérleg nagyon jó, a szakértői becslések 1:10 és 1:16 között szórnak. Az irodalmak szerint a szórás adódhat a termelés és a felhasználás helyének távolságából, a tápanyag-utánpótlás lehetőségének módjából (műtrágya vagy kommunális szennyvíziszap és fahamu). A jó energiamérleg egyik fontos



következménye, hogy a termelési költségek alig változnak az energiahordozók árváltozásától (url. 15.,16.).

Hajdú (2009) egy táblázatot közöl (19. táblázat) „A fás szárú ültetvények komplex energiahozama és megtérülési mutatói” címmel, melyben az extenzív és intenzív, valamint kiváló és kedvezőtlen adottságú területen telepített akác, nyár, fűz ültetvények mutató láthatók. Az energia input/output hányados az előbbieken említettekhez hasonlóan elég nagy szórást mutat: 2,3-18,5.

19. táblázat: Fás szárú ültetvények komplex energiahozama és megtérülési mutatói (Kohlheb, 2005; Hajdú, 2009)

		Kiváló területen			Kedvezőtlen területen		
		Akác	Nyár	Fűz	Akác	Nyár	Fűz
INTENZÍV	Nettó jelenérték (Ft)	261 243	1 008 387	974 426	- 282 135	-78 369	- 112 330
	Belső megtérülési ráta (%)	20%	39%	38%	-	6%	4%
	Energia input (MJ)	451 326	472 656	471 687	435 812	441 630	440 660
	Energia output (MJ)	3 063 600	4 595 400	4 745 250	1 021 200	1 398 600	1 370 850
	Energia Output/Input hányados	6,8	9,7	10,1	2,3	3,2	3,1
EXTENZÍV	Nettó jelenérték (Ft)	- 4 083	360 169	343 612	- 268 993	- 169 651	- 186 208
	Belső megtérülési ráta (%)	10%	23%	23%	-	0%	- 1%
	Energia input (MJ)	117 794	128 844	128 341	109 757	112 771	112 269
	Energia output (MJ)	1 531 800	2 297 700	2 372 625	510 600	699 300	685 425
	Energia Output/Input hányados	13,0	17,8	18,5	4,7	6,2	6,1

Az egyes szakirodalmak foglalkoznak fás szárú energetikai ültetvények energiamérlegével gázolaj vagy kiskereskedelmi tűzifa árral számolva (Lukács Gergely, 2011a). Mások, pl. Liebhard, 2009. költségbecslés alapján elemzi a rövid vágásfordulóú ültetvényeket. Megállapítja azonban, hogy bizonyos költségtételek bizonytalanságával számolni kell pl. nagyobb vagy kiegészítő növényvédelem, vágásforduló megváltozása; betakarítás költségek változása, apríték tárolási költségei stb.

## 2.8. AZ IRODALMI ÁTTEKINTÉSBŐL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK, A KUTATÁSI FELADATOK KIJEJELŐLÉSE

Az elmúlt évtizedben a világ népességnövekedése (2006-ban 6,6 milliárd fő volt a világ népessége, ez a szám 2100-ra elérheti a 7,5-14 milliárd főt) együtt járt az energiafogyasztás növekedésével (a Shell olajcég szerint 2060-ra 1600 EJ lehet a világ energiafelhasználása). A növekvő energiafogyasztással együtt nőtt az üvegházhatású gázok koncentrációja a légkörben (a légkör CO<sub>2</sub> koncentrációja 2013-ban elérte a 400 ppm-et). Ennek köszönhetően világszerte, az Európai Unióban és hazánkban is intézkedéseket

kezdeményeztek a megújuló energiaforrások, energiatermelésben való hasznosításának növelésére.

Az intézkedések hatására az 1990-es évek óta folyamatosan növekszik a világ megújuló energia alapú energiatermelése. Az Európai Unió egyértelműen a világ vezető zöld energetikai hatalmának számít. Európában a leggyakrabban használt biomassza típus a tűzifa.

Magyarország energiafelhasználása az elmúlt években csökkent, azonban hazánk fosszilis energiahordozókban nem bővelkedik, emiatt erős az ország külső függése (52%-os importfüggőség 2011-ben), másrészt hazánkban a klímaváltozással szemben folytatott harc is megköveteli a megújuló energiaforrások szerepének növelését. Hazánk 2020-ra 14,65%-ra szeretné emelni a megújuló energiaforrások részarányát az energiatermelésben. Magyarország a kedvező mezőgazdasági adottságai miatt az átlagosnál nagyobb biomassza potenciállal rendelkezik (hazai teljes biomassza-készlet millió tonnában kifejezve 350–360 millió tonnára becsülhető). A biomassza a vidéki térségben a legkönnyebben elérhető, olcsó energiaforrás, valamint agrár- és vidékfejlesztési eszköz. A biomassza „helyben” történő felhasználása decentralizált energiatermelés kialakítását teszi lehetővé, mellyel az energia helyben megtermelhető, a függés csökkenthető. A biomasszán belül legnagyobb részarányban a dendromasszával találkozhatunk - azaz a faalapúakkal. A jövő lehetőségeit a dendromasszán belül az ültetvényszerűen termesztett megoldások (az energetikai ültetvények) jelentik, melyek közül a fás növényekkel létrehozott energetikai ültetvények az ún. fás szárú energetikai ültetvények. A fás szárú energetikai ültetvények kutatása több évtizedes múltra tekint vissza külföldön és hazánkban egyaránt.

A kutatások széleskörűek: fajta- és hálózatkísérletek, hozamvizsgálatok, energiamérleg számítások stb.

Megállapítható azonban, hogy hiányosságok, megválaszolandó kérdések még felmerülnek a technológiákban, az energiamérleg kérdésében, a SWOT elemzések hiányosak, nem érintik minden szegmensét a fás szárú energetikai ültetvényeknek.

A hozamfüggvények általános formulát adnak meg, számszerű adatot nem tartalmaznak. Gépekre vetített energiamérlegek nincsenek, holott szükséges megtudnunk az is hogy különböző területnagyságokon, mely technológiák használata szükségeltetik az ültetvényeken és ezek milyen részegységet képviselhetnek az energiamérlegben. Lényeges lenne vizsgálni azt is, hogy a különböző talajtípusokon, milyen paraméterekkel rendelkező ültetvényeket érhetünk el, ezeket hogyan kategorizálhatjuk, valamint hogy a termőhely hogyan befolyásolja a tö-, mellmagassági átmérőt, magasságot és tömeget.

Fontos lenne az ültetvények tulajdonosainak véleményét is bemutatni, hiszen aki telepített már ültetvényt az tisztában van annak előnyeivel és hátrányaival.

Elkerülhetetlen feltérképezni azt, hogy mekkora a telepített ültetvények nagysága hazánkban, ezeken milyen fafajok/fajták találhatók. E témakörben vizsgálni szükséges még a biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és az ültetvények elhelyezkedésének mátrixát, amelyből megállapítható az ültetvények és az erőművek eltérő input-outputja.

### **3. KUTATÁS MÓDSZEREI**

A kutatás részben szakirodalmi áttekintés (adatgyűjtés és értékelés), részben terepi adatfelvételezésekből és adatgyűjtésből állt, valamint az adatok kiértékeléséből.

#### **3.1. FÁS SZÁRÚ ENERGIA ÜLTETVÉNYEK ADATAINAK ELEMZÉSE MAGYARORSZÁGON**

Hazánkban a fás szárú energetikai ültetvényekről nyilvántartott adatok nagyjából 2009 óta állnak rendelkezésre. Szakirodalmak alapján értékeltém a korábbi kutatásokból

származó adatokat, majd aktuális adatok beszerzése céljából kapcsolatfelvétel történt a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (továbbiakban: NÉBIH) Erdészeti Igazgatóságával. Az általuk szolgáltatott adatok segítségével történt a fás szárú energetikai ültetvények jelenlegi (2012. évi) helyzetének értékelése. Az általuk közölt adatok alapján:

- térképen ábrázoltam azon településeket, ahol fás szárú energetikai ültetvények találhatóak;
- áttekintettem az ültetvények megyénkénti terület-elosztását;
- vizsgáltam mely fafajok jellemzőek hazánk területén fás szárú energetikai ültetvény telepítését illetően, és milyen ezek százalékos megoszlása;
- megnéztem melyik megyében milyen fafajok jelennek meg dominánsan;
- a fafajokon belül milyen klónok kerültek telepítésre;
- a már számszerűsített területfoglalások ismeretében vizsgáltam a fás szárú energetikai ültetvények jövőbeni lehetséges területfoglalását hazánkban.

Meg kell jegyezni, hogy a rendelkezésemre bocsátott adatok a fás szárú energetikai ültetvények kisebb területfoglalását mutatják, mint arról a gyakorlati szakemberek beszámolnak. Mindamelllett a hivatalos forrásból származó adatok feldolgozása képezte a kutatás ezen fejezetének alapját.

### **3.2. AZ ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEKRE VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK VIZSGÁLATA**

Magyarországon a fás szárú energetikai ültetvényekre vonatkozó jogszabályok 2007-ben születtek. A kutatás ezen fejezete a jelenleg érvényes jogszabályi háttér áttekintését, elemzését, értékelését és az ebből levonható következtetéseket tartalmazza.

### **3.3. A SZILÁRD BIOMASSZA HASZNOSÍTÁS – KÖZTÜK A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK - TÁMOGATÁSI LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN**

A szilárd biomassza hasznosítás támogatására számos lehetőség áll, illetve állna rendelkezésünkre. A kutatásban áttekintésre került a biomassza, köztük a fás szárú energetikai ültetvények közvetlen és közvetett támogatási lehetőségeinek háttere, a rendelkezésemre álló tervek, cselekvési programok, jogszabályok, honlapok segítségével.

### **3.4. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKKEL KAPCSOLATBAN FELMERÜLŐ GYAKORLATI PROBLÉMÁK ELEMZÉSE**

A fás szárú ültetvényeken alkalmazott technológiákban jelenleg még számos kérdés, megoldandó feladat adódik hazánkban. A kutatás e részénél egyrészt szakirodalmakra támaszkodva, másrészt terepi tapasztalatok alapján áttekintettem a lehetséges kérdéseket, és megpróbáltam megoldási javaslatokat nyújtani. A „terepi tapasztalatok” a terepi felvételezések során, az ültetvényekről gyűjtött információk alapján (tulajdonossal történt konzultáció), fényképdokumentációk készítése, területbejárások, telepítési és betakarítási munkálatok tanulmányozásai során gyűltek össze.

### **3.5. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK SWOT ANALÍZISE**

A SWOT elemzéssel feltérképezhetjük egy piac, iparág, üzlet, termék, szolgáltatás stb. piaci életképességét, illetve megismerhetjük, hogy mely feladatok a legfontosabbak stratégiai szempontból.

A SWOT angol mozaikszó, négy szó kezdőbetűiből áll: **S**trengths (erősségek), **W**eaknesses (gyengeségek) **O**pportunities (lehetőségek) **T**hreats (veszélyek) (20. táblázat) (Salamonné Huszty, 2007).

20. táblázat: A SWOT analízis felépítése

<b>Belső tényezők</b>	
<b>Erősségek</b>	<b>Gyengeségek</b>
Pozitív dolgok, amik jól működnek és lehet befolyásolni, hogy még jobban működjenek; olyan belső erőforrások, melyben versenyelőny rejlik.	Olyan dolgok, amik nem jól működnek, de lehet befolyásolni, hogy jobb legyen; olyan belső erőforrások, melyben versenyhátrány van.
<b>Külső tényezők</b>	
<b>Lehetőségek</b>	<b>Veszélyek</b>
Olyan adottságok, amelyeket nem tudunk befolyásolni, de kedvezőek, és rájuk építve kihasználhatjuk az erősségeinket; olyan külső tendencia, mely kedvező a szervezet jövője számára.	Olyan korlátok, negatív tényezők, amelyeket nem tudunk befolyásolni, és csökkentik a siker esélyeit, kockázatot is jelenthetnek; olyan külső tendencia, mely kedvezőtlen a szervezet jövője számára.

SWOT elemzést alkalmazva a fás szárú energetikai ültetvényekre feltérképezhetjük azok piaci életképességét, gazdaságosságát, természetük ökológiai szempontú elemzését, társadalmi hatásait, illetve megismerhetjük, hogy mely feladatok a legfontosabbak stratégiai szempontból. Összeállíthatjuk, hogy milyen erősségek, gyengeségek jellemzik az ültetvényeket és milyen lehetőségek, veszélyek jelentkezhettek az ültetvényekkel kapcsolatosan a jövőben.

A kutatás során szakirodalmi adatok és gyakorlati tapasztalatok alapján megvizsgáltam, összegeztem a hazai fás szárú energetikai ültetvények belső tényezőkből adódó erősségeit és gyengeségeit, valamint felhívtam a figyelmet a külső tényezők által generált lehetőségekre és veszélyekre.

### 3.6. BIOMASSZÁT HASZNOSÍTÓ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK MAGYARORSZÁGON

Magyarországon évről-évre növekszik a részben vagy teljesen biomasszát hasznosító energiatermelő egységek száma. A kutatómunka során megvizsgáltam a biomassza energiatermelő egységek hazai helyzetét, majd összegyűjtésre kerültek az energiatermelő egységek éves biomassza igényeikkel. Az energiatermelő egységeknél a faaprítékot vettem alapanyagnak, ahol nem álltak rendelkezésemre irodalmi adatok a mennyiségek tekintetében, ott a meglévő értékek alapján számoltam a faapríték igényt. Ezt követően a Quantum GIS térinformatikai program segítségével térképen ábrázoltam az erőművek/fűtőművek/fűtőerőművek és fás szárú energetikai ültetvények településeit. Következő lépésként pedig a biomasszát hasznosító energiatermelő egységek köré 10, 20, 30, 40, 50 km-es sugarú köröket rajzoltam, hogy megtudjam, mely településen lévő ültetvényekről érdemes faanyagot a távolság függvényében beszállítani a biomasszát hasznosító energiatermelő egységekbe. A körök légvonalbeli távolságot adnak meg, viszont a közúti szállítási távolságok ettől eltérhetnek. Létezik ugyan szakirodalom arra nézve, hogy 1 km légvonalbeli távolság hány km közúti távolságot jelent<sup>7</sup>, de a még pontosabb számítás érdekében az ún. Paragon útvonaltervező és járatütemező rendszert használtam fel. Ennek segítségével megtörtént a biomasszát hasznosító energiatermelő egységek összekapcsolása az ültetvények településeivel és elkészült egy távolságmátrix, mely megmutatja, hogy az erőművekhez mely települések helyezkednek el a legközelebb, már a közúti távolság figyelembe vételével.

A távolságmátrix alapján vizsgáltam mely ültetvényekről és mennyi dendromasszát lehet beszállítani a biomasszát hasznosító energiatermelő egységekbe. Tehát

<sup>7</sup> 1 km légvonalbeli távolság 1,4 km közúti távolságot jelent (Pintér, 2012; Pintér és Kiss-Simon, 2012)

megállapítható az ültetvények és a biomasszát hasznosító energiatermelő egységek eltérő input-outputja. A rendelkezésre álló adatokból kiszámoltam, hogy ha az összes (illetve csak az üzemelőket) biomasszát hasznosító energiatermelő egységeket figyelembe vesszük faanyag igényeikkel, akkor ezen faanyag igények hány %-át képes fedezni Magyarország összes fás szárú energetikai ültetvényén megtermelhető dendromassza mennyisége (összesen 2079,7 ha területnagyságon, 10  $\text{atrot}^8/\text{ha}/\text{év}$  hozammal számolva, Rénes, 2010; Kovács *et al.*, 2013).

### 3.7. A NYÁRFAÜLTETVÉNYEK VIZSGÁLATA

#### 3.7.1. A nyár klónok típusai, jellemzői; termőhelyi tulajdonságai, igényei; hozamadatai

A kutatás ezen részénél szakirodalmak alapján áttekintettem - a terepi adatfelvételezésekre felkészülve - a hazánkban fás szárú energetikai ültetvényeken alkalmazott nyárfajták típusait, ezek jellemzőit, a nyárfajok termőhelyi igényeit és hozamadatait.

#### 3.7.2. A nyárklónok hozamadatainak és termőhelyi igényeinek vizsgálata

##### 3.7.2.1. Hozambecslések eljárások metodikája

Ahogy az erdőben, úgy a fás szárú energetikai ültetvényeken is nagyon fontos, hogy mekkora letermelhető famennyiség áll rendelkezésünkre. Tehát fontos paraméter az ültetvény hozama. Az erdészeti gyakorlatban léteznek az ún., fatömeg-számítási táblák (*Sopp és Kolozs, 2000*), melyek tartalmazzák fafaj szerinti bontásban, az adott magasságú és adott mellmagassági átmérővel rendelkező faegyednek fatérfogat értékét. Fás szárú energetikai ültetvényeken a fatömeg-számítási táblázatok nem használhatók, hiszen gyorsan növvő energetikai célra nemesített fajtákról van szó. A hozam meghatározása az állományon belüli tömegméréssel történik, mely hosszadalmas, nehézkes feladat és nem mindig adódik rá lehetőség (pl. az ültetvény tulajdonos nem egyezik bele stb.).

Ki kell dönteni a fát, mely akár 30 kg tömegű is lehet, szét kell darabolni, mindezt viszonylag szűk helyen kell megtenni stb. Abban az esetben, ha elég szignifikáns mérési adat áll rendelkezésünkre, akkor adódik a lehetőség, hogy hozamgörbét állítsunk fel és ezek alapján határozzuk meg a fatömeget. A hozambecslési eljárásokhoz kapcsolódó terepi méréseket 19 településen (a vizsgálatba beont települések száma összesen 22 volt, de ebből 3 felszámolásra került) összesen 36 különálló parcellán található nyár ültetvényeken végeztem. A cél az volt, hogy minél több különböző termőhelyről gyűjtsek adatot. A mérések minden esetben vegetációs időszakon kívül történtek. 1-7 éves korú AF2, AF6, Monviso, Kopeczky, Pannonia, I214 nyárfajtákkal telepített ültetvények kerültek felvételezésre. A legtöbb mérési adat AF2, Kopeczky és Monviso fajtaival telepített ültetvényről származik (A vizsgálati helyek részletes leírása: település, az ültetvény telepítésének éve, kora, fajta stb. a 18. mellékletben található).

A vizsgálati területeket bejárással szemrevételeztem, megvizsgáltam mennyire homogén az ültetvény területének domborzata, található-e vízjárta helyek stb. Ezután 10 m-es szakaszokon - az adott állományrészre jellemző paraméterekkel rendelkező pontból kiindulva egymással ellentétes irányban 5-5 méter távolságban - kijelöltem a mintaterületeket, majd elvégeztem a vizsgálatok. Sor - és tőtávolságot mértem. Ezt

---

<sup>8</sup> Abszolút száraz tonna

követően megmértem a faegyedek tő- és mellmagassági átmérőjét<sup>9</sup> tolómérő segítségével mm pontossággal, majd 2 x 10 m-es szakaszon fa kivágásával megmértem a magasságot m-ben és digitális mérleg segítségével a tömeget kg-ban, 10 g pontossággal.

A méréseink eredményeképpen több mint 700 adat állt rendelkezésemre az alábbi paramétereiből:

- tőátmérő (mm);
- mellmagassági átmérő (mm);
- magasság (cm);
- tömeg (kg).

Az adatfelvételi jegyzőkönyv részletét a 33. ábra mutatja.

<b>TELEPÜLÉS:</b>		<b>FAFAJ/KLÓN:</b>		
<b>Dátum:</b>		<b>PARCELLA:</b>		
<b>SORSZÁM</b>	<b>TŐÁTMÉRŐ</b> d <sub>0</sub> (mm)	<b>MELLMAG.</b> <b>ÁTMÉRŐ</b> d <sub>1,3</sub> (mm)	<b>MAGASSÁG</b> h (cm)	<b>TÖMEG</b> m (kg)
1.				
2.				
3.				
4.				

33. ábra: Adatfelvételi jegyzőkönyv (részlet)

Ezt követően a mért adatok rendszerezésre, leválogatásra kerültek fajfaj és kor tekintetében. Majd elkészültek a tőátmérő-tömeg, valamint mellmagassági átmérő-tömeg pontdiagramok Microsoft Office Excel táblázatkezelő program segítségével a különböző korú és fajtájú nyár energetikai ültetvényekre, valamint az összes mért adatra (több mint 700 adat) egyaránt. A pontokra regressziós görbét illesztettem. A polinom görbe illeszkedési jóságát ( $R^2$ ) találtam a legjobbnak, így ezt választottam.  $R^2 \geq 85$  értéket fogadtam el megfelelőnek, mely egy stabil korrelációt ad, nagy részarányát magyarázza az összefüggéseknek. A kapott grafikonok egyenleteinek „jóságát” egy Kiskunlacházán található 2 éves Kopeczky nyár klónnal telepített, 5 ha-os ültetvény hozambecslésével ellenőriztem. Az ültetvényen ha-onként 8240 db fát telepítettek, a betakarításkor mért hozam 98 t volt 5 ha-on, ami 19,6 t faanyagot jelent ha-onként. Becsültem a 2 éves Kopeczky nyárklónnal telepített ültetvény hozamát a saját, a 2 éves, a Kopeczky klónra készült, és az összes adatot magába foglaló hozamgörbével is, majd összevettem az eredményeket.

### 3.7.2.2. Fás szárú energetikai ültetvényeket értékelő pontrendszer kidolgozása

Az egyes fás szárú energetikai ültetvények termőhelyi viszonyainak vizsgálatára, azok termőhelyi értékének kalibrálására hazai adatok még nem állnak rendelkezésre. Kiindulási helyzetben, amikor vizsgálati eredményekkel az ültetvényekhez még nem rendelkezünk, elsődleges kiindulásként a hazai nemesnyárasok fatermése és a termőhelyi tényezők közötti elemzés adhat támpontot. A hazai Országos Erdészeti Adattári adatok alapján összefüggés kereshető az energetikai célra is alkalmas nemesnyár fajták növekedése és a termőhelyi adottságok között. Mivel a termőhelyek fatermőképessége és a termőhelyi tényezők közötti összefüggést függetlenül a többi állományparamétertől,

<sup>9</sup> Nem kerületmérés történt a terepi vizsgálatok során, mert a faegyedek keresztmetszete jól közelíti a kört, így az átmérő vizsgálatával is megfelelő pontosságú adatokhoz juthatunk.

leginkább a biológiai felsőmagasság írja le, ezért az elemzéshez ezt a független, mért adatot használtam fel.

Az SPSS Statistics matematikai statisztikai program segítségével az Országos Erdészeti Adattárból (2012. év január 1. állapot) kiválogatásra kerültek az energetikai célra is alkalmazott nemesnyár klónok (NÉBIH által kiadott lista alapján - 15. melléklet). A nemesnyarak területének nagy százaléka erdőssztyepp és kocsánytalan, illetve cseres tölgyes klíma kategóriában található, a szűrés tehát e két klíma kategóriára történt. Rögzítettem a területfoglalásuk nagyságát, majd tovább szűrtem az állományt 95% feletti elegyarány figyelembe vételével. Az adattárból leválogatott termőhelyi paraméterek közül azokat választottam, amelyek meghatározóak a fák (jelen esetben a nyarak) fatermőképességének vonatkozásában. A vizsgálat során az egyes termőhelytípus változatok és a rajtuk álló fás szárú energetikai ültetvények növekedését igyekeztem összehasonlítani. Az értékelést nyárfajtánként és termőhelytípus változatonként végeztem. Termőhelytípus változat alatt, az erdészeti szakirodalom a klímát, a hidrológiai viszonyokat, a genetikai talajtípust, a talaj fizikai féleségét és a termőréteg vastagságát tartalmazó termőhelyi kódot érti (Lukács Gergely, 2011; Patocskai, 2012). Ezt követően az adatállomány leválogatásra került:

- a fizikai talajféleség;
- a hidrológia;
- a termőréteg vastagság és
- a genetikai talajtípusok szerint.

Az 1000 ha nagyobb területfoglalású genetikai talajtípusokat továbbiszűrtem fizikai talajféleségre, hidrológiára, termőréteg vastagságra és korcsoportokra. A korcsoportok a következők voltak: 0-4; 5-9; 10-14; 15-19; 20-24; 25-29; 30-34; 35-39; 40 év felett. Mivel a nyarak gyorsan növekvő fafajok közé tartoznak, ezért a növekedésük általában már a 15-19 éves korszakra vonatkozóan kiegyenlített. Ennek hatására már a 15-19 éves korosztályban a magassági növekedésbeli különbségek kezdenek elmosódni. Ezért az értékelő pontrendszer kialakításánál ennek a korcsoportnak a biológiai felsőmagasságát használtam fel. A famagasságok alapján felállítottam egy 0-35 közötti skálát az egyes termőhelytípus-változatokra. Ezeket a skálaértékeket tekintem a termőhelyek és a fatermőképesség közötti összefüggés viszonyának kifejezésére. A fás szárú energetikai ültetvények és nemesnyárasok genetikai talajtípusai megfeleltetésre kerültek egymással és az ültetvények pontszám-meghatározása ezek alapján történt.

### 3.7.2.3. A fás szárú energetikai nyárültetvények termőhely paramétereinek összefüggés-vizsgálata

A 3.7.2.1. pontban leírtak mellett, ahol termőhelyfeltárási szakvélemény nem állt rendelkezésemre talajfúró segítségével talajmintát vettem a területről 0-40, 40-80, 80-120 cm mélységben. A mintákról fényképdokumentációt készítettem. A talajmintákból laboratóriumban különböző paramétereket határoztunk meg. A laboratóriumba szállított talajminták elemzését Magyar Szabvány szerint végeztük:

- **pH (H<sub>2</sub>O):** elektrometriásan, 1 / 2,5 talaj / folyadék arány mellett;
- **szénsavas mérsz tartalom:** Scheibler-féle kalciméterrel 10 %-os sósavval,
- **K<sub>A</sub> Arany-féle kötöttségi szám;**
- **mechanikai összetétel:** a 2 mm-nél kisebb talajfrakció nemzetközi A-eljárás szerint előkészítve, pipettás módszerrel; a váz külön, rostálást követő kimosással;

- **H% humusztartalom:** nedves égetéssel FAO-módszer szerint.<sup>10</sup>

A fás szárú ültetvényeken mért paraméterek összefüggésének feltárására a többváltozós matematikai statisztikai módszerek közül az ún. főkomponens analízist és faktoranalízist használtam.

A főkomponens analízis egy olyan leíró statisztikai módszer, melynek célja: a megfigyelési egységek csoportjainak elemzése, és az eredeti megfigyelési változók közötti lényeges kölcsönhatások megállapítása (Münnich et al., 2006). A főkomponens analízis kifejlesztése az 1900-as évek első felére tehető és Pearson, valamint Hotelling nevéhez fűződik (Podani, 1997). A főkomponens analízis lépései a következők:

1. Standardizáljuk az eredeti változókat (azaz transzformáljuk őket úgy, hogy átlaguk nulla, varianciájuk egységnyi legyen). Ezt a lépést nem szükséges elvégezni.
2. Kiszámítjuk a változók kovariancia mátrixát. Ha az 1. lépést elvégeztük, akkor ez egy korrelációs mátrix.
3. Megkeressük a kovariancia (vagy korrelációs) mátrix sajátértékeit, és a hozzájuk tartozó sajátvektorokat. Az *i*-edik főkomponens együtthatóit az *i*-edik sajátvektor adja meg, míg a sajátérték az adott főkomponens varianciája.
4. Figyelmen kívül hagyjuk azokat a főkomponenseket, amelyek az adatoknak csak csekély arányú varianciáját magyarázzák. A szignifikáns főkomponensek az irodalom szerint azok, amelyek sajátértéke legalább 1 és együtt az összes variancia legalább 80%-át magyarázzák (Münnich et al., 2006).

A faktorelemzés célja a tulajdonságváltozókat annyi számú, közös faktor segítségével jellemezni, amennyivel csak lehetséges. Vagyis a faktoranalízis a változók száma csökkentésének a leghatékonyabb módszere. A nagyszámú változó közötti kovariancia (korrelációs) struktúrát írunk le kevés számú mögöttes (látens) változó, ún. faktor segítségével. A módszer alapfeltevése, hogy ezeket a látens változókat nem tudjuk megfigyelni, éppen a minta által adott változók révén kívánunk rájuk következtetni. A faktorokat az eljárás végén értelmeznünk kell, azok valamilyen jelentéssel kell, hogy bírjanak (Horvai, 2001). A faktoranalízis lépései a következők:

1. Meghatározzuk a faktorok számát.
2. Meghatározzuk a factorsúlyokat (az eredeti változók főkomponensekhez való relatív hozzájárulása).
3. A faktorokat forgatjuk (amennyiben szükség van rotációra).
4. A faktorértékeket kiszámítjuk (ezek a változók új bázisban kapott koordinátái).

Ha korrelációs mátrixon alapul a számítás, a faktorértékek a factorsúlyokkal megegyeznek.

Mind a főkomponens-analízis, mind a faktoranalízis esetében fontos az eljárás alkalmazhatóságának, illetve a kapott eredmény megbízhatóság vizsgálata is, erre több statisztikai módszer is ismert.

A faktoranalízis és a főkomponens-analízis hasonlít egymásra, de van néhány fontos különbség. A főkomponenseknek általában nincs semmilyen gyakorlati jelentésük, hiszen az eredeti változók nagyon sokfélék lehetnek, így a lineáris kombinációknak legtöbbször semmiféle értelmezést sem adhatunk. A főkomponens-analízis sokszor egy összetett adatelemzés első fázisa, amely során a főkomponensekkel dolgozunk tovább. Gyakori alkalmazása a többdimenziós adatállomány grafikus megjelenítése is. A

---

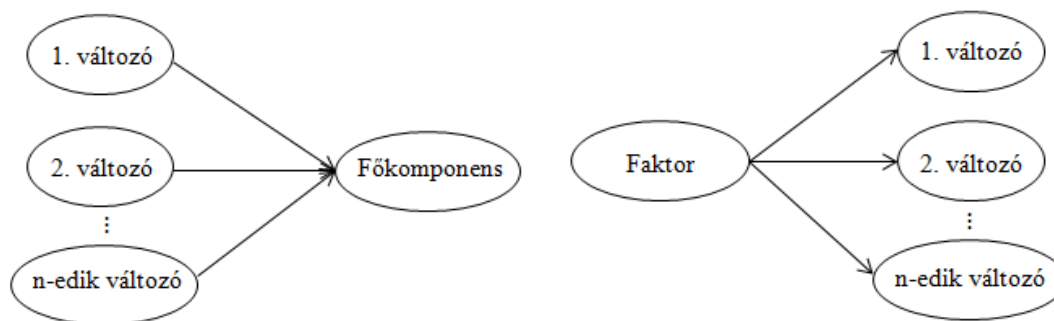
<sup>10</sup> A vizsgált paraméterek indoklása. Az Arany-féle kötöttségi szám (jelzése:  $K_A$ ), az a 100 g légszáraz talajra vonatkoztatott vízmennyiség, amelyet a talaj a képlékenységi és híg folyóssági határon tartalmaz. Értéke elsősorban a talaj eliszapolható frakciójának mennyiségétől függ, ezért felhasználható a fizikai talajféleség - a talaj szövetének - jellemzésére.

A pH a talaj kémhatását jelző szám, a talajoldat hidrogén-ion aktivitásának negatív logaritmus. A pH függ a talaj, és a talajoldat mindenkori arányától, melyet befolyásol az éghajlat, időjárás, növényzet stb. A pH értéke eltérő lehet a talaj különböző szintjeiben. A  $\text{CaCO}_3$  jelenléte, hiánya, kilúgzása vagy felhalmozódása, mennyisége és eloszlása a talajszelvényben a talajtípus egyik fontos ismertetője.

A humusztartalom a talajok szervesanyag-tartalmának jellemzésére szolgál. A humusztartalom alapján határozzuk meg a talajok hosszú távú nitrogén-szolgáltató képességét (Bellér, 1997).



faktoranalízis eljárásának végén azonban a faktorokat értelmeznünk kell, azok valamilyen jelentéssel kell, hogy bírjanak. Közös bennük, hogy mindkettő támaszkodhat a kovariancia-, illetve korrelációs mátrix elemzésére. A választás mindkét eljárás esetén azon múlik, hogy meg akarjuk-e őrizni az eredeti skálát (mértékegységeket) vagy nem. Az általános célok mások a két módszernél. A főkomponens-analízisnél részinformációkat próbálunk összegezni a lehető legkisebb információvesztéssel (vagyis a variancia maximalizálásával), tehát az okság a változóktól a főkomponens felé mutat. A faktoranalízis általános célja egy látens, lineáris struktúra feltárása a változók mért, megfigyelt értékei (manifeszt változók) segítségével, vagyis az okság a faktorok felől mutat a változók felé (34. ábra).



34. ábra: A főkomponens és a faktoranalízis közötti különbség

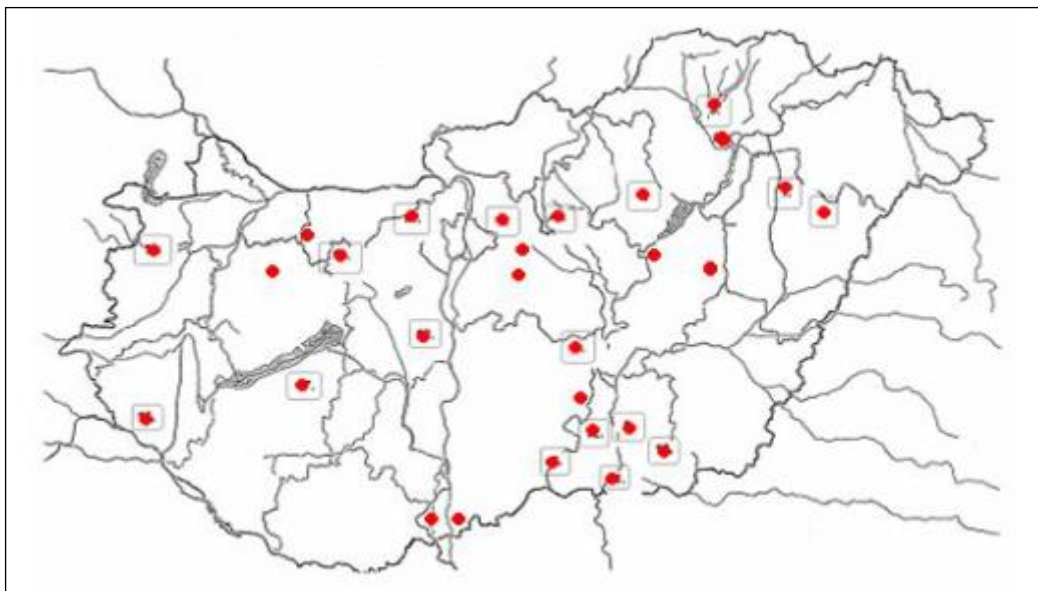
A számításokat a STATISTICA 11 programcsomag felhasználásával végeztem. A vizsgálatokban az összes általam vizsgált ültetvény felmérési adataimat elemeztem. A kiértékelés során a következő 19 db változóval dolgoztam:

- Var1-tőátmérő,
- Var2-mellmagassági átmérő,
- Var3-magasság,
- Var4-tömeg,
- Var5-sarjzatások száma,
- Var6-átlag hőmérséklet,
- Var7-átlag csapadék,
- Var8- $\text{Ph}_{\text{vizes}}$  súlyozott átlaga a termőhelyre,
- Var9-  $\text{Ph}_{\text{vizes}}$  a legfelső talajréteg adatai,
- Var10- $\text{CaCO}_3$  súlyozott átlaga a termőhelyre,
- Var11- $\text{CaCO}_3$  a legfelső talajréteg adatai,
- Var12-mélység, ahol a  $\text{CaCO}_3$  megjelenik,
- Var13- $\text{CaCO}_3$  értéke, ahol megjelenik,
- Var14- mélység, ahol a  $\text{CaCO}_3$  értéke maximális,
- Var15-  $\text{CaCO}_3$  maximális értéke,
- Var16-  $K_A$  súlyozott átlaga a termőhelyre,
- Var17-  $K_A$  a legfelső talajréteg adatai,
- Var 18-  $\text{H}\%$  súlyozott átlaga a termőhelyre,
- Var 19-  $\text{H}\%$  vizes a legfelső talajréteg adatai,

A vizsgált ültetvényekre vonatkozó terepi és laboratóriumi eredmények összefoglaló táblázata a 18. mellékletben található.

### 3.7.2.4. A KITE által létesített ültetvény kísérletek eredményeinek értékelése

A KITE (Kukorica és Iparnövény Termelési Együttműködés) 2007 tavaszán nagyszabású fás szárú energetikai ültetvénytelepítési kísérletbe kezdett. Partnereket kerestek három régiójukban (Északi, Déli, Dunántúli) kísérleti ültetvény telepítés céljára. A partnerek segítségével összesen 28 helyen telepítettek (Északi: 10, Déli: 10, Dunántúli: 8) fás szárú energetikai ültetvényt (35. ábra).



35. ábra: A KITE nemesnyár fás szárú energetikai ültetvény kísérletek  
(Kovács et al., 2010)

(Derecske, Cece, Kiszombor, Szeremle, Sáránd, Sáránd anyatelep, Hernádkércs, Nyíradony, Szentmártonkáta, Jászapati, Herceghalom, Kisbér, Muraszemenye, Mórahalom, Pitvaros, Jászberény, Tura, Hódmezővásárhely, Chernelházadamonya, Dormánd, Tiszafüred)

A legkisebb ültetvény területe 1 ha, a legnagyobb ültetvény területe 5,8 ha volt. Kísérleti helyeik felénél (14 helyen) termőhely vizsgálatot végeztek. Elvégezték a szintek meghatározását, majd mintavétel történt. A mintákat laboratóriumban megvizsgálták és a vizsgálati eredmények alapján elkészültek a termőhelyfeltárási szakvélemények. A termőhelyek nagy részét nemesnyár termesztésére alkalmasnak találták, néhány csak feltételesen volt alkalmas, és találtak olyan helyszínt is, ami nem volt alkalmas nyár ültetvény telepítésére. A telepített nyárfajták: „AF2” és „Monviso” voltak (21. táblázat).

21. táblázat: Az AF2 és Monviso nyárklónok főbb jellemzői (Badáczy, 2011)

Fajta	<i>Populus x canadensis</i> 'AF2'	<i>Populus x generosa x populus nigra</i> MONVISO
Fajta-fenntartó	ALASIA FRANCO	ALASIA FRANCO
Minősítés éve	1994	1991
Ivar	hímivarú	nőivarú
Fajtaleírás-külső megjelenés	egyenes, hengeres törzs, jellegzetes csúcsos forma	Kissé hullámos törzs, sok ág, csúcsos dominancia
Vegetációs időszak kezdete	április 5. körül	április 11. körül

Fajta	<i>Populus x canadensis 'AF2'</i>	<i>Populus x generosa x populus nigra</i> <b>MONVISO</b>
<b>Teljes lombhullás</b>	december 2. körül	november 25. körül
<b>Alkalmazkodó képesség</b>	termékeny, jó vízkapacitású homokos vagy agyagos talajhoz is alkalmazkodik	Kevésbé termékeny és korlátozott vízkapacitású talajokhoz is alkalmazkodik
<b>Vágásforduló</b>	2 év, vagy 4-5 év	2 év vagy 5 év
<b>Felhasználás</b>	energetikai ültetvény, farostlemez, papírgyártás, pelletgyártás	energetikai ültetvény, farostlemez, papírgyártás, pelletgyártás
<b>TOLERANCIA</b>		
<i>Melampsora sp.</i>	Megfelelő	Magas fokú
<i>Marssonina sp.</i>	Magas fokú	Nagyon magas fokú
<i>Dothichiza populea</i>	Magas fokú	Nagyon magas fokú
<i>Fekete foltosodás (black spot-gombás fertőzés)</i>	Megfelelő	Nagyon magas fokú
<i>Nyár mozaik vírus (Poplar mosaic virus)</i>	Nagyon magas fokú	Nagyon magas fokú
<i>Phleomyzus passerinii</i>	Nagyon magas fokú	Megfelelő
Szélállóság	Magas fokú	Megfelelő

Az ültetvény-kísérlet során vizsgálták a telepítés körülményeit, eredményességét (megeredési %), majd az ültetés évében és azt követően az ültetvény növekedését, ezt követően a vizsgálatok megszűntek.

A KITE kísérleti adatainak áttanulmányozása után kérdőíves kutatást végeztem partnereik körében a fás szárú ültetvény kísérletekről. A kérdőíves felmérés célja az volt, hogy minél több információt tudjak meg a KITE által koordinált 2007-ben kezdődött fás szárú energetikai ültetvény kísérlet eredményességéről, valamint hogy vizsgáljam a telepítők tapasztalatait, észrevételeit, véleményét a fás szárú energetikai ültetvényekről. A következő kérdésekre történő válaszkérés motivált a kérdőív összeállítása során:

- Milyen volt az ültetvények telepítésének sikeressége, hány ültetvény található meg jelenleg az eredeti 28-ból, ha nem tartották fenn az ültetvényt ennek mi volt az oka?
- Mi motiválta a gazdákat fás szárú energetikai ültetvény telepítésére?
- Miként vélekedtek az ültetvény telepítése előtt, illetve a telepítés után (tapasztalatokat szerevezve) a fás szárú ültetvények jövőjéről?
- A sarjaztatásos vagy a hengeresfa technológia a megfelelőbb számukra? Hiszen ezek kezelése, megtérülési ideje eltér egymástól.
- Milyen célra használják fel az ültetvényen megtermelt faanyagot? Van-e felvevőpiac az ültetvény közelében az ültetvényen megtermelt faanyag számára?
- Szükségük volt-e rovarkártevők elleni védekezésre és jelentkezett-e vadkár? Hiszen fontos, hogy e tényezők elleni védekezés kiemelt fontosságú lehet az ültetvényeken, illetve növeli a ráfordítások nagyságát!
- Vezettek-e nyilvántartást arról, hogy mekkora összeget fordítottak évente az ültetvényre (védekezések, gyomkorlátozás, sor- és sorközápolási munkálatok stb.)?
- Tapasztalataik a fás szárú energetikai ültetvényekről növelték vagy csökkentették a telepítési kedvet?
- Fajok tekintetében van-e rálátásuk arra, hogy hazánkban mit érdemes telepíteni.

- Rendelkeznek-e ismerettel arra nézve, hogy a termőhely befolyásolja-e az ültetvényeken megtermelt hozamot.

A fent megfogalmazottak alapján összeállítottam egy 24 kérdést tartalmazó kérdőívet, majd felkerestem a KITE kísérletében részt vett partnereket és a kérdőív (19. melléklet) kitöltésére kértem őket. A megkeresésemre 12 kérdőív érkezett vissza, 2 partner mondta azt, hogy nem töltik ki a kérdőívet, de szívesen elmondják a véleményüket, a többi partner többszöri megkeresésemre sem reagált a kérdőívre.

### **3.8. FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI MODELLEK ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA**

Abban az esetben, ha teljes energiamérleget vizsgálunk a fás szárú energetikai ültetvények tekintetében az irodalmak szerint 1:10 energiamérleget kapunk, viszont érdemes megvizsgálni, hogy változik, mennyire „javul” a 1:10-hez arány, ha csak az ültetvényeken végzett gépi munkákat vesszük figyelembe, a többi járulékos tényezővel nem számolunk?

Első lépésként, szakirodalmak áttekintésével, bemutatásra kerültek a fás szárú energetikai ültetvényeken leggyakrabban alkalmazott munkaműveletek és az ehhez kapcsolható gépesítési igény.

Az alkalmazott fafaj meghatározó jelentőségű, mivel befolyásolja a betakarítás idejét, módját, a telepítési hálózatot, az alkalmazható gyomirtás fajtáját és egyéb tényezőket. Elkészítettem azokat a technológiai modelleket, amelyek alapján az ültetvények energiamérlege kiszámítható. A területnagyság függvényében meghatároztam a különböző munkaműveletekhez ajánlható gépeket, valamint az azok működtetéséhez szükséges erőgépek teljesítményigényét. Fentiek eredményeképpen az energetikai faültetvények létesítéséhez, ápolásához és betakarításához szükséges konkrét géptípusok egyszerűen kiválaszthatók.

A technológiai modellek kialakításakor a területnagyságot és az ültetési hálózatot vettem figyelembe. Az ültetvények ajánlott telepítési hálózata 3 m x 0,5 m. A 3 m-es sortávolság lehetővé teszi a mezőgazdaságban használatos erőgépek alkalmazását a gépi ápolási és a betakarítási (szállítás) műveletek során. Az 50 cm-es tőtáv könnyű kézi ápolást biztosít a rotáció első évében.

A területnagyság tekintetében három kategóriát definiáltam:

- 3 ha-nál kisebb területű;
- 3-20 ha-os és
- 20 ha-nál nagyobb méretű ültetvények esetére dolgoztam ki a technológiai modelleket, ezek a területnagyságok különböző gépesítési igényűek.

Kategóriánként emelkedő erőgép teljesítményekkel számoltam.

Összegezve a céloom tehát a következő volt: az egyik oldalon az erőgépek tüzelőanyagának elégetése révén bevitt energiamennyiséget, a másik oldalon a letermelt biomassa energiatartalmának ismeretében felállítható energiamérleg vizsgálata.

A modellültetvény 2 éves vágásfordulóval, 20 éves időtartalomra tervezett nyárültetvény, mely közepes - jó termőhelyen található. Hangsúlyoznom kell, hogy a kiszámolt energiamérlegek átlagos technológiákra vonatkoznak, átlagos műszakidővel és átlagos gépi fogyasztással.

A vizsgálat során egy Microsoft Excel táblázatba összefoglaltam a lehetséges munkaműveleteket, az ehhez ajánlható erőgépek teljesítményét (kW), valamint az

erőgépek teljesítését (ha/mh)<sup>11</sup>. Megállapítottam, hogy az adott munkaműveletet hányszor kell elvégezni 20 év alatt. Ezt követően kiszámoltam a gépek fogyasztását l-ben az alábbi képlet felhasználásával 1 ha-ra:

$$q_f = 0,304 \left[ \frac{l}{kWh} \right] * t_f \left[ \frac{mh}{ha} \right] * P [kW]$$

$q_{f[l]}$ : fajlagos fogyasztás;

$t_f$ : műszakidő 1 ha-ra;

$P$ : az erőgépek átlagos teljesítménye [kW];

a dízelmotorok fogyasztása átlagosan: 0,304 l/kWh (Gockler, 2012).

A kapott értéket átváltottam - megszorozva a gázolaj fajsúlyújával (0,85 kg/l) - kg-ra, melyet megszoroztam a gázolaj energiatartalmával (43 MJ/kg), majd az alkalmak számával.

Így megkaptam a gépi műveletek energiaigényét, különböző erőgép teljesítmények mellett.

Ezeket az értékeket összevettem az 1 ha-os ültetvényen 20 év alatt megtermelt biomassza mennyiség energiatartalmával, melynél ismét átlagadatokkal számoltam, az alábbi paraméterek figyelembe vételével:

- 1 ha nyárültetvény átlagos hozama: 20 nedves t/ha/év (Kovács és Heil, 2010);
- az apríték fűtőértéke nedves állapotban: 7 MJ/kg (Ivelics, 2006); 50%-os nedvességtartalmat feltételezve.

Az ültetvény energiamérlegének számításakor a faanyag szárítás energiaigényeit nem vettem figyelembe (erre többféle lehetőség áll rendelkezésre pl. faaprítéknál kazalban-időszakos átfogatással, szárítóberendezések stb.), a letermelési hozammal, nedvességtartalommal és fűtőértékkel számoltam (az elemzések eredményeit a 21. melléklet tartalmazza).

## 4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

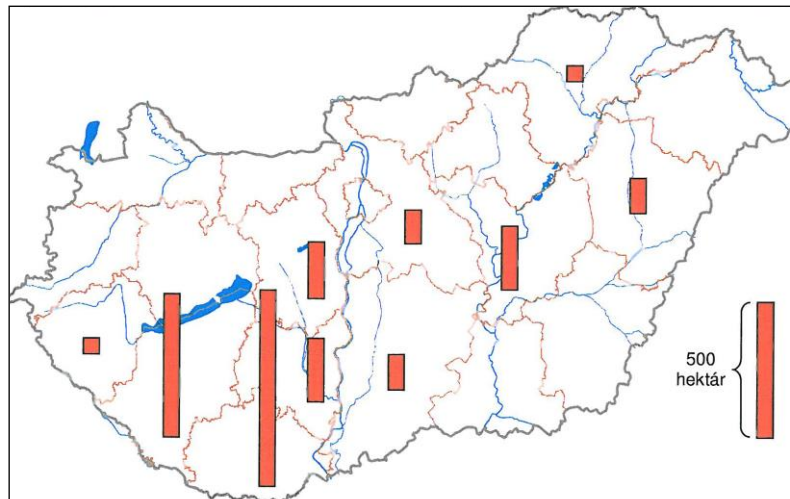
### 4.1. FÁS SZÁRÚ ENERGIA ÜLTETVÉNY ADATAINAK ELEMZÉSE MAGYARORSZÁGON

2005 előtt 50-60 ha-on folytak fás szárú energetikai ültetvény kísérletek és az akkori előrejelzések alapján, ha 2005-2006-ban 5-10 ezer ha-on elkezdik a sarjaztatásos ültetvénytelepítést 2010-re kb. 60 ezer fás-energiaültetvény lett volna, amelyen 1 millió t/év szilárd biomassza megtermelhető (16 t/ha/év-el számolva) (Giber et al., 2005). Az Új Magyar Energiapolitika Tézisei szerint (Giber et al., 2005) 2012-2030 közötti időszakban az erdőterületet energetikai ültetvényekkel célszerű bővíteni, ez 210-230 ezer ha energiaültetvény telepítésének szükségességét vonja maga után. Marosvölgyi (2005) szerint 150 ezer ha faültetvény telepíthető. Gockler (2010b.) alapján 2020-ra 100-250 ezer, de akár 1 millió ha fás szárú energiaültetvény telepítésével is számolhatunk. Garay et al. (2012) 200 ezer ha-t ír, míg Scultety és Seiffert (2009) szerint pedig 300-400 ezer ha lehet hosszú távon a fás szárú energetikai ültetvények területfoglalása hazánkban.

<sup>11</sup> Mezőgazdasági Gépesítési Intézet: Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2012-ben című kiadványból került kiválogatásra (Gockler, 2012).

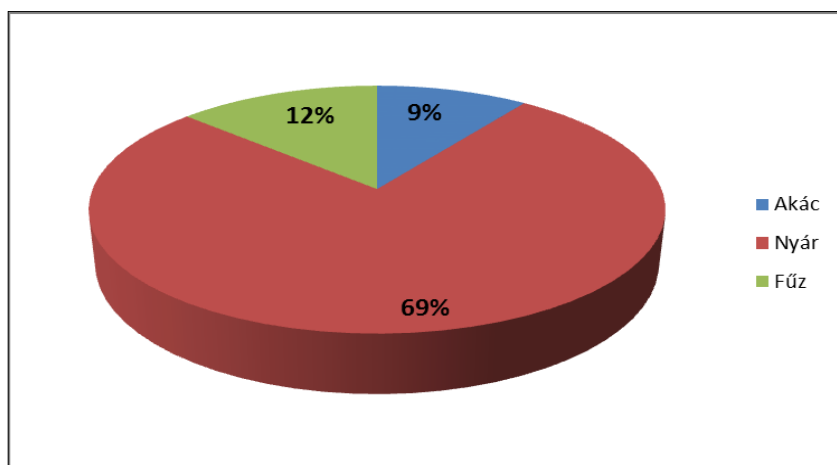
Szajkó et al. (2009) alapján az engedélyezett fás szárú ültetvények összes tervezett területe 2009. első félévének végén összesen 2665 hektár volt, melyből 1505 ha telepítése valósult meg. (A 2008-ban támogatást kapott energiacélú ültetvények: akác: 89,44 ha; nyár: 818,14 ha; fűz: 741,32 ha (Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztériumtól kapott információ). A kb. 4 millió ha-os szántóföldi területhez képest ez a területnagyság elenyésző, de a 2 millió ha-os erdőterületnek is alig több mint egytized százaléka.

A tervezett ültetvények eloszlása nagyon egyenetlen. 2009-es adatok alapján Baranya megyében telepítették az engedélyezett ültetvények 29%-át, Baranya és Somogy megye együttesen a teljes országos fás szárú ültetvénytelepítés 50%-át valósította meg, ehhez hozzáadva a tolnai területeket 60%-ot kapunk (36. ábra).



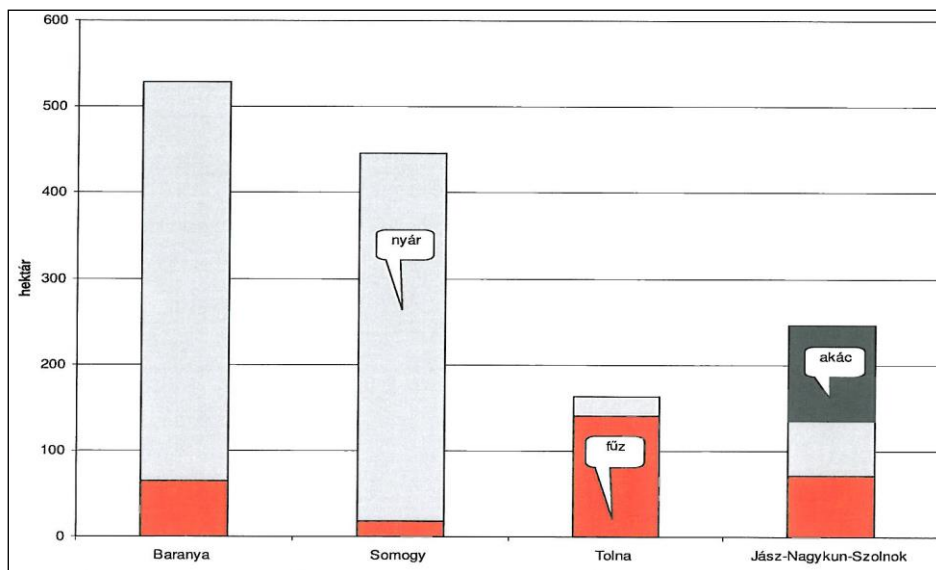
36. ábra: Az engedélyezett fás szárú energetika ültetvények területének megoszlása a megyék között, [ha], 2009. (Szajkó et. al., 2009)

Az engedélyezési adatok alapján az összes terület 56%-án tervezték nyár fajok telepítését, 36%-án fűz és 8%-án akác telepítését. A megvalósult fás szárú ültetvények területének megoszlását a fafajok szerint a 37. ábra mutatja (Szajkó et al., 2009).



37. ábra: A megvalósult fás szárú ültetvények területének megoszlását a telepített nemzetségek szerint, 2009. (Szajkó et. al, 2009 alapján saját szerkesztés)

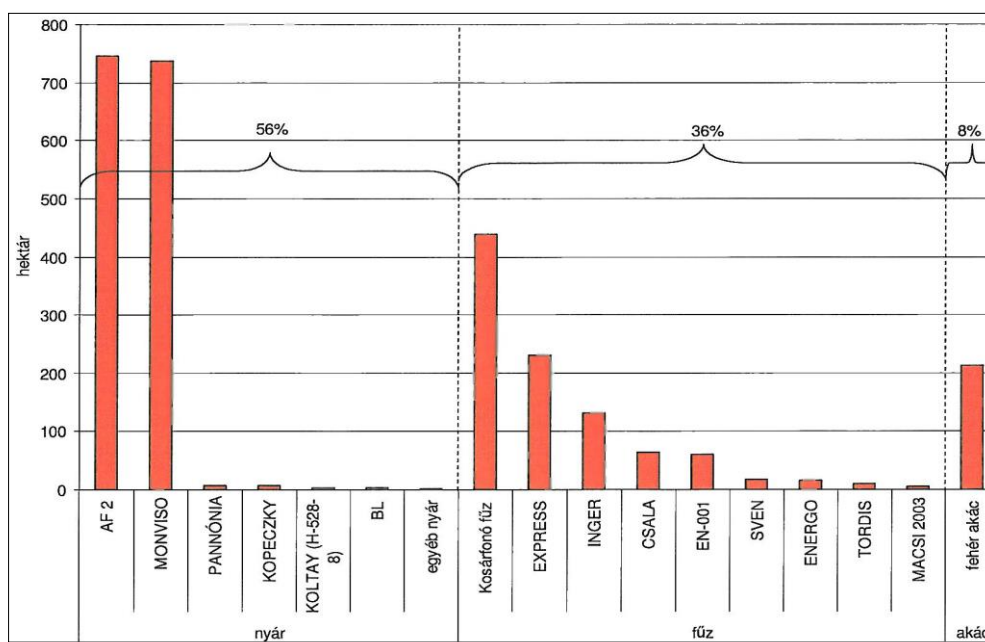
Az egyes fafajok eltérően jelennek meg az ország egyes régióiban. A szárazságtűrő akác Jász-Nagykun-Szolnok megyében kedvelt, a nedvességkedvelő fűz Tolnában, Somogyban és Baranyában pedig a nyár a domináns fafaj (38. ábra).



38. ábra: A megvalósult fás szárú ültetvények területének megoszlása a telepített fa nemzetségek szerint a négy legaktívabb megyében, [ha], 2009. (Szajkó et al., 2009)

A szóbajövő nyár klónok a következők: AF2 és Monviso legnagyobb területarányal, valamint néhány egyéb klón kisebb területarányal: Pannónia, Kopeczky, Koltay, BL, egyéb (39. ábra).

A fűzek közül a legnagyobb területet a Kosárfonó fűz foglalja el, majd az Express következik, Niger, Csala, EN-001, Svan, Energo, Tordis, majd végül a Macsi 2003 (Szajkó et al., 2009).



39. ábra: Az engedélyezett fás szárú energetika ültetvények területének fafajok/fajták és nemzetségek szerinte megoszlása Magyarországon [ha] (Szajkó et al., 2009)

2009-es adatok alapján a legnagyobb engedélyezett ültetvény 260 ha-os és Baranya megyében Piskó község közelében található (ebből 166 ha már megvalósult). A második legnagyobb ültetvény a somogyi Homokszentgyörgy határában található 217 ha (már megvalósult 181 ha).

A 2009-es támogatásokat illetően elmondható, hogy az energetikai ültetvények támogathatók az Európai Unió egységes területalapú támogatása által, valamint az EU Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Alap által nyújtott telepítési támogatásával is. 2008-ig összesen 1609 hektár fás szárú ültetvényre hagyták jóvá egységes területalapú támogatás kifizetését. Ez a teljes engedélyezett fás szárú ültetvény területének 60%-a. Baranyában, Somogyban és Tolnában van a földalapú támogatással megvalósult ültetvények 76%-a (Szajkó et al., 2009).

2007 és 2010 között összesen 117 kérelmet nyújtottak be fás energetikai ültetvény létrehozására, ebből 50 volt támogatott kérelem, az igényelt terület 4146 ha nagyságú, a jóváhagyott támogatási terület 1850 ha, mely 204.753.422 Ft támogatást jelent (22. táblázat).

22. táblázat: A fás szárú energetikai ültetvények adatai 2007-2010 között

2007-2010	Fás szárú energetikai ültetvény
Benyújtott kérelmek (db)	117
Igényelt terület (ha)	4146
Támogatott kérelmek (db)	50
Jóváhagyott támogatási terület (ha)	1850
Jóváhagyott támogatási összeg (Ft)	240753422

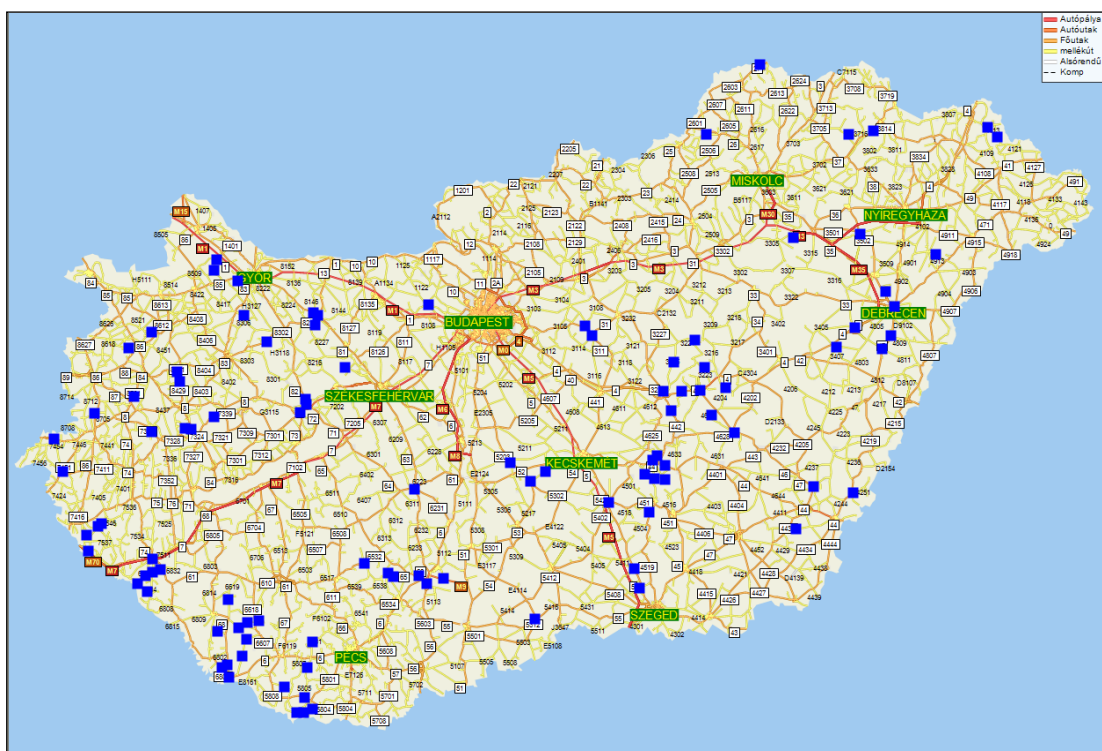
Nagyjából egy évvel később 2010. szeptemberéig a Magyar Vidékfejlesztési Hivatalhoz beérkezett és támogató határozatot szerzett kérelmek területe 6456 ha sarjztatásos ültetvény volt (23. táblázat) (Gockler, 2010b).

23. táblázat: Sarjztatásos fás szárú energetikai ültetvények területe hazánkban [ha] (Gockler, 2010b)

Megye	Nyár	Akác	Fűz	Összesen
Bács-Kiskun	-	-	15	15
Baranya	1535	-	440	1975
Borsod-Abaúj-Zemplén	13	-	85	98
Budapest	341	167	401	909
Hajdú-Bihar	168	446	631	1245
Heves	58	-	13	71
Somogy	1629	-	54	1683
Vas	174	18	-	192
Veszprém	-	178	-	178
Zala	35	55	-	90
<b>Összesen</b>	<b>3953</b>	<b>864</b>	<b>1639</b>	<b>6456</b>



Ezzel ellentétben a NÉBIH Erdészeti Igazgatóság (Kopányi, 2012) által közölt 2012-es adatok alapján, Magyarországon összesen 420 fás szárú energetikai ültetvény található, 103 településen (40. ábra), 2140,77 ha tervezett és (csak) 2079,67 ha megvalósult területen.



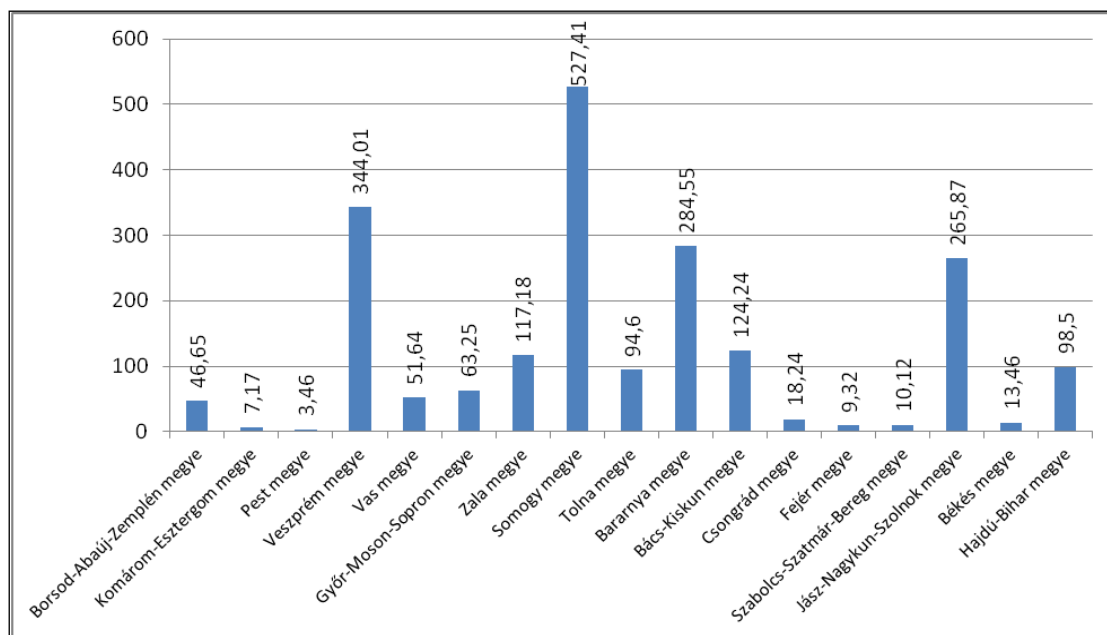
40. ábra: A Magyarországon található fás szárú ültetvények elhelyezkedése település szerint

Ha a Budapesti Corvinus Egyetem Regionális Energiagazdálkodási Kutatóközpontja által végzett 2009-es felméréssel (Szajkó et al., 2009) ezt összehasonlítjuk, láthatjuk, hogy a fás szárú energetikai ültetvények területe hazánkban csak nagyjából 500 ha-ral nőtt három év alatt. Mivel alapvetően kevésnek tűnik a három év alatt történt területnövekedés valószínűsíttem, hogy ekkora területet jelentettek le a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága felé és vannak területek, melyeket telepítésének elkészültét nem tudták a hatósággal, tehát még nem szerepelnek a nyilvántartásban. Az információ saját tapasztalatból származik, hiszen tudomásom szerint is van olyan ültetvény, melynek telepítése megtörtént, a 2012-es nyilvántartásban azonban még nem szerepelt, és ennek az ellenkezője is igaz, vagyis van olyan ültetvény, mely a nyilvántartásban még szerepel, de már felszámolták. A fent említett tény Kovács et al. (2013) is alátámasztja, aki 4000 ha fás szárú energetikai ültetvényről számol be hazánkban előadásában.

Ha a közölt adatok alapján a fás szárú energetikai ültetvények, megyei megoszlást tekintjük (41. ábra), a legnagyobb terület, 527,41 ha Somogy megyében található, ezt követi Veszprém megye (344,01 ha), Baranya (284,55 ha) és Jász-Nagykun-Szolnok megye (265,87 ha). Baranya, Somogy, Veszprém megyékben a nyárfajok, Tolna, Bács-Kiskun és Hajdú-Bihar megyében a fűzek, Zala és Jász-Nagykun-Szolnok megyében pedig az akác dominál a fás szárú energetikai ültetvények területmegoszlásának tekintetében.

Ha az megoszlást Magyarország régióira vonatkoztatva vizsgáljuk, az eredmény a következő. Az ültetvények legnagyobb területi kiterjedése dél-magyarországi régióban van 906,56 ha-on, ahol elsősorban a Pécsi Pannon Power biomassza (380.000 t/év dendromassza igény) erőműbe történő beszállítási lehetőség kézenfekvő. Elsősorban nem a saját faigény kielégítése a cél, hanem az erőműbe történő apríték beszállítás vállalkozói alapon. Ez a tény már önmaga is utal arra, hogy a gazdaságossági számítások alapján, egy

biztos piac közelében levő ültetvény gazdaságosan üzemeltethető. A közép-dunántúli régióban (360,5 ha) pedig az Ajkai biomassza erőmű (192.000 t/év) a biztos felvevő piac. Kelet-magyarországi régióban a legújabb Szakolyi Erőmű (250.000 t/év) lehet az apríték felvevő piac, azonban ezen régió alacsony erdősültsége miatt a faanyag/apríték után nagy a lakossági kereslet is. Az ország középső részén, Budapest központtal csupán 3,46 ha ültetvény található, aminek elsősorban a budapesti agglomeráció, a drága földbérletek és az egyéb jövedelmező hasznosítás az oka. Az észak-kelet magyarországi régió pedig elsősorban klimatikus adottságok miatt nem kedvez a nyár ültetvényeknek. Ebben a régióban az erodált domboldalakon történő gyengébb hozamú akác ültetvények lehetnek a jövőben.



41. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetvények területe megyék szerinti megoszlásban [ha] (Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

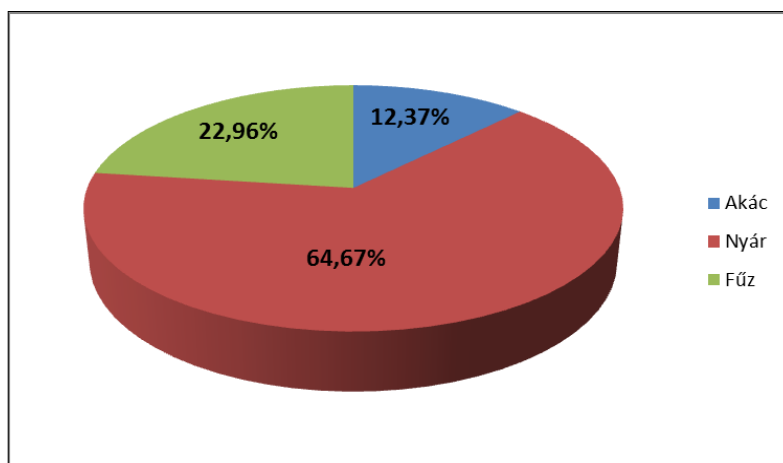
Települési szintet tekintve a 2012-es adatok alapján a négy legnagyobb területű fás szárú energetikai ültetvényt tartalmazza a 24. táblázat.

24. táblázat: A négy legnagyobb területű fás szárú energetikai ültetvény hazánkban 2012-ban (Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Megye	Település	Fafaj/fajta	Területnagyság [ha]
Baranya	Piskó	Nyár/Monviso	166,11
Somogy	Homokszentgyörgy	Nyár/AF2	148,41
Veszprém	Gógánfa	Nyár/AF2	138,93
Bács-Kiskun	Szabadszállás	Fűz/Kosárfonó fűz	107,1

A fafajok országos megoszlását tekintve tervezett és megvalósult ültetvény terület nagyságban is a nyár vezet (64,67%) ezt követi a fűz (22,96%) majd az akác (12,37%) (42. ábra).

Összevetve ezt a 2009-es felméréssel, minimálisan, de csökkent a nyarak %-os területfoglalása, növekedett az akácé, a fűzeké pedig nagyjából stagnált.



42. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetések területe fajok szerinti megoszlásban [%]  
(Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Fafajok és fajták tekintetében az alábbiak kerültek telepítésre Magyarországon (25. táblázat):

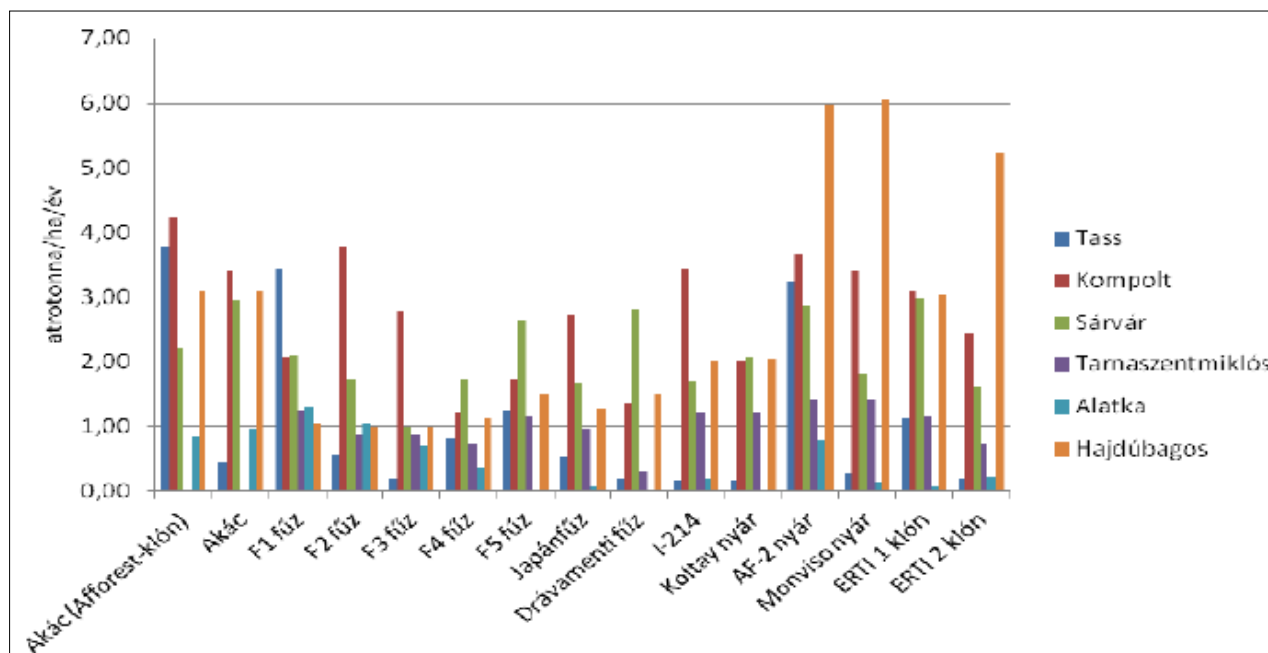
25. táblázat: Fás szárú energetikai ültetésre alkalmazott fajok és fajták területi megoszlásban Magyarországon  
(Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Faj	Fajta	Terület [ha]	
		Mter*	Tter**
Nyár	AF2	743,26	768,25
	Monviso	408,63	408,76
	I214	11,16	11,16
	Pannonia	82,06	82,06
	Koltay	64,27	71,99
	Kopeczky	32,86	53,91
	BL	2,79	2,79
Fűz	I-4/59	0,3	0,3
	Express	46,59	50,28
	Inger	90,14	91,1
	Tora	15	15
	Tordis	9,02	9,02
	Macsi2003	4,7	4,7
	EN-001	60,41	60,41
	Kosárfonó fűz	251,3	251,3
Akác	Fehér akác	257,18	259,74
<b>Összesen:</b>		<b>2079,67</b>	<b>2140,77</b>

\*megvalósult terület nagyság

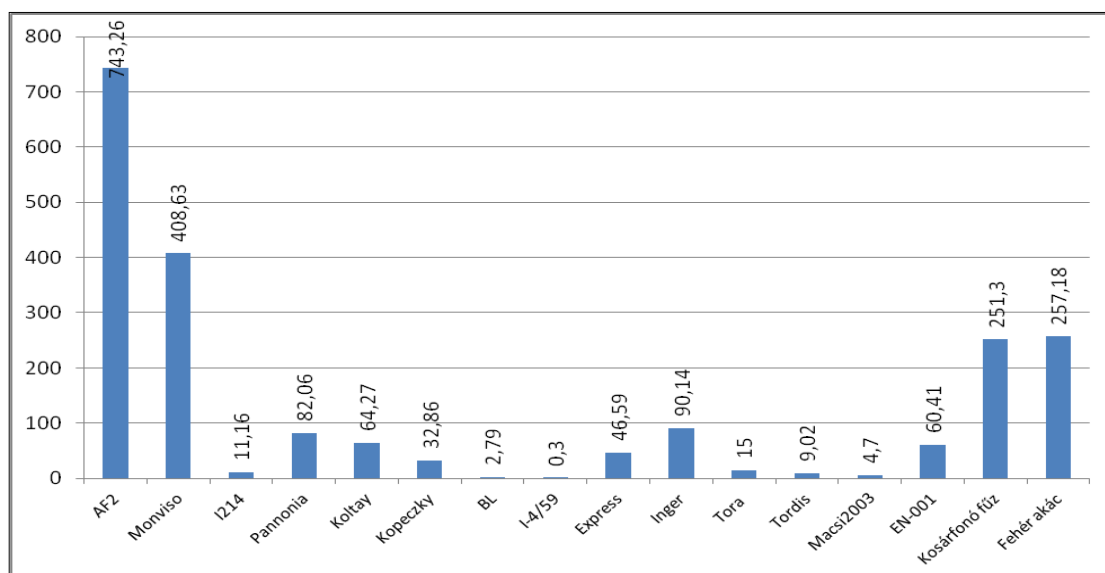
\*\* tervezett terület nagyság

Klónok tekintetében kiemelkedő a nyarak közül az AF2 és Monviso területfoglalása, nem véletlenül, hiszen Magyarországon ezen két nyárklónnak a szaporító anyaga van leginkább jelen a piacon, ugyanakkor hozamdataik tekintetében is ezek a legkedvezőbbek (43. ábra).



43. ábra: Zöld lángról készült kísérletek hozamadatai (Számított száraz tömeg t/ha/év) (Jung és Gergely, 2010)

A fűzek közül a kosárfonó fűz területe a legnagyobb és fontos kiemelni a fehér akác ültetvények nagyságát is (44. ábra).



44. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetvények területe fajok/fajták szerinti megoszlásban [ha] (Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Művelési technológiát illetően az ültetvények nagy többsége sarjaztatásos technológiájú, összesen három ültetvényt terveztek a nyilvántartás szerint hengeresfa ültetvénynek: Piskón 1,41 ha-on Monviso nyárklónt; Csépan 2,07 ha-on fehér akácot és

Cserkeszölön 1,31 ha-on szintén fehér akácot szeretnének hengeresfa technológiában termelni.

Összefoglalva elmondható, hogy minimálisan ugyan, de növekedés tapasztalható a fás szárú energetikai ültetvények területfoglalását illetően hazánkban 2009 óta, jelenleg is a nyárfajták rendelkeznek a legnagyobb területtel és a sarjaztatásos technológia dominál az ültetvényeken. Az ültetvények nagy része három megyében található, ahol a felvevőpiac jelen van.

Fontos vizsgálni a fás szárú energetikai ültetvények jövőbeni területfoglalásának lehetséges alakulását is, mely azonban több paramétertől is függ. A fás szárú ültetvények területfoglalására vonatkozó konkrét adatok, mint láthattuk 2009 óta ismeretesek. 2009 második félévében 1505 ha volt a megvalósult ültetvények területnagysága, 2012-ban 2079 ha, 2013 márciusában pedig 2340 ha, ami nagyjából egy lineáris növekedést követ.

Ezt a tendenciát követve 2050-re kb. 10000 ha fás szárú energetikai ültetvény található majd Magyarországon. Abban az esetben, ha a támogatások kifizetésre kerülnek és az Európai Unió agrárpolitikájában előirányzott 5%-os zöldítés bekövetkezik (*Glattfelder, 2013*), akár 240000 ha fás szárú energetikai ültetvény is lehet hazánkban 2050-ben, abban az esetben, ha szántó művelési ágba tartozó területek részaránya nem csökken jelentősen.

Véleményem szerint hét év alatt viszont (2020-ra) nem érhető el a *Gockler* által 2010-ben leírt 100-250 ezer ha és nehézkes 2030-ra a *Giber* által Az Új Magyar Energiapolitika téziseiben 2005-ben leírt 210-230 ezer ha elérése is, ehhez nagymértékű támogatásokra, fejlesztési programokra lenne szükség, hogy a gazdáknak érdemes legyen fás szárú energetikai ültetvények telepítésébe belevágniuk. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a kazánprogramban történő beruházások segítségével növekedhet a fás szárú energetikai ültetvények területaránya, hiszen elképzelhető, hogy egyes önkormányzatok úgy döntenek, hogy a beüzemelt biomassza kazánok alapanyag igényét saját fás szárú ültetvényeken megtermelt faaprítékkal fedeznék.

#### **4.2. AZ ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNYEKRE VONATKOZÓ JOGSZABÁLYOK**

Az energetikai faültetvények telepítésének kérdéskörét 2007 előtt a jogi szabályozás nem érintette. Ennek érdekében módosították a **1996. évi LIV. törvényt** (erdőtörvény), hogy a fás szárú energetikai ültetvényeket külön lehessen választani a „hagyományos” erdőktől. Az Új erdőtörvény (**2009. XVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról**) 4. §-ának (2) bekezdés h) pontja ezt írja: „*E törvény hatálya nem terjed ki az energetikai célból termesztett, fás szárú növényekből álló, külön jogszabály szerint létesített ültetvényekre.*”

Az energianövények nyilvántartásának céljából a **117/2005. (XII.19.) FVM rendelet** módosította az ingatlan-nyilvántartásról szóló 1997. évi CXLI. törvény végrehajtásáról rendelkező 109/1999. (XII.29.) FVM rendeletet. A fent említett rendelet 49. §-ának (2) bekezdésének d) pontjában a következő olvasható: „*Az (1) bekezdésben foglaltakon túlmenően fásított területművelési ágban kell nyilvántartani még: a külön jogszabályban meghatározott faültetvényt.*”

A fás szárú energetikai ültetvények engedélyezése 2007 után már hatósági aktus lett, melyhez esetenként támogatási ügy is kapcsolódik. Az engedélyezett ültetvények megvalósulhatnak tehát önerőből, vagy Európai Uniós támogatással. A fás szárú ültetvények telepítésének engedélyezését a **71/2007. (IV. 14.) Korm. rendelet a fás szárú energetikai ültetvényekről** szabályozza.

E rendelet kimondja, hogy „*Fás szárú energetikai ültetvény a külön jogszabályban meghatározott fajú, illetve fajtájú fás szárú növényekkel létesített, biológiai*

energiahordozó termesztését szolgáló növényi kultúra, amelynek területe az 1500 m<sup>2</sup>-t meghaladja.” A jogszabály sarjzattatásos (vágásforduló: max. 5 év) és hengeresfa ültetvényt különböztet meg (vágásforduló: max. 15 év). A telepítéssel és megszüntetéssel összefüggő hatósági feladatokat a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága látja el. A fás szárú energetikai ültetvény telepítése csak engedély alapján végezhető (Részletek: 5. melléklet).

**A 45/2007. (VI. 11.) a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról szóló FVM rendelet** rendelkezik a fás szárú energetikai ültetvények telepítéséről szóló részletszabályokról. A jogszabály 1. §-ban érinti a szaporítóanyag minőségével kapcsolatos elvárásokat: „engedélyes termelő által előállított, minősített szaporítóanyagot lehet felhasználni.” E rendelet 1. számú mellékletében található a Magyarországon engedélyezett alapfajok listája is, melyek a következők (26. táblázat).

26. táblázat: A Magyarországon fás szárú energetikai ültetvény céljára telepíthető fajok (45/2007. (VI.11.) FVM rendelet)

Fafaj magyar neve	Fafaj latin neve
Fekete nyár	<i>Populus nigra</i>
Szürke nyár	<i>Populus x canescens</i>
Rezgő nyár	<i>Populus tremula</i>
Fehér nyár	<i>Salix alba</i>
Kosárfonó fűz	<i>Salix viminalis</i>
Fehér akác	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Mézgás éger	<i>Alnus glutinosa</i>
Magas kőris	<i>Fraxinus excelsior</i>
Keskenylevelű kőris	<i>Fraxinus angustifolia</i>
Vörös tölgy	<i>Quercus rubra</i>
Fekete dió	<i>Juglans nigra</i>
Korai juhar	<i>Acer platanoides</i>

A fenti jogszabály rendelkezik arról is, hogy sarjzattatásos technológiájú fás szárú energetikai ültetvény kizárólag nyár, fűz és akác fajokból létesíthető. Az ültetvény telepítéséhez szükséges igazolást nyár és fűz fajok esetében a fajtulajdonos, akác esetében az Erdészeti Tudományos Intézet adja ki. Az igazolás tartalmazza az adott fajra, illetve fajtára vonatkozó ideális termőhelyi adottságok megjelölését, valamint a fajtulajdonos igazolása esetén a magyarországi használatra vonatkozó felhatalmazást is. Védett természeti területen, valamint a védett természeti területnek nem minősülő Natura 2000 területen fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) telepítése nem engedélyezhető.

sarjaztatásos technológiában csak nyár, akác és fűz ültetvény telepíthető hazánkban (*Részletek: 5. melléklet*).

A fás szárú energetikai ültetvények témaköréhez a következő három jogszabály is kapcsolódik, de tárgyalásuk a biomassza támogatási lehetőségeivel foglalkozó fejezetben történik:

- **72/2007. (VII. 27.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények telepítéséhez nyújtott támogatás igénybevételének részletes feltételeiről;
- **78/2007. (VII. 30.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a mezőgazdasági energiafelhasználás megújuló energiaforrásokból történő előállításához nyújtandó támogatások részletes feltételeiről;
- **33/2007. (IV. 26.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Garancia Alapból az energetikai célból termesztett növények termesztéséhez nyújtható kiegészítő támogatás igénybevételének feltételeiről.

A vonatkozó jogi háttér elemzéséből kiderül, hogy a jelenlegi jogszabályok túlszabályozzák az ültetvényekkel kapcsolatos előírásokat sarjaztatásos technológia esetén, míg hengeresfa technológiával nem foglalkoznak (mindössze a hengeresfa ültetvény fogalma jelenik meg a jogszabályban).

Az erdészeti termőhely-feltárást és az ehhez kapcsolódó szakvélemény elkészítését a jogszabályok nem teszik kötelezővé, mely azonban sarkalatos pontja az ültetvénytelepítésnek, hiszen ennek segítségével lehet kiválasztani a területre telepítendő fafajt, fajtát.

A 45/2007. (VI.11.) FVM rendeletben szereplő alapfaj lista is bővítésre szorul, hiszen kísérletek vannak pl. császárfa, bálványfa, pusztaszil, gyalogakác, zöld juhar fajok esetében is, azonban ha valaki e fafajok telepítését szeretné elvégezni, csak kísérleti ültetvényre kaphat engedélyt.

Összegzésként elmondható, hogy jelenleg Magyarországon három jogszabály rendelkezik a fás szárú energia ültetvények telepítésével kapcsolatosan. Az ültetvények telepítéséhez telepítési tervet kell készíteni, amit a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságához kell benyújtani engedélyeztetés céljából, annak ellenére, hogy a terület továbbra is szántó művelési ágban marad. Bérelt földterület esetén 100%-os tulajdonosi hozzájárulás szükséges a telepítéshez, ami több tulajdonos esetén jelentősen megnehezíti az ültetvények létrehozását. Túlságosan szigorúak a korlátozások a jogszabályokban, a hatóságoknak nincs mérlegelési lehetőségük. Abban az esetben, ha a túlszabályozás megszűnne és az ültetvényeket egyszerűen a Magyar Vidékfejlesztési Hivatal felé kellene bejelenteni, jelentősen növekedhetne a telepítési kedv.

Ösztönző hatású lehet az is, ha a gazdák a földalapú támogatás mellett az egyszeri telepítési támogatást is igénybe vehetik. Az új Európai Unió mezőgazdasági támogatási rendszerben az ún. zöldítésbe (Greening) a fás szárú energia ültetvények is beletartoznak az új támogatási rendszer javaslata szerint (2014-2020), ami mintegy 80.000-100.000 ha-ral növelheti a fás szárú energetikai ültetvények területét Magyarországon.

Sajnos ugyancsak jogszabályi korlát, hogy jelenleg három fafaj van a támogatott fafajok listáján, nevezetesen a nemes nyár klónok, fűz fajták és az akác, az új tervezetben e fafajok mellé mintegy újabb 15-20 fafaj kerülhet.

### **4.3. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK KÖZVETLEN ÉS KÖZVETETT TÁMOGATÁSI LEHETŐSÉGEI HAZÁNKBAN**

#### **4.3.1. A fás szárú energetikai ültetvények közvetlen támogatási lehetőségei**

##### Energianövények kiegészítő támogatása

A kiegészítő támogatást a 33/2007. (IV.26.) FVM rendelet szabályozza. Ennek alapján a „Az energetikai növénytermesztés kiegészítő területalapú támogatásának mértéke az 1782/2003/EK rendelet 89. cikkében foglaltak szerinti eljárás alapján kerül meghatározásra, mely legfeljebb 45 euró/ha lehet.”

##### Mezőgazdasági energiafelhasználás megújuló energiaforrásból

A támogatások feltételeit a 78/2007 (VII.30.) FVM rendelet szabályozza. A támogatás célja a megújuló energiaforrások mezőgazdaságban történő használatának elősegítése, és a termelők fosszilis energiafüggőségének csökkentése. Vissza nem térítendő támogatás vehető igénybe mezőgazdasági energiafelhasználást biztosító biomassza kazán és az előállított energia szétosztását, valamint tárolását szolgáló eszközök beszerzéséhez.

Mezőgazdasági termelő veheti igénybe a támogatást, ha a beruházással érintett mezőgazdasági üzemének mérete meghaladja a 4 európai méretegységet (EUME). A termelőnek technológiai tervvel kell rendelkeznie és a beruházással előállított energiát mezőgazdasági tevékenység keretében kell hasznosítania. A támogatás összege legfeljebb 30 millió forint lehet. A támogatás mértéke az elszámolható kiadások 35%-a.

A 72/2007. (VII. 27.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények telepítéséhez nyújtott támogatás igénybevételének részletes feltételeiről szól. A támogatás célja sarjztatásos fás szárú energetikai ültetvények telepítésének támogatása. Ez a vissza nem térítendő támogatás a fás szárú energetikai ültetvények, termőre fordulásáig történő ápolásához vehető igénybe.

A jogszabály szerint a telepítéséhez, termőre fordulásáig történő ápolásához vissza nem térítendő támogatás vehető igénybe. Támogatás igénybevételére jogosult a mezőgazdasági termelő, ha a beruházással érintett mezőgazdasági üzemének mérete meghaladja a 4 európai méretegységet (EUME). A legkisebb támogatható parcella nagysága 1 ha. A támogatás összege támogatási kérelmenként max. 735 ezer eurónak megfelelő értékű forint lehet.

A támogatás mértéke:

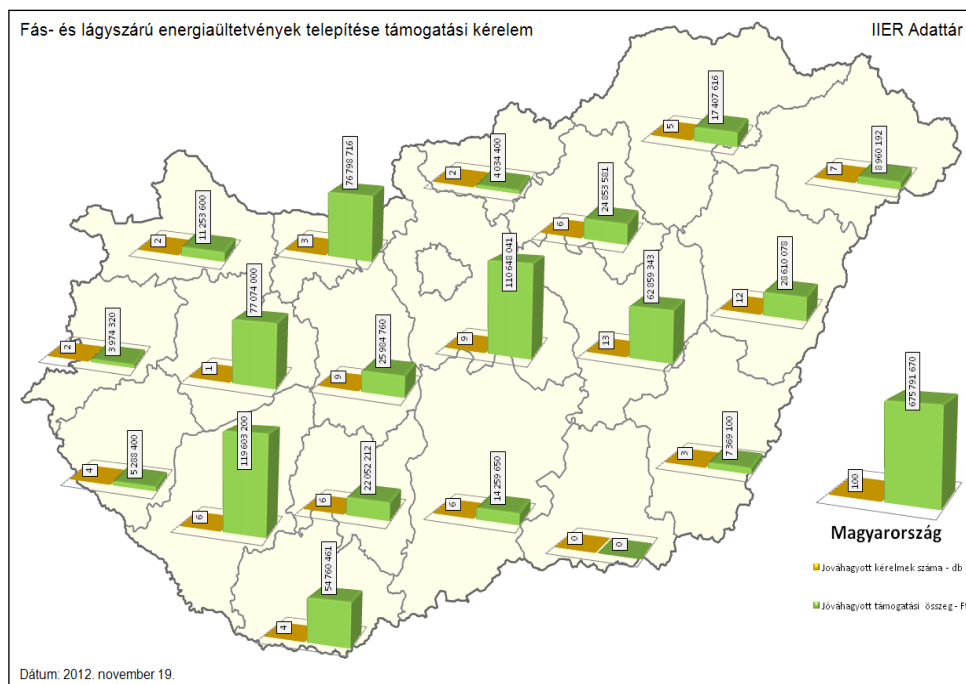
- a beruházás összes elszámolható kiadásának 40%-a;
- fiatal mezőgazdasági termelő esetében vagy kedvezőtlen adottságú területen történő telepítéskor a beruházás összes elszámolható kiadásának 50%-a;
- fiatal mezőgazdasági termelő és kedvezőtlen adottságú területen történő telepítéskor a beruházás összes elszámolható kiadásának 60%-a.

Az elszámolható kiadások közé tartoznak: terület-előkészítés, tápanyag-utánpótlás, szaporítóanyag-beszerzés és -tárolás, telepítés, termőre fordulásig a telepítési terv szerinti éves ápolás, kerítés, térburkolat-kialakítás. Fontos, hogy a termelőnek rendelkeznie kell faapríték felvásárlására vonatkozó, a telepítést követő legalább 5 év időtartamra szóló előszerződéssel. A 15 Ft forint vagy azt meghaladó támogatási igényű kérelem esetén üzleti terv is szükséges. A támogatás táblánként nem haladhatja meg:

- akácból történő telepítés esetén a 160 ezer Ft/ha;
- a 45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet alapján sarjztatásos ültetvényben engedélyezhető nem akác fajtából történő telepítés esetén a 200 ezer Ft/ha (url.17.; Gyulai, 2009).



Az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból támogatott fás- és lágyszárú energiaültetvények telepítési támogatási kérelmeinek darabszáma és a támogatási összegek láthatók az 45. ábrán.



45. ábra: A fás- és lágyszárú energiaültetvények telepítési támogatási kérelmeinek darabszáma és a támogatások összegei (url. 18.)

Az Új Magyarország Vidékfejlesztési Program (Továbbiakban: ÚMVP) által is támogatásra kerül a fás- és lágyszárú biomassa termesztés támogatása, emellett a kazánprogram is. Az ÚMVP a 2007-2013 közötti időszakra vonatkozó Nemzeti Vidékfejlesztési Program, mely az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott vidékfejlesztési támogatásokról szóló 1698/2005/EK Tanácsi Rendelet 15. § (1) bekezdése alapján készült, s melyet Magyarország a Kormány jóváhagyását követően hivatalosan benyújtott az Európai Bizottság részére.

Az ÚMVP-n belül 4 fejlesztési terület (tengely) található, az első tengely a: Mezőgazdaság, élelmiszer-feldolgozás és erdészeti ágazat versenyképességének javítása. Ennek egyik altengelye is lehetőséget biztosít fás szárú energiaültetvények telepítésére: „Rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények telepítéséhez nyújtott támogatás” megnevezéssel (FVM-UMVP, 2009).

#### 4.3.2. A fás szárú energetikai ültetvények közvetett támogatási lehetőségei

Kimondottan megújuló energiaforrásokra vonatkozó energiatörvény nincs Magyarországon. Viszont a 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról céljaként megfogalmazza „a megújuló energiaforrásból és a hulladékból nyert energiával termelt villamos energia, valamint a kapcsoltan termelt villamos energia termelésének elősegítését” is és az ezzel kapcsolatos rendelkezéseket is tartalmazza. A MAVIR ZRt. a fenti törvény alapján hozta létre a kötelező átvételi mérlegkört (KÁT), mely 2008. január 1-től működik, célja a megújuló energiaforrásokból termelt energia mennyiségének növelése. A rendszerirányító a rendeletben meghatározott átvételi árak alapján, és a KÁT termelők tervezett havi termelése alapján határozza meg, hogy átlagosan milyen árat fizet

ezeknek a termelőknek. A magyar megújuló és kapcsolt termelés támogatási rendszere garantálja, hogy a termelést adott áron veszik át, vagyis a rendszer nem választja szét az energia árát és a támogatást, emiatt az átlagos kötelező átvételi ár nagyjából háromszorosa a piaci áraknak (Jádi Németh, 2010). Ezért mindenképpen szükség volt a KÁT rendszer felülvizsgálatára. Várhatóan 2013-tól lép működésbe a KÁT rendszer utódja a METÁR. A megújuló és alternatív energiaforrásokból előállított hő- és villamosenergia-átvételi támogatási rendszer (METÁR) egy törvényben előírt szabályozási és támogatási rendszer. A rendszer lényege, hogy a megújuló energiák termelését (legyen az áram vagy hőenergia) egy meghatározott, támogatott és kiszámítható időre garantált módon veszik át.

A szabályozás célja, a megújuló energiák hasznosításának ösztönzése hazánkban. A METÁR a biomassza-tüzelésnél szigorú minőségi és fenntarthatósági korlátozásokat vezetne be, egy zárt rendszerű faanyag-igazolási és ellenőrzési rendszer formájában. A METÁR finanszírozását az áram fogyasztói árába épített tételek fedezik majd. A támogatási rendszer három pillére az áram-, a zöldhő- és az úgynevezett egyéb bónuszár, a biomasszával kiegészítve egy úgynevezett (differenciált és a támogatási időszak után kérelemre kapott) "barna tarifával" – az átvételi árakat külön jogszabályban rögzíténe (url. 32.). Várhatóan a METÁR a társadalmi hasznosság értékmérője lesz, nem egy fenntarthatatlan, a végfogyasztók teherbíró képességét figyelembe nem vevő támogatási rendszer. A METÁR állami támogatást tartalmaz, elfogadásához és bevezetéséhez az Európai Unió jóváhagyása szükséges, mely időigényes feladat (Németh, 2013). Egyelőre még nem került bevezetésre.

A biomassza felhasználását illetően három új szabályozási elem kerülne bevezetésre. Elsőként egy minőségi és területi fenntarthatósági korlátozás, ahol a cél a fenntartható módon kitermelt erdészeti választék felhasználása. Eszerint kizárólag tűzifa vagy annál rosszabb minőségű erdészeti faanyag tüzelésével előállított villamos energiát támogatnak. A második szabályozási elem a teljesítményhatár lenne, ahol a cél a kis és közepes rendszerek telepítésének ösztönzése. A koncepció a biomassza erőműveket alapesetben 10 MW villamos teljesítményig, távhőrendszerhez csatlakozó erőmű esetében 20 MW-ig javasolja támogatni. A hatásfok követelménye lenne a harmadik elem, ahol a cél a rendelkezésre álló erőforrások hatékony felhasználása a technológiai hatékonyság növelésén keresztül. Mely korszerű technológiák telepítésével és a jelenleginél szigorúbb minimális hatásfok követelményekkel valósítható meg (Barts, 2011).

### Környezet és Energia Operatív Program (KEOP)

A KEOP támogatásával a 2007-2015 között elérni tervezett összesen 1.169 GWh/év zöldáram növekmény legnagyobb részét a szilárd biomasszából és a biogázból történő villamosenergia-termelés növekményei teszik ki, aminek az is előfeltétele, hogy a mezőgazdaságban megfelelő mértékben növekedjen az energetikai célú növénytermelés. KEOP-on belül kiemelt prioritást élvez a biomassza felhasználás támogatása. „*Elsősorban energia növényekre és mezőgazdasági hulladékokra alapozó, mezőgazdasági fejlesztéshez kapcsolódó, energiatermelést végző biomassza projektek támogatása a cél*” (KEOP, 2007). A KEOP-on belül a Zöldgazdaság-fejlesztési Program keretei között az alábbi - a szilárd biomasszát is érintő - támogatásokra lehetett pályázni, ezen pályázatok már lezárultak:

- KEOP 5.4.0/11 Távhőszektor energetikai korszerűsítése;
- KEOP 4.9.0/11 Épületenergetikai fejlesztések megújuló energiaforrás hasznosítással kombinálva;
- KEOP 4.2.0/A/11 Helyi hő és hűtési igény kielégítése megújuló energiaforrásokkal;
- KEOP 4.2.0/B/11 Helyi hő és hűtési igény kielégítése megújuló energiaforrásokkal;
- KEOP 4.4.0/11 Megújuló energia alapú villamos energia, kapcsolt hő és villamos energia, valamint biometán termelés.

A jelenleg érvényes pályázatok a következők:

- KEOP-2012-5.4.0 Távhő-szektor energetikai korszerűsítése, megújuló energiaforrások felhasználásának lehetőségével;
- KEOP-2012-5.5.0/A Épületenergetikai fejlesztések és közvilágítás energiatakarékos átalakítása korszerűsítése;
- KEOP-2012-5.5.0/B Épületenergetikai fejlesztések megújuló energiaforrás hasznosítással kombinálva;
- KEOP-4.3.0 Megújuló energia alapú térségfejlesztés.

A Zöld Beruházási Rendszer (ZBR) jelenleg a széndioxid-kibocsátás-csökkentést legradikálisabban támogató rendszer hazánkban, a program csak olyan intézkedéseket támogat, amelyekkel a legjelentősebb mértékben csökkenthető az üvegházhatású gázok kibocsátása.

Az épületekhez kapcsolódó kibocsátások adják a teljes hazai széndioxid-kibocsátások 30%-át, az energiahatékony épületek támogatása rendkívüli megtakarítási potenciállal bír, ezért kiemelkedő fontosságú. Az építőipari szektorban indított programok az üvegházhatású gázok kibocsátás-csökkentésén túl hozzájárulnak a társadalmi jólét javításához, az energiaszegénység csökkenéséhez, az energiabiztonság javításához, a lakosság egészségi állapotának javulásához, az ingatlanok piaci értékének emelkedéséhez, a foglalkoztatási mutatók javulásához, új üzleti lehetőségeket teremtenek és javíthatják az életminőséget (*url. 19.*).

Véleményem szerint, hogy a ZRB rendszeren belül is lehet létjogosultsága a fás szárú ültetvényeken megtermelt faaprítéknak, amennyiben egy-egy telepítésen működő faapríték üzemű kazán energiaellátást szeretnénk fedezni.

A támogatásokkal jelenleg az a probléma, hogy az érvényes jogszabályok ugyan lehetővé teszik az egyszeri telepítési támogatások igénybe vételét, azonban 2009 óta kifizetések nem történtek. A támogatások kifizetésének elmaradását szakmai indokokkal nehéz magyarázni, ezért remélhetően a támogatások kifizetése ismét megnyitásra kerül a közeljövőben.

A METÁR rendszer a mai napig nem került bevezetésre. A kiírt pályázatok pedig esetlegesen: hol kiírásra kerülnek, majd lezárásra majd újbóli megnyitásra, a pályázati lehetőség nem folyamatos.

Az EU-s agrártámogatások egy lehetséges iránya a 2014-2015-ben megjelenő 3%-os „zöldítés” a biodiverzebb gazdálkodás elérésére, mely energetikai ültetvénnyel is végezhető. 2016-tól a zöldítés 5% lesz, 2017-ben pedig felülvizsgálják, hogy marad-e az 5%, vagy növekedjék 7% -ra.

#### **4.4. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEL KAPCSOLATBAN FELMERÜLŐ GYAKORLATI PROBLÉMÁK ELEMZÉSE**

A problémák, hiányosságok azonosítása és feloldása fontos a már ültetvényt telepített és a jövőben ültetvényt telepítő gazdák számára, hiszen ennek segítségével egy jól működő, megfelelő hozamot produkáló ültetvényt tudhatnak magukénak. Előljáróban megállapítható az a tény, hogy jelenleg az energetikai ültetvények technológiájának gyakorlatában még elég sok kérdés merül fel hazánkban.

Az első felmerülő probléma a termőhely-feltárás és az ehhez kapcsolódó termőhely-feltárási szakvélemény hiánya. Nem mindegy, hogy az ültetvényeket milyen termőhelyre telepítjük, ezért a telepítés előtt szükség van területvizsgálatra. A termőhelyen felmerülő problémák a teljesség igénye nélkül: sekély termőréteg; száraz, erodált talaj;

szik; mésztartalom; talajhiba; kötött talaj stb. (Kovács *et al.*, 2013). A jogszabályok megjelenése előtt és azt követően (2007) sincs semmiféle termőhelyvizsgálati kötelezettség az ültetvény telepítők számára. Tehát, aki ültetvényt szeretne telepíteni az általa jónak ítélt fafaj/fajta eltelepítésével megelégedhet, előtte esetlegesen kikérheti szakember tanácsát, de termőhelyfeltérési szakvélemény nélkül a szakember sem tud megfelelő, kielégítő információval szolgálni. Holott minden fafajnak/fajtának megvan a sajátos termőhelyi igénye és a két információt összevetve (termőhelyigény és az adott termőhely jellemzője) lehet szakvéleményt alkotni fafaj/fajtaválasztást illetően. Ennek eredményeképpen nem a megfelelő fafaj/fajta került az adott termőhelyre elég sok fás szárú energetikai faültetvény telepítésénél és így a hozamok elmaradtak a várakozásoktól, vagy az ültetvény már az első év során tönkrement és a terület beszántásra került. Fontos kiemelni, hogy egyes termőhely-paraméterek önmagában való vizsgálata - pl. csak a vízellátottság vizsgálata - nem elegendő, a termőhely összességét kell figyelembe venni a talajtulajdonságokkal, hidrológiai és klimatikus viszonyokkal együtt.

A 46. ábrán egy olyan 3 éves ültetvény látható, ahol a telepítés előtt nem történt termőhelyfeltérési vizsgálat, az ültetvény növekedése nagyon lassú és gyenge volt.



46. ábra: Egy gyenge, lassú növekedésű ültetvény, ahol a telepítés előtt termőhelyfeltérési vizsgálat nem történt, Osló (Fotó Vágvölgyi Andrea, 2013)

A fenti képen látható területen a később elkészült termőhelyfeltérési-szakvélemény alátámasztotta, hogy a termőhely nem megfelelő nyár ültetvény telepítésére. A területen magas az agyagtartalom és az Arany-féle kötöttség pedig eléri a 69-70-et. A felső talajréteg erősen tömött, tömörödött, levegőtlen, kedvezőtlen rétegződésű, talajhibát mutató réteg. Magas a holtvíztartalom is, aminek következtében ezek a talajok rendkívül nagy hőkapacitással rendelkeznek. Nehezen melegednek föl, ami további növényélettani hátrányokat jelent a növényzet számára. Ezért összességében kockázatos a nemesnyár fás szárú energetikai ültetvény létrehozása.

A fajtamegválasztáshoz javasolt kb. 5 hektáronkénti talajszelvény nyitás és vizsgálat. A vételezett talajminták általános laboratóriumi vizsgálata szükséges (minimum vizsgálandó paraméterek: vizes, KCl-os pH; CaCO<sub>3</sub>; összes só %; Kuron-féle higroszkóposság; humusztartalom; hidrolitos és kicserélhető aciditás, mechanikai összetétel, vagy Arany-féle kötöttség, AL- foszfor, kálium, összes nitrogén mérése).

Fontos az ültetvény megfelelő termesztés-technológiájának kiválasztása. Az energetikai ültetvények termesztés-technológiáját egyedileg kell megválasztani a helyi adottságokat figyelembe véve. Az alkalmazandó technológiákat: az ültetvény mérete, a területi adottságok, a rendelkezésre álló erő- és munkagépek és a logisztikai befolyásoló tényezők határozzák meg (Barkóczy, 2009). Az ültetési hálózat alapvetően a fafajtól, illetve a klóntól, az előrelátható vágásfordulótól, a termőhelytől, a termés hasznosítási módjától és az alkalmazni kívánt betakarítási eljárástól függ. Kialakítható egysoros, ill. ikersoros ültetési hálózat. Az egysoros ültetési hálózat minden, közepesen hosszú és hosszú vágásfordulóban termelt fafajhoz javasolható, de amennyiben rövid vágásfordulóra törekszünk, az ikersoros ültetési hálózat javasolható. Az ikersorok közötti távolság a hatékony gépi betakarítás miatt 70-75 cm és az egyes sorokban a növények közötti tőtávolság 50 cm (Liebhard, 2009). Az ültetés sor- és tőtávolságának megválasztása is kritikus paraméter lehet az ültetvény szempontjából. Ugyanis, ha túl közel ültetjük egymáshoz a fákat, az az állomány záródásakor kedvezőtlen lehet. A gépi dugványozás jelenlegi 3x0,4-0,5 m-es hálózata a hálózati hozamkísérletek és a hazai betakarítási lehetőségek alapján alakult ki. Ikersorok esetében léphet fel az a probléma, hogy ha az állomány már kellően kiterjedt a gyökerek szabadon növekedhetnek a talajban, de a lombkorona összeérhet, a fák elnyomhatják egymást, egymás konkurensivé válhatnak. Az ültetés többféle módon valósítható meg: ékásóval; fúróval; suhángültetővel; kis-, közepes, nagyteljesítményű csemete- vagy dugványültető géppel stb.

A szaporítóanyag nem megfelelő minősége, vagy nem megfelelő elültetése is gátja egy jó minőségű fás szárú energetikai ültetvény kialakulásának. Ha figyelmetlenségből rüggyel lefelé; túl mélyre, esetleg nem légmenetesen történik az ültetés; vagy a gyökértalp nem érintkezik a talajjal, már 10%-nál nagyobb megeredési hiány léphet fel, melyet csak pótlással lehet orvosolni.

Az ültetvények problémaköréhez tartozik a sor és sorápolás is, mely az ültetvény első évében különösen fontos technológia. Elmondható, hogy sok helyen az ültetvények ápolása nem megfelelő, vagy meg sem történik. A sor- és sorközápolás elmaradásával az ültetvény területén megjelenik a gyomkonkurencia (pl. mezei aszat, tarackbúza, parlagfű, keserűfű, szerbtövis stb.), melynek eredményeképpen a csemete vagy dugvány életlere beszűkül, megeredése, növekedése nem lesz megfelelő és az ültetvény tönkremegy (47. ábra). Előfordul, hogy a sűrű gyomvegetáció csak többszöri gyomirtással, vagy többféle típusú kezeléssel írható ki.

Sík területeken általában elegendő a növény sorok között végzett mechanikai gyomirtás, talajmaró helyett ajánlott rotációs gép, vagy kultivátor alkalmazása. Humid és szemihumid területeken a szárzúzó használata kedvezőbb lehet, mivel a feltalaj tömöttebb marad, ezáltal az erózió kevésbé veszélyezteti a talajt. Lejtős területeken, a talajon a víz- és szél-eróziója ellen a haszonnövények között alacsony növésű, évelő szárasságtűrő növényfajok alkalmazását lehet javasolni, melyeket egy adott növekedési magasság elérésekor vissza kell vágni (szárzúzózás). Környezet-, illetve természetvédelmi szempontok figyelembevételével a mechanikai gyomirtás mellett vagy helyett vegyszeres gyomirtási technológia alkalmazása is szükségessé válhat. A kenési technológiával végrehajtott gyomkorlátozás alternatív kezelési módok közé tartozik. A vegyszerkenő gépek folyadékfilm formájában viszik fel a vegyszer koncentrációjú kenőlevet a növényzet lombzatára. Permetezési technológia esetén talajmaróra szerelt permetező-egység segítségével egy menetben elvégezhető a mechanikai és vegyszeres gyomirtás (Liebhard, 2009).



47. ábra: Ápolást nélkülöző 5 éves ültetvény, Répceszemere  
(Fotó: Vágvölgyi Andrea, 2013)

A túl aszályos években számolnunk kell azzal is, hogy az ültetvény öntözésre szorulhat, a megfelelő terméshozam eléréséhez. Ez az ápolási művelet ugyan költséges beavatkozás, (és a magyarországi ültetvényekre nem is jellemző) viszont az ültetvény hozama kárpótolhatja a gazdasági kiesésért.

Az ültetvényeken problémát jelenthet a vad- és rovarkár is. A tömegesen megjelenő rovarok ellen (pl. nyárlevelész) szükséges védekezni, jelentős kártételt csak az első évben okoznak, második évtől kezdve az állományok létét nem veszélyeztetik, legfeljebb a hozam csökken. Magyarországon jelentős a vadlétszám, főleg a szarvas és az őz jelenthet problémát. A vadak megjelenésekor vadkárelhárító kerítés építése szükségeltetik. Természetesen ezek a tényezők mind költségnövelő hatásúak, azonban az ellenük való védekezés nem mellőzhető.

A fás szárú energetikai ültetvényeket, mint monokultúrákat is sok támadás éri. Az ellenzők szerint túl sok tápanyagot vesz ki az ültetvény rövid idő alatt a talajból. A tápanyag-utánpótlás mértékét befolyásolja a termesztés-technológia, illetve a terület jellemzői. Az ültetést megelőzően, a betakarítások után, valamint az ültetvény felszámolását követően a fontosabb tápanyagok mennyiségét szükséges ellenőrizni. Ha a talajnak megfelelő a tápanyag-ellátottsága, akkor a lombhullás és azt követő mineralizáció eredményeként elég az elszállított faanyag által kivont tápanyagot visszapótolni. A tápanyag-visszapótlás mértéke függ a fafajtától, a termőhelytől, a vágásfordulótól, valamint a terméshozamtól. Minél hosszabb a vágásforduló, annál nagyobb a tápanyagban szegény törzsek aránya az összes terméshez viszonyítva. Minél kisebb a vékony ágak aránya, annál kisebb a nettó N-, P-, K-, Ca- és Mg-kivonás a területről (Liebhard, 2009). A tápanyag-utánpótlására számos lehetőség kínálkozik: szerves trágyák, szennyvíziszapok, egyéb biológiai hulladékok, műtrágyák, száraz stabilizációs komposzt, iszapkomposzt és hamu. Az ültetvények első betakarításáig nem szükséges talajerő-utánpótlást végezni, utána viszont igen (Kovács *et al.*, 2013).

A tápanyag-utánpótlás tervezéséhez átlagminta-vétele javasolt 5 hektáronként, legalább a 0-30 és 30-60 (60-90) cm-es talajrétegekből (fontos a növények gyökerének lehatolási mélysége). Az átlagmintából bővített vizsgálattal – az előzőekben felsorolt tényezőkön túl – mérjük a talaj  $\text{NO}_2+\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Na, Mg,  $\text{SO}_4$ , Mn, Zn, Cu tartalmát.

Ezen vizsgálatok évenkénti elvégzésével nyomon lehet követni az egyes paraméterek változását a talajban, ezáltal megállapítható, hogy milyen tápanyag-utánpótlására van szükség, ill. hogy hogyan alakulhat az ültetvény hozama. Jelenleg fás szárú energetikai ültetvényekre vonatkozó kalibrált adatok még nincsenek tápanyag-utánpótlást tekintve, kísérletek folynak a témát illetően.

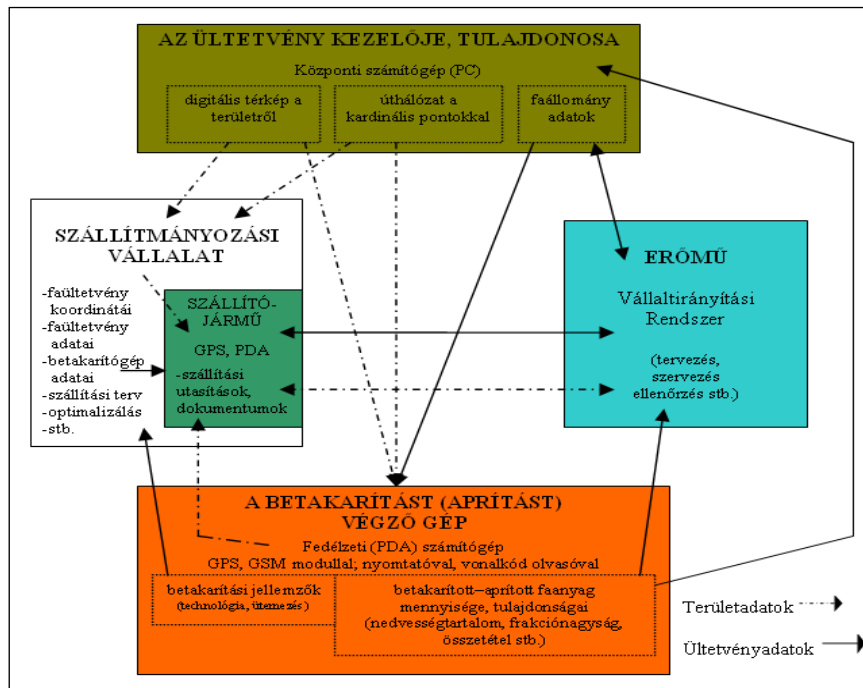
Az energetikai ültetvényeknél a betakarítási művelet szintén kritikus pontnak számít. A betakarítást lombmentes állapotban és még teljes vegetációs nyugalomban és ezáltal a következő gyökér- és hajtásnövekedés kezdete előtt kell végezni. A betakarítás költségei az összes ráfordítás függvényében a termelési költségek 50-80%-át teszik ki (Liebhard, 2009).

Magyarországon tapasztalható, hogy történik ugyan gépfejlesztés, de a kis területű energetikai ültetvények betakarítása nehezen kivitelezhető. Drágák a gépek bérleti díjai, előfordul, hogy a nem megfelelő gép érhető el a gazdálkodó számára és az is, hogy a betakarításra legmegfelelőbb időpontban a gép nem elérhető, illetve ha a gép a rendelkezésre áll, akkor pedig az időjárás nem megfelelő (pl. hóolvadás vagy a fagy felengedését követően az ültetvény területe nehezen járható a gép számára).

A betakarítás után természetesen a betakarított faanyagot értékesíteni is kell. Újabb probléma merülhet fel ebben az esetben, hiszen nem biztos, hogy a közelben rendelkezésre áll a felvevőpiac és ha a faanyagot messzebbre kell szállítani az már a költségek növekedését eredményezi (szakirodalmak szerint a 50-80 km-ről messzebb történő beszállítás már a költségek jelentős megnövekedését eredményezheti), ezért a megfelelő felvevőpiaccal és logisztikai háttérrel is rendelkezni kell. A telepítés kérelmezésekor a támogatás megszerzéséhez az ültetvény telepítőjének rendelkeznie kell egy alapanyag felvásárlótól származó szándéknyilatkozattal, melyben kijelenteni, hogy az ültetvényről származó faanyagot a letermelés után felvásárolja. Szakálosné Mátyás (2012) doktori értekezésében leírja, hogy: „Az energetikai célú faültetvények anyagát a betakarítást követően, lehetőség szerint minél rövidebb időn belül el kell szállítani, hogy a következő állomány fejlődését ne akadályozza.” Ez általában elég rövid idő alatt meg is valósul, hiszen a fás szárú ültetvények betakarítása általában egy menetben, apríték formájában történik, így a faanyag azonnal lekerül a területről, ha más betakarítási formát használnak a fák kivágása, elhelyezése, kötegelése oly módon történik, hogy azzal nem sérül a felnövekvő állomány.

Az anyagmozgatás során a fás szárú energetikai ültetvények esetében nagy mennyiségű biomasszát kell kezelni. A logisztikának nagy szerepe van abban, hogy a faanyag a megfelelő időben, a megfelelő helyen legyen (Szakálosné Mátyás, 2012). Az energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag apríték formában történő elszállítását erőművi felhasználását gördülékennyé teszi a jól kiépített logisztikai rendszer, melyhez szükség van:

- a betakarítandó energetikai célú faültetvény, vagy a faapríték-depó helyének koordinátáira;
- az erőműbe történő szállítás számítógépes tervezésére;
- a rendszer résztvevői között fenntartott folyamatos, naprakész adatforgalomra (48. ábra);
- a betakarítás (aprítás, szárítás), rakodás és szállítás számítógépes irányítására (Szakálosné Mátyás et al., 2012).



48. ábra: Faapríték-termelés és szállítás logisztikai rendszere (Szakálosné et al., 2011; Szakálosné Máttyás, 2012.)

A megfelelő logisztikai rendszer rendelkezésre állásával gyorsan és gördülékenyen jut el a fás szárú energetikai ültetvényekről betakarított faanyag az erőműhöz/fűtőműhöz/fűtőerőműhöz.

A fás szárú energetika ültetvények nyilvántartását, ellenőrzését a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága végzi. Ellenőrzését illetően elmondható, hogy az eltelepített és megszüntetett ültetvényt a munkálatok befejezését követő tulajdonosi bejelentéstől számított tizenöt napon belül ellenőrzik a hivatal munkatárai, de egyéb ellenőrzési kötelezettségük nincs. Az is előfordulhat, hogy az Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerben (ESZIR) - ahol a fás szárú energetikai ültetvényeket nyilvántartják - még szerepel a fás szárú energetikai ültetvény, de valójában már nem létezik. Főleg a vonatkozó jogszabályok megjelenése előtti időszakban (2007 előtt) telepített ültetvényekre jellemző ez a probléma. Problémának érzem azt is, hogy a nyilvántartás nem naprakész, a megvalósult ültetvények egy része nincs lejelentve a hatóság felé. Nem egy példa hozható fel arra nézve, hogy a fás szárú energetikai ültetvény már létezik, de mivel nem lett lejelentve a hatóság felé a nyilvántartásban nem szerepel. Így nem kaphatunk teljesen pontos képet a fás szárú energetikai ültetvények számszerűsített hazai helyzetéről. El kellene döntenie, hogy nyilvántartsuk-e az ültetvényeket, ha igen a lejelentési kötelezettség legyen szigorúbb és számon kérhető, ha nem - mivel „mezőgazdasági kultúrák”- akkor a jogszabályi háttérrel felül kellene vizsgálni, átértékelni és megszüntetni legalább egyes részeit.

Nyilvántartás esetén viszont probléma, hogy semmiféle hozam adatokkal nem rendelkezünk az ültetvényekkel kapcsolatban, mely kutatásuk lehetőségét is megnehezíti. Ennek feloldására javasolható lenne (amennyiben marad a jelenlegi jogszabályi háttér), hogy a gazdálkodó az ültetvény faanyagának betakarítása után megfelelő formanyomtatványon jelentse a hatóságok felé a hozam adatot, valamint azt, hogy hol került felhasználásra a megtermelt faanyag. Ennek segítségével az is nyomon követhető lenne, hogy az üzemeltetési idő előrehaladtával hogyan változik az ültetvényen betakarításra kerülő faanyag mennyisége, valamint hogy ebből pl. mennyi kerül saját, erőművi, vagy egyéb célra történő hasznosításra.



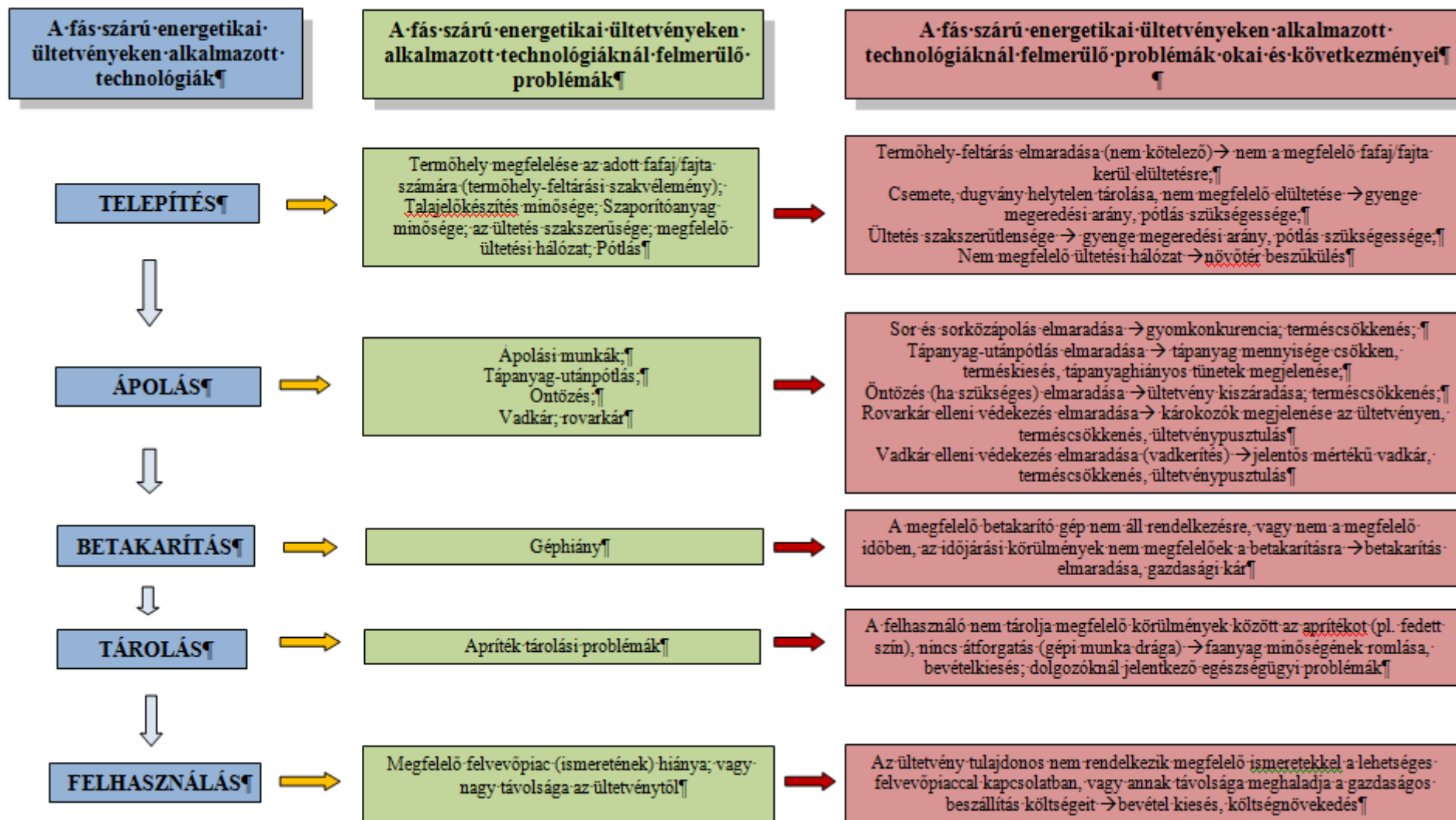
A faapríték felhasználás előtti tárolása is problémát okozhat. A tárolás körülményei (az apríték mérete, a halom nagysága, a tárolás módja, levegőztetés lehetősége stb.) természetesen befolyással vannak a faapríték minőségére. A fűtőértéket befolyásoló fontos tényező az apríték nedvességtartalma, melynek mértéke összefüggést mutat a halom hőmérsékletének alakulásával. A tárolás kezdetén a faaprítéknak magas a nedvességtartalma (nyár aprítéknál kb. 55%), melynek következtében a tárolás első szakaszában hirtelen megnövekszik a hőmérséklet. A hőmérséklet növekedésének hatására felszaporodnak a faanyagot károsító termofil és mezofil gombák, melyek életműködése (anyagcsere folyamatai) tovább emeli a hőmérsékletet (nyár apríték esetében maximum 60 °C körüli értékig) (Horváth *et al.*, 2012).

A gombák a lignin lebontásával a faanyag energiatartalmát és minőségét jelentősen ronthatják, így hiába csökken a nedvességtartalom, amely a fűtőértéket javítja, összességében energetikai célú felhasználás szempontjából nem lesz kedvezőbb a faanyag (Barkóczy, 2009). A megjelenő gombák károsítják a faanyagot, sőt kitérés során a kikerülő gombák az emberre nézve egészségkárosítók lehetnek. Ezen problémák együttesen minőség, szárazanyag- és energiavesztést eredményeznek.

A faaprítékok méret szerinti osztályozásához az ÖNORM M 7133 osztrák szabványt alkalmazzák, mely megkülönböztet finom (G30), középfinom (G50) és durva aprítékot (G100). A legelterjedtebb tárolási forma a felhasználás egyszerűsége miatt a G30. Kutatások azonban azt bizonyítják, hogy a fent megnevezett problémák nyár apríték esetében a legjelentősebb mértékben ennél az aprítékméretnél jelentkeznek (Horváth *et al.*, 2012).

Az aprítékot célszerű csak rövid ideig, - max. 3 hónap - halomban tárolni és közben nagyjából két hetes gyakorisággal a halmot átforgatni.

A 49. ábra az ültetvényeken előforduló problémákat foglalja össze.



49. ábra: Az ültetvényeken alkalmazott technológiák, az előforduló problémák és azok következményei (Saját szerkesztés)

A problémák vázolása után azért következzen egy kép (50. ábra) egy példa értékű ültetvényről, ahol megfelelő volt az ültetés, az ápolás, történt tápanyag-utánpótlás és mivel egy gyümölcsös területén található az öntözőrendszer is átvezetésre került.



50. ábra: Egy megfelelő állapotú 2 éves Kopeczky nyárfajtaival telepített fás szárú energetikai ültetvény, Kiskunlacháza (Fotó Vágvölgyi Andrea, 2013)

#### 4.5. A FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK SWOT ANALÍZISE

A következőben a fás szárú energetikai ültetvények SWOT analízisének eredményei kerülnek ismertetésre.

##### **Belső tényező, erőforrások**

###### *Erősségek*

Magyarország termőhelyeinek biomassza potenciálja rendkívül nagy akár európai-, akár világméretben mérve is. Ennek következtében megfelelő területek állnak rendelkezésre fás szárú energetikai ültetvények telepítésére, mely egy racionális földhasznosítást és jövedelmező termelést is eredményez egyben.

A fás szárú energetikai ültetvények számára nem a legjobb búza és kukorica termőhelyek a legalkalmasabbak nagy szerves anyag előállítására, ezért ezek a fás szárú energia ültetvények nem is konkurensei a mezőgazdasági növénytermesztésnek. Sokkal inkább azokra a szélsőségesebb termőhelyeken történik telepítésük, ahol a hagyományos mezőgazdasági növénytermesztés nagy kockázattal jár. Ilyenek lehetnek a belvízveszélyes termőhelyek, kis tápanyag-ellátottságú, kedvezőtlen talajadottságokkal rendelkező termőhelyek.

További erőssége a fás szárú energetikai ültetvényeknek, hogy a mezőgazdaság számára nem rentábilis termőhelyeken is lehet biomasszát előállítani, mivel termelési költségük a teljes rotációs ciklusra vonatkozóan jóval olcsóbb (pl. 15 évente egyszer kell szántani, egyszer kell a szaporítóanyagot elültetni, csekély növényvédelemre és tápanyag utánpótlásra van szükség stb.). Ezért a hazánkban mintegy félmillió hektár parlagon levő terület is alkalmas lehet az ültetvények létrehozására, igaz nem évi 10 atrotonna (Kovács *et al.*, 2013) átlagos terméssel, hanem annál kisebb hozammal (32. táblázat alapján).

A fás szárú energia ültetvények a letermelést követően maguktól újra sarjadnak, és ismét jelentős biomasszát képesek előállítani. A 2-3 éves, vagy a gyengébb termőhelyeken

a 4-5 éves rotációs ciklus egy ültetvény esetében 3-5-ször sarjzatható, jelentősebb költség nélkül.

A fás szárú energia ültetvényekből származó bevétel a teljes ültetvényi ciklusra vonatkozóan nyereséges. A nyereségesség mértéke a termesztés technológiájától, valamint a felhasználás helyétől függ elsősorban.

A gyökérzet talajban történő megerősödésével, amely általában két-három évet vesz igénybe, jelentősen nő az ültetvények termesztésbiztonsága, kevésbé kitéttek az időjárás szélsőségeinek. Az aszálykárok a 2012. évben az ültetvényekben minimális kárt tettek, elsősorban csak a tavaszi száraz talajba történő dugványozás volt sikertelen, de a két vagy több éves ültetvényekben nem jelentkezett kiszáradás. A gyenge termőhelyi adottságok mellett is alkalmasak az ültetvények biomassza termesztésre. Itt elsősorban az akác fás szárú energetikai ültetvényeinek telepítése lehetséges. Azzal, hogy az ültetvények talaját 15 éves időtartamban csupán egyszer szántjuk, jelentősen csökkentjük az erózió és defláció veszélyét.

A fás szárú energetikai ültetvények a szerves anyag képzéshez megkötik a széndioxidot (*Dubuisson et Sintzoff, 1998; Valle et al., 2007; Marosvölgyi et al., 1999*) (3,5-4,5 t/ha), ezzel olyan fűtőanyaghoz juttatnak bennünket, amelynek a szén-dioxid mérlege közel semleges. Oxigéntermelésük vegetációs periódusban elérheti a 6,3 t/év/ha-t.

Az ültetvények fácskái a környezetükben jelentős környezetvédelmi funkciókat is betöltenek, így kiszűrnek a levegőből a por egy részét (akár 15-25 t/ha/év), csökkentik a zajártalmat.

A fás szárú energia ültetvényeket ökológiai szempontból vizsgálva egyértelműen megállapítható, hogy a hagyományos mezőgazdasági technológiákkal szemben kedvezőbb hatással vannak a biodiverzitásra, így az ültetvényekben számos énekes madárfaj, kismélt és alacsonyabb rendű állat- és növényfaj is megjelenik. A nagyvad vadbúvóként előszeretettel keresi fel ezeket az ültetvényeket, mivel kevesebb parazita él ezekben az ültetvényekben, az élőhely, mint búvóhely pedig kiváló számára (*Rowe et al. 2011*).

A fás szárú energetikai ültetvényen megtermelt faanyaggal helyi energiaszükségleteket tudunk kielégíteni, mely elősegíti a decentralizált energiatermelés kialakítását az egyes térségekben, ezzel az energiatermelés olcsóbbá válhat, a nyereség pedig helyben marad.

A fás szárú energia ültetvények munkahelyeket teremtenek, hiszen az ültetvények létrehozása, fenntartására, letermelése és a biomassza elszállítása munkaerőt igényel. Ezzel a helyben teremtett értékkel decentralizált módon vidéken is bevételhez jut a lakosság. Bevételei után pedig adót fizetnek az államnak. Így az ültetvényeken elvégzett munkának közvetett és közvetlen társadalmi hatása is rendkívül nagy. A fás szárú energia ültetvények jól vizsgáltak a Startmunka programban, ahol számos gépi technológiai lépés az emberi munkával kiváltható volt (51. ábra).



51. ábra: Közmunkaprogram a 3x1 m-es hálózatu ültetvények telepítésénél, Dejtár, 2013 (Vágvölgyi és Kovács, 2013)

Nagyjából egy év alatt megtermelt 500 tonna száraz biomassza jelenthet egy munkahelyet. Ennek a megteremtéséhez átlagosan számolva 25-30 hektár terület kell. Egy 10 MW/óra teljesítményű biomassza erőmű, ami évente 60000 tonna száraz biomasszát igényel, helyi szinten nagyjából 100-120 embernek jelent munkalehetőséget, megosztva az erőmű és a mezőgazdaság között.

Az ültetvény élettartama nagyjából megegyezhet az erőmű élettartamával.

A fás szárú energetikai ültetvényekkel kapcsolatos kutatások hazánkban már a 80-as években elindultak, folyamatosan egyre bővülő tapasztalati háttérrel rendelkezünk.

Az ültetvények faanyagát jellemzően apríték formájában takarítják be, emiatt a nemesítési szempontok közül jelentőségét veszti a törzsalak, az ág- és koronaszervezet, valamint az idősebb korban megjelenő törzskárosítóokra való érzékenység.

### *Gyengeségek*

Az ültetvény befektetési (telepítés), és betakarítási költségei viszonylag magasak, a megtérülés idő hosszú (3-5 év) egy mezőgazdasági kultúrához képest. 1 ha ültetvény telepítése mintegy 300-400 ezer Ft ha-onként, azonban ez a költség csak egyszer, a telepítés évében jelentkezik és utána 15 éven keresztül ez a kiadás nem jelentkezik. Így ha a 15 éves ciklusra vetítjük a telepítés költségét, akkor mintegy 20-27 ezer Ft ha-onként évente már nem is tűnik olyan magasnak. A betakarítás költségei mintegy 70-100 ezer Ft-ot tesznek ki ha-onként, azonban ez is eloszlik az egy vágási ciklusra eső évek számával.

A fás szárú ültetvények betakarításánál alkalmazott technológiák még nem teljes mértékben kiforrottak. Az aprítékban történő egy menetes aratás sok esetben megoldás, azonban a magas költség miatt csak kis szállítási távolság mellett (kb. < 50-80 km, hozamtól függően) gazdaságosak az ültetvények. Jelenleg is több gépfejlesztés fut ebben a témában, valamint külföldi betakarító géprendszerek próbaüzemelése folyik.

A vonatkozó jogszabályok és rendeletek jelenleg hátrányosan sújtják a fás szárú energetikai ültetvényeket létrehozó gazdálkodókat, mivel a földalapú támogatások mellett a telepítéskori egyszeri támogatás kifizetésére 2009 óta nem került sor, jöllehet a 72/2007. (VII. 27.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények telepítéséhez nyújtott támogatás igénybevételének részletes feltételeiről szóló FVM rendelet nem került visszavonásra.

Kissé rendezetlennek tűnik az ültetvényekkel kapcsolatos jogi szabályozás, miszerint az ültetvények létrehozásában az engedélyező hatóság a NÉBIH megyei Kormányhivatalok Erdészeti Igazgatóságai, azonban a művelési ág szántó, így az erdőtörvény az ültetvényekre nem vonatkozik, az ültetvények megvalósulásának lejelentése után a hatóságnak csak az ültetvények felszámolását kell bejelenteni.

Az ültetvényeken termelődött dendromassza betakarítása szezonális, viszont felhasználása egész évben történik, mely tárolási kérdéseket vet fel, valamint a faapríték tárolásának problémája is megjelenik (pl. átforgatás szükségessége, gombafertőzés stb.). Ezért az ültetvények letermelésével kapcsolatos technológiák további lehetőségek kidolgozását igénylik.

Egyes térségekben megjelenhet a felvevőpiac hiánya (apríték tüzelésű kazánok hiánya), vagy nagy távolsága a fás szárú ültetvénytől. A faapríték 100 km fölötti távolságon túli szállítása már nem biztos, hogy gazdaságos, valamint a faapríték szállítása a vezetéken szállított energiaforrásokkal szemben drágább. Ennek a hátránynak a kiküszöbölésében elsődleges szerepe van a kormány kazáncsere programjában, amivel pl. az önkormányzatok új, korszerű, nagy hatásfokú biomassza kazánok beszerzését valósíthatják meg.

Nagyobb mértékű állami szerepvállalás lenne szükséges, elsősorban a meglévő telepítési támogatások csatornáját kell ismételten kinyitni. Ezzel, a legnagyobb költséget

jelentő telepítésnek 40 %-ig, akác esetében 160000 Ft/ha, míg nyár és fűz esetében 200000 Ft/ha összegig lehetne a támogatásokat igénybe venni.

A faanyag energiasűrűsége alacsonyabb, mint a fosszilis energiahordozóké, ezért nagyobb mennyiséget kell belőle begyűjteni és tárolni ugyanolyan fűtőérték eléréséhez. Ez a többletköltség azonban lényegesen kisebb, mint a két féle energiahordozó beszerzési árából adódó különbség.

A faanyag nedvességtartalma változó, mely nehezítheti a hatékony felhasználást. Az akác esetében a letermelési korai száraz anyagtartalom 60-70%, míg a fűz vagy a nyár esetében ez 50% körüli. Célszerű ezt a nedvességtartalmat 30%-ra csökkenteni, így kevesebb vizet kell szállítani, valamint nő az alapanyag fűtőértéke is.

A fás szárú ültetvények termesztés technológiája ma még széles körben nem ismert, így jogos a gazdák bizalmatlansága az ültetvényekkel kapcsolatban. A szükséges alapismeretek elsajátítására szükséges fórumokat, szakmai napokat, bemutatókat vagy bármilyen formájú oktatást szervezni. Erre rendszeres és jó lehetőséget kínálhat az újra szerveződő Agrárkamara is.

## **Külső tényezők**

### *Lehetőségek*

Az ültetvényekkel kapcsolatos eddigi ismereteink lehetőséget teremtenek a teljes termékpályát (ültetés, ápolás, betakarítás, logisztika, felhasználás, energiamérleg) bemutató modellek kidolgozására, melyek segítenék a termesztési és hasznosítási technológiák áttekintését, összehasonlíthatóságát és fejlesztési lehetőségeit. Ezzel alternatív lehetőséget lehet kínálni a mezőgazdasági termékpalettán.

Fás szárú ültetvények telepítésével javítani lehetne hazánk környezetvédelmi megítélését az Európai Unióban, hiszen az ültetvények biodiverzitása, ökológiai stabilitása minden esetben nagyobb, mint ugyanolyan ökológiai körülmények között levő agrárökoszisztémák.

A fás szárú ültetvények telepítését a település- és régiófejlesztésben is fel lehetne használni (pl. fatermeléshez kapcsolódó erőmű-telepítés a térségben). Ez elsősorban azokban a régiókban lesz figyelemre méltó, ahol a gáz kiváltására biomassa alapanyagú fűtőművek vagy erőművek jönnek létre. Ezek faigénye évente akár több százezer tonna, aminek előállításához a fás szárú energia ültetvények rendkívül alkalmasak.

Az ültetvények közmunkában, közfoglalkoztatottságban betöltött szerepe ugyancsak fontos. A termesztés-technológia alakítható úgy is, hogy a legnagyobb élők munkára fordítással valósuljanak meg az ültetvények, de úgy is, hogy a legnagyobb gépesítés mellett működjenek, igény szerint. Az ültetvény létrehozása történet kézi ültetéssel. Hasonlóan kézzel végezhető a sorápolás vagy akár a letermelés is.

1 ha kb. 10 atrot/év hozamú ültetvény két átlagos gázfelhasználású családi ház (3500 m<sup>3</sup>/év gázfogyasztás) energia igényét képes fedezni. Ezért a helyi nyersanyagbázis alkalmazásával megteremthető a decentralizált energiatermelés az egyes térségekben.

A fás szárú ültetvényekkel importfüggőségünket tudjuk csökkenteni, mellyel növelhetjük az energiaellátás-biztonságunkat. Ehhez kapcsolható a foglalkoztatás politika, a munkahelyteremtés, adóttöbblet bevétel is.

A kazáncsere program indulásával, térségi fűtőművek, erőművek építésével növelhető ezen megújuló energiaforrás felhasználásának mértéke.

Növelhető a piaci kereslet a faapríték tekintetében.

Az újabb gépfejlesztésekkel tökéletesíteni lehet a termesztés-technológiában jelentkező hiányosságokat.

A fás szárú energiaültetvényekkel kialakítható egy fenntartható energiagazdálkodás, elérhetőek a hazai és Európai Unió energiapolitikai és környezetvédelmi célkitűzések.

Elindulhat egy szemléletformálás, a lakosság környezettudatosságának növelése.

Lehetőség van a fás szárú ültetvényeken szennyvíz, szennyvíziszap, szennyvíziszap komposzt, fahamu, nem veszélyes mezőgazdasági melléktermék kihelyezésére a teljes vegetációs időszakban is. Ezzel egyrészt feleslegessé vált melléktermékektől szabadulunk meg, ugyanakkor ezek nem kerülnek ki az ökológiai körforgalomból, hanem mint tápanyagok a fás szárú energetikai ültetvényen hasznosulnak. Ugyanakkor teljesen érthetetlen, hogy a legújabb erdőtörvényünk szerint az erdő művelési ágú területekre tápanyag utánpótlás céljából ezen anyagok kijuttatása tilos!

Ugyanakkor fontos megjegyeznünk azt is, hogy a mezőgazdasági területre kijuttatott szennyvíziszap komposzt legkritikusabb eleme a nehézfém-tartalom, emiatt takarmány és élelmiszer célú termesztés esetén nem alkalmazható. Viszont az energetikai faültetvények felveszik a nehézfémeket így szennyvíziszap komposzttal esetlegesen a talajba juttatott nehézfém-tartalmat megkötik, talajtisztító hatást gyakorolnak (*Gyuricza, 2009*).

2013-2020. között az Európai Unió költségvetéséből remélhetőleg nagyobb támogatás juttatható majd megújuló energiaforrások támogatására is.

### *Veszélyek*

Ellenérvek, további támadások lehetnek a fás szárú energetikai ültetvények, mint pl. monokultúrák miatt. Ezek azonban megfelelő szakmai érvrendszerekkel orvosolhatók. Ismernünk kell az ültetvények teljes vertikumára ökológiájukat, ökonómiájukat és így elhelyezhetők a hazai agrárökoszisztémák rendszerében.

A korábbi sikertelen telepítések végett a telepítők telepítési kedve csökkenhet. A sikertelenség elsődleges oka legtöbb esetben a nem termőhelyének megfelelően telepített ültetvényekre volt jellemző, azon belül is elsősorban a fűz ültetvényekre. A fűz vízigényes fafaj, így amennyiben a gyökérzete nem jut többletvízhez vagy kiszárad, vagy nem növekszik. Emellett a vad is rendkívül mértékben kedveli. A másik ok a telepítés évében jelentkező aszály, mivel a dugványokból kialakuló fácska gyökérrendszere nem alakult ki, nem jut elég vízhez és kiszárad. Ilyenkor az ültetvényeket öntözni kell.

Az ültetvények nagyobb mértékű elterjedésének gátja az is, hogy a jelenlegi támogatásokban az egyszeri telepítési támogatás nem kerül kifizetésre. A támogatások kifizetésének elmaradását szakmai indokokkal nehéz magyarázni, ezért remélhetően a támogatások kifizetése ismét megnyitásra kerül a közeljövőben.

Veszélyt jelenthet a felvevőpiac bővülésének hiánya is hosszú távon, ugyanakkor elmondható, hogy az elmúlt években meghirdetett kazánprogram segítségével bővülnek a decentralizált energiatermelő egységek, mely a jövőben akár biztos felvevőpiacot is jelenthet a fás szárú energetikai ültetvények faanyagának.

A fás szárú energetikai ültetvények néhány fafaja - nyárfa, fűzfa, eukaliptusz -, növekedésük során izoprént bocsát ki. Ez az anyag más szennyezőanyagokkal párosulva - főként, ha az ültetvényeket nagyvárosok közelében létesítik- troposzférikus ózont hozhat létre, melynek a felszínen káros hatásai ismertek. Az ózon kizárólag az ózonrétegben hasznos - a felszínen becslések szerint 22 ezer ember halálát okozza egyedül Európában. A biomasszához szükséges ültetvények jelenleg tervezett bővítése évente akár 1400 ember halálához vezethet, ráadásul akár 1,5 milliárd dolláros kárt okozhat Európa mezőgazdaságában, mivel az ózon korlátozza a haszonnövények növekedését. Tehát fontos a fás szárú energetikai ültetvények telepítésekor a megfelelő, légszennyezés-mentes

ültetvényterület kiválasztása (szennyezett nagyvárosoktól távol), illetve az energetikai alkalmazású fásszárú fajok körültekintő megválasztása (Nagy, 2013).

Az eredményeket táblázatos formában is bemutatom a 6. mellékletben.

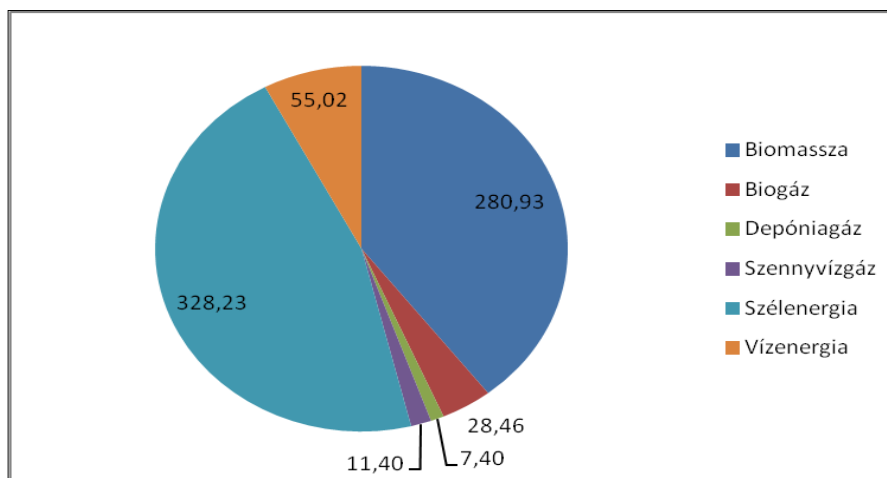
Az ültetvényekkel kapcsolatos szempontok csoportosítása alapján látszik, hogy a fás szárú energetikai ültetvények számos erősséggel és lehetőséggel rendelkeznek, amelyek kihasználásával tovább diverzifikálható a hazai agrárágazat, másrészt jelentős biomassza, mint energiaforrás termelhető meg. Az ültetvényekkel kapcsolatos gyengeségek arra sarkalnak bennünket, hogy fölismerve ezeket, kedvezőbb feltételek kidolgozására, ill. megalkotására törekedhessünk, ez irányba végezhetünk ezzel kapcsolatos kutatásokat, amelyek eredményeit a jövőben az ültetvényekkel kapcsolatos technológiákba beépíthessük. Az ültetvényekkel kapcsolatos veszélyek száma elhanyagolható, ami az ültetvények létjogosultságát mutatják az agorerdőgazdálkodásban. A jövőben az erősségekre támaszkodva, a lehetőségekre építve (és ezeket folyamatosan kutatva), a gyengeségek és veszélyek leküzdésével hatékonyan működő, általánosan alkalmazott ültetvényeket megvalósító technológiáról beszélhetünk majd.

#### 4.6. BIOMASSZÁT HASZNOSÍTÓ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK

2011-ben összesen nyolc biomassza alapon termelő erőművet (lásd később) regisztrált a Magyar Energia Hivatal, ezek közül öt engedéllyel értékesít a KÁT rendszerben, három pedig szabad piacra termel. A Vértesi, Mátrai és Bakonyi Erőmű vegyestüzelést folytat (szén és biomassza) a többi tisztán biomassza alapon termel zöld villamos energiát. A HM Budapest Rt. KÁT kvótája 2010-ben lejárt, 2011-ben nem termelt villamos energiát. A Bakonyi Erőmű Zrt. kvótája is lejárt, de már tavaly is szabadpiacra termelt. Az AES Borsodi Erőmű Kft. pénzügyi nehézségei miatt 2011. júniusa óta nem termel villamos energiát.

Az elmúlt évek növekedése után a biomassza alapú beépített villamos energia kapacitás az elmúlt évben jelentősen csökkent, kb. 30%-kal: 405 MW-ról 281 MW-ra. A villamos energiatermelés mennyisége a 2010. évi 2050 GWh-ról 1539 GWh-ra csökkent, ez a fentebb már említett okoknak volt köszönhető (MEH, 2012).

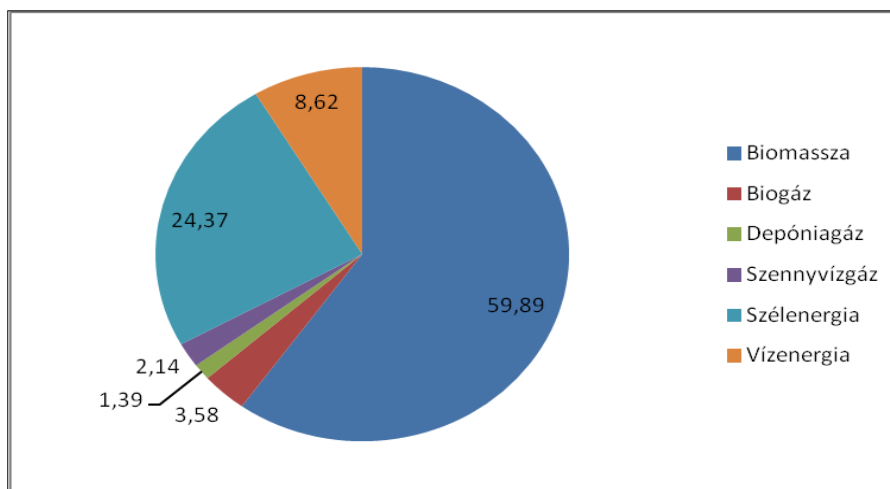
Az 52. ábrából látható, hogy a szélenergia tesz ki a megújuló beépített kapacitás 50 a biomassza erőművek pedig közel 40%-át. A többi megújuló energia kapacitás elenyésző mértékű.



52. ábra: A megújuló energiát hasznosító erőművek beépített kapacitásának megoszlása 2011-ben [MW] (MEH, 2012)

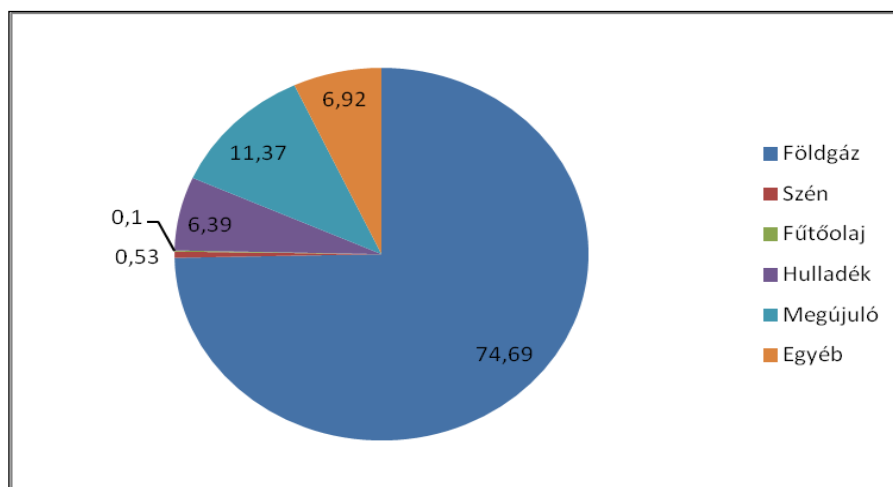


A megújuló alapú villamosenergia-termelés 60%-a származott biomasszából és 24%-a szélenergiából 2011-ben (53. ábra).



53. ábra: A megújuló energiát hasznosító erőművek villamosenergia-termelésének megoszlása 2011-ben [%] (MEH, 2012)

2011-ben 161 kiserőmű termelt kapcsoltan hőt és villamos energiát. Az 50 MW alatti névleges teljesítőképességű kapcsolt termelők tüzelőanyag bázisa 82%-ban fosszilis eredetű volt, 11,37%-ban megújuló, ezen belül a biomassza 10,38%-ot képviselt (54. ábra).



54. ábra: Az 50 MW alatti névleges teljesítőképességű kapcsolt termelők tüzelőanyag felhasználásának szerkezete 2011-ben [%] (MEH, 2012)

A Nemzeti energiastratégia alapján a jövőben prioritást kapnak a biomassza erőművek, ezeken belül is az energetikai rendeltetésű ültetvényekről származó alapanyaggal, valamint mezőgazdasági és ipari melléktermékekkel dolgozó decentralizált energiatermelő egységek kerülnek előtérbe (*Nemzeti Energiastratégia, 2012*). Ha az erőművekben történő biomassza felhasználás import földgázt vált ki, akkor a gázimport kb. 10 milliárd m<sup>3</sup>/év mennyiséggel, azaz 7-10%-kal csökken. Az energiafelhasználásban 2020-ra tervezett 14,65%-os megújuló részarány csak akkor teljesíthető, ha kb. 3,0-3,5 millió tonna/év szilárd biomasszát áramtermelésre használunk (*Lontay, 2011*). 2020-ra hazánkban megközelítően 8000 GWh villamos energiát fogunk/szeretnénk biomassza

tüzelésből előállítani (Rénes, 2010). A 27. táblázat egy a Cselekvési Tervnek megfelelő országos bioerőművi program fő jellemzőit foglalja össze Lontay (2011). alapján.

27. táblázat: A bioerőművi program fő jellemzői  
(Lontay, 2011)

A bioerőművi program fő jellemzői	
A program időhorizontja	2010-2020
Megépitendő zöldmezős bioerőművi kapacitás	400 MW
Az erőművek teljesítmény tartománya	5-20 MW
Leggyakoribb egységteljesítmények	6...8 MW és 10...12 MW
Projektek száma	30...50 db
Hálózatra kiadott zöld villany	2,6...2,9 TWh/év
Igényelt biomassa mennyisége	3...4 M t/év
Fosszilis energiahordozó kiváltás földgáz mennyiségben kifejezve	0,7...0,8 Mrd m <sup>3</sup> /év
CO <sub>2</sub> kibocsátás megtakarítás	1,7...2,0 M t/év
A megtermelt zöldáram értéke	80...90 Mrd Ft/év
Az erőművek biomassa vásárlásának értéke	30...40 Mrd Ft/év
A projektek felénél kiépített biokertészetek termelési értéke	50...60 Mrd Ft/év
Erőművi beruházások	350...400 Mrd Ft
Kertészeti beruházások	60...80 Mrd Ft
Foglalkoztatottak száma az erőművekben	1800...2500 fő
Foglalkoztatottak száma a biomassa-termelés és ellátás területén	3000...5000 fő
Az erőműépítésben foglalkoztatottak száma	1000...1200 fő
A kertészetekben foglalkoztatottak száma	1600...2000 fő
Összes foglalkoztatás	7400...10700 fő

Az erőművek fával történő biztonságos ellátására az erdőből származó, energetikai célra hasznosítható faanyag mellett a fás szárú energetikai ültetvények faanyagára is szükség van. Egy jó rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvény esetén az energiahozam min. 150 GJ/ha/év, az energiamérleg 1:10 arány körüli. A 28. táblázat szemlélteti az erdők és az energiaültetvények közötti hozamkülönbséget.

28. táblázat: Az erdők és az energiaültetvények közötti hozamkülönbségek  
(Rénes, 2010)

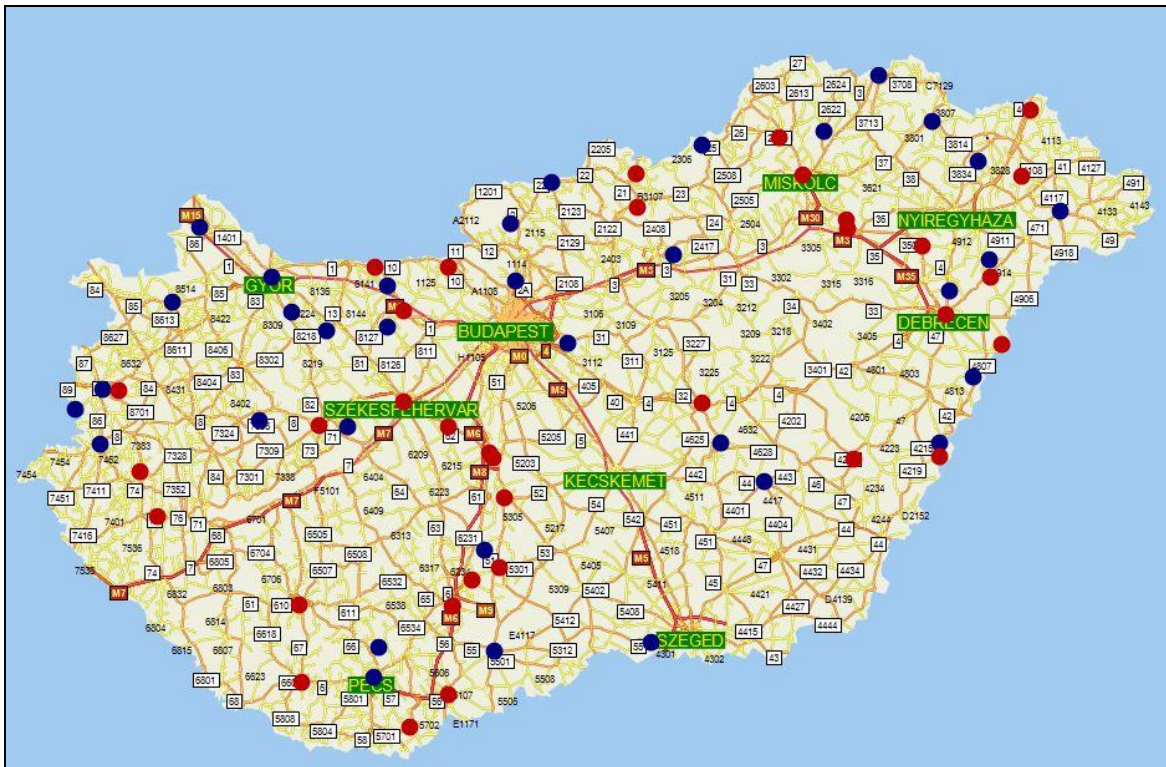
	Erdő	Nyár energiaültetvény	
		átlag	maximum
Átlagos hozam (t/ha/év)	6	20	60
Nedvességtartalom (%)	45	50	50
Száranyag tartalom (at/ha/év)	3,3	10	30
Energiahozam (GJ/ha/év)	59,4	180	540

Fatüzelés esetén Magyarországon a kötelező átvétel előfeltétele a nettó 30%-os erőművi hatások, ami azt jelenti, hogy közepesen nedves fának 1 kg-jából 1 kWh villamos energiát állíthatunk elő, teljesen száraz fánál 1 kWh energia előállításához kb. 0,7 kg fa szükséges. Például egy 20 MWe beépített teljesítményű erőmű számára a teljes ellátáshoz 9000 ha energiaültetvényre van szükség. Egy átlagos háztartás évente 3600 kWh villamos energiát használ fel, tehát a fent említett erőmű 37500 háztartás villamos energia

szükségletét képes kielégíteni. Azaz egy háztartás villamos energia szükségletéhez a faanyag kb. 0,24 hektáron megtermelhető (Rénes, 2010), ami nagyjából 2,4 atrot faaprítékot jelenthet.

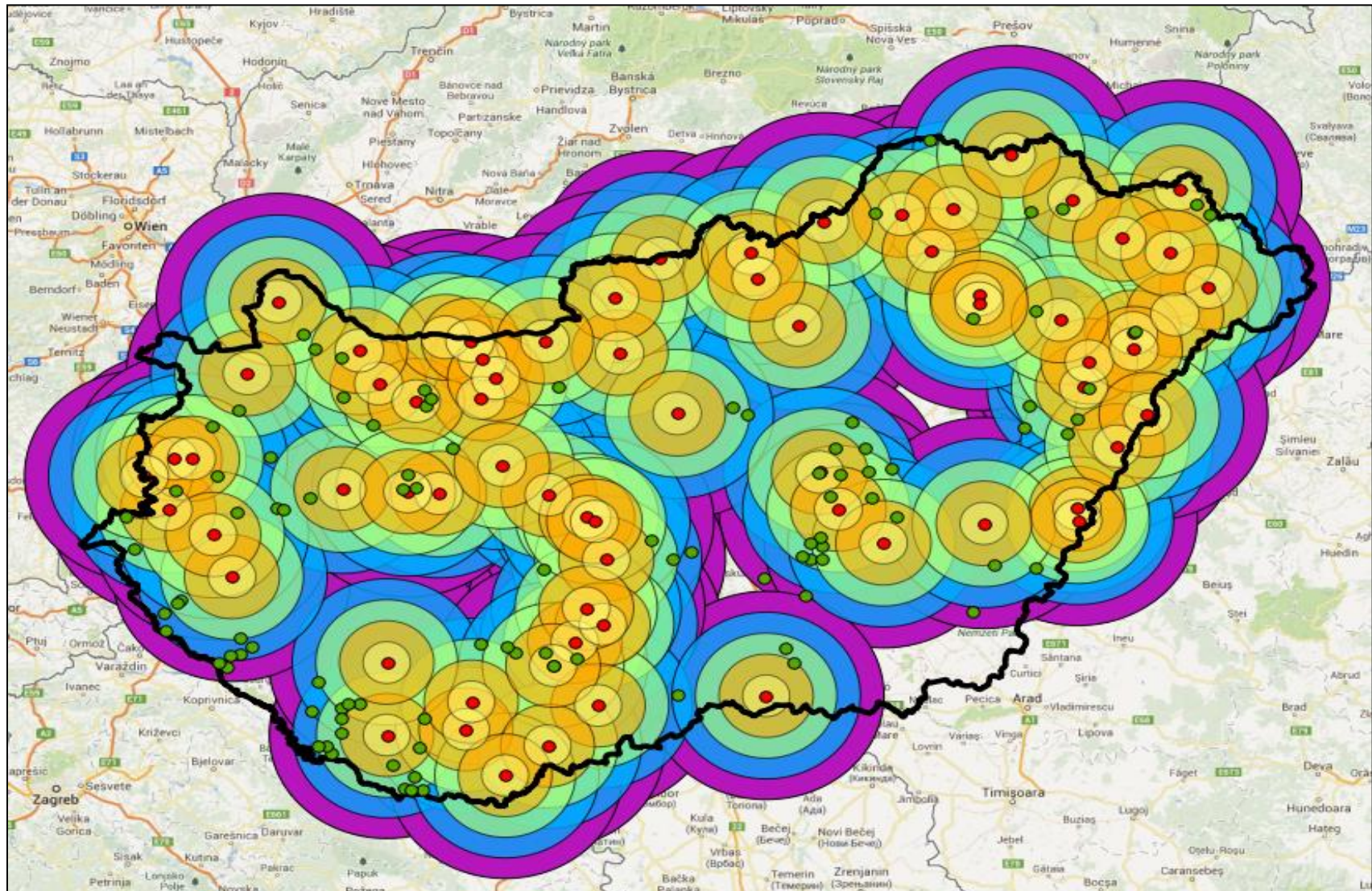
A 7. melléklet a részben vagy teljesen szilárd biomasszát hasznosító meglévő és tervezett erőműveket mutatja.

A tervezett és működő biomasszát hasznosító egységeket mutatja az 55. ábra. Az ábra alapján láthatjuk, hogy a biomasszát hasznosító energiatermelő egységek egyelőre elég heterogén eloszlást mutatnak hazánkban.



55. ábra: Biomasszát hasznosító meglévő és tervezett létesítmények (kék üzemelő; piros tervezett létesítmény)

Az biomasszát hasznosító egységek köré rajzolt 10, 20, 30, 40, 50 km-es sugarú körök (lehetséges beszállítói körzetek) láthatók az 56. ábrán.



56. ábra: A biomassza hasznosító energiatermelő egységek lehetséges beszállítói körzetei 10, 20, 30, 40, 50 km-es távolságban (Jelmagyarázat: zöld pont:ültetvények települései; piros pont:energiatermelő egységek; sárga kör 10 km-es távolság; narancssárga kör 20 km-es távolság; világos zöld kör 30 km-es távolság; kék kör 40 km-es távolság; lila kör: 50 km-es távolság)

Az ábrát áttekintve láthatjuk, hogy a legtöbb ültetvény a biomasszát hasznosító egységek 10, 20, 30 km-es távolságában található (légvonalat vizsgálva) és eloszlásuk nem egyenletes. A tényleges közúti távolság Paragon programmal történő vizsgálatának eredményeit az 8. melléklet tartalmazza. A melléklet ábráin a működő, illetve működő és tervezett biomassza hasznosító egységek és a legközelebbi, illetve második legközelebbi ültetvények kapcsolatrendszere látható. Valamint a kapcsolatrendszer akkor, ha mindegyik ültetvényhez kapcsolunk biomassza hasznosító energiatermelő egységet. A melléklet táblázataiban az input és output adatok összevetése is látható. Ha a biomassza hasznosító energiatermelő egységek éves biomassza igényeit összevetjük a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelhető éves dendromassza mennyiséggel a 29. táblázat szerinti eredményeket kapjuk (a számolás részletezése az 9-10. mellékletben található.)

29. táblázat: Biomassza hasznosító energiatermelő egységek éves biomassza igényei és a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelhető dendromassza mennyiségének összehasonlítása

Az üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egységek dendromassza igénye (t/év)	1549320
Fás szárú energetikai ültetvények dendromassza produkciója (t/év)	20797
Egyenleg (t)	1528523
Egyenleg (%)	1,3
Az üzemelő és tervezett biomasszát hasznosító energiatermelő egységek dendromassza igénye (t/év)	2829072
Fás szárú energetikai ültetvények dendromassza produkciója (t/év)	20797
Egyenleg (t)	2808275
Egyenleg (%)	0,7

A 29. táblázat eredményeiből jól látható, ha a tervezett és jelenleg üzemelő biomassza hasznosító energiatermelő egységeket is bele vesszük az elemzésbe, nagyjából a jelenlegi ültetvény területeken megtermelhető biomassza 0,7%-ban tudja kielégíteni alapanyagigényüket. Ha csak a jelenleg működő biomassza hasznosító energiatermelő egységek biomassza igényeit vesszük figyelembe ez az érték 1,3%.

Abban az esetben, ha csak a működő biomassza hasznosító energiatermelő egységeket tekintjük elmondható:

- a biomasszát felhasználó energiatermelő egységek, valamint az ültetvények elhelyezkedése heterogén;
- Paragon logisztikai támogató program segítségével megállapítható, hogy optimális beszállítási távolságokat figyelembe véve a fűtő- és erőművek, valamint fűtőerőművek 20%-a látható el teljes mértékben az ültetvényekről származó biomasszával;
- 103 magyarországi településből a Paragon logisztikai támogató program szerint 6 esetben lehetőség van több fűtő- és erőműbe, valamint fűtőerőműbe is beszállítani a dendromasszát, ami az apríték piacon már versenyhelyzetet eredményez;
- 103 magyarországi településről a Paragon logisztikai támogató program szerint 5 esetben a beszállítói távolság nagyobb, mint 90 km, vagyis az ültetvények gazdaságossága ezen technológia mellett megkérdőjelezhető.

Ha a működő és tervezett biomassza hasznosító energiatermelő egységeket együttesen vizsgáljuk:

- optimális beszállítási távolságokat figyelembe véve a fűtő- és erőművek, valamint fűtőerőművek 13%-a látható el teljes mértékben az ültetvényekről származó biomasszával;
- 103 magyarországi településből 21 esetben lehetőség van több fűtő- és erőműbe, valamint fűtőerőműbe is beszállítani a dendromasszát, ami az apríték piacon már versenyhelyzetet eredményez;
- 103 magyarországi településről 2 esetben a beszállítói távolság nagyobb, vagy egyenlő mint 90 km.

A vizsgálatba bevontam a KITE ültetvényeket is - mivel az ültetvény tulajdonosok körében készített kérdőíves felmérés rámutatott arra, ki, hogy legtöbbször nincs tudomása az ültetvény közelében található felvevőpiacról - megadtam az adott ültetvényhez legközelebb eső biomasszát hasznosító energiatermelő egységet, mely az ültetvényen megtermelt alapanyag esetleges felvevőpiaca lehetne (az eredményeket az *11. mellékletben* közlöm).

Vizsgálataim eredményei azt mutatják, hogy a biomassza hasznosító energiatermelő egységek alapanyag igénye messze meghaladja az ültetvényeken megtermelhető dendromassa mennyiséget. Ennek oka az ültetvények dekoncentrált eloszlása és kis területfoglalása hazánkban. Tehát az alapanyag források kiszélesítése szükségeltetik, ez történhet újabb ültetvények telepítésével, mezőgazdasági biomassza, erdei melléktermékek és tűzifa felhasználásával is.

A fakitermelés tűzifa része 2011-ben 3900000 m<sup>3</sup> volt (mely nagyjából 3.900.000 t faanyagot jelentett). Azonban ennek csak egy része kerül/het erőműbe/fűtőműbe/fűtőerőműbe történő beszállításra, hiszen ebből kell fedeznie az erdészeteknek saját felhasználásukat, az exportot és a hazai lakossági igényeket is. Az energetikai célra felhasználható részarány nehezen és pontatlanul becsülhető, ezért ennek vizsgálatába nem bocsátkozom.

## **4.7. A NYÁRFAÜLTETVÉNYEK VIZSGÁLATA**

### **4.7.1. A nyár klónok típusai, jellemzői; termőhelyi tulajdonságai, igényei; hozamadatai**

Amint az előzőekből már kiderült és a telepítési adatok is mutatják, hazánk adottságai miatt a nyár ültetvények vannak túlsúlyban.

A hazai nyárnemesítés célja az elmúlt 15-20 évben iparifa előállítására alkalmas nemesnyárfafaják szelektálása volt. A rövid vágásfordulójú energetikai ültetvények esetében a cél viszont a hektáronként maximális mennyiségű biomassza előállítása. E cél elérése érdekében az ültetés dugványokkal történik, viszonylag nagy sűrűségben. Az ültetvények vágásfordulója 2-5 év. Az első betakarítást követően sarjzattatás történik, majd ismét betakarítás. Az ültetvény hozamtól és egészségi állapottól függően 15-20 évig üzemeltethető, majd felszámolásra kerül. Amennyiben az ültetvény gyengébb, vagy a gazdálkodó úgy dönt, az ültetvényt hengeresfa ültetvénynek is meg lehet hagyni, melynek letermelése max. 15 év. Mindkét technológia esetében fontos, hogy nem erdő művelési ágban folyik a gazdálkodás, amely kedvező a földtulajdonosok számára, mert igénybe veheti a mezőgazdaságban megszokott támogatásokat, emellett nem terjed ki rá az erdőtörvény, amely a tartamosság érdekében korlátozhatja a magántulajdon használatát.

Az ültetvények faanyagát jellemzően apríték formájában takarítják be, emiatt a nemesítési szempontok közül jelentőségét veszti a törzsalak, ág- és koronaszervezet, valamint az idősebb korban megjelenő törzskárosítóokra való érzékenység. Fontos szempontok azonban a következők:

- a sűrű állományszerkezet okozta erősebb biotikus stresszel szembeni tolerancia pl. rozsdagombával szembeni ellenálló képesség;
- a kiültetést követő megmaradási, gyökeresedési hajlam;
- a többszöri visszametszést tűrő képesség.

Tehát az energetikai ültetvény telepítési célra történő nyárfá nemesítésénél több tényező összehangolására van szükség (*Borovics, 2007*).

A nemesnyáaraknak mindenekelőtt az euramericana klónjai felelnek meg energetikai faültetvény céljára. A nemesnyáarak a legigéretesebb fafajta. Az érvényben levő nevezéktan alapján nemesnyáarak alatt azokat a hibrideket értjük, amelyek az amerikai fekete nyár (*Populus deltoides* Marsh.) különböző fajtái és változatai, valamint az európai fekete nyár (*Populus nigra* L.) különböző fajtái és változatai között spontán vagy mesterséges

keresztéssel jöttek létre (Bartha, 2004; Benke et al., 2010)(12. melléklet). Az erdészeti és nemesítési gyakorlat ugyanakkor növekedési erélyük, azonos alkalmazott természetstechnológiájuk folytán nem különíti el élesen ettől a csoporttól az amerikai fekete nyár fajon belüli, és egyéb nyarakkal, pl. a nyugati balzsamos nyárral (*Populus trichocarpa* Torr) alkotott hibridjeit (Gencsi és Vancsura, 1997; Benke et al., 2010).

Energetikai ültetvények létesítéséhez Németországban már több mint 20 éve szelektáltak nemesnyár klónokat. A nemesítési folyamat egy időben lelassult, de mintegy 10 éve, mindenekelőtt az Európai Unió kohéziós alapjait felhasználva Olaszországban kezdtek és folytatnak nemesítő tevékenységet. A kutató intézet szerint évente közel 50 klónt különítenek el, és ezekkel folytatnak további, mindenekelőtt hozamvizsgálatokat. Ezek jellemzője a nagy biomasszahozam (t/ha), a viszonylag alacsony nedvességtartalom, és a minél magasabb fűtőérték (MJ/kg). A nemesítési szempontok tehát lényegesen eltérnek az erdészeti szempontoktól, ahol mindenekelőtt a nagy térfogati hozam (m<sup>3</sup>/ha) és a jó alaki tulajdonságok (egyenes törzs, kis ágasság, gyors törzsfeltisztulás) a fontosak (Marosvölgyi, 2005).

Hazánkban az Erdészeti Tudományos Intézet 50 éve foglalkozik a nyárfajták nemesítésével. Nyolcszáz külföldi fajtát próbáltak ki hazánkban. A Kárpát-medence azonban annyira speciális hely, hogy ezekből itt csak egy, maximum két tucat állta meg a helyét, s ebből hat-hét, ami ténylegesen elterjedt. Ez is mutatja, hogy óvatosan kell bánni a fajtaválasztással. Csak a kipróbált, az állami fajtaelismerési szűrőn átment fajtákkal szabad próbálkozni (Erős, 2010). A vizsgálatok alapján a köztermesztésre javasolt nyárfajták közül energetikai faültetvény létesítésére alkalmasak az alábbiak (30. táblázat).

30. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvény telepítésére alkalmas nyárfajták egyes kutatók szerint

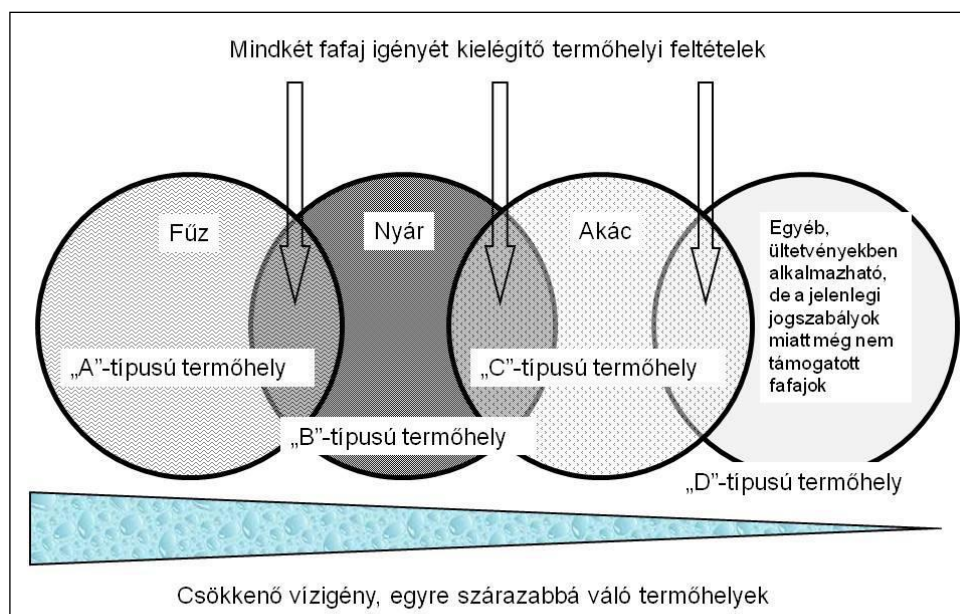
Név	Fás szárú energetikai ültetvény létesítésére alkalmas nyárfajták
Veperdi et al., 2005	'Agathe-F' a 'BL', a 'Pannonia' nyár; jó nyár termőhelyen az 'I-214' olasz nyár. Ajánlják még a 'Kopecky', a 'Beaupre', 'Raspalje', 'Triplo' nyarakat és 'S-298-8' fajtajelöltet.
Führer et al., 2008	'Agathe-F', 'BL', 'Raspalje', 'Beaupre', 'Pannonia' fajták bizonyultak a legalkalmasabbnak energetikai faültetvény telepítésére. A 'Pannonia' nyár kezdeti erőteljes növekedése erősen visszaesik ugyan, de jól sarjadzik és 8-10 éves koráig jól növekszik.
Borovics, 2007	A 'Triplo', 'Adonis', 'Koltay', 'Pannonia' és 'I-214' nemenyárfajtákra hívja fel a figyelmet. A 'Triplo' jó nyártermőhelyen képes kimagasló produkcióra. Az 'Adonis' is jó teljesítményt mutat többletvízhatástól független karbonátos humuszos öntéstalajon és időszakos vízhatású nyers öntéstalajon egyaránt. A 'Koltay' fiatalkori növekedésével bizonyult megfelelő fajtának. A 'Pannonia' és az I-214 nagy biztonsággal, széles termőhelyi skálán alkalmazható és jó fatömeg-produkcióra képesek.
Ivelics, 2006	AF2, Monviso olasz klónok
Rudolf, 2007	AF2, Monviso olasz klónok egyértelműen felülmúlták hozamban a többi vizsgált nyárfafajtát.
Lukács Gergely, 2012	Mini vágásfordulóban a 'Raspelje', 'Triplo', 'Agathe F', 'Monviso' fajták, míg midi vágásfordulóban az 'I214', 'BL', 'Pannonia', 'Triplo', 'Agathe F', 'Koltay', 'Monviso' klónok javasoltak termesztésre.
Borovics et al., 2013	Jó-kiváló termőhelyeken: 'Triplo', 'Koltay'; gyengébb termőhelyeken: 'Pannonia', 'Kopecky'.

Összesen 57 nyárfajtát/fajtajelöltet tartanak ma számon hazánkban. (url. 26.). Ebből a fás szárú energetikai ültetvényen is alkalmazható legfontosabbak fajták összesített jellemzését az 13. melléklet tartalmazza.

A faültetvények termesztésében a fajta megválasztása fontos, erre nagy figyelmet kell fordítani, hiszen a telepített ültetvényről jó termést és szárazanyag-produkciót kívánunk nyerni. A jó termőképességű, üde talajon minden fajta jól termesztendő. Ide a legigényesebb

és a legkiválóbb fajtákat választjuk. A határtermőhelyeken viszont fokozottabb figyelmet kell fordítani a megfelelő fajta kiválasztására.

A nyár fajtakísérletek eredményei egyértelműen bizonyították a termőhelynek megfelelő fajta jó megválasztásának fontosságát. Egy adott termőhelyen a legjobb növekedésű nyárfajták dendromassza termése két–háromszoros is lehet az adott termőhelyen nem megfelelő fajtákhoz képest. Egyes fafajok eltérő ökológiai igényeit mutatja az 57. ábra.



57. ábra: Az egyes fafajok eltérő ökológiai igényei (Kovács et al., 2010.)

A fajta megválasztásakor nemcsak a hozamot kell figyelembe venni, hanem a fajta térfogatsúlyát (a faanyag sűrűségét) is, mivel ez közvetlenül határozza meg a szárazanyag-termelést (Veperdi et al., 2005).

A nyárfajták megválasztása előtt a legjobb növekedés elérése céljából érdemes tájékozódni a különböző fajták tulajdonságairól, illetve termesztési igényeiről (Juhos et al., 2012). A nemesnyárok számára megfelelő termőhelyek tulajdonságairól ad áttekintést az 31. táblázat.

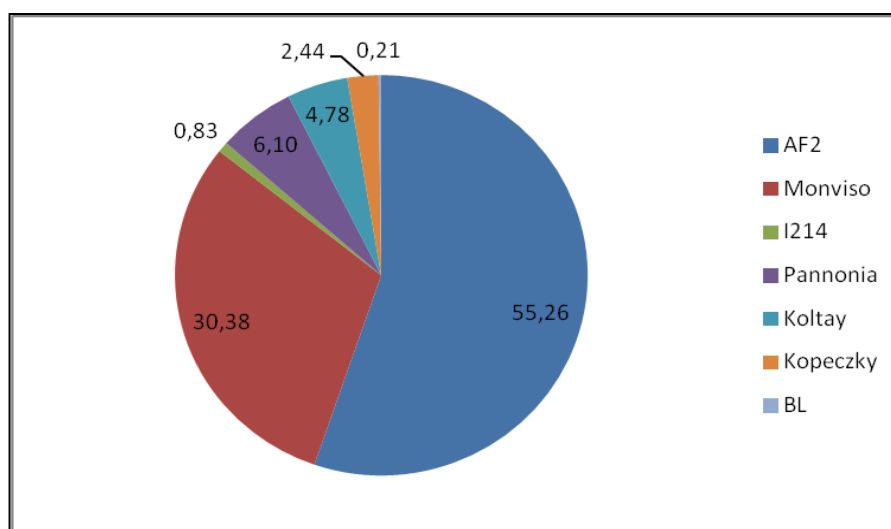
31. táblázat: A nyárfajták ökológiai igényei

<b>Klíma</b>	A bükkös hegyvidéki erdőövezet kivételével az ország területe alkalmas a nyárfatermesztésre (Sulyok és Megyes, 2006). A balsamos nyár és hibridjei nem termesztetők 700 m tengerszint feletti magasságban, a fekete nyár termesztése kb.300 m tengerszint feletti magasságig sikeres (Liebhard, 2009).
<b>Hidrológiai tulajdonságok</b>	Vízigény: 650-680 mm/év. Egy m <sup>3</sup> nyárfa biomassza előállításához mintegy 36 mm csapadéknak megfelelő nedvességre van szükség (Kovács et al., 2011). Mindazok a termőhelyek alkalmasak, amelyek időszakos vagy állandó vízhatásúak, esetleg felszínig nedvesek. Kerülendő a nyáron is vízborított, pangóvízes területeket; a talajvízszint ne legyen magasabb 50 cm-nél (Sulyok és Megyes, 2006). Vízgazdálkodási fok: félszáraz, üde, félnedves (Veperdi et al., 2005). Időszakos vízhatású területek a legjobbak: kb. 150-(200)-300 cm mélyen elhelyezkedő tavaszi talajvíz (Marosvölgyi, 2005; Lukács Gergely, 2011a) vagy valamilyen felszíni víz hozzáfolyás, az ennél vizesebb területek a nyárfa számára jó termőhelyek, az ültetvények rövid idejű elárasztást is elviselnek (Marosvölgyi, 2005), de a pangóvizet a nyárfajták nem kedvelik, és gondoskodni kell a fokozott ápolásról a levegőzöttség miatt (url. 27.).
<b>Fizikai talajféleség</b>	Vályog (Sulyok és Megyes, 2006). A homoktól az agyagig (Veperdi et al., 2005). Szükséges a 2% körüli humusztartalom is (Marosvölgyi, 2005).



<b>Talajszerkezet</b>	Tömör és laza szerkezetű talajon is képesek fejlődni ( <i>Liebhard, 2009</i> ).
<b>Termőréteg vastagsága</b>	Középmély, mély, igen mély ( <i>Veperdi et al., 2005</i> ). Fontos a min. 80 cm-es termőréteg vastagság ( <i>Póliska, 2012</i> ), de ennél kissé sekélyebb is lehet, ha a terület jó vízgazdálkodású és tápanyagpótlásról is gondoskodunk; 60-65-ös arany-féle kötöttségi szám felett a nyarak telepítése megfontolandó ( <i>url. 27.</i> ). Minimálisan 60-70 cm, kedvező azonban a 140-150 cm-t meghaladó termőréteg vastagság. ( <i>Kovács et al., 2011</i> ).
<b>Talajtípus</b>	Kiváló: láptalajok, öntés talajok, mocsári és réti talajok. Megfelelő: agyagbemosódásos, kovárványos barna erdőtalajok. Kevésbé alkalmas: humuszos homok, csernozjomok, sztyeppesedő réti szolonyec, mélyben sós réti talaj. Alkalmatlan: vázталajok, erősen savanyú barna erdőtalaj, szoloncsákos, szolonyeces réti talaj ( <i>Sulyok és Megyes, 2006</i> ); homokos területek megfelelő technológiával jó ültetvény termőhelyek lehetnek ( <i>url. 27.</i> ).
<b>Talaj összes sótartalma</b>	< 0.1% ( <i>Sulyok és Megyes, 2006</i> ). A talajok magas só -tartalma (szik) viszont kizárhatja a termelésből a nyarakat ( <i>url. 27.</i> ).
<b>Talaj tápanyagtartalma</b>	Megfelelő felvehető tápelemkészlet szükséges (elsősorban N) → tápanyag-igénye nagy ( <i>Sulyok és Megyes, 2006</i> ).
<b>Lejtésviszonyok</b>	Kevesebb, mint 8% ( <i>Sulyok és Megyes, 2006</i> ).
<b>A fatermesztést kizáró hibák</b>	A 80 cm-nél vastagabb, összefüggő durva homokréteg. 20%-nál nagyobb mésztartalom, vagy sófelhalmozódási réteg; a talajfelszínhez közeli gley, gypvasérc, mészkőpad ( <i>Veperdi et al., 2005; Póliska, 2012</i> ).
<b>Eketalp réteg problémája</b>	El kell kerülni a gyökérszónában tömörödött altalajú talajokat ( <i>Sulyok és Megyes, 2006</i> ).
<b>Hőmérsékleti igények</b>	A vegetációs időszak hőmérséklet igénye 14-14,5 °C fok legyen ( <i>Kovács et al., 2011</i> ), az évi középhőmérsékletben nagyjából 8,5 °C. ( <i>Liebhard, 2009</i> ).
<b>Egyéb</b>	Különösen érzékenyek a szermaradványokra. Korábban kukoricatermesztésre használt területen 1-1,5 m mélységben felhalmozódhattak olyan gyomirtószer-maradványok melyekkel, az ültetvényt alkotó fák gyökerei találkoznak, a fák növekedése lelassul, leáll, esetleg az ültetvény teljes mértékben kipusztul ( <i>Marosvölgyi, 2005</i> ). Erősen fényigényes fajok ( <i>Kovács et al., 2011</i> ). Ideális talaj pH: 5,5-7,5 ( <i>url.30</i> ).

Ha Magyarországon a fás szárú energetika ültetvényeken alkalmazott klóntípusok statisztikai adatait nézzük, akkor a következő sorrendet állíthatjuk fel (58. ábra).



58. ábra: Nyarak megoszlása a fás szárú energetikai ültetvényeken elfoglalt helyük szerint [%] (Kopányi, 2012 adatai alapján saját szerkesztés)

Legnagyobb százalékban az 'AF2' és 'Monviso' fajták vannak jelen hazánk fás szárú energetikai ültetvényein, ezt követi a 'Pannonia', majd a 'Koltay' klón végül a 'Kopeczky', 'I214' és 'BL' következnek. Az ábrából jól látható, hogy amíg a hazai szakemberek irodalmak alapján általában a hazai klónokat ajánlanak ültetvény telepítés céljára, addig a gyakorlatban megfigyelhető, hogy két olasz klón vezet az 'AF' és 'Monviso' és csak ezeket követi az „első” magyar nyárfajta a 'Pannonia'. Nem véletlen, hiszen fajtakísérletek igazolják, hogy az olasz fajták hozama már az első vágásfordulóban 20-40%-kal nagyobb, mint a többi fajtáé vagy fafajé. Emellett megjegyzendő az a tény is, hogy az 'AF2' és 'Monviso' fajták szaporítóanyaga áll nagy mennyiségben rendelkezésre hazai piacon.

Ha az energetikai ültetvényen termelt hozamadatokat vizsgáljuk, akkor a hazai adatok között is jelentős az eltérés, hiszen a fafaj, a klíma, a termőhely a termesztés-technológia is jelentősen befolyásolja az ültetvényekről betakarítható faanyag mennyiségét.

A hazai kísérletekben – négyéves vágásfordulót figyelembe véve – 12-17 t/ha/év dendromassza hozamot érnek el nyár ültetvényen (*Rédei et al., 2009*). *Rénes* (2008) szerint 1 ha nemesnyár energiaültetvényről két évente 20-23 száraz tonnának megfelelő fát takaríthatunk be, ami kb. 400 000 MJ energiahozamot jelent.

A minirotaációs energetikai célú faültetvények átlagos hozama 15-45 élő nedves t/ha/év-ig, 5-25 odt/ha/év-ig terjedhet (*Marosvölgyi et al., 1999*). Tatai kísérletek alapján 5 éves nyárültetvény kapcsán *Marosvölgyi* (2005) 19,5-37,1 t/ha/év hozamot említ. *Ivelics* (2006) Magyarországon található nyárfajták dendromassza termelését 15,4 odt/ha/év mennyiséggel jellemzi, ahol a két szélsőérték 7 és 22 odt/ha/év. Véleménye szerint a minirotaációs faültetvények hozama megfelelőnek nevezhető, ha eléri az évenkénti 8-10 abszolút száraz t/ha értéket. Míg *Barkóczy és Ivelics* (2008) olasz és német nemesnyár fajtákra 17-22 lutrot/ha/év hozamot ír. *Rudolf* (2007) jó termőterületen 40-50 t/ha/év, közepes területen (időszakos víznyomás, hiányos talajelőkészítés) 20 t/ha/év, nem megfelelő területen (tartós víznyomás) 5 t/ha/év-nél kevesebb dendromassza betakarításról számol be.

A Zöldláng Projekt keretein belül ajánlati hozamtáblázat készült az energetikai ültetvényekhez (melyből a nemesnyárhoz tartozót emeltem ki), mely a következő adatokat tartalmazza (32. táblázat).

32. táblázat: Átlagos éves biomassza hozam atrotonnában különböző korú és termőhelyi adottságú nemesnyár ültetvényeken  
(*Jung és Gergely, 2011*)

Átlagos éves biomassza hozam atrotonnában				
Fafaj	Termőhely kategória	1-3. év	4-10. év	11-15. év
Nemesnyár	Jó	5,0 felett	7,0 felett	5,0 felett
	Közepes	3,5-4,9	4,5-6,9	3,5-4,9
	Gyenge	3,4 alatt	4,4 alatt	3,4 alatt

A hozamadatok értelmezését, egyértelmű összehasonlítását nehezíti, hogy az egyes kutatók szakirodalmaikban nem mindig jelenítik meg, hogy azok hány éves állományra vonatkoznak, illetve atro-, vagy lutrotonnában értelmezendők.

## 4.7.2. A nyárklónok hozamadatainak és termőhelyi igényeinek vizsgálata

### 4.7.2.1. Hozambecslések eredményei

A 3.7.2.1. hozambecslési eljárások metodikája című pontban leírtak alapján a következő eredményekre jutottam (a grafikonok az 14. mellékletben találhatóak.)

#### *1 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai (14. melléklet: 1-2. ábra)*

Az 1 éves fás szárú energetikai ültetvények grafikonjain jól látszik, hogy ebben a korban még a tőátmérővel történő tömegbecslés sokkal nagyobb biztonságot ad, mint a mellmagassági átmérővel történő számolás, hiszen ebben az esetben a mellmagassági átmérő minimális, vagy nem is igen mérhető. Az adatok illeszkedési jósága tőátmérő-tömeg estében:  $R^2 = 0,97$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig csak:  $R^2 = 0,80$ .

#### *2 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai (14. melléklet: 3-4. ábra)*

2 éves ültetvények esetében látható, hogy a mellmagassági átmérő és tömeg adatokra illesztett görbe jósága nagyorlatilag meghaladja a tőátmérő és tömeg adatokra illesztett polinom értékét. Tehát két éves kortól a mellmagassági átmérő is alkalmas a tömegek becslésére. Az adatok illeszkedési jósága tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,90$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,91$ .

#### *3 és 4 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai (14. melléklet: 5-8. ábra)*

A 3 és 4 éves ültetvények esetében ugyanaz mondható el, mint a 2 éves ültetvényeknél. Az adatok illeszkedési jósága 3 éves ültetvénynél tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,86$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,89$ . Az adatok illeszkedési jósága 4 éves ültetvénynél tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,92$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,92$ .

#### *5 éves ültetvény átmérő-tömeg grafikonjai (14. melléklet: 9-10. ábra)*

Az 5 éves ültetvények esetében szintén elkészítettem a tőátmérő-tömeg, illetve mellmagassági átmérő-tömeg grafikonokat, ebben az esetben azonban csak egy ültetvény paramétereit állt módomban felvételezni, így a mérési eredmények nem tekinthetők szignifikánsnak. Az ültetvény 5 éves, viszont mérési paramétere elmaradnak a 4 éves ültetvények mért adataitól. Ennek oka, hogy az ültetvény területén az ápolási munkaműveletek elmaradtak, jelentős gyomvegetáció jelentkezett, mely megakadályozta az ültetvény fának növekedését. Jellemzően nagy volt a vadkár is a vizsgált területen. Az adatok illeszkedési jósága tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,57$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,76$ . Az értékek nem tekinthetők elfogadhatónak.

#### *6 és 7 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai (14. melléklet: 11-14. ábra)*

A 6 és 7 éves ültetvények adatainak illeszkedési jóságában tőátmérő-tömeg, valamint mellmagassági átmérő-tömeg tekintetében nincs szignifikáns eltérés, így a hozam (tömeg) becslésére mindkét átmérő megfelelő. Az adatok illeszkedési jósága 6 éves ültetvénynél tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,98$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,95$ . Az adatok illeszkedési jósága 7 éves ültetvénynél tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,90$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,92$ .

Abban az esetben, ha nem koronként, hanem klónként vizsgáljuk az ültetvényeket, az eredmények a következők. (Ebben a vizsgálatban három, jellemzően nagyszámú mérési adattal rendelkező nyárfajtát vettem figyelembe: AF2, Monviso, Kopeczky.)

Kopeczky nyárklón (14. melléklet: 15-16. ábra)

Az adatok illeszkedési jósága Kopeczky nyárfajta tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,98$ ; mellmagassági átmérő- tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,97$ .

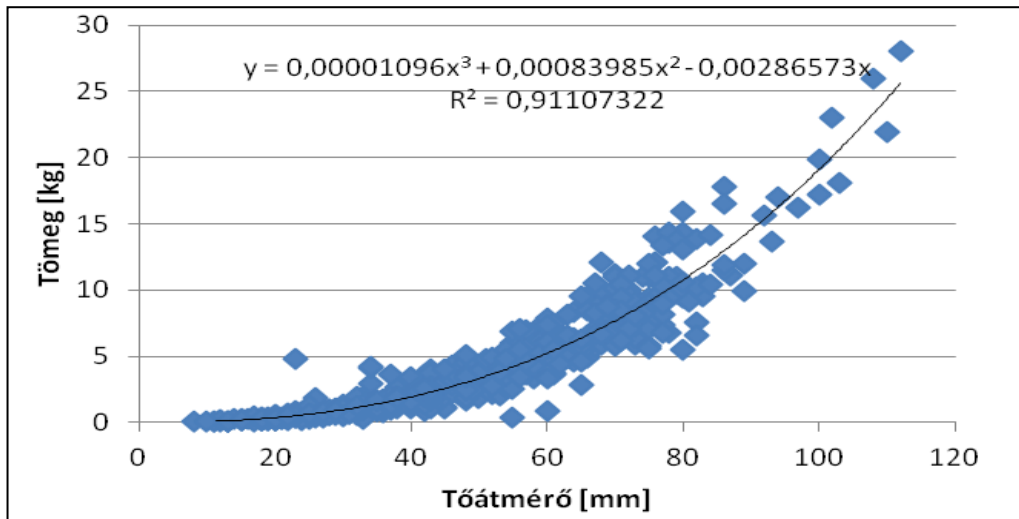
AF2 nyárklón (14. melléklet: 17-18. ábra)

Az adatok illeszkedési jósága AF2 nyárfajta tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,88$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,92$ .

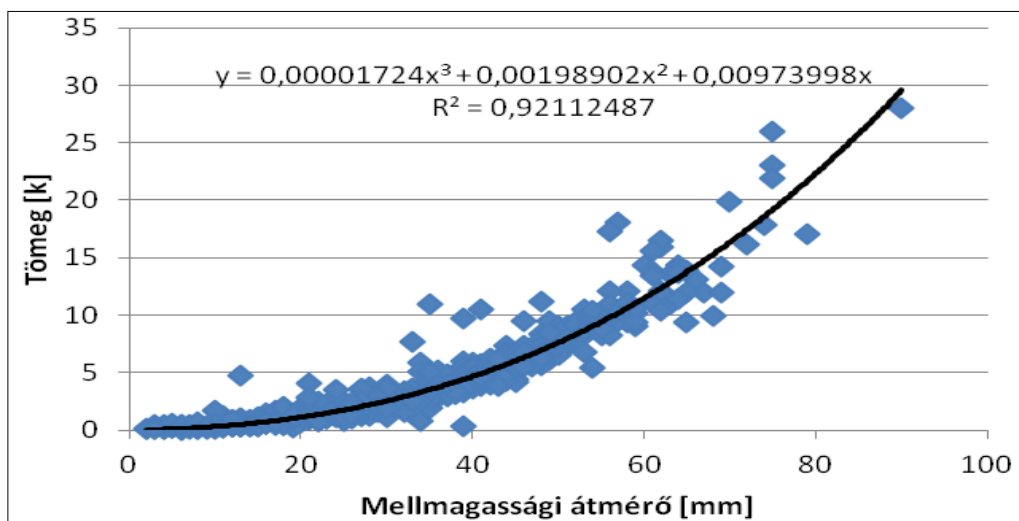
Monviso nyárklón (14. melléklet: 19-20. ábra)

Az adatok illeszkedési jósága Monviso nyárfajta tőátmérő-tömeg esetében:  $R^2 = 0,97$ ; mellmagassági átmérő-tömeg esetében pedig:  $R^2 = 0,98$ .

Az összes mért adatot felhasználva a következő grafikonokat kaptam (59-60. ábra).



59. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése az összes vizsgálatba bevont ültetvényre



60. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése az összes vizsgálatba bevont ültetvényre

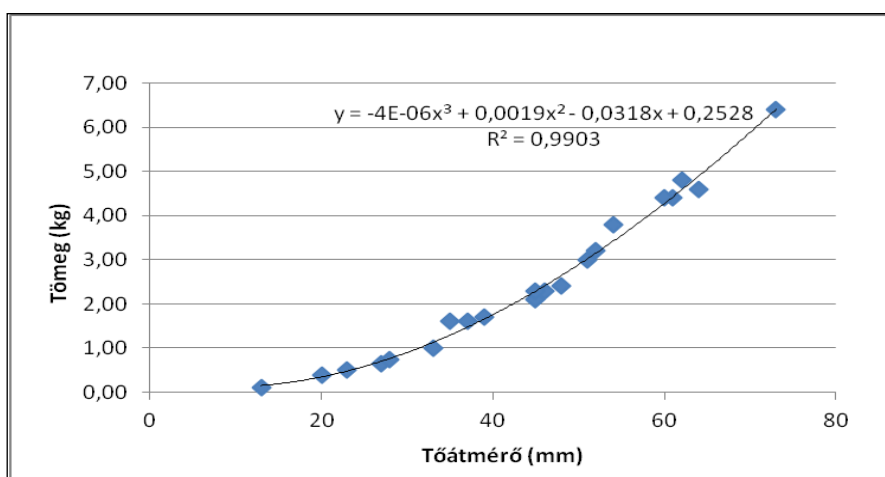
Ezután kiszámoltuk a kapott egyenletekkel külön-külön a tömegeket, összehasonlításnak pedig ott volt a ténylegesen mért tömeg. A 713 db mért faegyed összes tömegei (azaz 713 db faegyed hozamadata) a következők voltak (33. táblázat).

33. táblázat: Számolt és mért hozam adatok

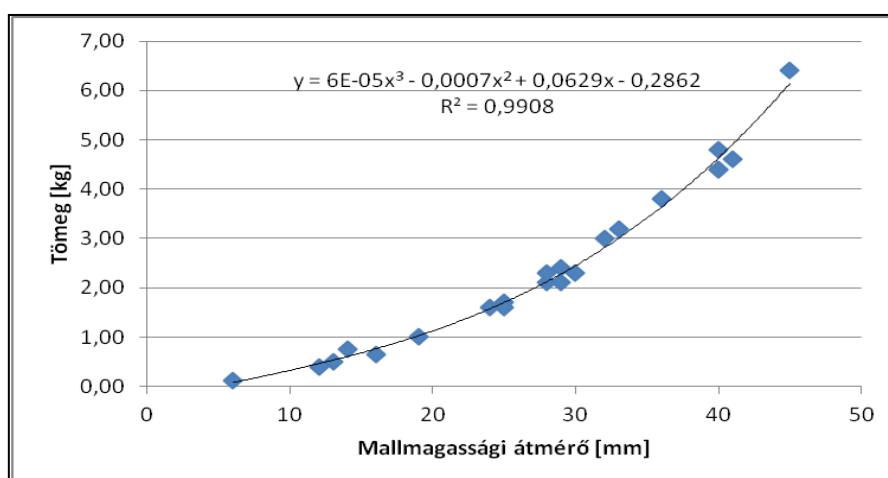
Ténylegesen mért adat (kg)	Tőátmérőből számolt adat (kg)	Mellmagassági átmérőből számolt adat (kg)
2577	2577	2567

Következtetésként levonható, hogy a tőátmérőből számított tömeg 99,99%, a mellmagassági átmérőből számított tömeg pedig 99,60%-os pontossággal adta a mért tömeget. Jelentős eltérés a két számított adat között nincs, ezért elmondható, hogy a vizsgálatba bevont faegyedeken mért mellmagassági átmérő ugyanolyan jó értéket ad a hozam számolásra nézve, mint a tőátmérő.

Az eredmények megbízhatóságát igazolva kiválasztottam egy ültetvényt, ahol a betakarítás során lemérésre került az ültetvényről származó dendromassza hozam (5 ha-on 98 t, az 1 ha-on kb.19,6 t). A kiválasztott ültetvény Kiskunlacházán található 2 éves Kopeczky nyárklónnal telepített, megfelelő állapotú ültetvény. A kiskunlacházi ültetvényre vonatkozó tőátmérő-tömeg, mellmagassági átmérő-tömeg grafikonok a következők (61-62. ábra).



61. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése a kiskunlacházi ültetvényen



62. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése a kiskunlacházi ültetvényen

A fenti, a 2 éves ültetvények, a Kopeczky klónra felírt, valamint az összes adatot tartalmazó egyenletekből történő hozambecslés a következő eredményeket adta (34. táblázat).

34. táblázat: A kiskunlacházi nyár energetikai ültetvény hozamadatai az egyes becslési módszerekkel

	1. [t/ha/2év]	2. [t/ha/2év]	3. [t/ha/2év]	4. [t/ha/2év]	5. [t/ha/2év]	6. [t/ha/2év]	7. [t/ha/2év]
	19,03	20,52	18,7	20,02	22,08	19,7	19,6
%-os eltérés a mért adattól	-3%	+4%	-5%	+2%	+12%	-0,5%	-

Jelmagyarázat: 1: Tőátmérővel becsült hozam a kiskunlacházi grafikon alapján; 2: Mellmagassági átmérővel becsült hozam a kiskunlacházi grafikon alapján; 3: Tőátmérővel becsült hozam a Kopeczky grafikon alapján; 4: Mellmagassági átmérővel becsült hozam a Kopeczky grafikon alapján; 5: Tőátmérővel becsült hozam az összesített grafikon alapján; 6: Mellmagassági átmérővel becsült hozam az összesített grafikon alapján; 7: A betakarítás után mért adat

A táblázat alapján látható, hogy jelentős eltérés a becsült és a mért adatok között nincs.

A fentiekből következően lehetőség van az ültetvényeken csak mellmagassági átmérő mérésére és ebből történő hozambecslésre, mely ergonomiailag kedvezőbb az ültetvény felmérését végzők számára, hiszen nem kell folyamatosan lehajolniuk, mint tették azt a tőátmérő mérésekor. Illetve a felvételező szabadon dönthet, hogy melyik mérési paraméter felvételét választja. Viszont fontos megjegyezni, hogy max. 90 mm mellmagassági átmérőig fogadható el ez a feltételezés, hiszen ez volt a mért adatok között a legnagyobb. Fás szárú energetikai ültetvények tekintetében ennél nagyobb mellmagassági átmérővel nem is számolhatunk, hiszen nem több évtizedes korú erdőről van szó, hanem olyan speciális faültetvényről, melyről a faanyagot nagyjából 2-3 évente betakarítják. Azt is szükséges megadni, hogy hány éves korú állományban, vagy milyen magas faegyedek esetében végezhető el csak a mellmagassági átmérő mérése.

A 2 éves ültetvények mellmagassági átmérő-tömeg grafikonjainak illeszkedési jósága  $R^2=0,9$  feletti, tehát megállapítható, hogy 2 éves kor felett az eljárás alkalmazható az ültetvényeken. Ha a magassági adatokat tekintjük a 2 éves ültetvények átlagmagassága (a mérési eredményeimből következően) nagyjából 2,5-3,0 m, tehát ezen magassági kategóriában, illetve e felett a mellmagassági átmérő ugyanolyan jó eredményt produkál hozam tekintetében, mint a tőátmérő. Ugyanakkor az éves bontású grafikonokból is jól átható, hogy az 1 éves ültetvényeknél még nem érdemes mellmagassági átmérővel számolni, hiszen ha van is értéke minimális, és nem szolgáltat megbízható adatot.

Több éves sarjzatatott ültetvények esetében elmondható, hogy legalább 2 sarjcsokor sarjainak egyenkénti átmérő mérése szükségeltetik (ez kb. 20-30 sarjat jelent), mely már megfelelő mennyiségű adatot képvisel. Az egész sarjcsokor átmérőjének meghatározása nem vezet eredményre. A sarj átmérőkhöz tartozó tömegek az 59-60. ábra egyenletei segítségével meghatározhatók. Az sarjak összetömege adja a sarjcsokor tömegét. Az eljárás azért alkalmazható, mert a fa alak tulajdonságai sarjzatatás után sem változnak.

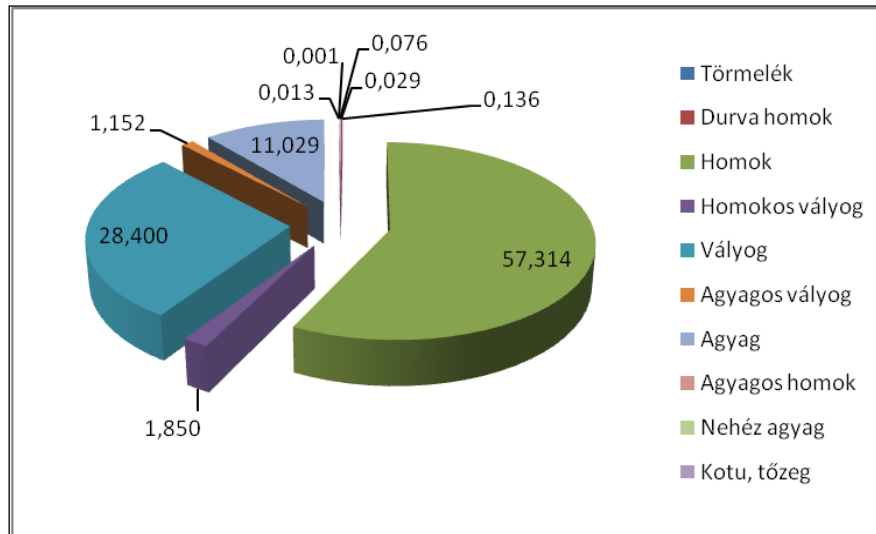
A kutatás másik eredménye a hozam grafikonok megalkotása (59-60. ábra), mellyel tömegmérés nélkül csak tőátmérő, vagy mellmagassági átmérő megmérése után a grafikonról leolvashatjuk az adott átmérőhöz tartozó tömeget és ennek segítségével becsülhetjük a hozamot. Itt is megjegyzendő, hogy a hozamgörbék 8-112 mm-es tőátmérő és 2-90 mm-es mellmagassági átmérő tartományban használhatók.

Végkövetkeztetésként megállapítható, hogy az általam szerkesztett grafikonok által adott egyenletekkel az ültetvények tömegadatai a fenti kikötésekkel és intervallumban meghatározhatók.

#### 4.7.2.2. Fás szárú energetikai ültetvényeket értékelő pontrendszer kidolgozása

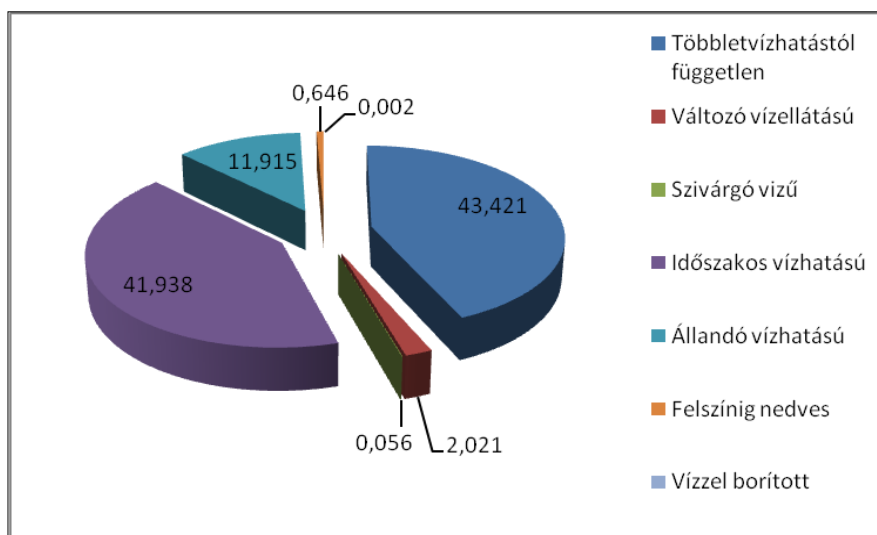
A 3.7.2.2. pontban leírt metodika végrehajtását követően nemesnyárasok termőhelyi paramétereit illetően a következő eredményeket kaptam.

A 63. ábra alapján látható, hogy a nemesnyár állományok több mint 57%-a homoktalajon található, ezt követi a vályog (28%), majd az agyag (11%) fizikai talajféleség.



63. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása genetikai talajtípusok alapján [%]

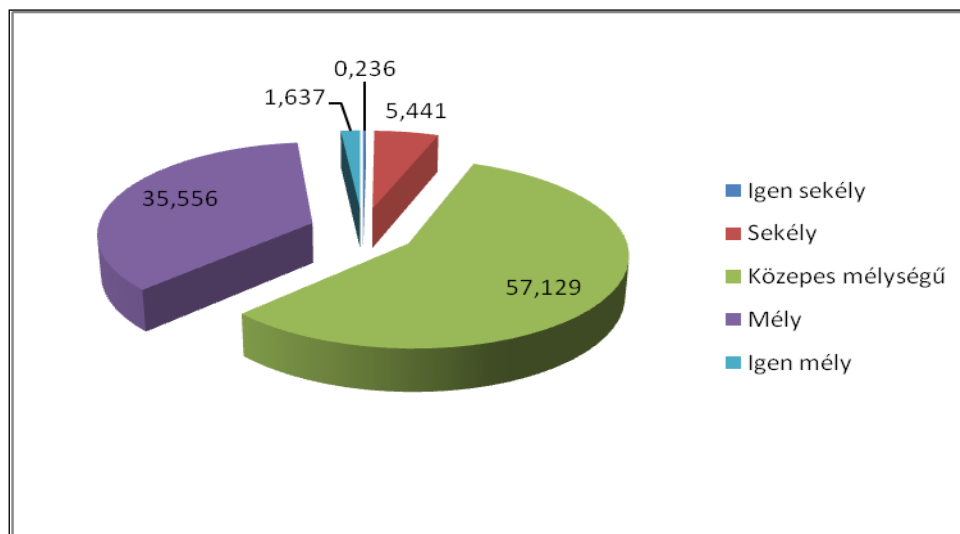
Hidrológiát vizsgálva a következő eredményekhez jutunk (64. ábra).



64. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása hidrológia alapján [%]

Az állományok több mint 43%-a többletvízhatástól független, hasonló százalékuk (42%) időszakos vízhatású és 11%-uk állandó vízhatású területen található, a többi hidrológiai kategória %-os aránya szinte elhanyagolható.

Termőréteg vastagságot tekintve kijelenthetjük (65. ábra), hogy a közepes mélységű és mély termőréteg kategóriák állnak az első két helyen.



65. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása termőréteg vastagság alapján [%]

A genetikai talajtípusok területi megoszlását az 35. táblázat szemlélteti.

35. táblázat: A genetikai talajtípusok területi megoszlása nemesnyár állományok esetén

Genetikai talajtípus	Terület [ha]
Kavicsos váztalaj	10
Földes váztalaj	39
Humuszos homok talaj	28391
Nyers öntéstalaj	2388
Humuszos öntéstalaj	8568
Lejtőhordalék talaj	46
Redzina talaj	12
Savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj	1
Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	2
Pszudoglejes barna erdőtalaj	18
Barnaföld	45
Rozsdabarna erdőtalaj	999
Kovárányos barna erdőtalaj	1928
Csernozjom barna erdőtalaj	24
Karbonátmaradványos barna erdőtalaj	14
Kilúgzott csernozjom talaj	74
Mészlepedékes csernozjom talaj	232
Réti csernozjom	2055

Genetikai talajtípus	Terület [ha]
Öntés csernozjom talaj	692
Csernozjom jellegű homok talaj	788
Szolocsák talaj	3
Szolocsák-szolonyec talaj	14
Réti szolonyec talaj	119
Sztyeppesedő réti szolonyec	209
Típusos réti talaj	11137
Szoloncásos réti talaj	42
Szolonyeces réti talaj	259
Öntés réti talaj	4262
Lápos réti talaj	875
Csernozjom réti talaj	19
Síkláp talaj	1279
Réti erdőtalaj	336
Öntés erdőtalaj	978
Lejtőhordalék erdőtalaj	34
Mesterséges talajképződmény	15
<b>Összesen:</b>	<b>65905</b>

Megjegyzés: piros színnel az 1000 ha nagyobb területfoglalással rendelkező genetikai talajtípusok kerültek megjelölésre



A szűrések után a kapott állományra fmagasságok alapján felállítottam egy 0-35 közötti skálát az egyes termőhelytípus-változatokra. Ezeket a skálaértékeket tekintem a termőhelyek és a fatermőképesség közötti összefüggés viszonyának kifejezésére (16. melléklet).

A 16. melléklet áttekintése után látható hogy a nyárok számára kifejezetten jó termőhely pl. egy vályog fizikai talajféleség, igen mély termőréteggel, állandó vízhatású hidrológiával, nyers öntéstalajon (33 pont). Viszont kifejezetten kedvezőtlen pl. sekély termőréteggű, agyag fizikai talajféleségen lévő, többletvízhatástól független, réti csernozjom talaj (7 pont).

A nemesnyár ültetvények szempontjából optimális három termőhely:

	Genetikai talajtípus	Hidrológia	Termőréteg vastagság	Fizikai talajféleség	Pontszám
1.	Nyers öntéstalaj	Állandó vízhatású	Igen mély	Vályog	33
2.	Humuszos öntéstalaj	Többletvízhatástól független	Igen mély	Homok	31
3.	Kovárványos barna erdőtalaj	Többletvízhatástól független	Közepes mélységű	Vályog	30

A felállított pontrendszer alapján kerültek minősítésre az általam vizsgált fás szárú energetikai ültetvények is. Az eredményeket az 17. melléklet tartalmazza. A vizsgált ültetvények besorolva a pontrendszerbe 14-22 pontszámot kaptak, mely alapján közepes termőhelynek minősíthető területen találhatók.

A pontrendszer elméleti jellegű, hiszen amíg egy nemesnyár állományban 20 év időtartalom alatt az időjárási szélsőségek pl. aszály okozta hatások kiegyenlítődnek, addig a rövid idő alatt nagy dendromassza termelésre képes rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvényeken egy-egy aszályos év (pl. 2011. és 2012.) jelentős hatást gyakorolhat a fatömegre.

#### 4.7.2.3. A fás szárú energetikai nyárültetvények termőhely paramétereinek összefüggés-vizsgálata

A főkomponens-analízis és faktoranalízis alkalmazhatósága ellenőrizhető a korrelációs mátrix értékeinek vizsgálatával (36. táblázat). Mindkét módszer alkalmazható, mert a korrelációs mátrix értékei között sok változó pár esetében kaptam abszolút értékben 0,3-nél nagyobb értéket.

36. táblázat: A korrelációs mátrix értékei

variable	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19
Var1	1,000	0,957	0,864	0,907	0,213	-0,136	0,004	-0,072	-0,109	0,170	0,050	0,059	0,202	-0,023	0,256	0,085	-0,033	0,149	0,129
Var2	0,957	1,000	0,933	0,899	0,244	-0,124	-0,033	0,003	-0,048	0,213	0,067	0,071	0,222	-0,032	0,280	0,074	0,005	0,082	0,058
Var3	0,864	0,933	1,000	0,836	0,227	0,029	-0,104	0,009	-0,041	0,135	0,014	0,049	0,120	-0,099	0,143	0,152	0,018	0,096	0,064
Var4	0,907	0,899	0,836	1,000	0,148	-0,100	0,061	-0,075	-0,123	0,068	-0,064	0,190	0,193	0,001	0,141	0,014	-0,104	0,085	0,064
Var5	0,213	0,244	0,227	0,148	1,000	-0,214	-0,257	0,344	0,192	0,746	0,358	0,263	0,652	0,587	0,615	0,340	-0,266	-0,145	-0,204
Var6	-0,136	-0,124	0,029	-0,100	-0,214	1,000	-0,626	-0,112	-0,119	-0,422	-0,401	0,058	-0,514	-0,141	-0,633	0,306	-0,134	0,129	0,135
Var7	0,004	-0,033	-0,104	0,061	-0,257	-0,626	1,000	-0,339	-0,331	-0,208	-0,253	0,037	-0,115	-0,102	-0,065	-0,278	-0,153	0,214	0,203
Var8	-0,072	0,003	0,009	-0,075	0,344	-0,112	-0,339	1,000	0,958	0,663	0,530	-0,157	0,365	0,273	0,489	-0,076	0,137	-0,691	-0,696
Var9	-0,109	-0,048	-0,041	-0,123	0,192	-0,119	-0,331	0,958	1,000	0,588	0,640	-0,360	0,286	0,092	0,404	-0,037	0,313	-0,685	-0,684
Var10	0,170	0,213	0,135	0,068	0,746	-0,422	-0,208	0,663	0,588	1,000	0,672	-0,048	0,688	0,378	0,866	0,058	0,107	-0,380	-0,414
Var11	0,050	0,067	0,014	-0,064	0,358	-0,401	-0,253	0,530	0,640	0,672	1,000	-0,496	0,561	-0,175	0,511	-0,036	0,644	-0,249	-0,260
Var12	0,059	0,071	0,049	0,190	0,263	0,058	0,037	-0,157	-0,360	-0,048	-0,496	1,000	0,408	0,631	0,008	-0,167	-0,670	-0,135	-0,133
Var13	0,202	0,222	0,120	0,193	0,652	-0,514	-0,115	0,365	0,286	0,688	0,561	0,408	1,000	0,451	0,662	-0,184	-0,002	-0,332	-0,346
Var14	-0,023	-0,032	-0,099	0,001	0,587	-0,141	-0,102	0,273	0,092	0,378	-0,175	0,631	0,451	1,000	0,472	0,284	-0,606	-0,343	-0,337
Var15	0,256	0,280	0,143	0,141	0,615	-0,633	-0,055	0,489	0,404	0,866	0,511	0,008	0,662	0,472	1,000	-0,025	0,068	-0,281	-0,289
Var16	0,085	0,074	0,152	0,014	0,340	0,306	-0,278	-0,076	-0,037	0,058	-0,036	-0,167	-0,184	0,284	-0,025	1,000	-0,125	0,112	0,091
Var17	-0,033	0,005	0,018	-0,104	-0,266	-0,134	-0,153	0,137	0,313	0,107	0,644	-0,670	-0,002	-0,606	0,068	-0,125	1,000	0,099	0,129
Var18	0,149	0,082	0,096	0,085	-0,145	0,129	0,214	-0,691	-0,685	-0,380	-0,249	-0,135	-0,332	-0,343	-0,281	0,112	0,099	1,000	0,995
Var19	0,129	0,058	0,064	0,064	-0,204	0,135	0,203	-0,696	-0,684	-0,414	-0,260	-0,133	-0,346	-0,337	-0,289	0,091	0,129	0,995	1,000

Először a főkomponens-analízis segítségével elemeztem az adatokat. Az adatok korrelációs mátrixának sajátértékeit mutatja a 37. táblázat. A táblázat alapján látható, hogy a 17 főkomponens együtt a teljes varianciát magyarázza (az első 29,78%-ot, a második 21,01%-ot, a harmadik 15,52%-ot, és így tovább). Ezt követően csak az első 5 főkomponenst tartottam meg, mert ezek sajátértéke 1-nél nagyobb. Ez azt jelenti, hogy a 17 változót jól reprezentálhatjuk 5 főkomponenssel.

37. táblázat: A korrelációs mátrix sajátértékei

Value number	Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics Active variables only			
	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,659600	29,78737	5,65960	29,7874
2	3,992063	21,01086	9,65166	50,7982
3	2,948138	15,51651	12,59980	66,3147
4	2,128869	11,20458	14,72867	77,5193
5	1,691934	8,90492	16,42060	86,4242
6	0,953612	5,01901	17,37422	91,4432
7	0,499759	2,63031	17,87398	94,0736
8	0,357396	1,88103	18,23137	95,9546
9	0,276291	1,45416	18,50766	97,4088
10	0,189349	0,99657	18,69701	98,4053
11	0,108456	0,57082	18,80547	98,9761
12	0,089138	0,46915	18,89461	99,4453
13	0,062404	0,32844	18,95701	99,7737
14	0,021373	0,11249	18,97838	99,8862
15	0,017268	0,09088	18,99565	99,9771
16	0,002940	0,01547	18,99859	99,9926
17	0,001410	0,00742	19,00000	100,0000

Következő lépésként (38. táblázat) a főkomponensekhez tartozó sajátvektorok koordinátái kerültek meghatározásra, melyek megmutatják, hogy az eredeti változók mekkora mértékben járulnak hozzá a főkomponensekhez. Mivel korrelációs mátrixon alapul a számítás, ezek a koordináták egyben a változók főkomponenshez való relatív hozzájárulását is mutatják, azaz a faktorsúlyokkal is megegyeznek.

38. táblázat: A főkomponensekhez tartozó sajátvektorok koordinátái

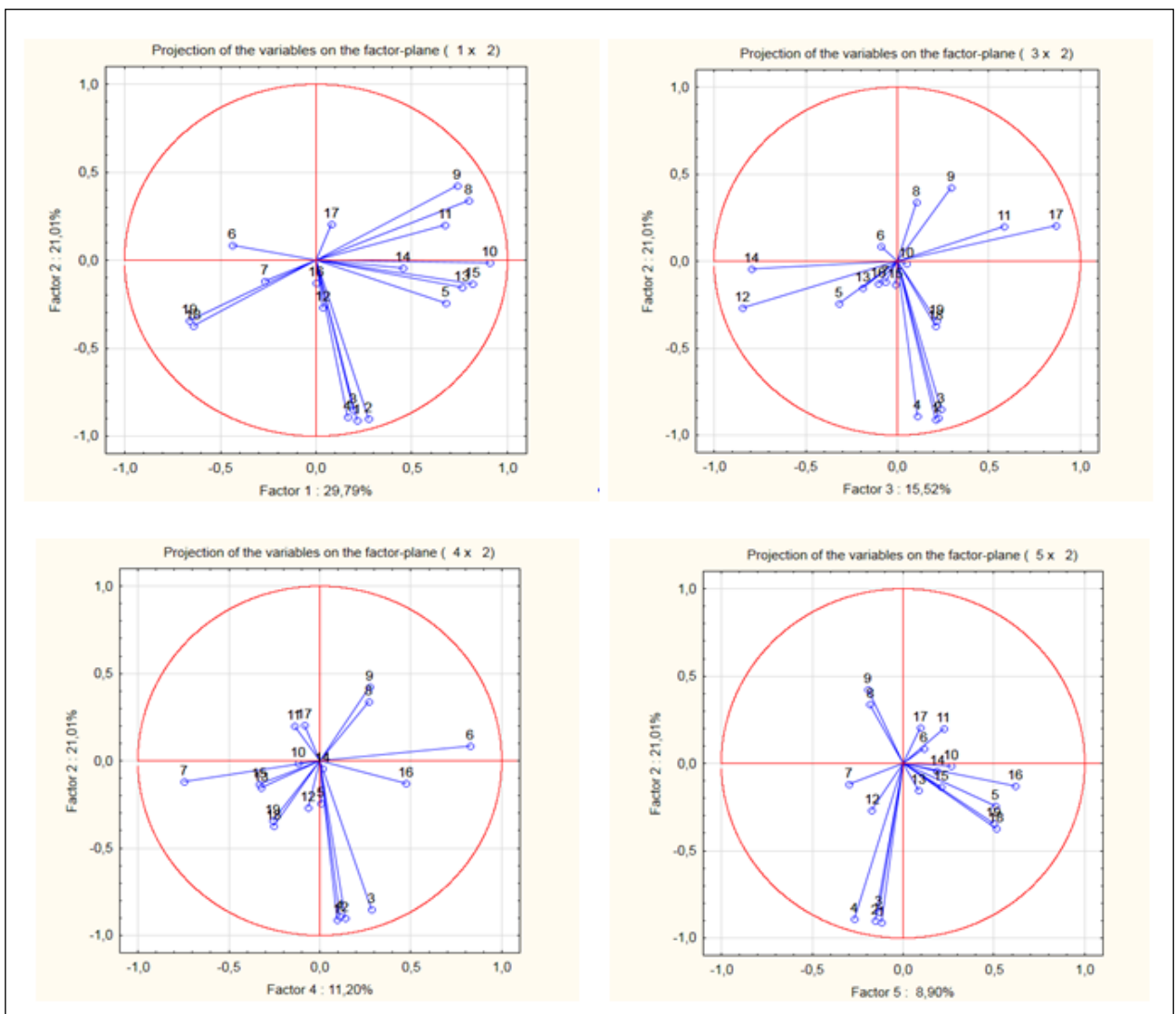
Variable	Factor coordinates of the variables, based on correlations (				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Tőátmérő d0 (mm)	0,215432	-0,910775	0,209073	0,095099	-0,120870
Mellmagassági átmérő d1,3 (mm)	0,271797	-0,898032	0,223670	0,141667	-0,155894
Magasság h (m)	0,196735	-0,849527	0,237308	0,284249	-0,133235
Tömeg m (kg)	0,164202	-0,889859	0,107415	0,110846	-0,270755
Hányszor sarjzatatott	0,677291	-0,241901	-0,316419	0,003934	0,507715
Átlaghőm.	-0,436177	0,086067	-0,091841	0,828458	0,115759
Átl. Csap.	-0,268675	-0,119122	-0,062170	-0,745919	-0,301191
Ph vizes Súlyozott átlag a termőhelyre	0,797497	0,337519	0,103536	0,266308	-0,181710
Ph vizes Felső réteg adatai	0,734636	0,422346	0,295097	0,273622	-0,192471
CaCO3 Súlyozott átlag a termőhelyre	0,904699	-0,012891	0,047316	-0,119761	0,261979
CaCO3 Felső réteg adatai	0,673299	0,198671	0,584039	-0,139487	0,222391
CaCO3 Mélység (ahol megjelenik cm)	0,037091	-0,269828	-0,844116	-0,065144	-0,171702
CaCO3 Érték	0,763367	-0,152155	-0,187573	-0,325578	0,084942
CaCO3 Mélység (ahol max. cm)	0,452576	-0,046954	-0,796281	0,016381	0,186811
CaCO3 Érték	0,815197	-0,135883	-0,012550	-0,331506	0,207808
KA Súlyozott átlag a termőhelyre	0,000661	-0,131118	-0,102557	0,474226	0,615410
KA Felső réteg adatai	0,080623	0,205293	0,867452	-0,082794	0,092723
H% Súlyozott átlag a termőhelyre	-0,639944	-0,370413	0,207112	-0,255944	0,514274
H% Felső réteg adatai	-0,659908	-0,342534	0,212506	-0,258203	0,495311

A táblázat alapján megpróbáltam értelmezni és elnevezni a főkomponenseket, mely a főkomponens-analízis esetében nem mindig egyszerű és egyértelmű feladat.

1. főkomponens (**1. talajminőségi és sarjzatatási főkomponens**): Ph-val és a CaCO<sub>3</sub>-mal szoros pozitív kapcsolat, a sarjzatatás számával közepesen erős pozitív kapcsolat, humusztartalommal pedig negatív kapcsolat;

2. főkomponens (**negatív hozammutató főkomponens**): valamennyi hozammal kapcsolatos változóval szoros negatív kapcsolat;
3. főkomponens (**2. talajminőségi főkomponens**): a  $\text{CaCO}_3$  mélységi adatokkal szoros negatív kapcsolat és a  $K_A$  felső réteg adataival szoros pozitív kapcsolat;
4. főkomponens (**éghajlati főkomponens**): az átlaghőmérséklettel szoros pozitív, az átlagos csapadékkal szoros negatív kapcsolat;
5. főkomponens (**3. talajminőségi főkomponens**): a  $K_A$  termőhelyre vett súlyozott átlagával közepesen erős pozitív kapcsolat.

A főkomponensek megnevezése után az eredményeket egységkörös vektorábrák segítségével elemeztem. Mivel a cél az ültetvény „hozam” alakulásának vizsgálata a „hozammutató főkomponenst” többi főkomponens függvényében ábrázoltam. Minden eredeti változónak az 5-dimenziós térben (az 5 főkomponens tere) egy pont felel meg. Ezeket a pontokat vetíttem a Factor1-Factor2, Factor3-Factor2, Factor4-Factor2, Factor5-Factor2 síkokra. Így kaptam a 66. ábrán lévő egységkörös vektorábrákat. Amelyik vektor hossza nagyon kicsi, az azt mutatja, hogy a tengelyeken lévő főkomponensek egyikével sincs az adott változó szoros korrelációban.



66. ábra: Egységkörös vektorábrák

Az egységkörös vektorábrákon (66. ábra) a vektorok által közbezárt szög koszinuszának nagyságával arányos a korreláció mértéke. Tehát például kicsi hegyesszöget

zár be az 1-2-3. változóhoz tartozó vektor, így ezek között a változók között erős pozitív korreláció (ez azt jelenti, hogy bármelyik kettőt kiválasztva és a mérési eredményeket e kettő síkjában ábrázolva a pontok nagy része egy növekvő egyenes mentén helyezkedik el). Ha a szög növekszik, a pozitív korreláció mértéke csökken, derékszög esetén nulla a korreláció. A nulla korreláció azt jelenti, hogy nincs lineáris kapcsolat, de ez nem jelent függetlenséget, azaz másfajta kapcsolat viszont lehet. Derékszög felett tovább növelve a szöveget a negatív korreláció egyre erősebbé válik, és egyenesszög esetén éri el a -1-et. A -1-hez közeli korreláció azt jelenti, hogy a pontok nagy része egy csökkenő egyenes mentén helyezkedik el. (A -1 érték jelentése az, hogy az összes pont rajta van egy csökkenő meredekségű egyenesen.)

Felmerülhet a kérdés, hogy miért csak a lineáris kapcsolatot elemeztem, és másfajta illeszkedést miért nem vizsgáltam. Ha a feltételezett függvény monoton függvény (akár exponenciális, akár logaritmikus, vagy valamely hatványfüggvénynek egy monoton szakasza, stb.), akkor az egy kis intervallumon egyenessel mindig jól közelíthető. Esetemben valamennyi változó értelmezési tartománya egy szűk intervallum, és biztos, hogy valamilyen monoton függvénykapcsolat feltételezhető a változók között.

A Factor2 a *negatív hozammutató főkomponens*, azért neveztem így, mert a hozamkoordinátákkal szoros negatív kapcsolatban áll, vagyis minél nagyobb a hozam, annál kisebb a második faktorhoz tartozó koordináta. Mind a négy ábrán 90 fokos szög, vagy tompaszög van a hozamváltozók (Var1-Var2-Var3-Var4) és a Var6 (átlag hőmérséklet), Var8 (Ph<sub>vizes</sub> súlyozott átlaga a termőhelyre), Var9 (Ph<sub>vizes</sub> a legfelső talajréteg adatai), Var11 (CaCO<sub>3</sub> a legfelső talajréteg adatai), és Var17 (K<sub>A</sub> a legfelső talajréteg adatai) változók között. Ez korrelálatlanságot, vagy negatív korrelációt mutat a hozamváltozók, illetve a Var6, valamint Var8, Var9, Var11, és Var17 változók között a F1-F2 (negatív hozammutató főkomponens), F3-F2, F4-F2, F5-F2 síkokban. Mivel a Factor2 a *negatív hozammutató főkomponens*, így hozamnövekedés szempontjából épp ezek a változók mutatnak pozitív korrelációt a hozamváltozókkal. (Ha az egyik tengely koordinátáinak épp ellentettjét vennénk, a növekvő egyenesekből csökkenők lennének és fordítva.)

A módszer megbízhatóságát többféleképpen ellenőrizni lehet, többek között a Cronbach-alfa érték kiszámításával is (39. táblázat). Ez az érték ideális esetben 1-hez közeli. A Cronbach-alfa értéke 0,43, ez azt mutatja, hogy nagyjából megfelelő a főkomponens-analízis megbízhatósága.

39. táblázat: A módszer megbízhatóságának vizsgálata a Cronbach-alfa érték kiszámításával

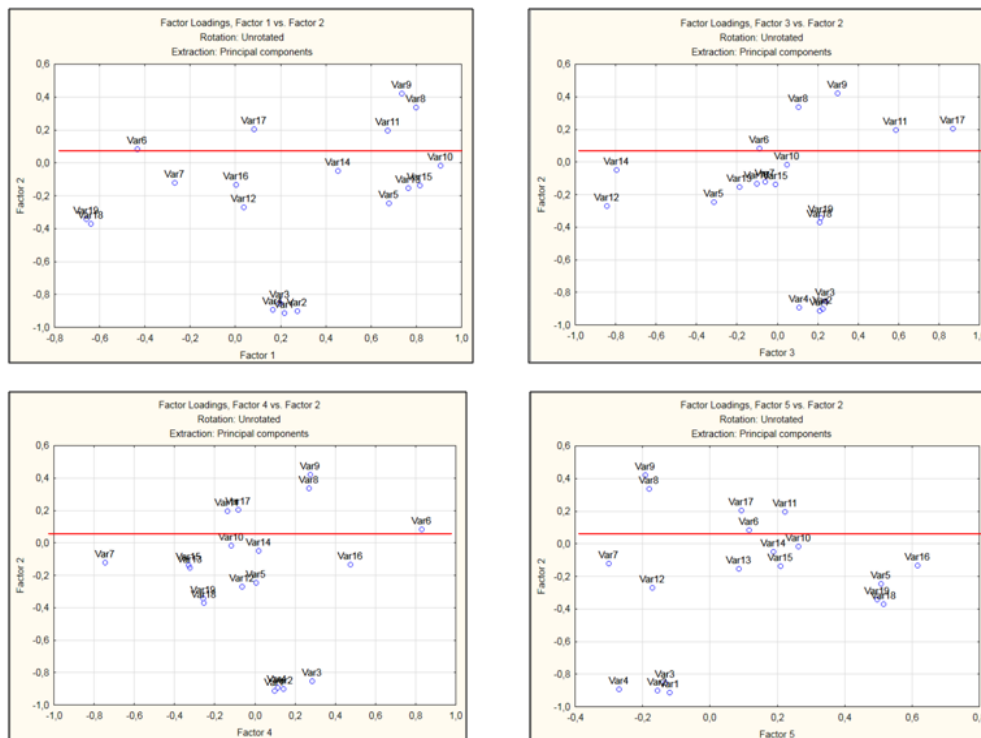
Summary for scale: Mean=910,124 Std.Dv.=92,1623 Valid N:568 Cronbach alpha: ,435054 Standardized alpha: ,611918 Average inter-item corr.: ,121001						
variable	Mean if deleted	Var. if deleted	Stdv. if deleted	Item-Totl Correl.	Alpha if deleted	
Tőátmérő d0 (mm)	864,9706	6708,406	81,90486	0,410013	0,336872	
Mellmagassági átmérő d1,3 (mm)	879,2101	6985,943	83,58195	0,426617	0,346774	
Magasság h (m)	905,4776	8323,286	91,23205	0,428201	0,425242	
Tömeg m (kg)	906,4087	8074,832	89,86007	0,535903	0,407378	
Hányszor sarjaztatott	909,1537	8354,667	91,40387	0,583507	0,427311	
Átlaghőm.	899,8878	8506,985	92,23332	-0,496441	0,438465	
<b>Átl. Csap.</b>	310,2928	7947,890	89,15094	-0,108093	<b>0,554435</b>	
Ph vizes Súlyozott átlag a termőhelyre	902,4310	8478,582	92,07922	0,000387	0,436414	
Ph vizes Felső réteg adatai	902,5406	8497,212	92,18032	-0,162811	0,437787	
CaCO3 Súlyozott átlag a termőhelyre	898,0914	7999,129	89,43785	0,379555	0,404579	
CaCO3 Felső réteg adatai	901,3673	8577,498	92,61478	-0,118088	0,448528	
CaCO3 Mélység (ahol megjelenik cm)	899,0146	6341,880	79,63593	0,240499	0,385931	
CaCO3 Érték	898,5020	7712,071	87,81840	0,532087	0,382417	
CaCO3 Mélység (ahol max. cm)	865,2999	5466,100	73,93307	0,321941	0,344734	
CaCO3 Érték	886,7224	6820,800	82,58813	0,439371	0,336824	
KA Súlyozott átlag a termőhelyre	869,1649	8350,886	91,38318	-0,017035	0,448216	
KA Felső réteg adatai	870,9619	8899,623	94,33781	-0,450795	0,469131	
H% Súlyozott átlag a termőhelyre	907,3414	8497,061	92,17950	-0,050237	0,442916	
H% Felső réteg adatai	905,3900	8583,344	92,64634	-0,110291	0,456917	

A következőkben a faktoranalízis alkalmazására tértem át. A korrelációs mátrix sajátértékeit megvizsgálva (37. táblázat) látjuk, hogy a korrelációs mátrixnak 5 db 1-nél nagyobb sajátértéke van, így 5 faktort érdemes választanunk. Ezek az adathalmaz teljes variációjának kb. 86,42%-át magyarázzák. A faktorsúlyokat (az egyes változók és a faktorok közötti lineáris kapcsolat szorosságát) rotáció nélküli, varimax, biquartimax, és equamax rotáció esetén is megvizsgáltam. A faktorok értelmezhetősége szempontjából a rotáció nélküli esetet elvetjük, a háromféle rotáció között pedig nem látunk különbséget, ezért a varimax rotációt választottam (40. táblázat).

40. táblázat: Faktorsúlyok varimax rotációval

Variable	Factor Loadings (Varimax raw) (Ultetvény adatok_összes_cikkhez)				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Tőátmérő d0 (mm)	0,103251	0,956328	0,002714	0,023488	0,132302
Mellmagassági átmérő d1,3 (mm)	0,026301	0,977185	0,016632	0,004191	0,137330
Magasság h (m)	0,016835	0,946206	0,034702	-0,130098	0,039316
Tömeg m (kg)	0,032217	0,945958	-0,113191	0,083947	0,014542
Hánször sarjzatott	-0,051140	0,146323	-0,258407	-0,271868	0,842875
Átlaghőm.	0,003553	-0,038651	-0,103917	-0,774533	-0,541875
Átl. Csap.	0,308756	-0,035255	-0,114447	0,785926	-0,100009
Ph vizes Súlyozott átlag a termőhelyre	-0,824644	-0,029366	0,181944	-0,118948	0,369360
Ph vizes Felső réteg adatai	-0,820231	-0,069991	0,380362	-0,113552	0,286033
CaCO3 Súlyozott átlag a termőhelyre	-0,365613	0,101767	0,126554	-0,021462	0,862181
CaCO3 Felső réteg adatai	-0,299705	-0,004894	0,674139	0,032444	0,597875
CaCO3 Mélység (ahol megjelenik cm)	-0,022456	0,088870	-0,891341	0,114179	0,067170
CaCO3 Érték	-0,259354	0,149561	-0,153458	0,236964	0,764818
CaCO3 Mélység (ahol max. cm)	-0,186226	-0,096029	-0,733780	-0,143212	0,522892
CaCO3 Érték	-0,219668	0,152002	0,037618	0,185156	0,853927
KA Súlyozott átlag a termőhelyre	0,228637	0,037470	-0,063948	-0,729931	0,201899
KA Felső réteg adatai	-0,018528	-0,014033	0,900942	0,057640	0,031800
H% Súlyozott átlag a termőhelyre	0,935555	0,077013	0,161294	-0,048967	-0,100038
H% Felső réteg adatai	0,927736	0,053730	0,169057	-0,037781	-0,127984
Expl.Var	3,626222	3,772896	2,981497	2,008519	4,031470
Prp.Totl	0,190854	0,198573	0,156921	0,105712	0,212183

Az egyes változókat ábrázolva az 5-dimenziós térben (az 5 faktor tere) minden változónak egy pont felel meg. Ezeket a pontokat vetítettem a Factor1-Factor2, Factor3-Factor2, Factor4-Factor2, Factor5-Factor2 síkokra (67. ábra).



67. ábra: A faktorsúlyok ábrázolása kétdimenziós rendszerben

A faktorok értelmezése a következő:

1. faktor: a Ph adatokkal erős negatív, a H% adatokkal erős pozitív kapcsolatban van, nevezzük **tápanyag ellátottsági és feltáródási faktor** faktornak.

2. faktor: a tőátmérő, mellmagassági átmérő, magasság és tömeg változókkal mutat szoros kapcsolatot, a neve legyen **hozam faktor**.

3. faktor: a két CaCO<sub>3</sub> mélység adattal erős negatív, a KA felső réteg adattal nagyon erős pozitív korrelációban áll, elnevezése legyen **talajfiziológiai faktor**.

4. faktor: az átlaghőmérséklet és a KA súlyozott átlag változókkal erős pozitív, az átlagos csapadék változóval erős negatív kapcsolatban áll, nevezzük **talaj vízháztartás faktornak**.

5. faktor: a sarjzatás száma, a CaCO<sub>3</sub> súlyozott átlag, és a CaCO<sub>3</sub> értéke, ahol megjelenik (mélység) valamint CaCO<sub>3</sub> értéke, ahol maximális (mélység) változókkal mutat szoros pozitív korrelációt, a neve legyen a **sarjzatások számával és a talaj mésztartalmával kapcsolatban álló faktor**.

A kapott 5 faktor nagyon hasonló a főkomponens-analízis során kapott főkomponensekhez (csupán kis eltérések láthatók, pl. az első faktorban nincs benne a CaCO<sub>3</sub> és a sarjzatás, viszont megjelenik a Ph és a H% stb.) A változók hozam koordinátái közül a legnagyobbakat vettem figyelembe (piros vonal feletti koordináták), ezek alapján az eredmény ugyanaz, mint a főkomponens-analízis esetben. Az alábbi paraméterek befolyásolják tehát az általunk vizsgált adatbázisban pozitívan a hozamadatokat:

- átlag hőmérséklet=Var6;
- Ph<sub>vizes</sub> súlyozott átlaga a termőhelyre=Var8;
- Ph<sub>vizes</sub> a legfelső talajréteg adatai=Var9;
- CaCO<sub>3</sub> a legfelső talajréteg adatai=Var11;
- K<sub>A</sub> a legfelső talajréteg adatai=Var17.

A faktoranalízis megbízhatósága a reziduális korrelációs mátrixszal ellenőrizhető, ami az eredeti változók korrelációs mátrixát és a felállított modell által kapott korrelációs mátrixot hasonlítja össze. Ideális esetben a korrelációs értékek különbségei legtöbb esetben nem haladják meg a 0,1-et. A reziduális mátrix (41. táblázat) alapján azt mondhatjuk, hogy a faktoranalízis a kísérleti eredményeinkre jó megbízhatósággal alkalmazható.

41. táblázat: A reziduális korrelációs mátrix

Residual Correlations (Ültetvény adatok_összes_cikkhez)																			
Extraction: Principal components																			
(Marked residuals are > .100000)																			
Variable	Var1	Var2	Var3	Var4	Var5	Var6	Var7	Var8	Var9	Var10	Var11	Var12	Var13	Var14	Var15	Var16	Var17	Var18	Var19
Var1	0.06	0.00	-0.04	-0.00	-0.03	-0.01	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.00	-0.03	-0.02	0.02	0.02	0.02	-0.03	-0.01	-0.00
Var2	0.00	0.03	0.00	-0.03	-0.01	-0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	0.01	0.02	0.01	-0.00	-0.01	-0.00
Var3	-0.04	0.00	0.08	-0.05	0.03	-0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	0.01	-0.00	-0.01
Var4	-0.00	-0.03	-0.05	0.08	-0.01	-0.00	0.01	0.00	0.02	-0.01	0.02	-0.00	0.01	0.02	-0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Var5	-0.03	-0.01	0.03	-0.01	0.12	0.01	0.03	0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.01	-0.00	-0.08	-0.08	-0.04	-0.04	0.00	-0.02
Var6	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	0.01	0.09	-0.09	0.02	-0.01	0.05	0.02	0.09	0.07	-0.05	-0.02	-0.16	0.02	0.05	0.05
Var7	0.00	0.01	0.03	0.01	0.03	-0.09	0.26	0.07	0.08	0.03	-0.05	-0.14	-0.16	0.03	-0.04	0.24	-0.09	-0.03	-0.05
Var8	-0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.07	0.14	0.09	0.02	-0.06	-0.02	-0.07	0.04	0.01	-0.04	-0.05	0.08	0.08
Var9	0.01	-0.00	0.00	0.02	-0.01	-0.01	0.08	0.09	0.08	-0.00	-0.03	-0.04	-0.05	0.05	-0.00	0.04	-0.05	0.05	0.05
Var10	-0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.05	0.03	0.02	-0.00	0.10	-0.04	-0.01	-0.06	-0.04	0.03	-0.04	-0.04	0.02	0.01
Var11	0.00	-0.01	-0.02	0.02	0.02	0.02	-0.05	-0.06	-0.03	-0.04	0.10	0.05	0.12	-0.04	-0.10	-0.02	0.01	-0.02	-0.02
Var12	-0.03	-0.01	0.01	-0.00	-0.01	0.09	-0.14	-0.02	-0.04	-0.01	0.05	0.18	0.17	-0.04	-0.06	-0.15	0.12	0.04	0.05
Var13	-0.02	-0.02	-0.01	0.01	-0.00	0.07	-0.16	-0.07	-0.05	-0.06	0.12	0.17	0.25	-0.06	-0.11	-0.12	0.10	0.01	0.02
Var14	0.02	0.01	-0.02	0.02	-0.08	-0.05	0.03	0.04	0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.06	0.12	0.05	0.07	0.04	0.00	0.03
Var15	0.02	0.02	-0.01	-0.02	-0.08	-0.02	-0.04	0.01	-0.00	0.03	-0.10	-0.06	-0.11	0.05	0.16	-0.02	-0.01	0.00	0.02
Var16	0.02	0.01	0.01	0.02	-0.04	-0.16	0.24	-0.04	0.04	-0.04	-0.02	-0.15	-0.12	0.07	-0.02	0.37	-0.03	-0.11	-0.11
Var17	-0.03	-0.00	0.01	0.01	-0.04	0.02	-0.09	-0.05	-0.05	-0.04	0.01	0.12	0.10	0.04	-0.01	0.37	0.18	-0.02	0.00
Var18	-0.01	-0.01	-0.00	0.01	0.00	0.05	-0.03	0.08	0.05	0.02	-0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	-0.11	-0.02	0.08	0.08
Var19	-0.00	-0.00	-0.01	0.01	-0.02	0.05	-0.05	0.08	0.05	0.01	-0.02	0.05	0.02	0.03	0.02	-0.11	0.00	0.08	0.09

#### 4.7.2.4. A KITE által létesített ültetvény kísérletek eredményeinek értékelése

A KITE kérdőíveinek (19. melléklet) értékelése kérdésenként történt, az összetartozó kérdések összevonva kerültek elemzésre.

#### **1. Létezik-e még a mezőgazdasági területen létesített fás szárú energia ültetvény?**

**Ha nem:**

#### **2. Mi lett az ültetvény sorsa?**

A kérdőív eredménye alapján a 12 ültetvényből 3 ültetvényt már felszámoltak. Ezeket felszámolták, és mezőgazdasági termesztés folyik rajta, vagy vadbúvóhely lett. A telefonos megkérdezés alapján (a fenti két eset) az egyik már 10 m magas erdő, a másik még létezik, de nem hozta a kívánt elvárásokat. A felmérésen kívül tudomásomra jutott, hogy még négy ültetvényt már felszámoltak, sorsáról viszont nem sikerült információt szerezniem.

Tehát összesen a kezdeti 28 ültetvényből 2012-re 20 ültetvény maradt.

#### **3. Miért nem tartották fent az ültetvényt?**

A három kérdőív alapján (akik nemmel válaszoltak az ültetvény meglétét illetően) elmondható, hogy az ültetvényt azért nem tartották fent, mert már az ültetés után probléma jelentkezett: a dugványok elszáradtak öntözés hiányában, vagy jelentős volt a rovar vagy vadkár, harmadik esetben pedig nem volt felvevőpiaca az ültetvényen megtermelt faaprítéknak.

Amennyiben az ültetvény létezik a következő kérdések kerültek megválaszolásra.

#### **4. Mi volt a motiváció, hogy kísérleti energetikai faültetvényt telepített?**

A kilenc válaszoló közül hatan mondták azt, hogy a KITE felkérése miatt vágta bele a fás szárú ültetvénytelepítésbe kísérleti jelleggel, és négyen válaszolták azt, hogy a mezőgazdasági termékszerkezetet szerették volna bővíteni.

#### **5. Hogyan ítélte meg a telepítés időszakában a fás szárú energetikai ültetvények jövőjét?**

A megkérdezettek 100%-a válaszolta azt, hogy azt gondolta, a megújuló energiatermelés egy lehetősége a fás szárú energetikai ültetvény.

#### **6. Hogyan látja ma a fás szárú energetikai ültetvények jövőjét?**

Egy megkérdezett mondta azt, hogy az energiatermelés mellett a közfoglalkoztatottság, az energia biztonság és költséghatékonyság növelése miatt lesznek telepítések.

Hárman nem látják jövőjét a fás szárú energetikai ültetvényeknek.

Öten pedig ma is azt gondolják, hogy a megújuló energiatermelés egy lehetősége a fás szárú energetikai ültetvény.

#### **7. Melyik termesztési formát tartja előnyösebbnek a fás szárú energetikai ültetvényekben?**

A válaszolók 78%-a mondta azt, hogy az aprítékként termelt, 2-3 évente levágott biomassza az előnyösebb termesztési forma.

Míg 22 % szerint a hengeres fa termelés, 5-10 éves vágásciklussal, ugyancsak szántó művelési ágban a jobb.

#### **8. Rentábilisnak tartják-e a klasszikus mezőgazdasági termeléssel szemben, vagy mellett az ültetvényeket?**

Egy válaszoló mondott igen erre a kérdésre, míg a többiek nemmel válaszoltak.

#### **9. Milyen felhasználási alternatívák léteznek a területen megtermelt faanyag hasznosítására, értékesítésére?**

Hárman válaszolták, hogy fűtőműnek adható el a faanyag 100 km-en belül, egy szerint 50 km-en belül, két válaszoló szerint pedig egyéni hőtermelés céljára is felhasználható, a többiek nem adtak választ erre a kérdésre.

#### **10. Mekkora volt az egyes években a ráfordítások nagysága?**

A legnagyobb költség a válaszadók szerint az ültetvények telepítése volt, a fenntartási, ápolási költségek ehhez képest elhanyagolhatók. Az ültetés mellett jelentős költségtételt jelent a betakarítás munkaművelete.

**11. Telepítés óta 50 km-es körzetben nyílt-e értékesítési lehetőség?**

**12. Ha nyílt értékesítési lehetőség, van-e tudomása róla, hogy milyen (fűtőmű, erőmű, teljesítmény MW)?**

Mindössze egy megkérdezett válaszolta azt, hogy a telepítés óta értékesítési lehetőség nyílt 50 km-es körzeten belül.

**13. Amennyiben az aprítékot nem termelik le, az ültetvényt érdemesnek tartja-e fásszárú hengeres ültetvényként tovább fenntartani és hengeres tűzifaként, vagy ipari faként értékesíteni?**

Hatan adtak igen, és hárman nem választ.

**14. Szükség volt-e rovarkártevők elleni védekezésre?**

Négy ültetvényen volt szükség rovarkártevők elleni védekezésre, öt ültetvényen pedig nem.

**15. Milyen mértékű volt a rovarkár és melyik évben jelentkezett?**

A rovarkár jellemzően csak egy-két évben volt jelentős, akkor is maximum 30%, egy helyen jelentkezett csak 30-70% közötti rovarkár.

**16. Jelentkezett-e vadkár?**

A vadkár nem volt jelentős, három helyen jelentkezett kettőn maximum 30%-ban, egy helyen fordult elő 30-70 % között. A három helyből kettőn csak egy-két évben fordult elő, míg egy helyen minden évben.

**17. Van-e az ültetvény közelében zárt erdőtömb?**

Hat esetben nincs zárt erdőtömb az ültetvény közelében, egy esetben van 100-500 méteren belül, egy esetben 500-1000 méteren belül és egy esetben 1000-1500 méteren belül.

**18. Amennyiben biztos piacra talál végezne-e további telepítéseket?**

Hatan válaszoltak nemmel erre a kérdésre, egy partner telepíteni 1-2 ha-t ültetvényt és két válszólo telepítene 2-5 ha-t.

**19. Melyik fafajt tartja alkalmasabbnak fás szárú energetikai ültetvény létesítésére?**

A telepítők egybehangzóan azt válaszolták, hogy a nyár fafajt tartják legalkalmasabbnak a fás szárú energetikai ültetvény telepítésére.

**20. Egyet ért-e azon szakemberekkel, akik azt állítják, hogy a hazai termőhelyeken a nyárok nagyobb fatermést tudnak elérni, mint a fűzek?**

A válaszolók 50-50 %-ban választották a: „részben értek egyet, mivel a fűz vízigenyes fafaj, a jó vízellátottságú területeken nagyobb a fahozama, mint a nyaré” és a „teljes mértékben egyet értek, mivel a jó vízellátottságú területeken is a nyáraknak nagyobb a fahozama” megállapításokat.

**21. Ön szerint mennyiben befolyásolja az ültetvények fahozamát a talajok tápanyag ellátottsága?**

A válaszolók többsége szerint a talajok tápanyag ellátottsága kis mértékben befolyásolja az ültetvények fahozamát, de tápanyag-utánpótlást nem igényel a természeti ciklus alatt. Két válaszoló szerint jelentősen befolyásolja, az ültetvények fahozamát a talajok tápanyag ellátottsága ezért rendszeres tápanyag utánpótlást is végeznének. Egy válaszadó mondta azt, hogy nem befolyásolja, az ültetvények fahozamát a talajok tápanyag ellátottsága, van elég feltöltött tápanyag a talajban.

**22. Ön szerint mennyiben befolyásolja az ültetvények fahozamát a talajok vízellátottsága?**

A válaszolók egyértelműen azt nyilatkozták, hogy befolyásolja a fafajt és a hozamot is a talajok vízellátottsága, így a termőhelyek függvényében választana fafajt.

**23. Hozam adatok állnak-e rendelkezésére az ültetvényről?**

Öt ültetvényről vannak a tulajdonosnak hozamadatai, négyről pedig nincsenek.



#### **24. Hány évesen és mekkora mért vagy becsült hozamot tudtak elérni az ültetvényen?**

Az igennel válaszolók hozamadataiból egyértelműen kiderül, hogy nőtt az ültetvény hozama 2011-ben a 2009-es betakarításhoz képest.

A kapott adatok alapján:

2009. év: 5,8-33 t/ha (nedves faapríték)

2011. év: 41-49 t/ha (nedves faapríték) keletkezett.

#### *A felmérésből levont következtetések, megállapítások*

A felmérés eredményeképpen elmondható, hogy az ültetvények egy része megmaradt és nagyjából 1/3-át számolták fel. A felszámolt ültetvényeken azok a problémák jelentkeztek, melyeket már vázoltam az 3.7. pontban. Az ültetvénytelepítők a telepítés kezdetekor és most is a megújuló energiatermelés egy lehetőségének látják a fás szárú energetikai ültetvény telepítését. Véleményük szerint a 2-3 évente, apríték formájában történő betakarítás a célszerűbb. Sajnos nagy részük nem tartja rentábilisnak a klasszikus mezőgazdasági termeléssel szemben vagy mellett az ültetvényeket. A felvevőpiac a faanyag részére messze található az ültetvényektől, és nem tudnak arról, hogy 50 km-es körzetükben található-e értékesítési lehetőség. A faapríték szerintük egyéni célra, vagy fűtőerőművekben történő felhasználásra alkalmas. Többségük szerint, ha faaprítékot nem termelik le, érdemes az ültetvényt fásszárú hengeres ültetvényként tovább fenntartani és hengeres tűzifaként, vagy ipari faként értékesíteni. Rovar- és vadkár az ültetvények egy részén jelentkezett, de nagy része maximum 30% volt az egyes években, 70% feletti károsítás sehol nem fordult elő.

Az ültetvénytelepítők nagy része nem szeretne újabb ültetvényeket telepíteni, aki vállalna az is max. 5 ha-t. A megkérdezettek 100%-a szerint a nyár fafaj a legalkalmasabb fás szárú energetikai ültetvény telepítésére. Részben vagy teljesen egyet értenek azzal a megállapítással, hogy a hazai termőhelyeken a nyárak nagyobb fatermést tudnak elérni, mint a fűzek. Többségük szerint az ültetvények fahozamát a talajok tápanyag ellátottsága csak kis mértékben befolyásolja. Viszont abban egyetértettek, hogy befolyásolja a fafajt és a hozamot is a talajok vízellátottsága, így a termőhelyek függvényében választanának fafajt. Az ültetvény-tulajdonosok nagyjából fele rendelkezik hozamadatokkal, melyek nagy szélsőértékeket mutatnak.

A felmérés eredményéből több megállapítás tehető, ellentmondás érzékelhető. Érdekes, hogy a telepítők a megújuló energiatermelés egy lehetőségének látják a fás szárú energetikai ültetvény telepítését, ugyanakkor nem találják rentábilisnak a klasszikus mezőgazdasági termelés helyett/mellett. És nagy részük nem is szeretne a továbbiakban ültetvényt telepíteni. Nem tájékozódtak arról, hogy az ültetvény környékén 50 km-es távolságban található-e erőmű, mely felvevőpiaca tudna lenni az ültetvényen megtermelt faaprítéknak. Érdekes az a feltevés is, hogy csak kis mértékben befolyásolja a talajok tápanyag-ellátottsága a fahozamot, míg a vízellátottság szerintük fontos tényező. Pedig nem lehet a termőhely adottságait külön-külön figyelembe venni, azokat együttesen kell szem előtt tartani, megfelelő tápanyag-ellátottság hiányában a fahozam elmarad a várttól.

#### **4.8. FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEKEN ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI MODELLEK ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA**

A fás szárú energetikai ültetvények esetén több termesztési technológiát különíthetünk el. Az alkalmazott fafaj alapvető meghatározója számos technikának, mivel befolyásolja a betakarítás idejét, módját, a telepítési hálózatot, az alkalmazható gyomirtás fajtáját és egyéb tényezőket.

A fás szárú energetikai ültetvényekkel a gyors növekedésű fafajok kezdeti növekedési erélyét igyekeznek még jobban kihasználni, így a vágásfordulót igyekeznek egyre inkább leszorítani. Ezért alakult ki a minirotaációs energetikai faültetvény fogalom is, amely a nagyon

rövid vágásfordulójú faültetvényeket jelöli meg. A minirotaációs technológia előnyeit és hátrányait a 42. táblázat tartalmazza.

42. táblázat: A minirotaációs fás szárú energetikai ültetvények előnyei és hátrányai  
(Lukács Gergely, 2011; Lukács Gergely, 2012 alapján saját szerkesztés)

Minirotaációs fás szárú energetikai ültetvény	Előnyök	Hátrányok
1-3 éves vágásforduló	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gyors töketérülés;</li> <li>– az ültetés és betakarítás kivételével növénytermesztési gépek alkalmazhatók;</li> <li>– kedvező önköltségű betakarítás;</li> <li>– kis élőmunkaigény;</li> <li>– 2 éves korban 5-25 t/ha absz. szárazanyag;</li> <li>– növeli a kistérség, település energia önellátását a helyben maradó jövedelmet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kedvezőtlenebb kéreg-fatest arány;</li> <li>– gyengébb fűtőérték;</li> <li>– nagyobb nedvességtartalom;</li> <li>– kisebb hozam;</li> <li>– nagyobb eszközigény;</li> <li>– nagy holtmunka-igény.</li> </ul>

Az alábbiakban az ültetvényszerű termesztés folyamata kerül rövid bemutatásra.

#### Talaj-előkészítés

A talaj-előkészítésnek feladata és célja, a kellő minőségű ültetésre alkalmas terület biztosítása, illetve az ültetvényt a további ápolási munkálatokra is lehetővé tegye. Az elvégzendő feladatok a terület állapotától függenek (Barkóczy és Ivelics, 2008).

#### Tápanyag-utánpótlás

A tápanyag-utánpótlás feladata a talaj termőképességének fenntartása, javítása. Erre szükség van a gyors növekedés, a nagy dendromassza termelés, megfelelő egészségi állapot eléréséhez. A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények esetén rövid időn belül jelentős mennyiségű biomasszát (8-12 t szerves anyag/ha/év) viszünk el a területről (Barkóczy és Ivelics, 2008). A levelek lehullása révén a talajból felvett tápanyag egy része visszakerül a talajba, viszont ez csekély mértékű, a megfelelő tápanyag-ellátás miatt mindenképp szükség szerű a pótlás.

A tápanyag-utánpótlás történhet a fás szárú energetikai ültetvény létesítése előtt és az üzemelés közben is. Alkalmazható: szervestrágya, zöldtrágya, műtrágya, kísérleti jelleggel fahamu.

#### Ültetési hálózat

A telepítésnél az ültetvény paramétereit (sortáv, tőtávolság) úgy kell meghatározni, hogy a termesztés-technológia egyéb munkaműveletei az agrotechnikai követelményeknek megfelelően elvégezhetőek legyenek.

Az ültetési hálózatot befolyásolja a fafaj, a termőhely, a termesztés célja, a várható hozam, letermelés módja stb. Lényeges megjegyezni, hogy egy adott fafaj ugyanazon termőhelyen azonos idő alatt nagyobb hozamot érhet el, ha számára az ideális növény tér rendelkezésre áll.

#### Szaporítóanyag

Hazánkban fás szárú energetikai ültetvény telepítéséhez kizárólag az erdészeti szaporítóanyagokról szóló 110/2003. (X. 21.) FVM rendelet követelményeinek megfelelő, szaporítóanyagot lehet felhasználni (Barkóczy és Ivelics, 2008).

A dugványoknak és a csemetéknek egészségesnek, sérüléstől mentesnek kell lenniük. A szaporítóanyagról kapott származási, illetve klónazonossági bizonyítványt meg kell őrizni és a hatósági ellenőrzések alkalmával be kell mutatni.

#### Ültetés

Az ültetés időpontja dugvány szaporítóanyag esetében a kora tavasz, csemete esetében az ősz. Tavasz ültetésnél fontos veszélyeztető tényező a kései fagyok előfordulása. A telepítési technikák közül a legjobb eredést biztosító a kézi dugványozás. Hátránya viszont a

magas élómunka igénye. A kézi ültetésnél ügyelni kell a megfelelő tömörítésre, dugvány körül nem maradhat légzárvány, mert a dugvány kiszáradását okozhatja.

Amennyiben gépesített ültetést szeretnénk, úgy különböző, pl. erdészeti dugvány- vagy csemeteültető gépek állnak rendelkezésre.

Ha a megeredési hiány 10% fölötti, az első betakarítást követően pótlást kell elvégezni.

### Ápolás

Az ápolások célja, hogy az ültetvény fenntartási ideje alatt fenntartsa a legmagasabb növekedést, ezzel maximális hozamot biztosítson. Fontos a talaj levegőzöttségének, vízháztartásának megőrzése, valamint a tömörödöttség megakadályozása. Az ültetvény elgyomosodása növedékkiesést eredményezhet, csökkenhet a növények ellenálló képessége, így nő a károsítókkal szembeni veszélyeztetettség. A gyomosodás a betakarítást követően is veszélyezteti a sarjakat, akár el is száradhatnak.

Az ápolás fontosabb műveletei: a gépi sorközművelés, kis területen kézi ápolás, gyomkorlátozás. A sorközök gépi művelésére leggyakrabban a tárcsázást alkalmazzák, de végezhető kultivátorral vagy kombinátorral is. Gyomkorlátozás történhet agrotechnikai, mechanikai, kémiai és biológiai, vagy integrált formában.

### Kórokozók, károsítók elleni védekezés

A fás szárú energetikai ültetvényeken az eddigi tapasztalatok alapján nem jelentősek a minőségi károk. Kizárólag a mennyiségi kárral kell számolnunk, azaz a hozamcsökkenés jelent problémát. A károsítók, kórokozók kismértékű jelenléte esetén nem érdemes védekezni, a tömeges elszaporodást viszont meg kell akadályozni. Még nagyobb problémát jelenthet a vadkárosítás. Ez ellen érdemes vadkárrelhárító kerítést építeni és az illetékes vadásztársasággal egyeztetni.

### Betakarítás

Az ültetvények betakarítása minden esetben a vegetációs időszakon kívül történik, amikor az ültetvény nyugalmi állapotban van. Ez időjárástól is függően a november és március közötti időszakot jelenti. A betakarításra a legkedvezőbb körülmény az enyhe fagy, mivel akkor a talaj gépekkel jól járható.

A fás szárú ültetvények betakarító gépei: a terület nagyságától függően lehetnek tisztító- motorfűrész, döntő-aprító gép, döntést és kötegelést egy menetben elvégző bálázógép vagy járvaaprító gép. A következő táblázatban a fás szárú energetikai ültetvények termesztés-technológiáiban elforduló műveletek és gépek kerültek összegyűjtésre (43. táblázat).

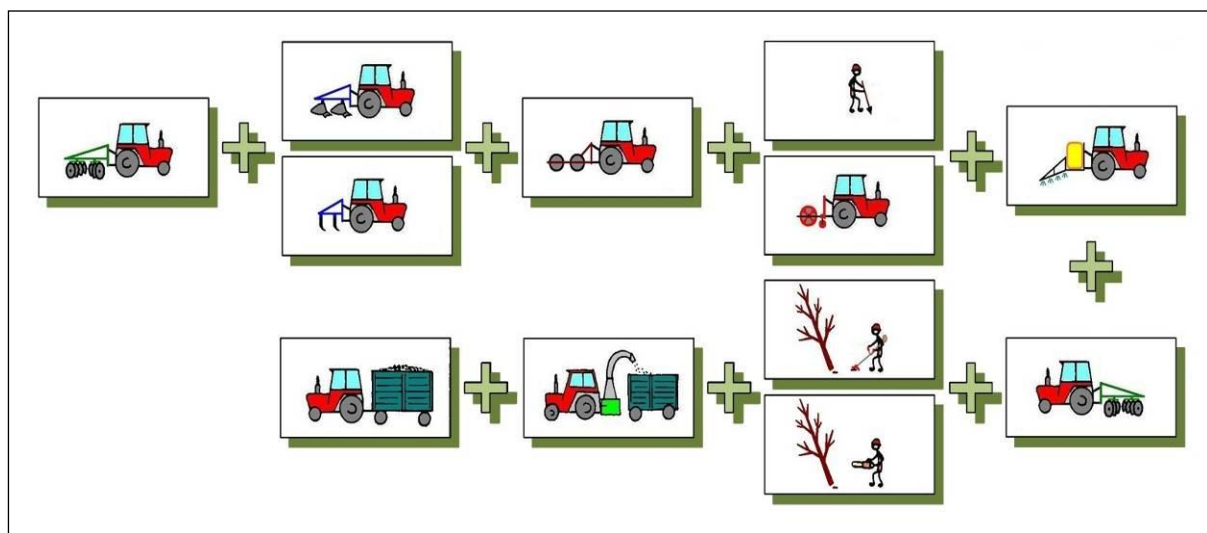
43. táblázat: A fás szárú energetikai ültetvények termesztés-technológiáiban előforduló műveleteket és azok gépei  
(Czupy et al., 2012)

Műveletek	Műveletek célja, jellege	Gépek
<i>Terület és talaj-előkészítés:</i> - vegyszeres gyomirtás - mélyszántás, vagy mélylazítás (25–50 cm) - talajfelület elmunkálás	a terület alkalmasság tétele a talajelkészítésre; optimális fizikai talajállapot előállítása lágyszárúak eltávolítása talajforgatás rögtörés, talajfelszín egyengetés	permetezőgép mélyszántó eke tárcsa
<i>Dugványozás, csemeteültetés</i> vagy	nemes nyár és fűz dugványozása, illetve nemes nyár és fűz csemete ültetése	kézi ültetés ékásóval, csemeteültető gép, dugványozógép
<i>Ápolás:</i> - mechanikai talajápolás, gyomirtás - vegyszeres gyomirtás	optimális feltételek biztosítása az energiaerdő fafaja számára talajlazítás, gyomeltávolítás gyomeltávolítás, rovarirtás	tárcsa permetezőgép

Műveletek	Műveletek célja, jellege	Gépek
<b>Betakarítás:</b> - egymenetes betakarítás - többmenetes betakarítás	tüzelésre alkalmas apríték előállítás apríték előállítása járvaaprítással apríték előállítása: - a döntés-aprítás, - a döntés-közelítés-aprítás, - a döntés-kötegelés-köteg-szállítás-aprítás műveletsorok valamelyikével	járvaaprító gép tisztítófűrész, motorfűrész, döntőgép, közelítőgép, kötegelőgép, kihordó, aprítógép
<i>Apríték szállítás</i>	az apríték mozgatása az előállítási hely és az erőmű között	tehergépkocsi, pótkocsi
<i>Köteg szállítás</i>	a kötegek mozgatása az előállítási hely és az aprítási hely között	kihordó, tehergépkocsi, pótkocsi
<b>Ültetvény felszámolása:</b> - tuskózás - mélyszántás (50–70 cm) - talajfelület elmunkálás	a területet alkalmassá tétele szántóföldi növénytermesztésre tuskóeltávolítás talajforgatás rögtörés, talajfelszín egyengetés	tuskókiemelő, tuskóforgácsoló eke tárcsa

AZ ültetvények termesztés-technológiájának kiválasztása kiemelt fontosságú az ültetvény jövőjét illetően.

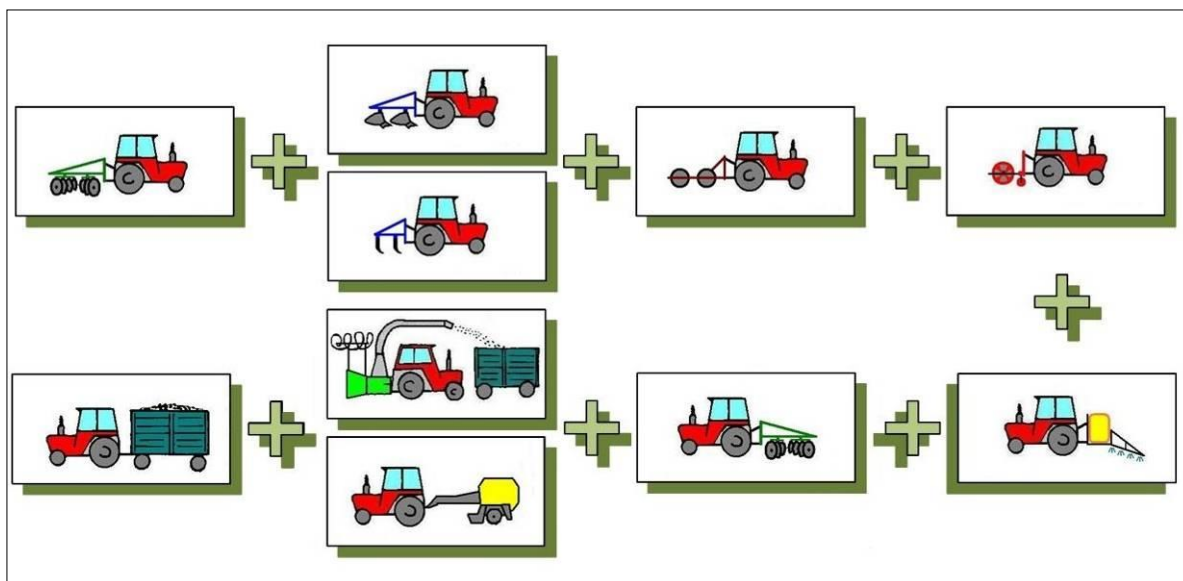
A 3 ha-nál kisebb területű ültetvények esetén az 68. ábrán bemutatott technológia alkalmazható (Az ábrák jelmagyarázata a 20. mellékletben található).



68. ábra: Technológiai modell 3 hektárnál kisebb területű ültetvényekre

Az ültetést megelőzően talajelőkészítést szükséges végezni, amely tarlóhántást, mélylazítást és magágykészítést vagy szántást és magágykészítést foglal magában. A dugvány vagy csemeték kiültetése kézi erővel, ékásóval, illetve kisebb teljesítményű dugványozó vagy ültetőgéppel történhet. A sorközművelés (vegyszeres gyomirtás) permetezőgéppel végezhető el. A betakarításhoz motorfűrész vagy tisztítófűrész alkalmazunk, majd a mobil aprítógéppel felaprított faanyagot a felhasználás helyére szállítjuk. A munkagépek mindegyike akkor teljesítmény-igényű, hogy közepes kategóriájú univerzális traktorral üzemeltethető.

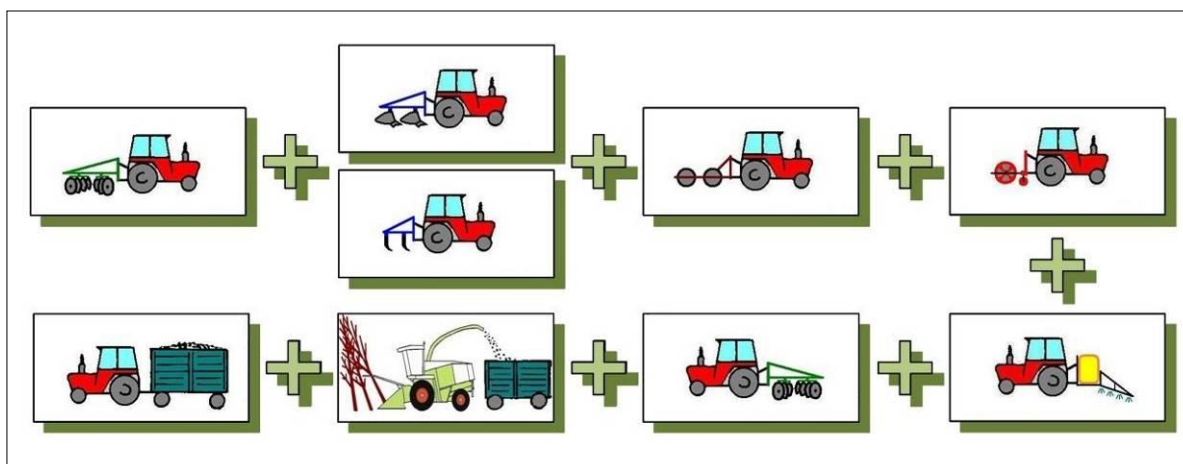
A 3–20 hektáros ültetvényeken alkalmazható technológiát az 69. ábra mutatja.



69. ábra: Technológiai modell 3–20 hektár területmagság esetén

A talajelőkészítést követően az ültetvény telepítése dugvánnyal vagy csetetével közepkategóriás univerzális traktorral üzemeltetett munkagéppel végezhető el. Sorközművelésre permetezőgép használható. A betakarítás döntő-aprító géppel, vagy a döntést és kötegelést egy menetben elvégző bálázógéppel történik. Ezt követi a biomassza elszállítása. A munkagépek teljesítmény-igénye ez előbbi kategóriánál nagyobb.

A 20 ha-nál nagyobb területeken a technológiai lánc a 70. ábra szerinti.



70. ábra: Technológiai modell 20 hektárnál nagyobb ültetvényekre

Ekkora területmagság esetén a technológiai láncban csak a betakarítás módja különbözik az előzőekben leírtaktól. Erre a célra nagy teljesítményű magajáró döntő-aprító gépek ajánlhatók.

A 3.8 pontban leírt metodika segítségével elkészült az fás szárú energetikai ültetvények energiamérlege különböző gépi teljesítmények mellett (21. melléklet). Hangsúlyoznom kell, hogy ez átlagos értékeket feltételező, lehetséges mintapéldája az energiamérlegnek. A műveletek, a teljesítmények, az alkalmazások száma változtatható, az adott terület igényeinek megfelelően, így természetesen változik az energiamérleg is.

A számolás eredményeképpen elmondható, hogy a számolt példánál a legkisebb gépesítési igénynél, a kis teljesítményű gépek esetében a legjobb az energiamérleg 1:46.

Közepes teljesítményű gépeknél a betakarításnál két eltérő géptípust vettünk figyelembe, biobaler esetén az energiamérleg 1:26, döntő-aprító gép esetében 1:35 volt. Nagy teljesítményű gépkategóriánál az energiamérleg 1:37 volt.

Az energiamérleg felállításánál az ültetvényen végzett gépi munkák teljesítményére koncentráltam, nem vettem figyelembe az élőmunka energiaigényét a szaporítóanyag, műtrágya energiatartalmát. A gépi munkák figyelembe vételénél ezek energiatartalmát nem tartom szükségesnek. A költségkalkuláció számításakor természetesen a fenti paraméterek is figyelembe veendőek.

## 5. ÚJ KUTATÁS EREDMÉNYEK

1. A témához kapcsolódó szakirodalom kutatása alapján a szerző a következő megállapításokat tette:

- Európában a leggyakrabban használt biomassza típus a tűzifa;
- rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények termesztésével, hasznosításával kapcsolatban számos országban zajlanak kísérletek, kutatások az 1960-as, 1970-es évektől kezdődően, hazánkban az 1980-as évek elején kezdődtek a kutatások;
- hazánkban a megújuló energiaforrások közül a biomassza adja a legnagyobb részarányt, a jövőben a szilárd biomassza lehet hazánk húzó megújuló energia ágazata;
- a biomasszán belül a dendromassza jelentős, ezen belül a hagyományos erdők mellett a fás szárú ültetvények játszhatnak szerepet a jövőben;
- a fás szárú energetikai ültetvények részaránya a dendromasszán belül egyelőre nem meghatározó (2012. év: 2080 ha);
- a fás szárú energetikai ültetvények fafaját illetően legnagyobb részarányal nyár rendelkezik (65%) - a Kárpát-medence adottságait tekintve alkalmas a nyár ültetvények létrehozására;
- nyár fafajon belül az AF2 és Monviso fajták hozama a legnagyobb, egyben a klónok közül ezek rendelkeznek a legnagyobb területtel.

2. SWOT analízis alapján megállapítható, hogy a fás szárú energetikai ültetvények számos erősséggel és lehetőséggel rendelkeznek. Az ültetvényekkel kapcsolatos veszélyek és gyengeségek száma elhanyagolható, ami az ültetvények létjogosultságát mutatja az agárerdő-gazdálkodásban.

3. A szerző kísérleti vizsgálatokkal igazolta, hogy 2 éves kor felett a mellmagassági átmérővel történő hozambecslés szignifikánsan nem tér el a tőátmérő-méréssel meghatározott fatömeg becsléstől (a függvények illeszkedési jósága:  $R^2 = 0,90$ ), ezért a könnyebben mérhető mellmagassági átmérő is alkalmas a fahozam pontos becslésére. Ez a tény ergonomiailag is kedvezőbb vizsgálati módszert jelent a terepi felvételezést végző személy számára.

4. Több mint 700 mérési adat igazolta (1-7 éves korú; AF2, Monviso, Kopeczky, I214; AF6, Pannonia fajtájú ültetvényeken végzett vizsgálatok alapján), hogy 8-112 mm-es tőátmérő vagy 2-90 mm-es mellmagassági átmérő tartományban tő- és mellmagassági átmérő mérésével meghatározhatók a fák tömegei és ezzel becsülhető az ültetvény hozama az alábbi harmadfokú polinom egyenletekkel:

- tőátmérővel ( $d_0$ ) történő mérésnél:

$$m_1 = 0,00001096 * d_0^3 + 0,00083985 * d_0^2 - 0,00286573 * d_0;$$

- mellmagassági átmérővel ( $d_{1,3}$ ) történő mérésnél:

$$m_2 = 0,00001724 * d_{1,3}^3 + 0,00198902 * d_{1,3}^2 + 0,00973998 * d_{1,3}$$

5. A szerző széleskörű kutatói munkája során összefoglalásra kerültek a hazai biomassza alapú energiatermelő egységek, azok faapríték igénye, a faapríték igény összevetésre került a hazánkban található fás szárú energetikai ültetvények által termelt dendromassza mennyiséggel. A távolságmátrixok megalkotására a Paragon útvonaltervező és járatütemező rendszert segítségével történt. Az eredmények a következők:

- a biomasszát felhasználó fűtőművek, fűtőerőművek és erőművek valamint az ültetvények elhelyezkedése heterogén;
- az ültetvényeken megtermelt faanyag a működő biomasszát hasznosító fűtő- és erőművek, valamint fűtőerőművek faanyag igényének kb. 1,3%-át fedezi;
- Paragon logisztikai támogató program segítségével megállapítható, hogy optimális beszállítási távolságokat figyelembe véve a fűtő- és erőművek, valamint fűtőerőművek 20%-a látható el teljes mértékben az ültetvényekről származó biomasszával;
- 103 magyarországi településből a Paragon logisztikai támogató program szerint 6 esetben lehetőség van több fűtő- és erőműbe, valamint fűtőerőműbe is beszállítani a dendromasszát, ami az apríték piacon már versenyhelyzetet eredményez;
- 103 magyarországi településről a Paragon logisztikai támogató program szerint 5 esetben a beszállítói távolság nagyobb, mint 90 km, vagyis az ültetvények gazdaságossága ezen technológia mellett megkérdőjelezhető.

6. A szerző összegyűjtötte a tervezett biomassza hasznosító egységeket is, majd a működő és tervezett energiatermelő egységek igényeit összevetette a fás szárú energetikai ültetvények által termelt dendromassza mennyiséggel. Eredmények a következők:

- az ültetvényeken megtermelt faanyag a működő és tervezett biomasszát hasznosító energiatermelő egységek faanyag igényének kb. 0,7%-át képesek fedezni;
- optimális beszállítási távolságokat figyelembe véve a fűtő- és erőművek, valamint fűtőerőművek 13%-a látható el teljes mértékben az ültetvényekről származó biomasszával;
- 103 magyarországi településből 21 esetben lehetőség van több fűtő- és erőműbe, valamint fűtőerőműbe is beszállítani a dendromasszát, ami az apríték piacon már versenyhelyzetet eredményez;
- 103 magyarországi településről 2 esetben a beszállítói távolság nagyobb, vagy egyenlő mint 90 km.

7. A hazai nemesnyár ültetvények területeinek klimatikus, termőhelyi, valamint hidrológiai elemzése segítségével a szerző felállított egy, a nemesnyár ültetvényeket 0-35 közötti pontszámmal minősítő rendszert. Ennek eredményeképpen megállapította, hogy nemesnyár ültetvények szempontjából optimális három termőhely:

	<b>Genetikai talajtípus</b>	<b>Hidrológia</b>	<b>Termőrétteg vastagság</b>	<b>Fizikai talajféleség</b>	<b>Pontszám</b>
1.	Nyers öntéstalaj	Állandó vízhatású	Igen mély	Vályog	33
2.	Humuszos öntéstalaj	Többletvízhatástól független	Igen mély	Homok	31
3.	Kovárányos barna erdőtalaj	Többletvízhatástól független	Közepes mélységű	Vályog	30

A szerző által vizsgált ültetvényeket besorolva a pontrendszerbe 14-22 pontszámot kaptak, mely alapján közepes termőhelynek minősíthető területen található.

8. A szerző vizsgálataiban igazolta, hogy a főkomponens és faktoranalízis alkalmas a termőhelyi paraméterek ( $pH_{vizes}$ ,  $CaCO_3$ ,  $H\%$ ,  $K_A$ ) és a hozamot befolyásoló tényezők (tő-és mellmagassági átmérő, magasság, tömeg) összefüggés vizsgálatára. A szerző által vizsgált adatbázisban a következő paraméterek befolyásolják pozitívan a hozamtényezőket:

- átlag hőmérséklet;
- $Ph_{vizes}$  súlyozott átlaga a termőhelyre;
- $Ph_{vizes}$  a legfelső talajréteg adatai;
- $CaCO_3$  a legfelső talajréteg adatai;
- $K_A$  a legfelső talajréteg adatai.

9. A szerző technológiai modelleket állított fel a fás szárú energetikai ültetvényen alkalmazható gépi technológiák energiamérlegének megalkotására, három területi kategóriában. Mindhárom területi kategóriánál átlag értékeket feltételező példa alapján megállapította, hogy a dendromasszából kinyert energiamennyiség többszöröse a gépi munkával bevitt energiának az ültetvényeken.

Az energiamérlegek a vizsgált példán keresztül három területkategóriákban az alábbiak:

- 3 ha alatt: 1:46;
- 3-20 ha: 1:26; 1:35 (két különböző betakarítási technológia esetében);
- 20 ha felett: 1:37.

## 6. JAVASLATOK

A termőhely fontos befolyásoló tényező a fás szárú energetikai ültetvények tekintetében, ezért mindenképp szükség van a termőhelyen végzett vizsgálatok folytatására a mélyebb összefüggések feltárására. Még több nyárfajtát (vagy más fafajt) kellene bevonni a kutatásba ezek termőhelyi összefüggéseit kellene feltárni, és az egymást befolyásoló talajparaméterek összefüggéseit is elemezni. Ezek tudatában javíthatók lennének a talajban jelentkező anomáliák, melyek jelentős hatást gyakorolhatnak a hozameredményekre.

Szükséges lenne a gyakorlatban vizsgálni az elméleti számítások során kapott energiamérleg adatokat, akár géptípusokra lebontva is meghatározhatóvá válna az energiamérleg, különböző területnagyságú ültetvényeken, pénzügyi kalkulációval együtt.

A TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 „Agrárklíma” projektben létrehoztak egy geoinformatikai alapú döntéstámogató rendszert, amely megfogalmazza a jövőbeni éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodás lehetőségeit, feladatait és kockázatait az erdészeti és agrár szektorban. A döntéstámogató rendszer klíma adatbázisa 12 regionális klímodell eredményét foglalja magába. Az adatbázis a jelenleg legfrissebb, szabadon hozzáférhető hőmérséklet és csapadék adatok napi idősorait tartalmazza, 2100-ig (a most nyilvánosságra hozott IPCC ötödik helyzetértékelő jelentése alapjául szolgáló modelleredmények egyelőre szabadon nem hozzáférhetők). Míg korábban egy-egy modell eredménye alapján vizsgálták az éghajlatváltozás lehetséges hatásait, a több modell eredményeinek együttes értékelésével lehetővé válik az előrejelzések szórásának, bizonytalanságának számszerűsítése is. Ez komplex adatbázis bemenő adatokat szolgáltat a klímaváltozás várható hatásainak elemzésére irányuló kutatások számára, valamint alapját adja az alkalmazkodási stratégiák kidolgozásának. A projekt eredményeit beépítve az ültetvények termőhely-összefüggés vizsgálatainak kiinduló paramétereibe az éghajlatváltozása hatásai is megjelenhetnének a vizsgálatok eredményeiben.

A kutatások eredményeként kapott hazamgrafikonok alkalmazhatóságának vizsgálatát is folytatni szükségesnek tartjuk, minél több nyár ültetvényen, különböző fajtákra alkalmazva.



A fás szárú energetikai ültetvények termesztés-technológiájában a köztes termesztés lehetőségét is vizsgálni lehetne, mely a lágú és fás szárú növénykultúrák egy területen való termesztését jelenti (egymás mellett). Pl. Olaszországban a köztes termesztésnek több éves hagyománya van. Nálunk, mivel a fás szárú energetikai ültetvények szántó művelési ágban kaptak helyet, így ez esetben a köztes termesztés ezek bevonásával is megvalósítható lehetne.

Fontos lenne egy átlátható rendszert létrehozni a hazai fás szárú energetikai ültetvények szabályozási, támogatási, technológia struktúrájában, a megtermelt faanyag felhasználás mikéntjében. Ebben a SWOT analízisben megállapított erősségekre és lehetőségekre is lehetne támaszkodni.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat célja az volt, hogy a fás szárú energetikai ültetvények helyzetéről, üzemeltetéséről, hasznosításáról készítsek egy állapotfelmérést hazánkban. A célok felvázolását követően hipotéziseket fogalmaztam meg, majd ezt követően a téma megalapozása céljából feltártam az Európai Unió és hazánk energetikai helyzetképét, a megújuló energiaforrásokra vonatkozó vállalásokat, tendenciákat. Mivel hazánk megújuló energiaforrás húzóágazata a szilárd biomassza, így áttekintettem a hazai biomassza potenciált, a lehetséges alapanyagforrásokat, majd ezt követően a fás szárú energetikai ültetvények nemzetközi és hazai helyzetét vettem górcső alá.

A szakirodalmak áttekintését követően egyéni kutatásokat végeztem a következő módszerekkel:

- Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága által szolgáltatott fás szárú energetikai ültetvény adatok statisztikai elemzése;
- a fás szárú energetikai ültetvényekre jelenleg érvényes jogszabályi háttér áttekintése, elemzése, értékelése és az ebből levonható következtetések;
- a fás szárú energetikai ültetvények közvetlen és közvetett támogatási lehetőségei háttérének áttekintése a rendelkezésre álló tervek, cselekvési programok, jogszabályok, honlapok segítségével;
- a fás szárú ültetvényeken alkalmazott technológiák kérdései, megoldandó feladatok problémakörének vizsgálata az ültetvényekről gyűjtött információk (tulajdonossal történt konzultáció), fényképdokumentációk készítése, területbejárások, telepítési és betakarítási munkálatok tanulmányozásai alapján;
- SWOT analízis alkalmazása a fás szárú energetikai ültetvényekre;
- adatgyűjtés a működő és tervezett energiatermelő egységeket illetően; ültetvények és energiatermelő egységek eltérő input-outputjának vizsgálata Quantum GIS térinformatikai program és Paragon útvonaltervező és járatütemező rendszer segítségével;
- terepi adatgyűjtés fás szárú energetikai ültetvényeken: (19 településen, 36 parcellán)
  - tőátmérő, mellmagassági-átmérő, magasság, tömeg;
  - a termőhely jellemzése (klíma, hidrológia, genetikai talajtípus, termőréteg vastagság, fizikai talajféleség);
  - talajminta-vételt követően talajvizsgálatok laboratóriumban:  $\text{pH}_{(\text{vizes})}$ , szénsavas mésztartalom, Arany-féle kötöttségi szám; humusztartalom meghatározása;
- a laboratóriumi eredmények és terepi mérések adatainak vizsgálata főkomponens-analízissel és faktoranalízissel STATISTICA 11 programcsomag segítségével;
- SPSS matematikai program alkalmazása az értékelő pontrendszer kidolgozására;
- kérdőíves felmérés a KITE partnerek körében;

- fás szárú energetikai ültetvényeken alkalmazható gépi műveletek energiaigényének vizsgálata a gépek gázolajfogyasztása alapján különböző területnagyságokon (3 ha alatt, 3-20 ha, 20 ha felett), és ennek összevetése az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyiség energiataralmával.

A dolgozat célkitűzéseiben megfogalmazott feladatok - a fent ismertetett kutatási módszerek segítségével történő - elvégzését követően a következő megállapítások tettem:

A világ energiafogyasztása folyamatosan növekszik. A fosszilis készletek fokozódó hiányának és környezetszennyezésének enyhítésére a megújuló energiaforrások jelenthetnek megoldást, szerepük növelésére különböző tervek, célkitűzések, programok születtek világ és Európa szerte.

Európában jelentős a biomassza szerepe a megújuló energiaforrások között. Magyarországon a szilárd biomassza ágazat kiemelkedő, ezen belül is az a fás szárú energetikai ültetvények jelenthetnék az egyik megoldást a növekedő biomassza igény kielégítésére. Egyelőre csak a mezőgazdasági biomasszák, az erdészeti apadék és tűzifa mellett, hiszen az ültetvények területfoglalása napjaikban még nem túl jelentős (2012. év: 2080 ha a lejelentett, a hatóság által nyilvántartott ültetvények területe).

A fás szárú energetikai ültetvények kutatásai hazánkban az 1980-as évek elejére nyúlnak vissza, a kutatások megfelelő irányvonalat adtak a természetstechnológia kialakítására. A kutatás eredményeiből azonban az is láthatóvá vált, hogy számos, még megválaszolendő kérdés merül fel az ültetvények termesztés-technológiáját illetően (termőhely-feltárás szükségességének kérdésköre, a megfelelő termesztés-technológia kiválasztása, a tápanyag-utánpótlás szükségessége, sor és sorköz ápolási feladatok, felvevőpiac stb.).

A fás szárú energetikai ültetvények tekintetében elmondható, hogy hazánkban a nemesnyár klónok alkalmasak leginkább ültetvénytelepítésre - a Kárpát-medence nyár termőhely. A klónok közül az AF2 és Monviso olasz nemesnyár fajták vezető szerepet töltenek be kiemelkedő hozameredményeik, valamint piaci elérhetőségeik miatt.

A fás szárú energetikai ültetvényre vonatkozó jogszabályok jelenleg túlszabályozzák az ültetvényekkel kapcsolatos előírásokat. A jövőben szükség lenne a jogi háttér leegyszerűsítésére vagy megszüntetésére.

Megvizsgálva a biomassza támogatási lehetőségeit elmondható, hogy nincs egy szilárd, megbízható, állandóan rendelkezésre álló támogatási rendszer, mely ösztönözné a gazdákat pl. fás szárú energetikai ültetvények telepítésére.

A SWOT elemzésből kiderül, hogy a fás szárú energetikai ültetvények megfelelő számú erősséggel és lehetőséggel rendelkeznek ahhoz, hogy az agrárágazat ezen része tovább fejlődjön, figyelve természetesen a gyengeségek kiküszöbölésére és a külső tényezőkből származó veszélyek elhárítására.

A KITE fás szárú energetikai kísérletének kérdőíves felméréséből kiderült, hogy a telepítést végző partnerek tapasztalatai nem túl pozitívak az ültetvényeket illetően. A telepítők nagy része nem tekinti rentábilisnak a mezőgazdasági kultúra mellett a fás szárú energetikai ültetvényeket.

Problémát jelentett számukra a megfelelő felvevőpiac megtalálása is, mely az erőművek/fűtőművek/fűtőerőművek heterogén eloszlását tekintve nem megkérdőjelezhető. Ugyanakkor ellenkező oldalról nézve az erőművek/fűtőművek/fűtőerőművek alapanyag igényének kielégítésére messze nem elegendő a fás szárú energetikai ültetvényeken jelenleg megtermelt faanyag mennyisége. Ez a tény a biomassza hasznosító egységek és az ültetvények elhelyezkedésének mátrixát, valamint az ültetvények és az erőművek eltérő input-outputja vizsgálva egyértelműen alátámasztható.

Terepi mérésekből készült hozamgrafikonok segítségével sikerült olyan egyenleteket felállítani, mely meghatározott intervallumban csak tő- vagy csak mellmagassági átmérő mérésével megadja a fa tömegét, mellyel az ültetvények hozama becsülhető.

Bizonyítható, hogy 2 éves korú fás szárú energetikai ültetvényeken a tő- és mellmagassági átmérő értékei megközelítően ugyanazt a fatömeget adják, így választhatunk, mely paraméter mérését végezzük. A mellmagassági átmérő mérése szerencsésebb, hiszen az ültetvény felvételezőjét megkíméli az állandó hajlogatástól, így ergonómiai szempontból kedvezőbb mérési paraméternek tekinthető.

A nemesnyár állományok termőhelyi paramétereinek vizsgálatából származó - a fás szárú energetikai ültetvényekre is vonatkoztatható - minősítő pontrendszer segítségével termőhelyi paraméterek alapján minősíthetjük az ültetvényeket. A minősítő pontrendszer segítheti az ültetvények vizsgálatát végző szakembereket abban, hogy előzetes (hozzávetőleges) képet kapjanak az ültetvény várható hozamáról (természetesen egyéb befolyásoló tényezők figyelembe vételével, pl. csapadék, aszály, rovar- és vadkár stb.).

A termőhelyi paraméterek több változós matematikai statisztikákkal (főkomponens-analízis és faktoranalízis) történő vizsgálataiból kiderült, hogy a „hozam” paramétereket (tő- és mellmagassági átmérő, magasság, tömeg) bizonyos talajvizsgálati paraméterek ( $Ph_{vizes}$  súlyozott átlaga a termőhelyre;  $Ph_{vizes}$  a legfelső talajréteg adatai;  $CaCO_3$  a legfelső talajréteg adatai;  $K_A$  a legfelső talajréteg adatai), valamint az átlag hőmérséklet) nagyobb mértékben befolyásolják, mint az ültetvények talajvizsgálatainak egyéb paraméterei.

A dolgozat keretei között készült energiamérleg példa a fás szárú energetikai ültetvény gépi munka energiaigényét veti össze a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelt dendromassza energiataartalmával. Az eredményekből látható, hogy a gépi munkák az ültetvényeken kisebb mértékben befolyásolják az energiamérleget, a befektetési oldal „vesztéseit” egyéb tényezők pl. műtrágya, dugvány vagy csemete stb. energia mutatói jelentik.

Végredményként elmondható, hogy a vizsgálat kezdetekor vázolt hipotézisek részben igazolódtak, részben pedig cáfolódtak. A fás szárú energetikai ültetvények kutatása több évtizedes múltra tekint vissza hazánkban. Az ültetvényeken megtermelhető dendromassza azonban jelenleg még nem képvisel jelentős mennyiséget, az ültetvények viszonylag kis területfoglalása miatt. Bizonyítást nyert, hogy az ültetvényeken alkalmazott technológiáknál még számos kérdés, probléma, hiányosság merül fel. A telepítők véleménye szerint a hagyományos szántóföldi termesztés iránt még mindig nagyobb az érdeklődés, mint a fás szárú energetikai ültetvények irányában. Az ültetvények termőhelyi viszonyai befolyásolják az ültetvények hozamadatait. A biomasszát hasznosító energiatermelő egységek száma évről-évre emelkedik hazánkban (főleg faapríték tüzelésű kazánok), így a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelhető biomasszának biztos felvevőpiacot jelenthetnek.

## *KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS*

Szeretnék köszönetet mondani elsősorban témavezetőmnek Dr. Marosvölgyi Bélának a Nyugat-magyarországi Egyetem nyugalmazott professzorának, aki nyugdíjba vonulása után is segítette munkámat, köszönöm építő kritikáit, tanácsait, útmutatásait.

Köszönöm segítségét Dr. Kovács Gábor egyetemi docensnek, aki társtémavezetőként- kitartó munkával- mindig a rendelkezésemre állt, amikor elakadtam vagy elkeseredtem és hasznos tanácsaival, ötleteivel átsegített a holtponton.

A terepi felvételezésekben nyújtott segítségéért ezer hála és köszönet illeti Vinkovics Sándor intézeti mérnök kollégámat, aki az időjárás szélsőségeiben is elkísért terepre.

Nagyon köszönöm a segítségét:

Főnökömnek, az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet igazgatójának, Prof. Dr. Horváth Bélának, hogy hasznos tanácsaival, észrevételeivel segítette munkámat;

Dr. Horváth-Szováti Erika docens asszonynak, aki a Statisztika matematikai programban való eligazodásban rengeteget segített;

Dr. Gál János docens úrnak, aki az SPSS matematikai program rejtelseibe engedett bepillantást;

Dr. Veperdi Gábor docens úrnak, aki megosztotta hozamvizsgálatokkal kapcsolatos tapasztalatait;

Szabó Károlynak, aki segített a Digiterra és Quatum Gis programokban eligazodni;

Horváth Adrián intézeti mérnöknek (SZIE, Győr), aki a Paragon logisztikai programot ismertette meg velem;

Dr. habil Czupy Imre docens úrnak, akinek mindig volt rám legalább egy perce és elmondta véleményét az általam alkotott felvetésekről, gondolatokról.

Köszönet illeti még: Prof. Dr. Rumpf János ny. egyetemi tanár, Dr. Kalicz Péter egyetemi docens urakat is.

Végül, de nem utolsósorban szeretném megköszönni családom szerető támogatását, akik, nélkül ez a dolgozat nem készülhetett volna el.

### FÁS SZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEK HELYZETE MAGYARORSZÁGON NAPJAINKIG; ÜZEMELTETÉSÜK, HASZNOSÍTÁSUK ALTERNATÍVÁI

Magyarország adottságait tekintve hosszútávon fenntartható és versenyképesen előállítható megújuló energiaforrás a biomassza. E megújuló energiaforrásnak nemcsak energetikai vonatkozása van, jelentős vidék- és agrárfejlesztési eszköz is.

A biomassza nagy részét a dendromassza, azaz a faalapú biomassza képezi. A dendromassza csoporthoz tartozó fás szárú energetikai ültetvényeken rövid idő alatt nagy mennyiségű faanyag termelhető. A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények témakörével kapcsolatban (engedélyezés, telepítés, kezelés, betakarítás, a faanyag hasznosítása stb.) jelenleg még számos kérdés merül fel hazánkban éppen ezért foglalkozik a dolgozat a fás szárú energetikai ültetvények jelenlegi hazai helyzetével, üzemeltetésük és hasznosításuk lehetőségeivel.

A dolgozatban szakirodalmi kutatások és terepi adatfelvételezések segítségével feltérképezésre került a fás szárú energetikai ültetvények jelenlegi hazai helyzete: az ültetvények elhelyezkedése, területnagysága, a telepített fafajok és fajták.

Az ültetvényeket érintő jogszabályi hátteret és a közvetett, valamint közvetlen támogatási lehetőségeket is elemezte a szerző.

Összefoglalásra kerültek a fás szárú energetikai ültetvényeken felmerülő problémák (termőhely-feltárás, telepítés, ápolás, betakarítás, faanyagtárolás, felvevőpiac stb. kérdésköre).

A szerző feltárta SWOT analízis segítségével a fás szárú energetikai ültetvények erősségeit, gyengeségeit, lehetőségeit és veszélyeit.

Különböző korú és fajtájú nyárültetvények tő- és mellmagassági átmérő, valamint tömeg adatainak ismeretében hozamgrafikonok kerültek felállításra.

Összegyűjtésre kerültek a hazai, biomasszát (faapríték) hasznosító energiatermelő egységek, biomassza igényeikkel, mely összevetésre került az ültetvényeken termelhető dendromassza mennyiséggel.

A vizsgálatba bevont ültetvények számszerűsíthető termőhelyi paramétereinek ( $K_A$ ,  $H\%$ ,  $P_{vizes}$ ,  $CaCO_3$ ) többváltozós matematikai statisztikai módszerekkel történő kiértékelés eredményeként láthatóvá vált, mely talajparaméterek befolyásolják meghatározóan a hozamadatokat egy-egy ültetvényen.

A nem számszerűsíthető termőhelyi adatok (klíma, hidrológia, genetikai talajtípus, fizikai talajféleség, termőrétteg vastagság) segítségével pedig egy, az ültetvényeket minősítő pontrendszert dolgozott ki a szerző.

Kérdőíves felmérés alapján az ültetvénytelepítők fás szárú energetikai ültetvényekről alkotott véleménye került bemutatásra.

Végül pedig a fás szárú energetikai ültetvények energiamérlegének gépi munka igény részterületét elemezte a szerző különböző területnagyságok esetében.

## *ABSTRACT*

### **THE PRESENT SITUATION OF ENERGY FOREST PLANTATIONS IN HUNGARY – ALTERNATIVES OF OPERATION AND EXPLOITATION**

Biomass is a sustainable and competitive renewable energy source in Hungary. It has not only energy aspects, but is also a significant tool of rural and agricultural development.

The majority of the biomass is wood-based (i.e. dendromass). On woody energy plantations a large amount of wood can be produced in a short time. In the topic of short-rotation woody energy plantations (permission, planting, treatment, harvesting, wood utilization etc.) there are still a number of open questions in our country.

In the dissertation the present situation of energy forest plantations in Hungary has been analysed using scientific literature and field survey data. The location and area size of the plantations as well as planted wood species and varieties have been mapped.

The legal background of plantations as well as the indirect and direct support options have been also studied.

Problems arising with plantations have been summerized (habitat survey, planting, tending, harvesting, wood chip storage, marketing issues, etc.).

SWOT analysis has been carried out to reveal the strengths, weaknesses, opportunities and threats of energy forest plantations.

Basing on the diameter at stump and at breast height as well as on the mass data of poplar plantations with different ages, yield graphs have been established.

The biomass (wood chip) burning power stations of Hungary have been summarized with their biomass demand, which has been compared to the dendromass potential of the plantations.

The quantifiable site parameters ( $K_A$ , H%,  $pH_{H_2O}$ ,  $CaCO_3$ ) of the examined plantations have been analysed using multivariate statistical methods. The results have shown clearly the main soil parameters influencing yield data of different plantations.

Regarding the unquantifiable site parameters (climate, hydrology, genetic soil type, physical properties of soil, soil depth) the author has elaborated a point system for rating the plantations.

The opinion of the plantation owners (reviewed by a questionnaire survey) has been also evaluated.

Finally, the machine work requirement of the energy balance of energy forest plantations have been analysed for different area sizes.

## ÁBRA - ÉS TÁBLÁZAT JEGYZÉK

### Ábrajegyzék

1. ábra: A világ népességének alakulása 1800-2050 között.....	8
2. ábra: A világ népességének alakulása kontinensek szerint 1950-2100 között .....	8
3. ábra: A világ energiafogyasztása 2060-ig .....	9
4. ábra: A világ primer energiaszükségletének várható alakulása .....	9
5. ábra: A gazdaság összes energiafelhasználása 1990 és 2012 között.....	10
6. ábra: Magyarország energiámérlege 1990 és 2010 között.....	11
7. ábra: Az Európai Unió és hazánk importfüggősége 2000-2011 .....	11
8. ábra: Az Európai Unió és tagországainak energiainport-függősége %-ban, 2011-ben.....	12
9. ábra: Végső energiafelhasználás szektoronként 1995 és 2010 között.....	12
10. ábra: A megújuló energia elsődleges termelésének alakulása hazánkban 2000-2011 .....	13
11. ábra: Megújuló energiakínálat a Földön egy évben PWh-ban (Peta:10 <sup>15</sup> ).....	13
12. ábra: 2020-ra vonatkozó, tagállamokra lebontott minimum teljesítendő megújuló energia-célszámok a .....	14
13. ábra: A megújuló alapú villamos energiatermelés és a megújuló alapú hő-és hidegenergia termelés megoszlásának előrejelzése 2020-ra.....	15
14. ábra: Az összenergia felhasználás összetételének változása az EU25 országaiban .....	16
15. ábra: A világ megújuló alapú energiatermelésének alakulása 1990-2011 között [TWh] ..	17
16. ábra: Az OECD és a nem OECD országok megújuló alapú energiatermelésének alakulása 1990-2011.....	17
17. ábra: A megújuló energiafelhasználás megoszlása Magyarországon 2006-ban .....	18
18. ábra: A megújuló energiaforrások részesedése a bruttó belföldi energiafelhasználásban 2004-2011.....	19
19. ábra: A megújuló részarány alakulása technológiai bontásban 2010-ben a bruttó végső energiafelhasználáson belül.....	19
20. ábra: Összefoglaló ábra az Európai Unió tagországok által leadott cselekvési tervek alapján .....	21
21. ábra: Magyarország megújuló energiámennyisége PJ-ban 2010-ben és 2020-ban.....	22
22. ábra: A villamos energia és hűtés-fűtés szektorokban felhasznált megújuló energiahordozók megoszlása (2010).....	22
23. ábra: A villamos energia és hűtés-fűtés szektorokban felhasznált megújuló energiahordozók megoszlása (2020).....	23
24. ábra: Egyes kontinensek biomaszákapacitása.....	24
25. ábra: A második generációs energianövények potenciális energiahozamai [GJ/ha] Európában.....	25
26. ábra: Biomassza potenciálok .....	25
27. ábra: Megújuló energiaforrások köztük a biomaszákültetvények jelenleg hasznosított és potenciálisan hasznosítható energia mennyisége Magyarországon [PJ/év] .....	28
28. ábra: Magyarország erdőterületének változása 2000-2010.....	29
29. ábra: Az erdőterület megoszlása fafajok és korosztályok szerint.....	31
30. ábra: A nettó fakitermelés [ezer m <sup>3</sup> ] összetétele az elmúlt 20 évben .....	31
31. ábra: Erdőtelepítés és fásítás hazánkban 1985-2011 között.....	32
32. ábra: A területalapú támogatási összegek változása 2009-2013 [euró/ha].....	33
33. ábra: Adatfelvételi jegyzőkönyv (részlet) .....	54
34. ábra: A főkomponens és a faktoranalízis közötti különbség.....	57
35. ábra: A KITE nemesnyár fás szárú energetikai ültetvény kísérletek .....	58
36. ábra: Az engedélyezett fás szárú energetika ültetvények területének megoszlása a megyék között, [ha], 2009. ....	62

37. ábra: A megvalósult fás szárú ültetvények területének megoszlását a telepített nemzetségek szerint, 2009.....	62
38. ábra: A megvalósult fás szárú ültetvények területének megoszlása a telepített fa nemzetségek szerint a négy legaktívabb megyében, [ha], 2009. ....	63
39. ábra: Az engedélyezett fás szárú energetika ültetvények területének fafajok/fajták és nemzetségek szerinte megoszlása Magyarországon [ha] .....	63
40. ábra: A Magyarországon található fás szárú ültetvények elhelyezkedése település szerint .....	65
41. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetvények területe megyék szerinti megoszlásban [ha] .....	66
42. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetvények területe fajok szerinti megoszlásban [%] .....	67
43. ábra: Zöld lág kísérletek hozamadatai (Számított száraz tömeg t/ha/év).....	68
44. ábra: A megvalósult fás szárú energetikai ültetvények területe fajok/fajták szerinti megoszlásban [ha] .....	68
45. ábra: A fás- és lágyszárú energiaültetvények telepítési támogatási kérelmeinek darabszáma és a támogatások összegei .....	73
46. ábra: Egy gyenge, lassú növekedésű ültetvény, ahol a telepítés előtt termőhelyfeltárás nem történt, Osló.....	76
47. ábra: Ápolást nélküli 5 éves ültetvény, Répceszemere.....	78
48. ábra: Faapríték-termelés és szállítás logisztikai rendszere.....	80
49. ábra: Az ültetvényeken alkalmazott technológiák, az előforduló problémák és azok következményei.....	82
50. ábra: Egy megfelelő állapotú 2 éves Kopeczky nyárfajtával telepített fás szárú energetikai ültetvény, Kiskunlacháza .....	83
51. ábra: Közmunkaprogram a 3x1 m-es hálózatu ültetvények telepítésénél, Dejtár, 2013 ...	84
52. ábra: A megújuló energiát hasznosító erőművek beépített kapacitásának megoszlása 2011-ben [MW] .....	88
53. ábra: A megújuló energiát hasznosító erőművek villamosenergia-termelésének megoszlása 2011-ben [%].....	89
54. ábra: Az 50 MW alatti névleges teljesítőképességű kapcsolt termelők tüzelőanyag felhasználásának szerkezete 2011-ben [%] .....	89
55. ábra: Biomasszát hasznosító meglévő és tervezett létesítmények (kék üzemelő; piros tervezett létesítmény) .....	91
56. ábra: A biomassza hasznosító energiatermelő egységek lehetséges beszállítói körzetei 10, 20, 30, 40, 50 km-es távolságban .....	92
57. ábra: Az egyes fafajok eltérő ökológiai igényei.....	96
58. ábra: Nyarak megoszlása a fás szárú energetikai ültetvényeken elfoglalt helyük szerint [%] .....	97
59. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése az összes vizsgálatba bevont ültetvényre .....	100
60. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése az összes vizsgálatba bevont ültetvényre .....	100
61. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése a kiskunlacházi ültetvényen .....	101
62. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése a kiskunlacházi ültetvényen.....	101
63. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása genetikai talajtípusok alapján [%].....	103
64. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása hidrológia alapján [%] .....	103
65. ábra: Nemesnyár állományok megoszlása termőréteg vastagság alapján [%].....	104
66. ábra: Egységkörös vektorábrák .....	107
67. ábra: A faktorsúlyok ábrázolása kétdimenziós rendszerben .....	109
68. ábra: Technológiai modell 3 hektárnál kisebb területű ültetvényekre .....	116



69. ábra: Technológiai modell 3–20 hektár területnagyság esetén .....	117
70. ábra: Technológiai modell 20 hektárnál nagyobb ültetvényekre .....	117

## Táblázat jegyzék

1. táblázat: A megújuló energia részesedése 2008-2020-ta vonatkoztatva Magyarországon ..	15
2. táblázat: Megújuló energiahordozók részarányának várható alakulása Németországban ...	17
3. táblázat: Hazánk teljes megújuló energetikai potenciálja .....	20
4. táblázat: Megújuló energiaforrásokból termelt energia, energiaforrások szerint 1995-2010 [TJ] .....	20
5. táblázat: A biomassza típusai .....	23
6. táblázat: Megújuló energiaforrások az Európai Unióban (ezer tonna olajegyenérték) .....	24
7. táblázat: Magyarország biomassza potenciálja .....	26
8. táblázat: A hasznosítható biomassza potenciál Magyarországon.....	26
9. táblázat: Becsült biomassza-mix 2020 .....	27
10. táblázat: A decentralizált energiatermelés előnyei és hátrányai.....	28
11. táblázat: Erdőterület és tulajdonmegoszlás megyénként.....	30
12. táblázat: A hazai erdőkben a körzeti erdőtervek alapján kitermelhető és az erdészeti hatóság engedélye alapján ténylegesen kitermelt összes faanyag mennyisége 2000-2009 [ezer m <sup>3</sup> ] .....	33
13. táblázat: Energetikai célra felhasznált erdei fatermékek 2000-2009 között .....	33
14. táblázat: Különböző energiahordozók egységnyi mennyiségre vetített ára .....	36
15. táblázat: A fás szárú energianövények csoportosítási lehetősége .....	43
16. táblázat: A SWOT analízis felépítése.....	45
17. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvények SWOT analízise.....	46
18. táblázat: Hozamvizsgálatokkal és hozambecslési eljárásokkal foglalkozó kutatók és eredményeik .....	47
19. táblázat: Fás szárú ültetvények komplex energiahozama és megtérülési mutatói .....	49
20. táblázat: A SWOT analízis felépítése.....	52
21. táblázat: Az AF2 és Monviso nyárklónok főbb jellemzői.....	58
22. táblázat: A fás szárú energetikai ültetvények adatai 2007-2010 között .....	64
23. táblázat: Sarjzattatásos fás szárú energetikai ültetvények területe hazánkban [ha] .....	64
24. táblázat: A négy legnagyobb területű fás szárú energetikai ültetvény hazánkban 2012-ban .....	66
25. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvény telepítésére alkalmazott fajok és fajták területi megoszlásában Magyarországon.....	67
26. táblázat: A Magyarországon fás szárú energetikai ültetvény céljára telepíthető fafajok ...	70
27. táblázat: A bioerőművi program fő jellemzői .....	90
28. táblázat: Az erdők és az energiaültetvények közötti hozamkülönbségek .....	90
29. táblázat: Biomassza hasznosító energiatermelő egységek éves biomassza igényei és a fás szárú energetikai ültetvényeken megtermelhető dendromassza mennyiségének összehasonlítása .....	93
30. táblázat: Fás szárú energetikai ültetvény telepítésére alkalmas nyárfajták egyes kutatók szerint .....	95
31. táblázat: A nyárfajták ökológiai igényei .....	96
32. táblázat: Átlagos éves biomassza hozam atrotonnában különböző korú és termőhelyi adottságú nemesnyár ültetvényeken.....	98
33. táblázat: Számolt és mért hozam adatok .....	101
34. táblázat: A kiskunlacházi nyár energetikai ültetvény hozamadatai az egyes becslési módszerekkel.....	102

35. táblázat: A genetikai talajtípusok területi megoszlása nemesnyár állományok esetén ....	104
36. táblázat: A korrelációs mátrix értékei .....	105
37. táblázat: A korrelációs mátrix sajátértékei .....	106
38. táblázat: A főkomponensekhez tartozó sajátvektorok koordinátái .....	106
39. táblázat: A módszer megbízhatóságának vizsgálata a Cronbach-alfa érték kiszámításával .....	108
40. táblázat: Faktorsúlyok varimax rotációval .....	109
41. táblázat: A reziduális korrelációs mátrix.....	110
42. táblázat: A minirotaációs fás szárú energetikai ültetvények előnyei és hátrányai .....	114
43. táblázat: A fás szárú energetikai ültetvények termesztés-technológiáiban előforduló műveleteket és azok gépei.....	115

## IRODALOMJEGYZÉK

- ALFÖLDY-BORUSS M.** (NFM) (2012): A bioenergia ösztönzése, támogatása Magyarországon. Előadás, Német-Magyar Gazdaság Háza. Budapest, október 16.
- BABINYEC F.** et al. (szerk.) (2012): Erdővagyon, Erdő- és fagazdálkodás Magyarországon. NÉBIH, Erdészeti Igazgatóság, Budapest.
- BABINYEC F.** et al. (szerk.) (2013): Erdővagyon, Erdőgazdálkodás Magyarországon. NÉBIH, Erdészeti Igazgatóság, Budapest.
- BADÁCSY L.** (2011): Vörösiszappal érintett, rekultivált mezőgazdasági területen történt fás szárú, energetikai célú ültetvény telepítés vizsgálata. Szakdolgozat, Nyugat-magyarországi Egyetem.
- BALOGH L. - CSOBOTH I. - KOVÁCS G. - TÍMÁR G.** (2006): Az akác termesztésének termőhelyi lehetőségei és korlátai. In: Erdészeti Lapok CXLI. évf. 7–8. szám, pp. 203-233.
- BÁRÁNY G. - CSIHA I** (2007): Kivezető út vagy zsákutca- Gondolatok az energetikai ültetvényekkel kapcsolatosan. In: Erdészeti lapok CXLII. évf. 4. szám. pp. 114-115.
- BARKÓCZY Zs. - IVELICS R.** (2008): Energetikai célú ültetvények. In Erdészeti kislevelek. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási Intézet.
- BARKÓCZY Zs.** (2009): A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyagbázisának tervezése. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- BARTHA D.** (2004): A magyarországi nyár (*Populus L.*) taxonok határozókulcsa és rövid jellemzése. Flora Pannonica 2 (2). pp. 85-101.
- BARTS G.** (2011): Bioenergia hasznosítás támogatása a METÁR-ban – Az új támogatási koncepció. Községi bioenergia-termelés és hasznosítás Önkormányzati konferencia és konzultációs workshop. Kecskemét, november 24.
- BELLÉR P.** (1997): Talajvizsgálati módszerek. Oktatási jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismeretani Tanszék.
- BEMMANN, A. - KNUST, C.** (2010): Agrowood. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Weißensee Verlag, Berlin. ISBN 978-3-89998-159-9.
- BENKE A. - CSEKE K. - TAKÁCS R. - KÁMPÉL J. - BOROVIK A.** (2010): Hagyományos és molekuláris genetikai módszerekkel támogatott nyármesítés a bioenergetika szolgálatában. In: Mezőgazdasági Technika, 2010. január, pp. 9-11.
- BERTHELOT, A. – RANGER, J. – GELHAYE, D.** (2000): Nutrient uptake and immobilization in a short-rotation coppice stand of hybrid poplars in north-west France. Forest Ecology and Management (128) pp. 167-179.
- BOHOCZKY F.** (2009): Energiatakarékosság és a megújuló energiaforrások hasznosítása. Előadás, Pécs.
- BOHOCZKY F.** (2010): A megújuló energiaforrások hazai felhasználása, energiatakarékossági helyzetkép. Előadás, 35 p.  
Elérhető: [http://www.erec.org/fileadmin/erec\\_docs/Projet\\_Documents/RES\\_in\\_EU\\_and\\_CC/HUoverview.pdf](http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projet_Documents/RES_in_EU_and_CC/HUoverview.pdf);  
Letöltés ideje: 2011. május 20.
- BOROVIK A.** (2007): Energetikai célú nyárfatermesztés. In: Erdészeti lapok CXLII. évf. 4. szám. pp. 110-113.
- BOROVIK A.** (szerk.) (2013): Energetikai faültetvények- új alapanyagforrás. Erdészeti Tudományos Intézet, Sárovar.

**BRADSHAW, Jr. HD. - STRAUSS, SH.** (2001): Breeding strategies for the 21st century: domestication of poplar. In: Dickmann DI, Isebrands JG, Eckenwalder JE, Richardson J, editors. Poplar culture in North America. Ottawa, Canada: NRC Research Press; pp. 383–394.

**COUTO, L. - NICOLAS, I. - WRIGHT, L.** (2011): Short rotation eucalypt plantation for energy in Brazil. IEA Bioenergy Task 43:2011:02.,  
Elérhető: [http://142.150.176.36/task43/library/promisingresources/IEA\\_Bioenergy\\_Task43\\_PR2011-02.pdf](http://142.150.176.36/task43/library/promisingresources/IEA_Bioenergy_Task43_PR2011-02.pdf);  
Letöltés ideje: 2011. június 17.

**CZERVÁN GY.** (2012): „Vidékfejlesztés és bioenergetika” konferencia, Gödöllő előadás, október 26.

**CZUPY I. - VÁGVÖLGYI A. - HORVÁTH B.** (2012): The Biomass Production and its Technical Backgorund in Hungary In: Proceedings of 45th International Simposium on Forestry Mechanization: "Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment". Dubrovnik; Cavtat, Horvátország, 10.08-10.12. Zagreb: University of Zagreb. pp. 1-9. ISBN:978-953-292-025-3.

**CSATÁRI N.** (2012): A hazai erdők és fa, mint a megújuló energia használata – a számok tükrében.  
Elérhető:<http://www.kornyezetvedelem.co.hu/index.php/rovatok/a-jovo-nemzedeke/259-ahazai-erdok-es-fa-mint-megujulo-energia-hasznalata-a-szamok-tukreben>; Letöltés: 2013. október 15.

**DAWSON, M.** (2007): Short rotation coppice willow best practice guidelines. Omagh: OmaghCollege.

**DENCS B. - MARTON GY. - SOMOGYI Z. - MAROSVÖLGYI B. - ZSUFFA L.** (1999): Az energianövények termesztésének és hasznosításának magyarországi helyzete különös tekintettel az EU 5. K+F Keretprogramjához való integrálódás elősegítésére. OMF.

**DICKMANN, D. I.** (1991): The role of physiology in forest tree improvement. In: Silva Fennica (25) pp. 248–56.

**DICKMANN, D. I.** (2006): Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now. In: Biomass Bioenergy (30) pp. 696-705.

**DINYA L.** (2010): Áttekintés a biomassza alapú energiatermelés helyzetéről. In: Magyar tudomány 171. évfolyam 8. szám.

**DUBUISSON, X. - SINTZOFF, I.** (1998): Energy and CO<sub>2</sub> balances in different power generation routes using wood fule from short rotation coppice. In: Biomass and Bioenergy (15) pp. 379-390.

**ECKENWALDER, JE.** (2001): Descriptions of clonal characteristics. In: Dickmann DI, Isebrands JG, Eckenwalder JE, Richardson J, editors. Poplar culture in North America. Ottawa, Canada: NRC Research Press, pp. 331–82.

**ERŐS D. ZOLTÁN** (2010): Kétévenként lehet aratni. Elérhető: <http://vaol.hu/gazdasag/ketevenkent-lehet-aratni-1248706> Letöltés: 2011. február 20.

**FAASCH, R. J. - PATENAUDE G.** (2012): The economics of short rotation coppice in Germany. In Biomass and Bioenergy (45), October, pp. 27-40.

**FIALA, M. – BACENETTI, J.** (2012): Economic, energetic and environmental impact in short rotation coppice harvesting operations. In: Biomass and Bioenergy (42) pp. 107-113.

**FISCHEDICK, M.** (2012): Klimawandel und Klimaschutz auf globaler, europäischer, nationaler und regionaler Ebene - Klimaschutz als Mehr-Ebenen-Herausforderung. Környezet-, Klíma- és Energiavédelmi Szaknap. Előadás, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, szeptember 26.

**FÖLDMŰVELÉSÜGYI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM** (2009): Jelentés az Új Magyar Vidékfejlesztési Program végrehajtásának 2008. évi előrehaladásáról. Budapest.  
Elérhető: [http://www.fvm.gov.hu/doc/upload/200907/umvp\\_eves\\_jelentes\\_2008.pdf](http://www.fvm.gov.hu/doc/upload/200907/umvp_eves_jelentes_2008.pdf).; Letöltés: 2011. május 7.

**FÜHRER E. - RÉDEI K. – TÓTH B.** (2008): Ültetvényszerű fatermesztés 2. Agroiinform Kiadó, Budapest.

- GABNAI Z.** (2010): Rövid vágásfordulójú nemesnyár energiaültetvények gazdasági értékelése Hajdú-Bihar Megyében. Diplomadolgozat, Debreceni Egyetem, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar.
- GARAY R. - KOZÁK A. - NYÁRS L. - RADÓCZNÉ KOCSIS T.** (2012): The potential for the production and use of biomass-based energy sources in Hungary. In: Studies in Agricultural Economics (114) pp. 1-9.
- GENCSI L. - VANCSURA R.** (1997): Dendrológia – Erdészeti növénytan II. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 363.
- GERENCSÉR A.** (2012): Energetikai nyárültetvény. Kertészet és szőlészet 61. évfolyam, 1. szám.
- GERSE K.** (2006): Magyarország energiapolitikai tézisei: 2006-2030. Magyar Villamos Művek, XLIII. évfolyam, november.
- GIBER J. - GERSE K. - TRINGER Á.** (2005): A magyar energiapolitikai tézisei a 2006-2030 között időszakra 12. fejezet. A megújuló energiaforrások szerepe az energiaellátásban. Gazdasági és Közlekedési Minisztérium.
- GLATTFELDER B.** (2013): A KAP jövője 2013 után. Előadás, AgroMashEXPO, január 31., Budapest.
- GOCKLER L.** (2010a): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 1. rész- a tüzeléscélú biomassza jelentősége és volumene hazánkban. In Mezőgazdasági Technika, október, pp. 32-34.
- GOCKLER L.** (2010b): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban. 2. rész- a sarjzatatos fás szárú energetikai ültetvények technológiájának megfontolandó elemei. In Mezőgazdasági Technika, november, pp. 40-43.
- GOCKLER L.** (2012): Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2012-ban. In: Mezőgazdasági Gépüzemeltetés. Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő.
- GORDON, A. - PICCHI, G. - THEVATHASAN, N.:** Feedstock to Furnace: Bioenergy Systems for the Ontario Greenhouse Industry (Potential in Ontario for the Implementation of Willow Short Rotation Coppice Cultivation for Greenhouse Heating)  
Elérhető: <http://www.shortrotationcrops.org/PDFs/FeedstocktoFurnaceCanada.pdf>.
- GÖGÖS Z.** (2005): Biomassza potenciál és hasznosítása Magyarországon. In: Agrárágazat, Mezőgazdasági havilap, augusztus.
- GÖÖZ L.** (2007): Energetika jövőjében. Bessenyei Könyvkiadó, Nyíregyháza, p. 312.
- GYULAI I.** (2009): A biomassza dilemma, 3. bővített kiadás. Készült a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium „Zöld Forrás” programjának (K-36-08-00185A), valamint az ÖKO-Pack Nonprofit Kft. anyagi támogatásával.
- GYURICZA CS.** (2009): Új fás szárú energiaültetvény technológiája és hasznosításának komplex kidolgozása teljes termékpálya mentén. Kutatási jelentés, 2. részjelentés. NKFP 074 ENFATECH.
- HAGETT, P.** (2006): Meddig sokasodik a Föld népessége. In. Interpress magazin, október.
- HAJDÚ J.** (2009): A szilárd biomassza hőenergetikai hasznosítása. OBEKK tudományos szakmai kiadványok sorozata (10/12), Gödöllő.
- HALÁSZ G.** (szerk.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
- HALUPA – KISS – PALOTÁS** (1974): Fatermesztési modell táblák nyárállományokra. Erdészeti Kutatások Budapest, (70.) pp. 49-58.
- HALUPA L. - RÉDEI K. - SZENDRŐDI L.** (1981): A minirotaációs nyárkísérletek eredményei. In: Az Erdő. 11. szám, pp. 513-514.

- HANSEN, E. A.** (1999): Poplar woody biomass yields: a look to the future. In: Biomass and Bioenergy (1) pp. 1-7.
- HORVAI GY.** (szerk.) (2001): Sokváltozós adatelemzés (Kemometria). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- HORVÁTH ZS. - MAROSVÖLGYI B. – IDLER, C. – PECENKA, R. – LENZ, H.** (2012): Storage problems of poplar chips from short rotation plantations with special emphasis on fungal development. In: Acta Silv. Lign Hung. Vol. 8. pp. 123-132.
- HORVÁTH ZS.** (2013): Biomassza alapú megújuló energiaforrások helyzete, jelentősége Magyarországon. PhD szigorlat, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Sopron.
- IVELICS R.** (2005): A fa energetikai hasznosítása. Előadás. In: MTA Erdészeti Bizottság, Tallós Pál Tudományos Kör, Budapest.
- IVELICS R.** (2006): Minirotációs energetikai faültetvények termesztés-technológiájának és hasznosításának fejlesztése. PhD értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- JÁDI NÉMETH A.** (2010): A megújuló energiaforrások jogi szabályozása Magyarországon, 2010. Elérhető:[http://www.bpvjadi.com/\\_site/100714\\_energy\\_newsletter\\_final\\_honlapra.pdf](http://www.bpvjadi.com/_site/100714_energy_newsletter_final_honlapra.pdf); Letöltés: 2011. május 19.
- JEROME R.** (1985): Erdészeti energia-ültetvények létesítésére.... In: Az Erdő, 10. szám, pp. 463.
- JUNG, L.** (2010): A tűzifa alapú nagyerművi áramtermelés és decentralizált fűtőművek az erdőgazdálkodás szemszögéből. Tudományos eredmények a gyakorlatban, Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap, Szolnok, 2010. pp. 11-15.
- JUNG L. - GERGELY S.** (2011): ZÖLDLÁNG PROJEKT, III. MUNKASZAKASZ BESZÁMOLÓ. Elérhető:[http://www.zoldlang.com/sites/default/files/III%20munkaszakasz\\_0.pdf](http://www.zoldlang.com/sites/default/files/III%20munkaszakasz_0.pdf); Letöltés: 2012. december 19.
- JUHOS K. - NÁDOSI F. - JUHÁSZ Á. - SEPSI P. - MAGYR L. - TÓKEI L.** (2012): Energetikai célú fajták termőhelyi alkalmassága Soroksáron. Elérhető: [http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/985/1/fenn2012\\_Juhos\\_Katalin\\_etal.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/985/1/fenn2012_Juhos_Katalin_etal.pdf); Letöltés: 2013. január 2.
- KAUTER, D. - LEWANDOWSKI, I. – CLAUPEIN, W.** (2003): Quantity and quality of harvestable biomass from populus short rotation coppice for solid fuel use-a review of the physiological basis and management influences. In: Biomass and Bioenergy (24) pp. 411-424.
- KLASNJA, B. - ORLOVIC, S. - GALIC Z.** (2012): Energy potential of poplar plantations in two spacings and two rotations. Šumarski list, 3–4, CXXXVI, pp. 161–167.
- KLOPFENSTEIN, NB. - CHUN, YW. - KIM, M-S. - AHUJA, MR. - DILLON, MC. - CARMAN, RC. - ESKEW, LG.** (1997): Micropropagation, genetic engineering, and molecular biology of Populus. USDA Forest Service general technical report RM-GTR-297, Ft. Collins, USA.
- KOHAN, S.** (1985): Nemesnyárasban végzett trágyázási kísérletek eredményei. In: Az Erdő. 2. szám pp. 61-64.
- KOHLHEB N. (szerk.)** (2004): Javaslat a megújuló energiaforrások gyorsabb mértékű elterjedését lehetővé tevő támogatási rendszer kidolgozására a mezőgazdaságban. Tanulmány, Gödöllő.
- KOPÁNYI I.** (2012): Energetikai ültetvény adatok. KopanyiI@nebih.gov.hu, 2012. [E-mail] Message to Vágvolgyi Andrea (avagvolgyi@emk.nyme.hu). Küldés: 2012. július 11.(Sz) 10:24
- KOPP, R. F., - ABRAHAMSON L. P., ET AL.** (2001): Willow biomass production during ten successive annual harvests. In: Biomass and Bioenergy (20) pp. 1-7.
- KOVÁCS F.** (2007): A megújuló energiafajták várható arányai az energiaigények kielégítésében. In: Magyar Tudomány, 11. szám.

**KOVÁCS G.- HEIL B.** (2010): Aratás tél végén? Nemes nyár energiaültetvény betakarításának tapasztalatai. In: Mezőhír, mezőgazdasági szaklap. XIV. évfolyam, június, pp. 107-108.

**KOVÁCS G. - HEIL B. - MAGYARI CS. - GYŐRI T. - SZABÓ O.** (2010): Fás szárú, kísérleti célú energiaültetvények termőhelyi viszonyai az ültetvények tapasztalatainak függvényében. In: Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap, Szolnok konferencia kiadvány, pp. 23-31.

**KOVÁCS G. - HORVÁTH B. - VÁGVÖLGYI A. - MAGYARI CS.** (2011): Megújuló energiaforrásként hasznosítható nemesnyár és akác ültetvényszerű fatermesztése I. In: Östermelő- Gazdálkodók lapja, június-július pp. 79-81.

**KOVÁCS G. - HEIL B. - CZUPY I. - VÁGVÖLGYI A.** (2013): Fásszárú energia ültetvények termesztéstechnológiája. Országos Erdészeti Egyesület 144. Vándorgyűlés. Július 12-13., Tata-Pusztavám.

**KÖHN J.** (2011): Wirkungen des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen auf Landwirtschaftlichen Flächen –eine socio-ökologische Perspektive. Beckmann Instiut für bio-basierte Produktlinien (BIOP) e. V. Arbeitspapier 2011/01

**KÖRNYEZET ÉS ENERGIA OPERATÍV PROGRAM (KEOP) 2007-2013** Elérhető: [www.nfu.hu/download/1768/KEOP\\_070628\\_Hu.pdf](http://www.nfu.hu/download/1768/KEOP_070628_Hu.pdf); Letöltés: 2012. január 7.

**KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (KSH)** adatbázisa, 2013. [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)

**LARSSON, S.** (2004): Full scale implementation of short rotation willow coppice, SCR, in Sweden, Agrobränsle AB

**LAUREYSENS, I. - PELLIS, A. - WILLEMS, J. - CEULEMANS, R.** (2005): Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. III. Second rotation results. In: Biomass and Bioenergy (29) pp. 10-21.

**LÁNG I.** (szerk.) (1984): A biológiai eredetű anyagok (biomassza) hasznosításának távlati lehetőségei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

**LENTI I. - KONDOR A.:** Az „energiafűz” (salix viminalis l.) termesztése Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében Elérhető:[http://www.geo.uszeged.hu/sites/default/files/14Kiadvanyok/egyeb/Kornyezeti\\_valtozasok\\_az\\_Alfoldo\\_n/39-lenti\\_kondor.pdf](http://www.geo.uszeged.hu/sites/default/files/14Kiadvanyok/egyeb/Kornyezeti_valtozasok_az_Alfoldo_n/39-lenti_kondor.pdf); Letöltés: 2012. december 20.

**LIEBHARD, P.** (2009): Energetikai faültetvények. Rövid vágásfordulójú faanyagtermelés. A jövő nyersanyaga. Cser Kiadó, Budapest.

**LIGETVÁRI F. – TÓTH J.** (2011): Megújuló energiafelhasználás növelésének egyes környezetvédelmi és gazdasági kérdései, szeptember. Elérhető: [www. bitesz.hu](http://www bitesz.hu); Letöltés: 2012. március 8.

**LONTAY Z.** (2011): Bioerőművek a vidékfejlesztésben. Elérhető: [http://www.meta.org.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=28:biovidekfejl&catid=21:bioermvek&Itemid=2](http://www.meta.org.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=28:biovidekfejl&catid=21:bioermvek&Itemid=2); Letöltés: 2012. március 8.

**LUKÁCS GERGELY S.** (2010): Falufűtőmű. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

**LUKÁCS GERGELY S.** (2011a): Gazdaságos zöldenergia. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

**LUKÁCS GERGELY S.** (2011b): Kistérségi energiarendszerek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

**LUKÁCS GERGELY S.** (2012): Energiaerdők létesítése és gondozása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.

**MAGDA R.** (2011): A megújuló és fosszilis energiahordozók szerepe Magyarországon. In: Gazdálkodás 55. évfolyam, 2. szám pp. 153-165.

**MAGYARORSZÁG MEGÚJULÓ ENERGIA HASZNOSÍTÁSI CSELEKVÉSI TERVE**, 2011. Kiadja a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium; Felelős kiadó: Zöldgazdaság-fejlesztésért és Klímapolitikáért Felelős Helyettes Államtitkárság ISBN 978-963-89328-0-8.

**MAGYAR ENERGIA HIVATAL** (2012): Beszámoló a megújuló alapú és a kapcsolt villamosenergia-termelés, valamint a kötelező átvételi rendszer 2011. évi alakulásáról. Éves jelentés.

**MAGYAR VIDÉKFEJLESZTÉSI MINISZTERIUM:** A magyar mezőgazdaság és élelmiszeripar számokban. FVM kiadványa, 2009.

**MAROSVÖLGYI B. - HUSZÁR E-né** (1989): Minirotációs ültetvények kitermelési technológiái és gépei. In: Az Erdő. 11. szám pp. 512-513.

**MAROSVÖLGYI B.** (1990): Energia célú ültetvényekkel és sarjállományokkal folyó kísérletek eddigi eredményei Magyarországon. In: Az Erdő, 6. szám pp. 252-255.

**MAROSVÖLGYI B. –HALUPA L.- WESZTERGOM I.** (1999): Poplars as biological energy sources in Hungary. Biomass and Bioenergy (16). pp. 245-247.

**MAROSVÖLGYI B. - VITYI A. - IVELICS R. - SZŰCS-SZABÓ L.** (2003): Increasing the raw material basis of biobriquette production by using new materials. In: Hungarian Agricultural engineering, 16/2003. Hungarian Institute of Agricultural engineering (Editor – Prof. Dr. László Tóth), Gödöllő, pp. 84-85.

**MAROSVÖLGYI B. - IVELICS R.** (2005): Short rotation coppice in Hungary. In Bioenergy International Vol. 13. Stockholm, 2005. p.13.

**MAROSVÖLGYI B. ET. AL.** (2005a): Új utak a mezőgazdaságban. Az energetikai célú növénytermesztés lehetősége az Alföldön. Energiaklub kiadvány, Budapest.

**MAROSVÖLGYI B. - HALUPA L. - VITYI A. - NÉMETH I.** (2005b): A fa energetikai hasznosítása. Tankönyv. Körmened.

**MAROSVÖLGYI B.** (2005): A biomassza bázisú energiatermelés mezőgazdasági háttere. Elérhető: <http://www.enpol2000.hu/?q=taxonomy/term/5&from=90>; Letöltés: 2013. május 9.

**MAROSVÖLGYI B.** (2006): Bioenergetika várható szerepe a földgáz-helyettesítésben. Előadás. Elérhető: <ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/fosszil/Marosvolgyi%20-%20bioenergetika.pdf>; Letöltés: 2011. április 9.

**MAROSVÖLGYI B.** (2010): A faenergetika új lehetőségei és korlátai. Tudományos eredmények a gyakorlatban, Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói nap, Szolnok, 2010. pp. 5-10.

**MAROSVÖLGYI B.** (2012): A biomassza hasznosításának jelenlegi és jövőbeni energetikai lehetőségei Magyarországon. Előadás, 2012. Szentgotthárd.

**MÁTYÁS CS.** (1997): Erdészeti Ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

**MÉSZÁROS G.** (2008): Megújuló energiaforrások alkalmazása az Európai Unióban és Magyarországon. Előadás, Budaörs. Elérhető: [www.mkik.hu/download.php?id=8661](http://www.mkik.hu/download.php?id=8661); Letöltés: 2012. május 17.

**MIRCK, J. - ISEBRANDS, J. G. – VERWIJST, T.- LEDIN, S.** (2005): Development of short-rotation willow coppice systems for environmental purpose in Sweden. In: Biomass and Bioenergy (28) pp.219-228.

**MITCHELL, C.P. - STEVENS, E.A. - WATTERS, M.P.** (1999): Short -rotation forestry – operations, productivity and costs based on experience gained in the UK. In: Forest Ecology and Management, Volume 121, Issues 1–2, pp. 123-136.

**MOLA-YUDEGO, B. - ARONSSON, P.** (2008): Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. In: Biomass and Bioenergy; 32 (9) pp. 829–37.

**MOLA-YUDEGO, B. - GONZÁLEZ - OLABARRIA, J.** (2010): Mapping the expansion and distribution of willow plantations for bioenergy in Sweden: lessons to be learned about the spread of energy crops. In: Biomass and Bioenergy; 34 (4) pp. 442–8.



**MOLNÁR S. - PÁSZTORY Z. - KOMÁN SZ.** (2013): A faenergetika minőségi fejlesztésének szakmai megalapozása (mire elég a magyar dendromassza?!). FATÁJ online. Elérhető: [www.fataj.hu](http://www.fataj.hu); Letöltés: 2013. május 19.

**MOLNÁR S.** (1999): Faanyag ismerettan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

**MURACH, D. - MURN, Y. - HARTMANN, H.** (2008): Ertragsermittlung und Potenziale von Agrarholz. In: Forest und Holz, 6. pp. 18-23.

**MUSSHOFF, O.** (2012): Growing short rotation coppice on agricultural land in germany: A real options approach. In: Biomass and Bioenergy 41. pp. 73-85.

**MÜNNICH A.- NAGY Á.- ABARI K.** (2006): Többváltozós statisztika pszichológus hallgatók számára. Bölcsész Konzorcium, Debrecen, 2006. Elérhető: <http://psycho.unideb.hu/statisztika>, ISBN 963 9704 04 0.

**NAGY I.** (1996): Rövid vágásfordulójú faültetvények betakarítása és hasznosítása. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Diplomaterv. Sopron.

**NAGY L.** (2013): Megoldásra váró szakmai feladat a fás szárú energetikai ültetvények kezelése terén. Elérhető: [http://www.oee.hu/hirek/erdekessegek-kitekinto/fassszaru\\_energetika\\_izopren](http://www.oee.hu/hirek/erdekessegek-kitekinto/fassszaru_energetika_izopren); Letöltés: 2013. június 9.

**NEINAVAIE, F.** (2011): Treatment and utilization of pulp industry residues using Short Rotation Forestry. Elérhető: [http://www.slu.se/Global/externwebben/nlfak/vaxtproduktionsekologi/DokPublikation/Sjalvstandigaarbeten/ShortRotationForestry\\_Fargam%20Neinavaie110331.pdf](http://www.slu.se/Global/externwebben/nlfak/vaxtproduktionsekologi/DokPublikation/Sjalvstandigaarbeten/ShortRotationForestry_Fargam%20Neinavaie110331.pdf); Letöltés: 2012. január 9.

**NEMES Cs.** (2009): A megújuló energia hazai helyzete, a hasznosítás szerepe a gazdaság fejlesztésében és az éghajlatváltozás elleni küzdelemben Klímabarát zöldáramok hete. Előadás.

**NÉMETH I. G.** (2013): Új források zöld fejlesztésekre. In: Zöld Ipar Magazin, január, Merida Press Kft., Budapest.

**NÉMETH KÁROLY** (1997): Faanyagkémia Kémiai szerkezet, reakciók. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

**NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM** (2012): NEMZETI ENERGIASZTRATÉGIA 2030. Propektus Nyomda, Budapest.

**PATOCSKAI Z.** (2012): Erdészeti és mezőgazdasági földértékelési rendszer ökológiai alapjainak összehasonlítása, az egységesítés lehetséges módjai. PhD dolgozat, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.

**PERLIN, J.** (1991): A forest journey: the role of wood in the development of civilization. Cambridge, USA: Harvard University Press.

**PINTÉR G.** (2012): Egyes mezőgazdasági melléktermékek energetikai hasznosításának lehetőségei Magyarországon. PhD értekezés, Pannon Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola, Keszthely.

**PINTÉR G. - KISS-SIMON T.** (2012): A közúti infrastruktúra-hálózat hatása a biomassza tüzelésére Magyarországon. LIV. Georgikon napok, Nemzetközi Tudományos Konferencia október 11-12., Keszthely.

**PODANI J.** (1997): Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtelmeibe avagy „Mit is kezdjünk azzal a rengeteg adattal?” Scientia Kiadó, Budapest.

**PÓLISKA CS.** (2012): Fás szárú energianövények szerepe kistelepülések hőenergia ellátásában. In: Anyagmérnöki Tudományok, 37. kötet, 1. szám, pp. 331–342.

**POÓS M.** (2009): Tájékoztató az energiapolitika aktuális kérdéseiről. Tanulmány, Budapest.

- POPP J.** (2008): Bioüzemanyag-gyártás a piaci folyamatok tükrében. Fiatal gazda konferencia. Előadás, Budapest.
- RABI S.** (2012): A SWOT elemzés kis-, középvállalati alkalmazása. In Vállalatépítő online szakmai folyóirat. Elérhető:<http://www.veniens.hu/vallalatepito/2009/07/04/betekintes-a-kockazatitokebfektetesek-vilagaba-interju/>; Letöltés: 2013. május 30.
- RÉDEI K. - CSIHA I. - VEPERDI I.** (2009): Energiaerdők, faültetvények új területhasznosítási lehetőségek. In: Magyar Tudomány 2. szám.
- RÉDEI K. - CSIHA I. - KESERŰ ZS.** (2011): Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Short-Rotation Crops under Marginal Site Conditions in *Acta sylvatica* Vol. 7. pp. 125–132.
- RÉNES J.** (2008): Fás szárú energiaültetvények a gyakorlatban II., Bioenergia, III. évfolyam 4. szám.
- RÉNES J.** (2010): Fatüzelésű erőművek és fűtőművek hosszú távú tüzelőanyag-ellátása energiaültetvényekről, 2010. Elérhető: <http://www.e-gepesz.hu/?action=show&id=4742>; Letöltés: 2011. december 9.
- RETTENMAIER, N. - SCHORB, A. - KÖPPEN, S.** (2010): Status of Biomass Resource Assessments Version 3. Biomass Energy Europe. p. 205. Elérhető: <http://www.eu-bee.com/GetItem.asp?item=digistorefile;247973;837&params=open;gallery>; Letöltés: 2013. május 23.
- REU E. - KRAUB K.** (2012): SWOT-Analyse im Bereich der Erneuerbaren Energien für den Landkreis Schwäbisch Hall. EnergieZENTRUM Wolpertshausen.
- ROMM, J.** (2013): Last Time CO<sub>2</sub> Levels Hit 400 Parts Per Million & Humans Were Alive Never Read more at. Elérhető: <http://cleantechnica.com/2013/05/13/last-time-co2-levels-hit-400-parts-per-million-humans-were-alive-never/#5Xjhg9FgRBf0OYhx.99>; Letöltés: 2013. június 9.
- ROSENQVIST, H. - DAWSON, M.** (2005): Economics of willow growing in Northern Ireland. In: Biomass and Bioenergy (28) pp. 7–14.
- ROSENQVIST, H. - ROOS, A. - LING, E. - HEKTOR, B.** (2000): Willow growers in Sweden. In: Biomass Bioenergy (18) pp.137–45.
- ROWE, R. L. - HANLEY, M.E. - GOULSON, D. - CLARKE, D. J. - DONCASTER, C. P. - TAYLOR, G.** (2011): Potential benefits of commercial willow Short Rotation Coppice (SRC) for farm-scale plant and invertebrate communities in the agri-environment. In: Biomass and Bioenergy (35) pp.325-336.
- RUDOLF P.** (2007): Nyárfa alapú energiaültetvény termesztési tapasztalatai a PannonPower társaságcsoportnál. Előadás.
- RUPP, R.** (1990): Red oaks and black birches: the science and lore of trees. Pownal, USA: Garden Way Publishing.
- SALAMONNÉ HUSZTY A.** (2007): Swot analízis és portfólió elemzés. Vállalatgazdaságtan II., Elérhető: <http://interm.gtk.gau.hu/temp/vallgazd/11-swot-bsc.pdf>; Letöltés: 2013. május 29.
- SCHÖNE, F. - DEGMAIR J.** (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Warlich Druch Meckenheim GmbH, 53340 Meckenheim.
- SCULTETY, O. - SEIFFERT, M.** (2009): Opportunities and Challenges of Short Rotation Coppice in Hungary. Elektronikus folyóirat, 1. szám, Elérhető: [www.e-tudomany.hu](http://www.e-tudomany.hu); Letöltés: 2011.január 9.
- SEVEL, L. - NORD-LARSEN, T. - RAULAUND-RASMUSSEN, K.** (2012): Biomass production of four willow clones grown as short rotation coppice on two soil types in Denmark. In: Biomass and bioenergy (30) pp. 1-9.

**SIPOS G.** (2012): 2025 körül indulhat el Paks II.

Elérhető:

<http://www.origo.hu/idojaras/20121122-paksi-bovites-uj-reaktorblokk-megalakult-a-paks-ii-atomeromu-fejlesztési.html>; Letöltés: 2012. december 10.

**SOHNGEN, B. - MENDELSON, R. - SEDJO, R. - LYON, K.** (1997): An analysis of global timber markets. Resources for the Future discussion paper pp. 97-37, Washington, DC, USA.

**SOPP L. - KOLOZS L.** (2000): Fatömeg-számítási táblázatok. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.

**STATISZTIKAI TÜKÖR** (2008), II. évf. 150. szám. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest

**STATISZTIKAI TÜKÖR** (2009), III. évf. 107. szám. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest

**STATISZTIKAI TÜKÖR** (2010), IV. évf. 75. szám. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest

**STETTLER, RF. - BRADSHAW, Jr. HD. - HEILMAN, PE. - , HINKLEY, TM.** (1996): Biology of Populus and its implications for management and conservation. Ottawa, Canada: NRC Research Press.

**STOUT, AB. - SCHREINE, E. J.** (1933): Results of a project in hybridizing poplars. Journal of Heredity 24; pp.216–29.

**STRATÉGIA A MAGYARORSZÁGI MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSÁNAK NÖVELÉSÉRE 2008-2020**, 2008.

**STRÓBL A.** (2012): Erőműépítések Európában. In: Energiagazdálkodás. az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület szakfolyóirata 53. évfolyam, 5. szám.

**SULYOK D. – MEGYES A.** (2006): Energiatermelés faültetvényből származó megújuló energiából III. In: Agrárágazat, augusztus.

**SZABÓ O.** (2013): Fás szárú energiaültetvények helyzete Magyarországon. Doktori szigorlat, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola.

**SZABÓ P.** (1976): Tapasztalatok a 'H422' nyárhibrid telepítéséről. In: Az Erdő, 11 szám pp.510-511.

**SZAJKÓ G. ET AL.** (2009): Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassa Magyarországon. Műhelytanulmány, Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, Budapesti Corvinus Egyetem.

**SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. – MOLNÁR S. – HORVÁTH B. – MAJOR T. – HORVÁTH A. L.** (2012): A magyarországi erdők faenergetikai lehetőségei. In: Hungarian Agricultural Engineering N 24/2012, Szent István Egyetem Gödöllő.

**SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. - VÁGVÖLGYI A. - HORVÁTH A.** (2011): Haváriával sújtott területek hasznosítása energetikai célú fátermesztésre. Fialat műszakiak tudományos ülészaka XVI., Kolozsvár, március 24-25. előadás és Műszaki tudományos füzetek, Erdélyi Múzeum Egyesület kiadványa, Kolozsvár, konferenciakiadvány.

**SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K.** (2012): A logisztika eredményeinek alkalmazása a hazai fahasználatok hatékonyságának fokozására; PhD értekezés, Sopron.

**SZENDREI J.** (2005): A biomassa energetikai hasznosítása. In: Agrártudományi közlemények 16. különszám, pp. 264-272.

**SZENDRÓDI L.** (1987): Rövid vágásfordulójú nyár faültetvények aprítéktermelés céljára. Doktori értekezés. Erdészeti és Faipari Egyetem. Sopron.

**SZERGÉNYI I.** (2011): Energia és civilizáció. Prezentáció. Elérhető: <http://www.e-met.hu/?action=show&id=1841>; Letöltés: 2012. augusztus 10.

**SZOBOSZLAY M.** (2010) (KHEM): A megújuló energiák hasznosításának fejlesztése (energiapolitikai háttér, megoldandó feladatok). Előadás. Elérhető: [http://www.mekh.hu/gcpdocs/200912/1\\_szoboszlay\\_miklos.pdf](http://www.mekh.hu/gcpdocs/200912/1_szoboszlay_miklos.pdf); Letöltés: 2012. január 9.

**SZUPPINGER P.:** Decentralizáció a világ energiarendszereiben Tér és Társadalom 14. évfolyam 2000/2-3. 173-182 p.

**TOMBÁ CZ E. Dr.- MOZSGAI K.** (2009): Az éghajlatvédelmi törvény tervezetének Stratégiai Környezeti Vizsgálata. Tanulmány.

**TÓTH – SZEMERÉDI** (1982): Olaszországi nyárfatermesztési technológiák fejlesztésének újabb irányzatai. In: Az Erdő, 8. szám, pp. 353-357.

**TÓTH T. (MEH)** (2011): A megújuló energiaforrások felhasználásának helyzete hazánkban. Előadás.

**TÓTH B., ERDŐS L.** (1988): Nyár fajtaismertető. Állami Gazdaságok Erdőgazdálkodási és Fafeldolgozási Szakbizottsága, Budapest.

**ÚJ MINŐSÍTETT FAJTÁK A NYÁR – ÉS FŰZ FAJTAVÁLASZTÉKBAN** (1981). In Az Erdő, 5 szám, pp. 216-219.

**ÚJ SZÉCHENYI TERV** (A talpraállás, megújulás és felemelkedés fejlesztéspolitikai programja) Magyarország Kormánya, 2011. január.

**UNI-FELXYS** Egyetemi Innovációs Kutató és Fejlesztő Közhasznú Nonprofit Kft. (2011): Megújuló energiaforrások vizsgálata Szabolcs-Szatmár-Bereg és Satu Mare megyében Projektszám: HURO/0901/149/2.2.4.

**UNK J-NÉ ET AL.** (2010): Magyarország 2020-as megújuló energiahasznosítási kötelezettség vállalásának teljesítési ütemterv javaslata, Pylon Kft. és munkacsoportja, Budapest.

**VÁGVÖLGYI A. - KOVÁCS G.** (2013): Rövid vágásfordulójú (2-3 éves) sarjzatotott faültetvények telepítésének tapasztalatai. In Mezőhír, mezőgazdasági szaklap. XVII. évfolyam, május. 128-130 pp.

**VALLE, V. I. - VAN CAMP, N. - VAN DE CASTEELE, L. - VERHEYEN, K.- LEMEURE, R.** (2007): Short rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in flanders (Belgium) II. energy production and CO<sub>2</sub> emission reduction potencial. In: Biomass and Bioenergy (31) pp. 276-283.

**VEISSE I.** (2004): A decentralizált energiatermelés növekedési lehetősége a világon, európai és magyar kihatások. In: Magyar energetika, 4. szám pp. 11-22.

**VEPERDI I.** (szerk.) (2005): Erdőtelepítési termesztés-technológia és végrehajtási útmutató kidolgozása, a nem szokványos erdőművelési módszer miatt, a különböző vágásfordulóval kezelt energiaerdőkre. Kutatási jelentés, ERTI.

**VOLK, TA. - VERWIJST, T. - THARAKAN, PJ. - ABRAHAMSO, LP. - WHITE, EH.** (2004): Growing fuel: a sustainability assessment of willow biomass crops. Front Ecol Environ; 2 (8) pp.411-18.

**WARREN-WREN, SC.** (1972): The complete book of willows. New York, USA: AS Barnes & Co.

**WICKHAM, J. -RICE, B. - FINNAN J. - McCONNOR R.** (2010): A review of past current research on short rotation coppice in Ireland and abroad. COFORD. National Council for Forest Research and Development. ISBN 978-1-902696-65-2.

**WILLIAMSON, K.** (2011): Worldwide biomass boom. Elérhető: <http://www.renewableenergyfocus.com/view/20605/worldwide-biomass-boom/>; Letöltés: 2012. szeptember 7.

**YOUNG, H. E.:** Hardwoods within the complete forest concept. -The Forestry Chronicle, Vol. 53., No. 4., Canada. Ref.: dr. Sólymos R.

**ZSUFFA L.** (1995): Characterisation of poplar and willow clones and cultivars. In: Biomass and Bioenergy (9) pp. 53-68.

- url.1.:** [http://www.ksh.hu/interaktiv/grafikonok/vilag\\_nepessege.html](http://www.ksh.hu/interaktiv/grafikonok/vilag_nepessege.html) Letöltés: 2013. február 28.
- url.2.:** <http://ozonenetwork.hu/ozonenetwork/20100319-duplajara-no-a-vilagenergiaigenye-2050re-45-szazalekkal-no-2030ra.html>; Letöltés: 2011. november 8.
- url.3.:** <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310>; Letöltés: 2013. február 12.
- url.4.:** [www.wikipedia.hu](http://www.wikipedia.hu); Letöltés: 2013. február 12.
- url.5.:** <http://www.energiaklub.hu/img.php?id=269>; Letöltés: 2013. február 15.
- url.6.:** <http://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2012/06/18/nott-a-megujulo-energia-reszaranya-az-eu-ban> Letöltés: 2013. június 21.
- url.7.:** [http://www.portfolio.hu/vallalatok/energia/taroltak\\_a\\_megujulok\\_tavaly.169768.html](http://www.portfolio.hu/vallalatok/energia/taroltak_a_megujulok_tavaly.169768.html) 2013. január 28.
- url.8.:** [http://www.m70.hu/hu/cikk/Teruletalapu\\_tamogatas\\_hetven ezer\\_forint\\_hektaronkent\\_1549/](http://www.m70.hu/hu/cikk/Teruletalapu_tamogatas_hetven ezer_forint_hektaronkent_1549/) Letöltés: 2013. június 21.
- url.9.:** [http://www.szabadjfold.hu/gazdanet/csaknem\\_60\\_ezer\\_forint\\_a\\_teruletalapu\\_tamogatas](http://www.szabadjfold.hu/gazdanet/csaknem_60_ezer_forint_a_teruletalapu_tamogatas) Letöltés: 2013. június 21.
- url.10.:** <http://www.videkesgazdasag.hu/index.php?id=hektaronkent-233-euro-teruletalapu-tamogatas-varhato> Letöltés: 2013. június 21.
- url.11.:** [http://www.szabadjfold.hu/gazdanet/a\\_vartnal\\_valamivel\\_kisebb\\_a\\_tamogatas](http://www.szabadjfold.hu/gazdanet/a_vartnal_valamivel_kisebb_a_tamogatas) Letöltés: 2013. június 21.
- url.12.:** <http://www.agrarkamara.hu/> Letöltés: 2013. június 21.
- url.13.:** <http://www.coach-bioenergy.eu/hu/cbe-szolgáltatások/technológiai-leírások-es-eszközök/technológiák/240-nyarfa.html>; Letöltés: 2013. január 30.
- url.14.:** [www.nfu.hu/download/3009/04\\_Helyzetelemzés.pdf](http://www.nfu.hu/download/3009/04_Helyzetelemzés.pdf) Letöltés: 2013. január 21.
- url.15.:** <http://www.energyforest.eu/crops.html> Letöltés: 2013. január 21.
- url.16.:** [http://forestpress.hu/jie\\_hu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13295&Itemid=70](http://forestpress.hu/jie_hu/index.php?option=com_content&task=view&id=13295&Itemid=70); Letöltés: 2013. január 21.
- url.17.:** [http://www.mvh.gov.hu/portal/MVHPortal/default/mainmenu/tamogatasok?elso\\_menu=jcs\\_1021&masodik\\_menu=jcs\\_1000033&harmadik\\_menu=j\\_1000014&selected\\_combo=&tamogatas\\_id=1000014&mutat=T%C3%A1mogat%C3%A1s+r%C3%A9szletei](http://www.mvh.gov.hu/portal/MVHPortal/default/mainmenu/tamogatasok?elso_menu=jcs_1021&masodik_menu=jcs_1000033&harmadik_menu=j_1000014&selected_combo=&tamogatas_id=1000014&mutat=T%C3%A1mogat%C3%A1s+r%C3%A9szletei); Letöltés: 2013. március 21.
- url.18.:** <http://www.mvh.gov.hu/portal/MVHPortal/default/mainmenu/eredmenyek> Letöltés: 2013. március 21.
- url.19.:** <http://zbr.kormany.hu/> Letöltés: 2013. március 2.
- url.20.:** [http://www.fataj.hu/2009/08/280/200908280\\_Biomassza-egetes-sajtoszemle.php](http://www.fataj.hu/2009/08/280/200908280_Biomassza-egetes-sajtoszemle.php); Letöltés: 2013. január 21.
- url.21.:** [http://www.vasnepe.hu/cimlapon/20120328\\_vep\\_biomassza\\_eromu](http://www.vasnepe.hu/cimlapon/20120328_vep_biomassza_eromu); Letöltés: 2013. január 21.
- url.22.:** <http://www.ujenergiak.hu/bioenergia/biomassza/605-biomassza-eromu-epult-miskolcon>, Letöltés: 2013. január 21.
- url.23.:** <http://zoldtech.hu/cikkek/20100114-Komlo-biomassza-futomu>; Letöltés: 2013. január 21.
- url.24.:** <http://www.seeger.ag.hu/referenciak/biomassza-eromu.html>; Letöltés: 2013. március 21.
- url.25.:** <http://epiteszforum.hu/node/17143>; Letöltés: 2013. március 21.
- url.26.:** [www.nebih.gov.hu/data/cms/146/.../nyar\\_fuz\\_akac\\_20120417.doc](http://www.nebih.gov.hu/data/cms/146/.../nyar_fuz_akac_20120417.doc); Letöltés: 2013. március 21.
- url.27.:** [www.energyforest.hu](http://www.energyforest.hu); Letöltés: 2013. március 13.
- url.28.:** <http://www.erti.hu/bioenergetika-energetikai-faulttvenyek.html>; Letöltés: 2013. január 15.
- url.29.:** [http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice\\_tcm6-4262.pdf](http://www.naturalengland.org.uk/Images/short-rotation-coppice_tcm6-4262.pdf); Letöltés: 2013. április 21.
- url.30.:** <http://www.energiepflanzen.at/hu/mezogazdasag/fajleirasok/>; Letöltés: 2013. március 15.
- url.31.:** [www.winner-hun.uw.hu/Prohardver/nyar-magyarul.doc](http://www.winner-hun.uw.hu/Prohardver/nyar-magyarul.doc); Letöltés: 2013. március 16.
- url.32.:** [www.metar.hu](http://www.metar.hu); Letöltés: 2013. március 2.
- url.33.:** [http://energiaparkett.hu/hirek/megujulo\\_energia/2011/08/12/uj-program-a-biomassza-piac-fejleszteseert/](http://energiaparkett.hu/hirek/megujulo_energia/2011/08/12/uj-program-a-biomassza-piac-fejleszteseert/); Letöltés: 2013. január 15.
- url.34.:** [www.nfu.gov.hu-KEOP\\_palyazatok](http://www.nfu.gov.hu-KEOP_palyazatok); Letöltés: 2013. július 24.
- url.35.:** <http://panenerg.hu>; Letöltés: 2013. július 24.
- url.36.:** [www.energiepflanzen.com](http://www.energiepflanzen.com); Letöltés: 2013. július 24.
- url.37.:** <http://gamiker.hupont.hu>; Letöltés: 2013. július 24.
- url.38.:** <http://www.silvanusforestry.com/express-energiafuz.html>; Letöltés: 2013. július 24.

**33/2007. (IV. 26.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Garancia Alapból az energetikai célból termesztett növények termesztéséhez nyújtható kiegészítő támogatás igénybevételének feltételeiről.

**2009. XVII. törvény** az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról

**117/2005. (XII. 19.) FVM rendelet** az ingatlan-nyilvántartásról szóló 1997. évi CXLI. törvény végrehajtásáról szóló 109/1999. (XII. 29.) FVM rendelet módosításáról

**71/2007. (IV. 14.) Korm. rendelet** a fás szárú energetikai ültetvényekről

A **45/2007. (VI. 11.) FVM rendelet** a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról

**63/2012. (VII. 2.) VM rendelet** a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, valamint a megyei kormányhivatalok mezőgazdasági szakigazgatási szervei előtt kezdeményezett eljárásokban fizetendő igazgatási szolgáltatási díjak mértékéről, valamint az igazgatási szolgáltatási díj fizetésének szabályairól

**72/2007. (VII. 27.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a rövid vágásfordulójú fás szárú energiaültetvények telepítéséhez nyújtott támogatás igénybevételének részletes feltételeiről.

**78/2007. (VII. 30.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból a mezőgazdasági energiafelhasználás megújuló energiaforrásokból történő előállításához nyújtandó támogatások részletes feltételeiről

**33/2007. (IV. 26.) FVM rendelet** az Európai Mezőgazdasági Garancia Alapból az energetikai célból termesztett növények termesztéséhez nyújtható kiegészítő támogatás igénybevételének feltételeiről

## *MELLÉKLETEK*

- 1. melléklet:** Fűzklónok termőhelyi igényei
- 2. melléklet:** Fás szárú energetikai ültetvények létrehozására alkalmas fűzfajták (nem teljes körű felsorolás)
- 3. melléklet:** Fűzklónok jellemzőinek összesített táblázata
- 4. melléklet:** Akác termőhelyi igényei
- 5. melléklet:** A vonatkozó jogszabályok részletezése
- 6. melléklet:** A fás szárú energetikai ültetvények SWOT analízisének összefoglaló táblázata
- 7. melléklet:** Biomassza alapú energiatermelő egységek Magyarországon
- 8. melléklet:** A biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a fás szárú energetikai ültetvények kapcsolatrendszer
- 9. melléklet:** A működő biomassza hasznosító energiatermelő egységek és az ültetvények kapcsolata
- 10. melléklet:** A működő és tervezett biomassza hasznosító energiatermelő egységek és az ültetvények kapcsolata
- 11. melléklet:** KITE ültetvények és a lehetséges felvevőpiacuk
- 12. melléklet:** Nyárfajták csoportosítása
- 13. melléklet:** Nyárklónok jellemzőinek összesített táblázata
- 14. melléklet:** Különböző korú és fajtájú nyárültetvények átmérő-hozam grafikonjai
- 15. melléklet:** Energetikai célra termesztendő nyárfajták
- 16. melléklet:** A nemesnyárak magassági növekedése alapján felállított pontrendszer
- 17. melléklet:** A vizsgált ültetvényeket minősítő pontszámok a 16. melléklet alapján
- 18. melléklet:** A vizsgálatba bevont ültetvények összefoglaló táblázata
- 19. melléklet:** Kérdőív a KITE fás szárú energetikai ültetvény kísérlet eredményességének felmérésére.
- 20. melléklet:** A technológia modellek ábráinak jelmagyarázata
- 21. melléklet:** Energiamérlegek

1. melléklet: Fűzklónok termőhelyi igényei

<b>Klíma</b>	nem meghatározó (hidrológia fontos!)
<b>Hidrológiai tulajdonságok</b>	Állandó vízhatású felszínig nedves termőhelyek közül azok, ahol a rendszeres vízborítást megkapja, de a pangóvizet legfeljebb csak néhány hétig kell elviselnie (Veperdi et al., 2005). Nyirkos, vizes termőhely, időszakos vízborítást is elviselik. (Póliska, 2012) Vízigény: 6-800 mm/év. Állandó felszínig nedves és vízzel borított termőhelyek, a pangóvizet kerüli. (Kovács et al., 2010)
<b>Fizikai talajféleség</b>	Kevésbé meghatározó. (Kovács et al., 2010) Homoktól az agyagos vályogig. (Veperdi et al., 2005).
<b>Termőréteg vastagsága</b>	sekély, középmeley, mély termőréteg. (Veperdi et al., 2005).
<b>Talajtípus</b>	öntés, réti, lejtőhordalék talajok (Veperdi et al., 2005).. humuszos hordalék-, kavics-, öntés- és homoktalajokon érzi jól magát (Lenti és Kondor). Réti talajok, láptalajok, öntés és hordalék talajok (Kovács et al., 2010)
<b>Talaj összes sótartalma</b>	Magas összesó-tartalomra érzékenyek (Póliska, 2012). 0,1% alatti összes sótartalom, mivel a sóra érzékeny (Kovács et al., 2010).
<b>Talaj tápanyagtartalma</b>	Mérsékelt tápanyag igény (Kovács et al., 2010).
<b>Vízviszonyok</b>	Az erősen változó talajvízszintre, vegetációs időszakban a többletvíz hiányára érzékeny (Kovács et al., 2010)
<b>Egyéb</b>	Talajminőségre nem érzékenyek

2. melléklet: Fás szárú energetikai ültetvények létrehozására alkalmas fűzfajták (nem teljes körű felsorolás) (Gyuricza, 2010)

Fajtanév	Tudományos név
<b>Magyar fajták</b>	
Bédai Egyenes	S. alba 'Bédai Egyenes'
Csertai	S. alba 'Csertai'
Drávamenti	S. alba 'Drávamenti'
Express	S. alba 'Express'
Pörbölyi	S. alba 'Pörbölyi'
<b>Külföldi fajták</b>	
Gudrun	S. dasyclados 'Gudrun'
Inger	S. triandra x S. viminalis 'Inger'
Jorr	S. viminalis 'Jorr'
Sven	S. schwerinii x S. viminalis 'Sven'
Tora	S. schwerinii x S. viminalis 'Tora'
Tordis	S. schwerinii x S. viminalis 'Tordis'
Torhild	S. schwerinii x S. viminalis 'Torhild'



**3. melléklet: Fűzklónok jellemzőinek összesített táblázata (url. 35-38.; Lenti és Kondor)**

Fűzfajta	Származási hely	Általános jellemzés	Tűrőképesség/Érzékenység				Terméshozam
			Fagyra	Rovarkárra	Vadkárra	Levéltrozsdára	
<b>Inger</b>	Svédország	Leggyorsabban növekvő fajta (naponta: 3-3,5 cm). Jól tűri az eltérő hőm. viszonyokat. Száraz talajon jobban nő, mint a többi fajta, sűrű mellékajtásai vannak, aratáskor a szárazanyag tartalma magasabb, törzse bolyhos.	n.a.	nem érzékeny	nem kedvelik	nem érzékeny	közepes
<b>Torhild</b>	Külföld	2 görbefajta keresztezéséből származik, ennek ellenére törzse egyenes.	n.a.	n.a.	n.a.	közepesen érzékeny	közepes
<b>Olof</b>	Külföld	Egyenes törzs kevés hajtással.	n.a.	n.a.	n.a.	nem érzékeny	magas
<b>Doris</b>	Külföld	Alacsony a víztartalma betakarításkor, jó a gyomelnyomó képessége.	nagyon jó	nem érzékeny	fiatal hatásokat károsítják	nem érzékeny	közepes
<b>Tora</b>	Svédország	Szibériai kosárfűz és egy Salix fajta kereszteződéséből származik. Bokros hajtások. Hűvösebb, nedvesebb területeket kedveli. Szárazságra érzékenyen reagál.	jó	nem érzékeny	nem fogyasztják	nem érzékeny	nagyon magas
<b>Tordis</b>	Svédország	Kiegyenlített hajtásnövekedés, bokros hajtások, 4 m-nél magasabb hajtásnövekedés már az első évben. Hűvösebb helyre ajánlott, kevésbé érzékeny a szárazságra.	n.a.	nem érzékeny	érzékeny	nem érzékeny	közepes
<b>Gudrun</b>	Svédország	Alacsony a betakarításkori víztartalom.	nem érzékeny	n.a.	n.a.	n.a.	közepes
<b>Sven</b>	Svédország	n.a.	n.a.	kártevők által kedvelt	n.a.	nem érzékeny	magas
<b>Jor</b>	Hollandia	Gyors növekedés, törzse sötétzöld, közepes terméshozam, szennyvíztisztításban is használják.	n.a.	n.a.	n.a.	közepesen érzékeny	közepes
<b>Express</b>	Magyarország	Faalakú fűz, sarjzatatott és hengeresfa ültetvénynek is alkalmas. Világoszöld megjelenésű lombosított, smaragdzöld hajtások és a tönél vörösen felrepedező kéreg.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a.-nincs adat

4. melléklet: Akác termőhelyi igényei

<b>Klíma</b>	Fagyérzékeny, április 30-ig elhúzódó fagyos napok vonalával esik egybe (Kovács et al., 2010). Jellemzően erdősztyepp, kocsánytalan és cseres tölgyes fordul elő (Balogh et al., 2006).
<b>Hidrológiai tulajdonságok</b>	Vízigény: 3-400 mm/év, többletvízhatástól független termőhelyeken, fontos a jó levegőzöttség (Kovács et al., 2010). Legnagyobb részben többletvízhatástól független termőhelyen található (Balogh et al., 2006). Nem szereti a kötött, levegőtlen, felszínig nedves, vízállásos talajokat (Rédei et al., 2008).
<b>Fizikai talajféleség</b>	Laza homok, homokos vályog, vályog (Kovács et al., 2010; Rédei et al., 2008).
<b>Termőréteg vastagsága</b>	Középmély, mély, igen mély (Veperdi et al., 2005).
<b>Talajtípus</b>	váztalajok (HH, HHKOMB) barna erdőtalajok (RBE, ARBE, ABE, BF, KBE) csernozjomok (CSJH) réti talajok (TR, ÖR, CSR) (Kovács et al., 2010). Legnagyobb részben váztalajon és barna erdőtalajon (Balogh et al., 2006).
<b>Talaj összes sótartalma</b>	0,1 % alatti összes só (Kovács et al., 2010).
<b>Talaj tápanyagtartalma</b>	Mérsékelt tápanyag-igény, pillangós N-kötés (Kovács et al., 2010).
<b>Lejtésviszonyok</b>	Kisebb, mint 8% (Kovács et al., 2010).
<b>A fatermesztést kizáró hibák</b>	A kötött agyag talajok. A felső 60 cm-ben előforduló nagy mésztartalom (15% felett), fenolftalein lúgosság, szóda, gley, mindazok a gyökérfejlődést akadályozó talajhibák, (gyepvasérc, mészkőpad vastag kovárvány stb.) vagy más talajhiba, ami miatt a gyökér nem tud 50–60 cm-nél mélyebbre jutni (Veperdi et al., 2005).
<b>Eketalp réteg problémája</b>	El kell kerülni a gyökérszónában tömörödött talajokat (Kovács et al., 2010).
<b>Egyéb</b>	Fejlődését befolyásoló talajhibák: Kötött agyag talajok. A felső 60 cm-ben előforduló nagy mésztartalom (15% felett), fenolftalein lúgosság, szóda, gley, mindazok a gyökérfejlődést akadályozó talajhibák, vagy más talajhiba, ami miatt a gyökér nem tud 50–60 cm-nél mélyebbre jutni (Veperdi et al., 2005).

**71/2007. (IV. 14.) Korm. rendelet a fás szárú energetikai ültetvényekről**

A telepítőnek a telepítés engedélyezése céljából az ingatlan fekvése szerint illetékes Erdészeti Igazgatósághoz a kormányrendelet 1. számú melléklete szerinti adattartalommal kérelmet kell benyújtani. A kérelemhez csatolni kell: a tulajdonos hozzájáruló nyilatkozatát, amennyiben nem saját tulajdonú földterületen történik a telepítés.

A telepítési tervet, amely tartalmazza: az alkalmazott fajta és faj meghatározását, a felhasznált szaporítóanyag származására vonatkozó nyilatkozatot, az alkalmazni kívánt technológia rövid leírását, különös tekintettel az alkalmazott egyedszámra, sor- és tőtávra, a telepítési és ápolási technológiára vonatkozó ültetési hálózatra, valamint a faanyag letermelésének (betakarításának) módszerére és gyakoriságára. Az ingatlan telepítéssel érintett területének azonosításra alkalmas vázlatát az ingatlan-nyilvántartási alaptérkép 1:4000 méretarányú másolatán, amennyiben a telepítés nem az egész ingatlant érinti. Az Erdészeti Igazgatóság a telepítés tárgyában határozatot hoz.

Az ültetvények telepítését és felszámolását is be kell jelenteni a hatóság felé a munka végeztével 15 napon belül.

A telepítésről munkanaplót kell vezetni, melyet a szakhatóság ellenőrizhet. A munkanapló tartalmazza az összes elvégzett munka bejegyzését, az alkalmazott technológiák leírását, a faanyag betakarításának módját, a későbbiekben pedig az ültetvény felszámolásának körülményeit. A munkanaplót nem kell bemutatni a hatóságnak, de egy esetleges ellenőrzésnél elkérhetik.

Védett természeti területen, valamint a védett természeti területnek nem minősülő Natura 2000 területeken a külön jogszabályban meghatározott invazív fajok fás szárú energetikai ültetvényként történő telepítése nem engedélyezhető. A fás szárú energetikai ültetvényt a telepített fajtól, illetve fajtától és az alkalmazott művelési technológiától függetlenül, a külön jogszabályban foglalt talajvédelmi szempontok figyelembevételével úgy kell felszámolni, hogy a földterület fás szárú energetikai ültetvény telepítése előtti eredeti állapotába történő egyidejű visszaállításával a telepített faj vagy fajta spontán továbbterjedése kizárható legyen. A fás szárú energetikai ültetvények hatósági ellenőrzését az NÉBIH látja el.

**A 45/2007. (VI. 11.) a fás szárú energetikai ültetvények telepítésének engedélyezése, telepítése, művelése és megszüntetése részletes szabályairól, valamint ezen eljárások igazgatási szolgáltatási díjáról szóló FVM rendelet**

A jogszabály megszületésekor a fás szárú energetikai ültetvény telepítésének engedélyezése iránt indított eljárásokban fizetendő igazgatási szolgáltatási díj összege tizenegyezer forint, mely magában foglalja a termőhelyi adottságok vizsgálatához szükséges helyszíni szemle, talajmintavétel és laborvizsgálat költségeit is. Amennyiben a talajmintavétel az 5 hektárt meghaladja, a díj összege minden megkezdett 5 hektár esetében négyezer forinttal emelkedik. Azonban a díjakat meghatározó paragrafusok (5. § és 6. §) 2012. augusztus 1-től a vidékfejlesztési miniszter **63/2012. (VII. 2.) VM rendelete** (a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, valamint a megyei kormányhivatalok mezőgazdasági szakigazgatási szervei előtt kezdeményezett eljárásokban fizetendő igazgatási szolgáltatási díjak mértékéről, valamint az igazgatási szolgáltatási díj fizetésének szabályairól) alapján hatályukat veszítették. Ugyanis az eljárási díjak központilag a fenti jogszabályban kerültek megállapításra.

Az alapidj, mely magában foglalja a helyszíni vizsgálat, talajmintavétel, laborvizsgálat 11000 Ft. Az alapidjon felül, ha a talajmintavétel meghaladja az 5 ha-t, minden megkezdett 5 ha esetén további 4000 Ft. Telepítés és megszüntetés ellenőrzése, telepítés fennmaradásának engedélyezése 9000 Ft.

A határozatban engedélyezett telepítések, ültetvények dokumentálása az erdészeti hatósági munka során is alkalmazott Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerben (ESZIR) történik. Az információs rendszerből lekérdezhető az ültetvény telepítésének helye: település, erdészeti táj. A telepített terület nagysága, a telepített fafaj-fajta neve, illetve a telepítés éve. Az ültetvény tulajdonosának a telepítési terv alapján elvégzett munkákról, az alkalmazott technológiáról, faanyag letermelésének és az ültetvény megszüntetésének módjáról munkanaplót kell vezetnie.

**6. melléklet:** *A fás szárú energetikai ültetvények SWOT analízisének összefoglaló táblázata*

<b>BELSŐ TÉNYEZŐK, ERŐFORRÁSOK</b>	
<b>ERŐSSÉGEK</b>	<b>GYENGESÉGEK</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Megfelelő minőségű és jelentős mennyiségű terület Magyarországon a fás szárú energetikai ültetvények telepítésére;</li> <li>– Földhasznosítás;</li> <li>– Mindig újratermelhető;</li> <li>– Rentábilis termelés;</li> <li>– Hátrányos termőhelyi adottságok (pl.: erodált talaj → akác) esetén is telepíthető</li> <li>– CO<sub>2</sub> csökkentés, O<sub>2</sub> termelés, pormegkötés, üvegházhatás mérséklése;</li> <li>– Faanyagának elégetése kisebb környezet szennyezéssel jár, ellentétben a fosszilis szén elégetésével;</li> <li>– Erózió, defláció csökkenés;</li> <li>– Saját energiaigény megtermelés, ami olcsóbb;</li> <li>– A nyereség helyben termelődik;</li> <li>– Egyre bővülő tapasztalat háttér;</li> <li>– A kialakult gyökérrendszerrel rendelkező ültetvényekre gyakorolt időjárási és éghajlati hatások kisebb mértékűek, mint a mezőgazdasági ültetvényekre gyakorolt hatás;</li> <li>– Gáz árával folyamatosan mozog (nő) a fa ára, így folyamatosan emelkedő ár és bevétel;</li> <li>– A fás szárú energia ültetvények telepítése mellett jár az évente növekvő mértékű földalapú támogatás,</li> <li>– A fás szárú ültetvényekről származó bevétel a teljes ültetvényi ciklusra vonatkozóan nyereséges;</li> <li>– Pozitív hatással van a biodiverzitásra;</li> <li>– Az ültetvény élettartama nagyjából megegyezik az erőmű élettartamával (kb. 25 év);</li> <li>– Munkahelyeket teremtenek;</li> <li>– Betakarítás elhalasztása nem okoz termésvesztést;</li> <li>– Mezőgazdasági holtidényben történik a betakarítás;</li> <li>– Apríték formájában való betakarítás - nemesítési szempontok közül jelentőségét veszti a törzsalak, ág- és koronaszervezet, valamint az idősebb korban megjelenő törzskárosítókra való érzékenység.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Befektetési és járulékos költségek viszonylag magasak;</li> <li>– A faapríték szállítás a vezetéken szállított energiaforrásokkal szemben drágább;</li> <li>– Állami szerepvállalás alacsonyabb szintje;</li> <li>– 50-100 km-es távolságon túli szállítása (hozamtól függően) már kevésbé gazdaságos;</li> <li>– Faanyag tárolásának problémája, magasabb költsége;</li> <li>– Hosszabb megtérülési idő (3-5 év);</li> <li>– Felvevőpiac (logisztikai központ, erőmű, fűtőmű) esetenkénti hiánya;</li> <li>– Jogszabályi rendezetlenség, joghézag, hiány;</li> <li>– A fás szárú ültetvényeken alkalmazott technológiák gépesítésének hiányosságai;</li> <li>– Jogszabályok szükségességének kérdése pl. a hiányos központi nyilvántartások miatt,</li> <li>– Betakarítás szezonálisan, felhasználás egész évben;</li> <li>– Energiasűrűsége alacsonyabb, mint a fosszilis energiahordozóknak;</li> <li>– Nedvességtartalma változó, sokszor magas;</li> <li>– Újabb ismeretek szükségesek a gazdák részéről (eltérő technológia a mg-i kultúráétól), melyek néhol még hiányoznak, illetve hiányosak.</li> <li>– A felhasználást biztosító kazán- és tüzelőberendezés-technológia bonyolultabb és drágább, mint a fosszilis berendezéseknél.</li> </ul>

<b>KÜLSŐ TÉNYEZŐK</b>	
<b>LEHETŐSÉGEK</b>	<b>VESZÉLYEK</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teljes termékpályát (ültetés, betakarítás, logisztika, felhasználás, energiamérleg) bemutató modellek kialakítása;</li> <li>- Adóbevétel növelése;</li> <li>- Település - és régiófejlesztés;</li> <li>- Javul országunk környezetvédelmi megítélése az EU-ban;</li> <li>- Termesztés, hasznosítás, feldolgozás munkalehetőségei → munkahelyteremtés;</li> <li>- CO<sub>2</sub> stabilizálás, csökkentés;</li> <li>- Helyi nyersanyagbázis hasznosítása, ezzel a decentralizált energiatermelés megteremtése;</li> <li>- Importfüggőség csökkentése, ezzel az energiaellátás-biztonság növelése;</li> <li>- Szaporodó biomassza vagy biomasszát is hasznosító erőművek, fűtőművek;</li> <li>- Piaci kereslet növekedése faapríték tekintetében;</li> <li>- Szaporodó gépfeljesztések;</li> <li>- Fenntartható energiagazdálkodás kialakítása;</li> <li>- Nemzeti és Európai Unió energetikai célkitűzések elérése;</li> <li>- Szemléletformálás- a lakossági környezettudatosság növelése;</li> <li>- Szennyvíziszap, szennyvíziszap komposzt vegetációs időszakban történő elhelyezése;</li> <li>- Fahamu kihelyezési lehetősége a vegetációs időszakban;</li> <li>- Szennyvízzel történő öntözés a vegetációs időszakban;</li> <li>- Nem veszélyes mezőgazdasági melléktermékek kihelyezése a vegetációs időszakban;</li> <li>- 2013-2020. között az EU költségvetés által a megújuló energiák felhasználásának támogatása.</li> <li>- Nehézfém felvétel a talajból, talajtisztítás.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Negatív ellenérvek (monokultúra, élelmiszertermelés visszaszorulása stb.), további támadások;</li> <li>- Csökkenő telepítési kedv értékesítési és fajtaválasztási kudarc miatt;</li> <li>- Jelenlegi támogatások bizonytalansága;</li> <li>- Felvevőpiac (logisztikai központok, fűtőművek, erőművek) bővülésének hiánya;</li> <li>- Izoprén kibocsátás.</li> </ul>

7. melléklet: Biomassza alapú energiatermelő egységek Magyarországon

(Gööz, 2007.; Gabnai, 2010.; MEH, 2012.; url. 19.-25., url.34.)

<b>MŰKÖDŐ ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK</b>			
<b>Település</b>	<b>Funkció</b>	<b>Kapacitás</b>	<b>Biomassza felhasználásuk [t/év]</b>
<b>Mátészalka</b>	Távfűtés-faapríték	5 MW-62 TJ	6000
<b>Körmend</b>	Távfűtés-faapríték	5 MW-63 TJ	6000
<b>Szombathely</b>	Távfűtés-faapríték	7,5 MW-92 TJ	8000
<b>Sárospatak</b>	Távfűtés-faapríték	2,5 MW	3000**
<b>Tata</b>	Távfűtés-faapríték	5 MW-23 TJ	6800
<b>Szentendre</b>	Távfűtés-faapríték- áramtermelés	Beépített telj.: 9+1,36 MW, 238 TJ hó 8 GWh e	20000
<b>Balassagyarmat</b>	Távfűtés- faapríték- áramtermelés	2 MW-16 GWh+140 TJ	12000
<b>Papkeszi</b>	Ipari hő-faapríték	5 MW-120 TJ	10000
<b>Pécs (PannonPower Holding Zrt.)</b>	Részben biomassza Faapríték- áramtermelés	Beépített telj.: 49,9 MW-4,6 PJ+360 GWh, (4663 TJ)	380000
<b>Ajka (Bakony Erőmű)</b>	Részben biomassza Faapríték- áramtermelés	Beépített telj.: 33,04 MW -32,6 PJ +192 GWh, (2238 TJ)	192000
<b>Pornóapáti</b>	Falufűtés	2x 600 kW	1220
<b>Oroszlány (Vértesi Erőmű)</b>	Részben biomassza Hőerőmű	18 MW	100000
<b>Baja</b>	Kapcsolt hő és villamos energia	2,5 MW beép. telj., 1,6 MW hőkapacitás	1800**
<b>Kapuvár</b>	Melegvíz ellátás (húsgyár)	2,4 MW hőtermelés	2880**
<b>Gyöngyösvisonta (Mátrai Erőmű Zrt.)</b>	Részben biomassza	836 MW teljesítmény	500000-600000
<b>Szakoly (DBM Zrt.)</b>	Részben biomassza	Beépített kapacitás 19,8 MW	250000
<b>Komló</b>	Távfűtés	18 MW-os biomassza blokk	21600**
<b>Pannonhalma</b>	Fűtőmű	névleges hőteljesítmény: 700 kW, éves megtermelt hőenergia: 10.000 GJ/év	1100
<b>Homrogd</b>	Biomassza kazán - Távfűtés	n. a.	720**
<b>Bakonyszombathely</b>	Biomassza kazán - Távfűtés	n. a.	720**
<b>Hangony</b>	Biomassza kazán - Távfűtés	600 kW	720**
<b>Martfű (Bunge)</b>	Vill. energia	Beépített kapacitás:3,6 MWe, (1060 TJ)	21600**
<b>Beszterec (Nyírségi Bioenergia Kft.)</b>	Hő- és villamos energia termelést megvalósító kiserőmű	n. a.	570**
<b>Gyömrő</b>	fűtőmű	2 MW	1200

Település	Funkció	Kapacitás	Biomassza felhasználásuk [t/év]
Szarvas- Budapesti Corvinus egyetem, Szarvasi Arborétum	2 db biomassza kazán	2x 100 kW	120**
Baja-Rókus Kórház	Távhő	950 kW	570**
Bocskai kert - Községi Önk.- Ált. Iskola	Biomassza kazán	n. a.	90**
Hidasnémeti –Ált. iskola	Biomassza kazán	150 kW	90**
Nógrád- K and K Energy Szerviz Környezetvédelmi, Építőipari és Kereskedelmi Kft.	Biomassza kazán	n. a.	90**
Körösszakál – Általános Iskola	Biomassza kazán	n. a.	90**
Pocsaj - Általános Iskola	Biomassza kazán	n. a.	90**
Mórahalom- Szent László király plébánia	Biomassza kazán	n. a.	60**
Győr- Gyémántfej Kft.	Biomassza kazán	n. a.	90**
Levél- Önkormányzati intézmények	Biomassza kazán	n. a.	90**
Dunaszentbenedek- Polgármesteri Hivatal	Biomassza kazán	17 kW	10,2**
<b>TERVEZETT ENERGIATERMELŐ EGYSÉGEK</b>			
Település	Funkció	Kapacitás	Biomassza felhasználásuk [t/év]
Tiszabездé	n. a.	Beépített kapacitás: 20 MWe	130000**
Almásfüzitő	n. a.	Beépített kapacitás: 18 MWe	120000**
Salgótarján	Fűtőerőmű	24 MWth hőenergia +12,5 MW villamos energia	10500**
Pálhalma	n. a.	Beépített kapacitás: 1,7 MWth	2550**
Tatabánya	n. a.	Beépített kapacitás: 1 MWe	6500**
Nagypáli	n. a.	Beépített kapacitás: 1 MWe	6500**
Fadd-Dombori	n. a.	Beépített kapacitás: 1 MWe	6500**
Miskolc	n. a.	Beépített kapacitás: 3 MWth	3000**
Vép	Magas hatékonyságú elgázosító technológia Távfűtés+villamos energia	Beépített kapacitás: 13,8 MWe	92000**
Kalocsa	n. a.	4 MW	4800**
Solt	n. a.	1 MW	1000**

Település	Funkció	Kapacitás	Biomassza felhasználásuk [t/év]
<b>Szolnok</b>	Biomassza melegvíz kazán	5 MW	4700
<b>Mohács</b>	Fűtőmű	4,5 MW	7948
<b>Székesfehérvár</b>	Fűtőmű	2x 5 MW	6000**
<b>Dunaújváros</b>	Fűtőmű	2x5 MW	6000**
<b>Nyíradony- Harangi Imre rendezvénycsarnok</b>	Faapríték kazán-fűtés	n. a.	10,2**
<b>Szekszárd</b>	Fűtőmű	5 MW	3000**
<b>Tiszaújváros</b>	Biomassza kazán	0,5 MW	300**
<b>Biharugra - Napköziotthonos konyha</b>	Biomassza kazán	n. a.	90**
<b>Villány - Polgár Panzió</b>	Biomassza kazán	n. a.	90**
<b>Nyírkarász - Váci Mihály Ált. Isk-</b>	Biomassza kazán	n. a.	90**
<b>Veszprém - „Royal-Kert” Kert és Öntözéstechnikai, Kereskedelmi és szolgáltató Kft.</b>	Biomassza kazán	n. a.	90**
<b>Kőrösladány- Önk. intémenyei</b>	Biomassza kazán	n. a.	90**
<b>Tokod- Óvoda</b>	Biomassza kazán	300 kW	180**
<b>Hajdúdorog- Szent Basil Okt. Közp.</b>	Biomassza kazán	500 kW	300**
<b>Álmosd- Bocskai I. Általános Iskola</b>	Biomassza kazán	2x55 kW + 1x80kW	114**
<b>Szigetvár*</b>	Távfűtés-faapríték	2 MW-23 TJ	2200
<b>Szabadegyháza</b>	n. a.	18 MWe; 14,4 MWth	108000
<b>Kaposvár</b>	Távfűtés és villamos energiatermelés	38 MW bemenő hőteljesítményű erőmű az üzembe vétel után 19 MW hőenergiát tud betáplálni a távhálózatba és 10 MW villamos energiát is termel	50000**
<b>Bátonyterenye</b>	n. a.	n. a.	200000
<b>Zalaszentmihály</b>	n. a.	Beépített kapacitás: 0,6 MWe	3600**
<b>Debrecen</b>	n. a.	Beépített kapacitás: 0,6 MWe	3600**
<b>Tiszapalkonya hőerőmű*</b>	Hőtermelés	200 MW	300000
<b>Kazincbarcika (AES)*</b>	Részben biomassza Faapríték-áramtermelés	30 MW -3,4 PJ+210 GWh	200000

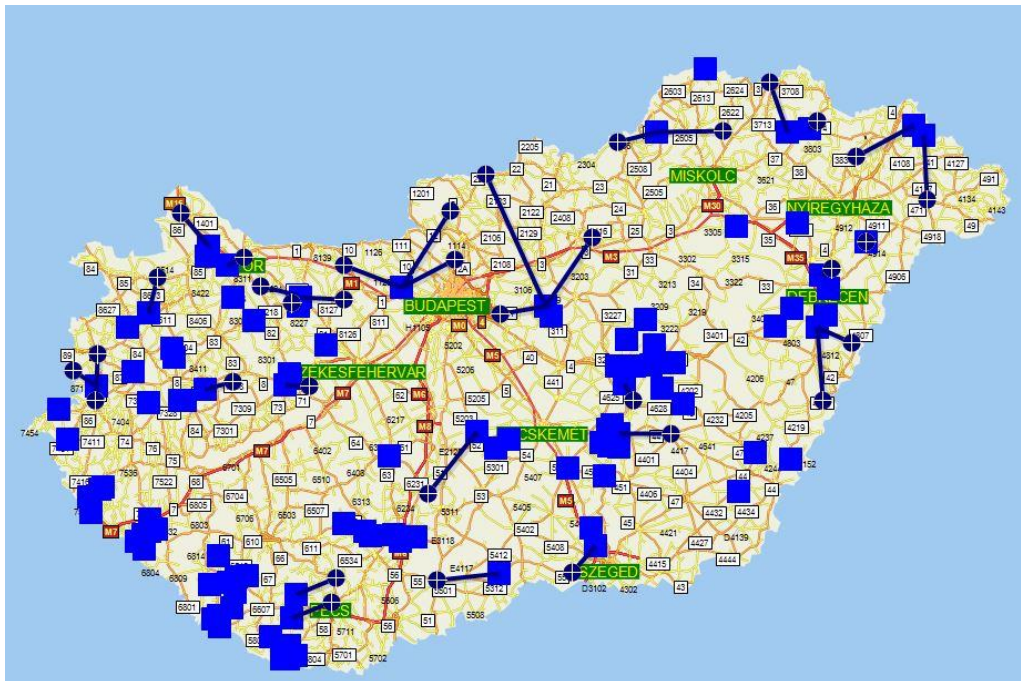
n. a.- nincs adat

\* jelenleg nem üzemel, de újraindítható

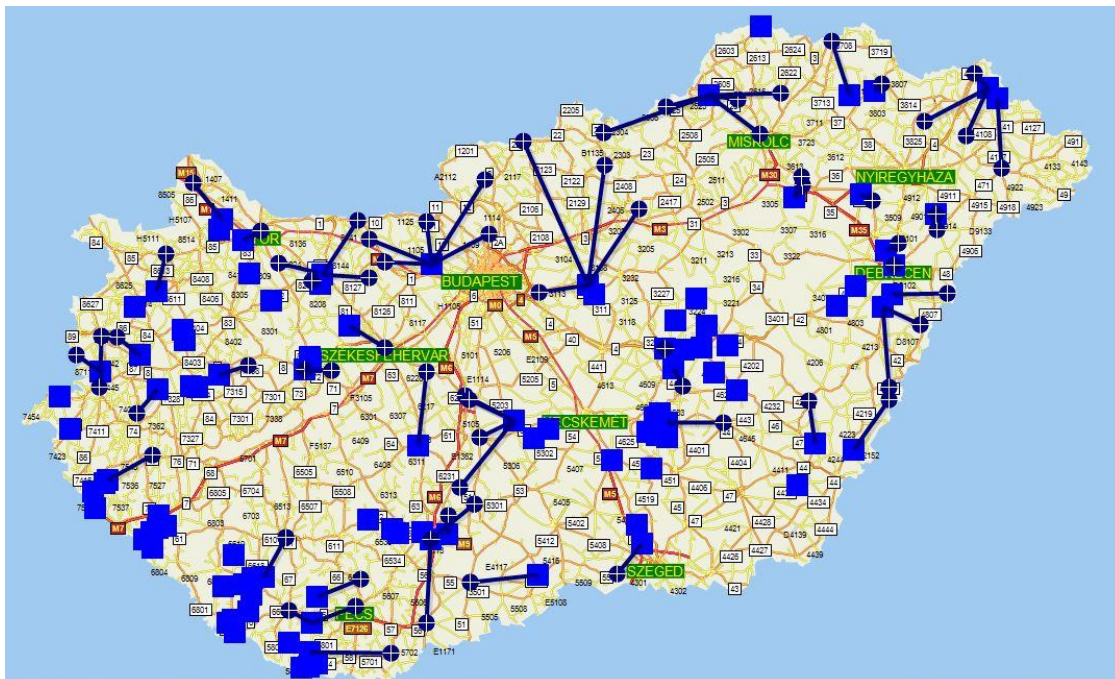
\*\* számolt érték



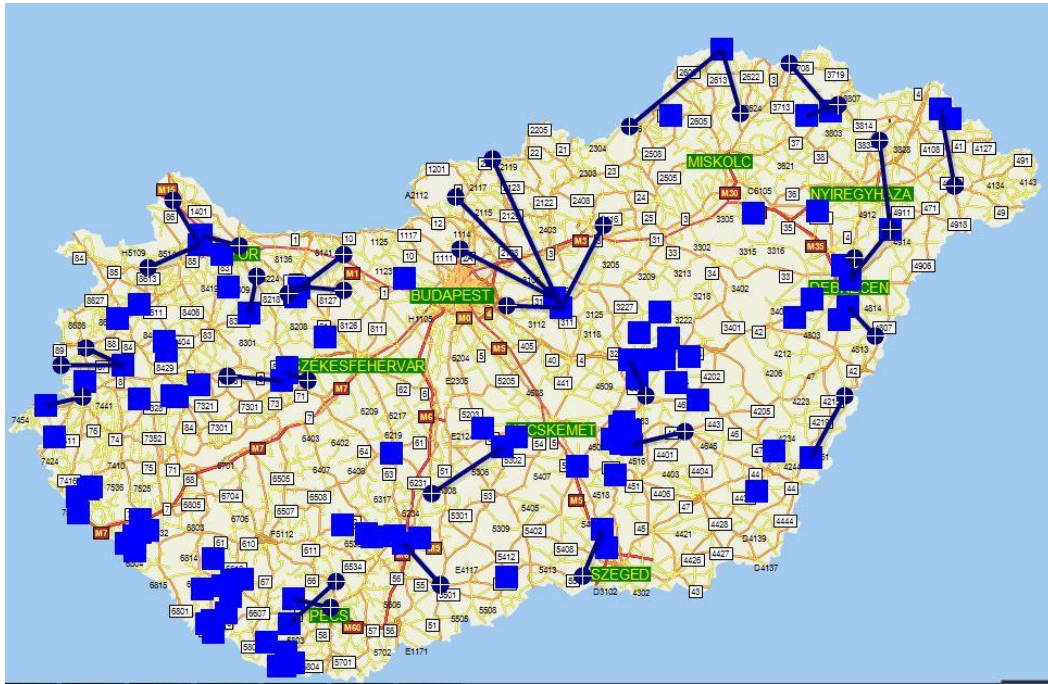
**8. melléklet:** A biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a fás szárú energetikai ültetvények kapcsolatrendszere



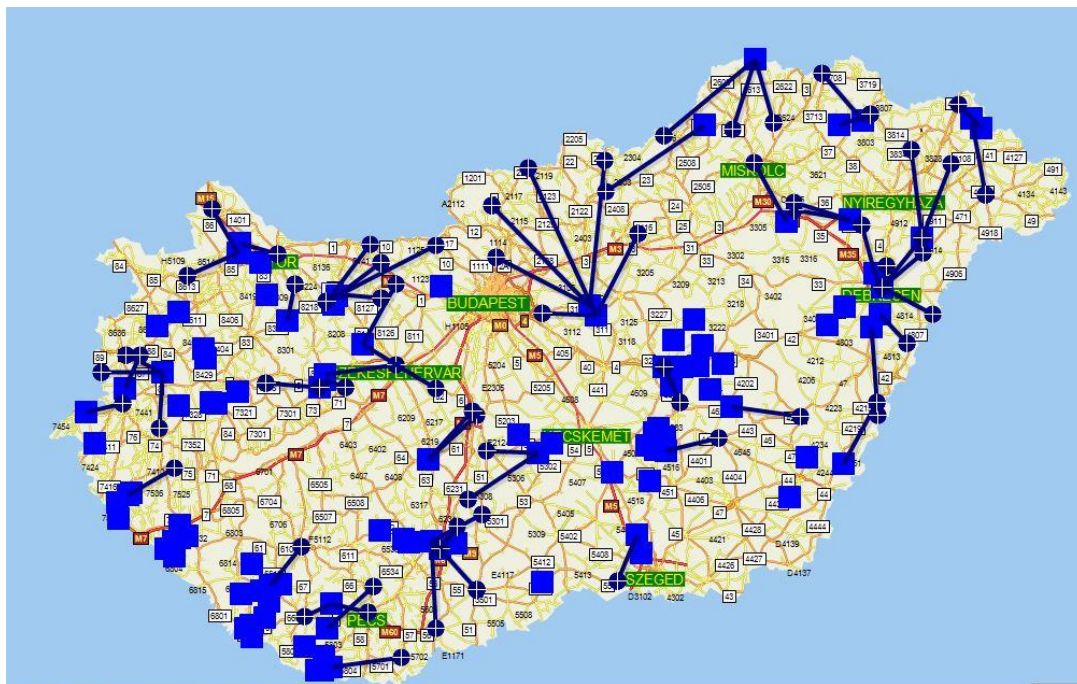
**8. melléklet/1. ábra:** Az üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a hozzájuk legközelebb lévő ültetvények kapcsolata (négyzet: ültetvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)



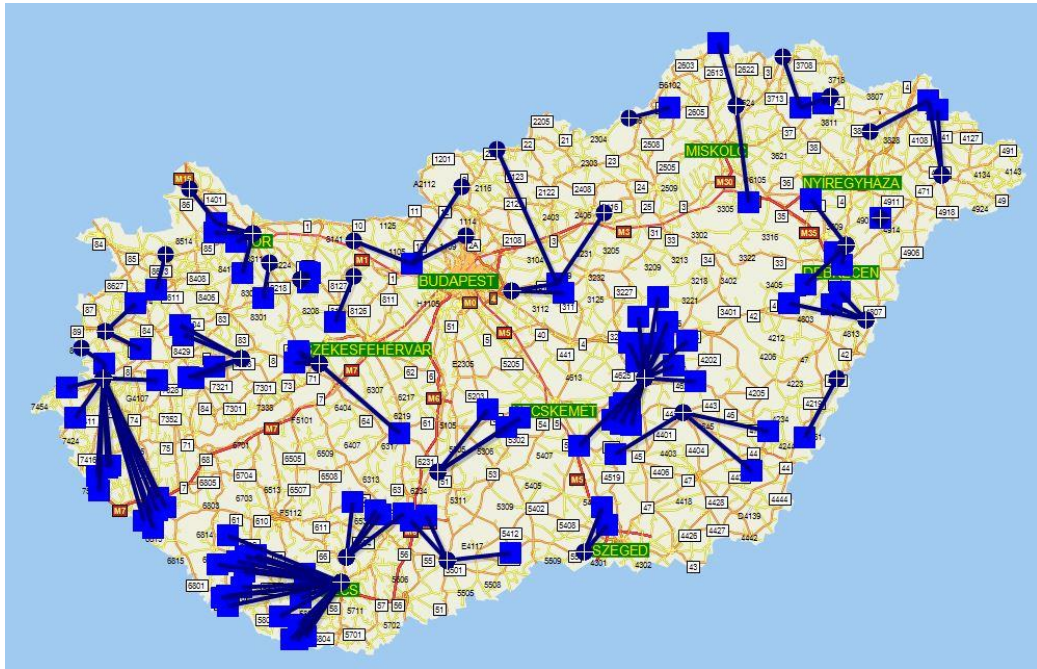
**8. melléklet/2. ábra:** Az üzemelő és tervezett biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a hozzájuk legközelebb lévő ültetvények kapcsolata (négyzet: ültetvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)



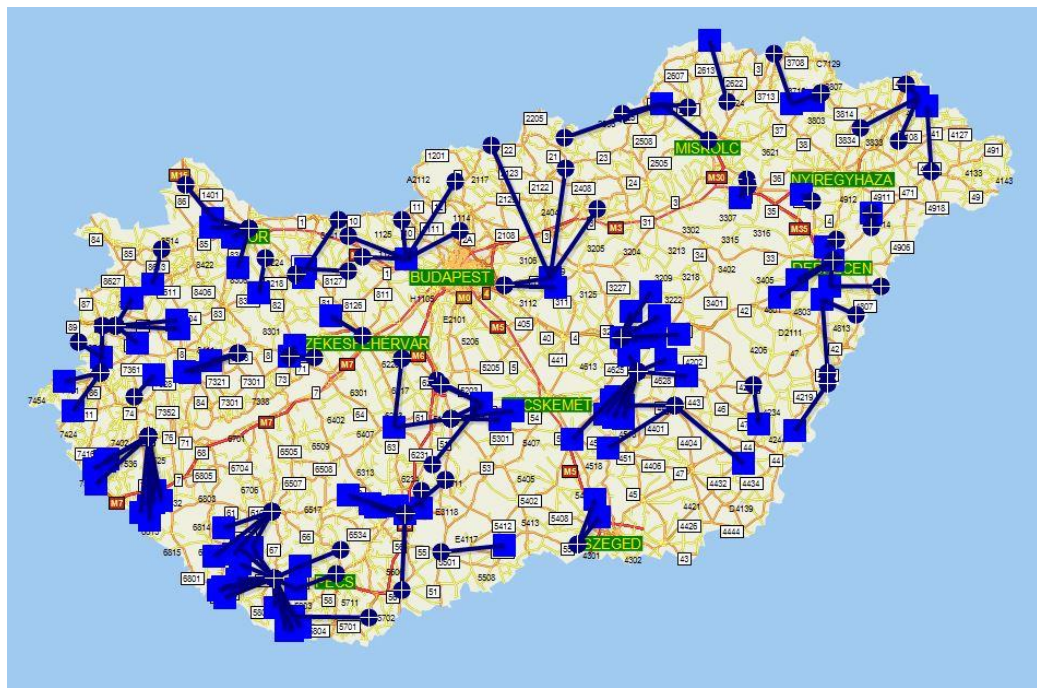
8. melléklet/3. ábra: Az üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a hozzájuk második legközelebb lévő ültetvények kapcsolata (négyzet: ültetvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)



8. melléklet/4. ábra: Az üzemelő és tervezett biomasszát hasznosító energiatermelő egységek és a hozzájuk második legközelebb lévő ültetvények kapcsolata (négyzet: ültetvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)



8. melléklet/5. ábra: A ültvények hozzárendelése az üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egységekhez (négyzet: ültvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)



8. melléklet/6. ábra: A ültvények hozzárendelése az üzemelő és tervezett biomasszát hasznosító energiatermelő egységekhez (négyzet: ültvény; kör: biomasszát hasznosító energiatermelő egység)

**9. melléklet:** A működő biomassza hasznosító energiatermelő egységek és az ültetvények kapcsolata

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/év]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Ászár	23,9	Bakonyszombathely	720	8
Hánta	23,9			5
Kisbér	23,9			6
Nagykátá	10,5	Gyömrő	1200	34
Szentmártonkátá	4,1			27
Zsámbék	20	Tata	6800	42
Gógánfa	1701,2	Ajka	192000	40
Nemeshany	262,2			19
Zalagyömörő	1404,8			36
Celldömölk	44,2			43
Izsákfa	44,2			47
Pápateszér	31,7	Pannonhalma	1100	25
Veszprém	13,4	Papkeszi	10000	17
Veszprém-Gyulafirátót	13,4			21
Veszprém-Kádárta	13,4			19
Cece	21,3			65
Bérbaltavár	128,9	Körmend	6000	35
Egyházasköd	21,1			10
Óriszentpéter	75,3			30
Rönök	148,7			23
Belezná	9,7			102
Csömödér	100			60
Kerkaszentkirály	76,1			67
Kerkateskánd	39,1			57
Kissziget	150			62
Murakeresztúr	58,5			97
Nagykanizsa	184,6			81
Nagykanizsa-Bagola	184,6			90
Nagykanizsa-Bajcsa	184,6			91
Nagykanizsa-Miklósfa	184,6			87
Chernelháza	51	Szombathely	8000	34
Meggyeskovácsi	3			24
Gyömöre	20,2	Győr	90	28
Győrsövényház	196,3			25
Ikrény	48,5			10
Lébény	268			23

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/év]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Répceszemere	99,5	Kapuvár	2880	24
Barcs	515	Pécs	380000	66
Barcs-Drávaszentes	515			72
Barcs-Somogytarnóca	515			72
Hedrehely	20			62
Homokszentgyörgy	1813,9			60
Kőkút	401			64
Rinyabesenő	649,7			88
Rinyaszentkirály	587,8			<b>91</b>
Szabás	180,4			83
Szulok	76,3			72
Bükkösd	99,7			29
Hirics	294,7			43
Királyegyháza	100			27
Marócsa	423,7			49
Nagycsány	259			41
Piskó	1661,1			45
Zaláta	7,3			48
Bogyiszló	360,1	Baja	2370	60
Mélykút	2,5			35
Szekszárd	354,7			43
Kisdorog	81,8	Komló	21600	47
Kurd	11,7			46
Sióagárd	34,1			55
Tevel	103,6			50
Ágasegyháza	30,5	Dunaszentbenedek	10,2	62
Izsák	2,01			54
Szabadszállás	1071			48
Felgyő	100	Szarvas	120	53
Békés	65,9			51
Újkígyós	36,1			56
Szatymaz	20	Mórahalom	60	30
Balástya	62,4			41
Sarkad	32,6	Körösszakál	90	47
Isztimér	71,9	Oroszlány	100000	42
<b>Benk</b>	20,6	Mátészalka	6000	46
Tiszkerecseny	31,3			45
Szakoly	49,3	Szakoly	250000	0

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/év]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Kiskunfélegyháza	118,3	Martfű	21600	63
Besenyszög	96,9			37
Csépa	701,1			37
Cserkeszlő	13,1			27
Kétpó	147,2			36
Mezőtúr	345,9			29
Nagykörű	50			49
Örményes	31			42
Rákóczi falva	58,3			11
Szajol	53,2			27
Szelevény	442,3			33
Szolnok	81,6			22
Tiszainoka	216,1			22
Tiszakürt	134,9			25
Tiszasas	27,7			36
Tiszastüly	70			57
Törökszentmiklós	188,4	23		
Debrecen	279,6	Bocskai kert	90	11
Debrecen-Józsa	279,6			8
Hajdúnánás	176,9			33
Hajdúszoboszló	47			34
Kaba	44,5	Pocsaj	90	48
Sáránd	140,4			23
Derecske	17			22
Bodrogolaszi	20	Sárospatak	3000	6
<b>Erdőbénye</b>	10,3			23
Sajóvelezd	42	Hangony	720	31
Tiszatarján	139,3	Homrogd	720	70
Tornanádaska	254,9			52
<b>Zsámbék</b>	20	Szentendre	20000	53
<b>Szentmártonkátá</b>	4,1	Balassagyarmat	12000	<b>102</b>
<b>Egyházaskróc</b>	21,1	Pornóapáti	1220	31
<b>Szentmártonkátá</b>	4,1	Gyöngyösvisonta	500000	62
<b>Benk</b>	20,6	Beszterc	570	50
<b>Erdőbénye</b>	10,3	Hidasnémeti	90	38
<b>Zsámbék</b>	20	Nógrád	90	<b>90</b>
<b>Lébény</b>	268	Levél	90	29

piros színnel jelölve: az adott ültetvényről több biomassza ghasznosító energiatermelő egységbe is szállíthatunk alapanyagot

kék színnel jelölve: az ültetvény és a biomassza hasznosító energiatermelő egység távolsága >90 km

**10. melléklet:** A működő és tervezett biomassza hasznosító energiatermelő egységek és az ültetvények kapcsolata

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/ha]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az eneregiatermelő egység távolság [km]
Ászár	23,9	Bakonyzombathely	720	8
Hánta	23,9			5
Kisbér	23,9			6
Nagykátá	10,5	Gyömrő	1200	34
Szentmártonkátá	4,1			27
Zsámbék	20	Tokod	180	29
Gógánfa	1701,2	Ajka	192000	40
Nemeshany	262,2			19
Zalagyömörő	1404,8			36
Pápateszér	31,7	Pannonhalma	1100	25
Veszprém	13,4	Veszprém	90	0
Veszprém-Gyulafirátót	13,4			8
Veszprém-Kádárta	13,4			5
Bérbaltavár	128,9	Nagypáli	6500	31
Celldömölk	44,2	Vép	92000	41
Chernelházadamonya	51			29
Izsákfa	44,2			45
Meggyeskovácsi	3			18
Egyházásrádóc	21,1			10
Őriszentpéter	75,3	Körmend	6000	30
Rönök	148,7			23
Gyömöre	20,2			28
Györsövényház	196,3	Győr	90	25
Ikrény	48,5			10
Lébény	268			23
Répcszemere	99,5			Kapuvár
Belezná	9,7	Zalaszenthály	3600	64
Csömödér	100			36
Kerkaszenthály	76,1			51
Kerkateskánd	39,1			45
Kissziget	150			34
Murakeresztúr	58,8			59
Nagykanizsa	184,6			42
Nagykanizsa-Bagola	184,6			52
Nagykanizsa-Bajcsa	184,6			53
Nagykanizsa-Miklósfa	184,6			49

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/ha]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Barcs	515	Szigetvár	2200	32
Barcs-Drávaszentes	515			37
Barcs-Somogytarnóca	515			37
Hedrehely	20			27
Homokszentgyörgy	1813,9			25
Kökút	401			29
Szulok	76,3			37
Bükkösd	99,7			22
Hirics	294,7			40
Királyegyháza	100			19
Marócsa	423,7			24
Nagycsány	259			32
Piskó	1661,1			42
Zaláta	7,3			45
Rinyabesenyő	649,7	Kaposvár	50000	47
Rinyaszentkirály	587,8			51
Szabás	180,4			36
Hedrehely	20			
Bogyiszló	360,1	Fadd-Dombori	6500	12
Kisdorog	81,8	Szekszárd	3000	26
Kurd	11,7			45
Sióagárd	34,1			10
Szekszárd	354,7			0
Tevel	103,6			30
Cece	21,3	Solt	1000	36
Szabadszállás	1071			24
Ágasegyháza	30,5			39
Izsák	20,1			30
Mélykút	2,5	Baja	2370	35
Szatymaz	20	Mórahalom	60	30
Balástya	62,4			41
Felgyő	100	Szarvas	120	53
Újkigyós	36,1			56
Cserkeszlő	13,1			31
Békés	65,9	Kőrösladány	90	29
Sarkad	32,6	Biharugra	90	38
Isztimér	71,9	Székesfehérvár	6000	21
Benk	20,6	Tiszabездéd	130000	14
Szakoly	49,3	Szakoly	250000	0
Tiszakerecseny	31,3	Mátészalka	6000	45



Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/ha]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Csépa	701,1	Martfű	21600	37
Cserkeszőlő	13,1			27
Kétpó	147,2			36
Mezőtúr	345,9			29
Kiskunfélegyháza	118,3			63
Tiszainoka	216,1			22
Tizsakürt	134,9			25
Tizsasas	27,7			36
Rákóczi falva	58,3			11
Szelevény	442,3			33
Besenyszög	96,9	Szolnok	4700	18
Nagykörű	50			29
Örményes	31			41
Szajol	53,2			12
Szolnok	82,6			0
Tizsasüly	70			38
Törökszentmiklós	188,4			21
Debrecen-Józsa	279,6	Bocskai kert	90	8
Derecske	17	Pocsaj	90	22
Hajdúnánás	176,9	Hajdúdorog	300	6
Debrecen	279,6	Debrecen	3600	0
Hajdúszoboszló	47			23
Kaba	44,5			40
Sáránd	140,4			15
Bodrogolaszi	20	Sárospatak	3000	6
Erdőbénye	10,3			23
Sajóvelezd	42	Kazincbarcika	200000	15
Tiszatarján	139,3	Tizsapalkonya	300000	8
Tornanádaska	254,9	Homrogd	720	52
Egyházsrádóc	21,1	Szombathely	8000	20
Zsámbék	20	Tata	6800	42
Zsámbék	20	Szentendre	20000	53
Szentmártonkáta	4,1	Balassagyarmat	12000	102
Veszprém	13,4	Papkeszi	10000	17
Királyegyháza	100	Pécs	380000	27
Egyházsrádóc	21,1	Pornóapáti	1220	31
Kisbér	23,9	Oroszlány	100000	28
Szentmártonkáta	4,1	Gyöngyösvisonta	500000	62
Bükkösd	99,7	Komló	21600	37
Sajóvelezd	42	Hangony	720	31

Ültetvény	Az ültetvényen megtermelhető dendromassza mennyisége [t/ha]	Üzemelő biomasszát hasznosító energiatermelő egység	Biomasszát hasznosító energiatermelő egység biomassza igénye [t/év]	Az ültetvény és az energiatermelő egység távolság [km]
Benk	20,6	Beszterec	570	50
Erdőbénye	10,3	Hidasnémeti	90	38
Zsámbék	20	Nógrád	90	90
Derecske	17	Körösszakál	90	44
Lébény	268	Levél	90	29
Szabadszállás	1071	Dunaszentbenedek	10,2	48
Kisbér	23,9	Almásfüzitő	120000	41
Sajóvelezd	42	Salgótarján	10500	70
Szabadszállás	1071	Pálhalma	2550	43
Zsámbék	20	Tatabánya	6500	33
Sajóvelezd	42	Miskolc	3000	37
Szekszárd	354,7	Kalocsa	4800	47
Szekszárd	354,7	Mohács	7948	57
Szabadszállás	1071	Dunaújváros	6000	40
Szakoly	49,3	Nyíradony	10,2	13
Tiszatarján	139,3	Tiszaújváros	300	16
Nagycsány	259	Villány	90	47
Benk	20,6	Nyírkársz	90	34
Sáránd	140,4	Álmosd	114	30
Cece	21,3	Szabadegyháza	108000	44
Szentmártonkáta	4,1	Bátonyterenye	200000	76

piros színnel jelölve: az adott ültetvényről több biomassza hasznosító energiatermelő egységbe is szállíthatunk alapanyagot

kék színnel jelölve: az ültetvény és a biomassza hasznosító energiatermelő egység távolsága >90 km

**11. melléklet: KITE ültetvények és a lehetséges felvevőpiacuk**

	<b>Helység</b>	<b>Terület (ha)</b>	<b>Dendromassza (t/év)</b>	<b>Biomassza hasznosító energiatermelő egység</b>
1.	Kaba	4,5	45	Pocsaj
2.	Derecske	2	20	Pocsaj
3.	Tura	2,3	23	Gyömrő
4.	Szentmártonkáta	1	10	Gyömrő
5.	Jászberény	2	20	Gyömrő
6.	Tiszafüred	1,5	15	Martfű
7.	Hernádkércs	2	20	Miskolc
8.	Szeged	2	20	Mórahalom
9.	Hódmezővásárhely	1	10	Mórahalom
10.	Kiszombor	1,4	14	Mórahalom
11.	Pitvaros	1,4	14	Szarvas
12.	Muraszemenye	3,2	32	Zalaszentmihály
13.	Pápateszér	3,6	36	Győr, Kapuvár
14.	Kiskunfélegyháza	1,6	16	Martfű
15.	Szeremle	1	10	Baja
16.	Mátéháza -puszta	0	0	Baja
17.	Kisbér	2,4	24	Bakonyszombethely
18.	Herceghalom	2	20	Almásfüzitő
19.	Gyömöre	2	20	Győr
20.	Chernelházadamonya	5,1	51	Szombathely
21.	Cece	2,1	21	Papkeszi
22.	Nagykáta	1	10	Gyömrő

12. melléklet: Nyárfajták csoportosítása

1. táblázat: A nyárfa nemzetség fajtacsoportjainak, a fontosabb fajoknak, hibrideknek áttekintése (Tóth és Erdős, 1988)

Fajcsoport (szekció)	Turanga (felsivatagi nyárok)	Leuce fehér és rezgő nyárok				Aigeiros fekete nyárok		Tacamahaca balzsamos nyár		Leucoides nagylevelű nyárok
Alcsoport (szubszekció)	-	Albidae fehér nyárok	Trepididae rezgő nyárok			-		-		-
Földrajzi elterjedés	Közép- és Nyugat Ázsia	Közép-Kelet, Földközi-tenger térsége	Eurázsia, Észak-Afrika	Észak-Amerika	Kelet-Ázsia	Eurázsia	Észak (kelet) Amerika	Észak-Amerika	Kelet - Ázsia	Távol-Kelet (Ázsia)
Fajok	P. euphratica	P. alba	P. tremula	P. tremuloides P. grandidentata	P. glandulosa	P. nigra	P. deltoides	P. trichocarpa P. balsamifera	P. maximowiczii P. laurifolia P. simonii	P. lasiocarpa P. violascens P. wilsonii
Fajtaváltozatok, hibridek (fajták, fajtajelöltek, ígéretes klónok)						P. nigra var. thevestina, P. nigra cv. 'Italica'	'S 611-c' 'S 298-8' 'S 299-3' 'S 307-24'	P. maximowiczii x trichocarpa: 'Meggylevelű'		
						P. euramericana (P. deltoides x nigra): 'BL', 'Blanc du Poitou', 'H-328', 'I-154', 'I-214', 'I-273', 'I-45/51', 'Kopecky', 'Marilandica', 'OP-229', 'Pannonia', 'Parvifol', 'Robusta', 'Sudár', 'Triplo', 'H-528-8', 'Herpenyő', 'B1M'		P. pyramidalis x P. x berlinensis (=P. laurifolia x P. nigra 'Italica'): 'Kórnik 21'		
							P. interamericana (P. trichocarpa x deltoides): 'Barn', 'Beaupre', 'Boelare', 'Donk', 'RAP', 'Raspelje', 'Unal'			

2. táblázat: *Allamilag elismert nyárfajták és elismerésre bejelentett fajtajelöltek*  
(Borovics, 2007)

Fajcsoport (szekció)	Aigeros fekete nyár		Tacamahaca balzsamos nyár		Leuce fehér nyár	
<b>Földrajzi elterjedés</b>	Eurázsia	Észak-Amerika	Észak-Amerika	Kelet-Ázsia	Eurázsia	Észak-Amerika
<b>Fajok</b>	Populus nigra	Populus deltoides	Populus trichocarpa Populus balsamifera	Populus maximowiczii Populus laurifolia	Populus alba	Populus garndidentata
<b>Elismert fajták és bejelentett fajtajelöltek</b>		P. deltoides x P. deltoides <b>'Durvakérgű'</b>	P. maximowiczii x P. trichocarpa <b>'Meggylevelű'</b>		P. alba x P. alba <b>'Villafranca'</b> <b>'Homoki'</b>	
	P. x euramericana 'Robusta', 'Marilandica' 'I-214', 'I-273', 'I-154' 'I-45/51', 'Pannonia', 'Kopczy', 'Koltay', 'Sudár', 'Parvifol', 'Agathe F', 'Balnc de Poitou', 'BL', 'H-328', 'Luisa Avanzo', 'Rábamenti'			P. nigra cv. 'Italica' x P. X berolinensis (P. laurifolia x P. nigra 'Italica') <b>'Kornik 21'</b>	P. alba x P. garndidentata <b>'Favorit', 'Sudarlós'</b>	
	P. deltoides x P. euramericana 'Adonis', 'S 298-8', 'Triplo'					
		P. trichocarpa x P. deltoides 'Beaupre', 'Raspelje', 'Unal'				

**13. melléklet: Nyárklónok jellemzőinek összesített táblázata**

(Veperdi et. al., 2005.;Dencs et. al (1999); Magyar Cs.fajtaleírás, 2012; Az Erdő,1981; Molnár, 1999; url.26.-31., Borovics et al, 2013; Tóth és Erdős, 1988)

Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárokra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>I-214</b>	olasz	nőivarú	kezdetől erőteljes, gyorsan nő, rossz termőhelyen 10-15 éves korban megáll	közepesen (rossz termőhelyen)	korai és késői fagyokra érzékeny	enyhe/mérsékelt	széldöntés veszély	termőhely igénye; rövid vagy hosszú termesztési időtartam; legelterjedtebb nyárhibrid.	kis fasűrűségű 330* (320**) (311-332 kg/m <sup>3</sup> )
<b>BL- Constanzo</b>	olasz	nőivarú	kezdetől tartósan erőteljes	nem érzékeny	csak szélsőséges kítettségi helyeken érzékeny	mérsékelt/mérsékelt közepes		termőhely igényes, mint az I-214; 10-25 éves termesztési ciklus; közepes és jó termőhelyen jól növekszik; korai lombfakadás	375*
<b>Blanc du Poitou (Poatu nyár)</b>	francia	hímivarú	mérsékelt, 6-8 éves kortól tartósan erőteljes	enyhén (fiatal korban)	nem érzékeny	nem érzékeny	nyárkéreg- tetű, széldöntés veszély	hosszú termesztés 40 éves korig, termőhely tűrése jó, szélsőséges termőhely hasznosítás; kései levélfakadás, durva kéreg, sekély gyökérzet; a talaj kötöttségével, az altalaj mész és sótartalmával szemben kevésbé érzékeny	368* (320**)

Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárokra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>I-45/51 (Paráskérgű )</b>	olasz	hímivarú	kezdetből tartósan erőtéljes	nem érzékeny	korai fagyokra érzékeny	enyhe/mérsékelt	széldöntés, fagyléc veszély	termőhely tágabb, mint az I214-nél; üde homokban is jó; durva kéreg; inkább a melegebb termőhelyeket kedveli	389*
<b>Agathe-F (volt OP- 229)</b>	holland	nőivarú	tartósan erőtéljes	nem érzékeny	érzékeny	igen érzékeny		termőhely tűrése jó; I-214 vetélytársa; kései lombfakadás; jó, közepes termőhely hasznosítás; tág hálózatu ültetést igényel	405* (370**) (311-332 kg/m <sup>3</sup> )
<b>Pannonia</b>	magyar	nőivarú	fiatal és rudas korban erőtéljes, 12-15 éves kortól mérséklődik ; koronája keskeny, erőtéljes magassági növekedés jellemzi	nem érzékeny	nem érzékeny	nem érzékeny/enyhe		közepes termesztési időtartam (16-18 éves); tág termőhely plaszticitás; hatás termőhely hasznosítás; jelentősen eltérő hidrológiai viszonyok között is eredményes; durva kéreg; átlaghőmérsékletet illetően igényes; jó növekedést az állandó vagy időszakos vízhatású, középmély vagy mély termőrétegű nyártermőhelyeken ad.	410* (360**) 406

Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárakra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>Kopecy</b>	magyar	hímivarú	kezdeti erőtéljes, 6- 8 éves kortól mérséklődik	nem érzékeny	nem érzékeny	mérsékelten /érzékeny	a nagyvadak feltűnően nem károsítják	termőhely tőrése jó; laza vályogos homok, lápi talaj hasznosítás; elviseli a nagyobb agyagtartalom miatt időszakosan túlnedvesedő és a lápi eredetű termőhelyeket, valamint a talaj magasabb szénsavas-mész tartalmával kapcsolatban kialakuló viszonylag szárazabb körülményeket; tartós döntést jól bírja; közepes fatermőképességű nemesnyaras termőhelyeken lehet versenyképes	390* (330**), 382
<b>Koltay</b>	magyar	hímivarú	kezdetől tartósan erőtéljes	nem érzékeny	nem érzékeny	nem érzékeny		tág termőhely tőrés; széles termőhelyi skálán termeszthető; fatermése nagyon jó; durva kéreg egyik legkiemelkedőbb a hazai nyárfajtáink, hímivarú	390*,388
<b>Beaupré</b>	belga	nőivarú	kezdetől rendkívül erőtéljes, 10-15 évesen mérséklődik	nem tapasztalható	enyhén érzékeny	közepes/enyhén	széltörés, vadkár	tág termőhely tőrés; hűvös és meleg klíma egyaránt; homoki vagy kötött talaj is; mészfelhalmozódásra érzékeny	390*



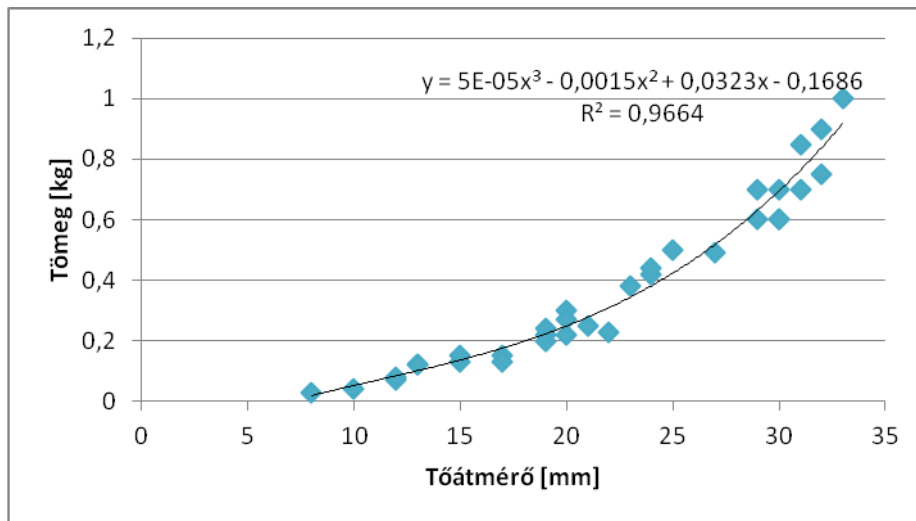
Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárookra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>Durvakérgű (S 611-c)</b>	belga		kezdettől erőteljes, termőhely igényes	közepesen (rossz termőhelyen)	nem érzékeny	enyhe		Tág termőhely tűrés; szárazabb Th hasznosítás; durva kéreg	
<b>I-273</b>	olasz	hímivarú	kezdettől tartósan erőteljes	közepesen (rossz termőhelyen)	késői fagyokra érzékeny	nem érzékeny/enyhe		lápi talajokon is jó; 15-20 éves termesztési ciklus, kései lombfakadás	410* (390- 441 kg/m <sup>3</sup> ), 419
<b>Aprólevelű (volt Parvifol)</b>	olasz	nőivarú	kezdettől erőteljes	enyhén	kis mértékben	mérsékelten/nem érzékeny		széleskörű termőhely tűrése; enyhén meszes talajokon is jó	400*
<b>Raspalje</b>	belga	nőivarú	tartósan erőteljes	nem érzékeny	fagyérzékeny	mérsékelten (erős az ültetés után lehet)/mérsékelten	nem tűri a tavaszi elárasztást; széltörés, veszélye, a vad szereti	egyenes szár; plasztikus termőhely; versenytársa I-214-nek; tartósan túl nedves, levegőtlen talajokon nem érzi jól magát; rügyfakadás idején az elöntést nem tűri	395*
<b>S-298-8 (Sötétkérgű nyár)</b>	belga		kezdettől erőteljes	nem érzékeny		mérsékelten/nem érzékeny		tág termőhely tűrés; I- 214-al versenyképes; durva kéreg	310**
<b>Sudár</b>	holland	hímivarú	kezdettől tartósan erőteljes	nem érzékeny	jelentéktelen	enyhe/mérsékelten		termőhely igényes; I214- al versenyképes; keskeny koronaalak; természetű időszakosan túlnedvesedő, mélyben enyhén sós, felszáraz homoki, vagy könnyű és közepesen kötött talajú és erősebb fagyhatásnak kitett területeken	315*

Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárookra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>Triplo</b>	olasz	hímivarú	kezdetből tartósan, gyorsan, erőteljes	nem érzékeny	a fagy csak tartósan túlnedvesedő, erősen fagyúgos helyeken okoz rügykárokat	mérsékelt/mérséke lten		tág termőhely tűrés; I- 214-al versenyképes, kimagasló teljesítményt csak jó fatermőképességű termőhelyen nyújt; de termeszthető mélyben sós, meszes, altalajban kötött, víztorlasztó, az időszakosan túlnedvesedő homoki vagy kötöttebb talajú és lápi területeken	360*
<b>Unal</b>	belga	hímivarú	igen erőteljes	nem érzékeny	kései fagyok enyhén károsítják	mérsékelt/mérséke lten	széltörés veszély; téli fagykarak; vadkarak	termőhely igényes; versenytársa I-214-nek	420*
<b>Adonis (S- 229-3)</b>	belga		gyors, erőteljes fiatalkori növekedés	nem érzékeny		enyhe		gyenge és közepes nyár termőhelyeken hasznosítható, 2004-ben minősített, hímivarú nemesnyár fajta	350* (300**)
<b>Villafranca</b>	olasz		kezdetből erőteljes utána mérséklődik			kevésbé érzékeny/nem	Dothichiza mérsékelt n, Pllacia érzékeny; jégverés- vadkárvesz ély	termőhely igényes; fehér nyár jellege miatt kevésbé perspektivikus mint a P. eur. nyarak	348*

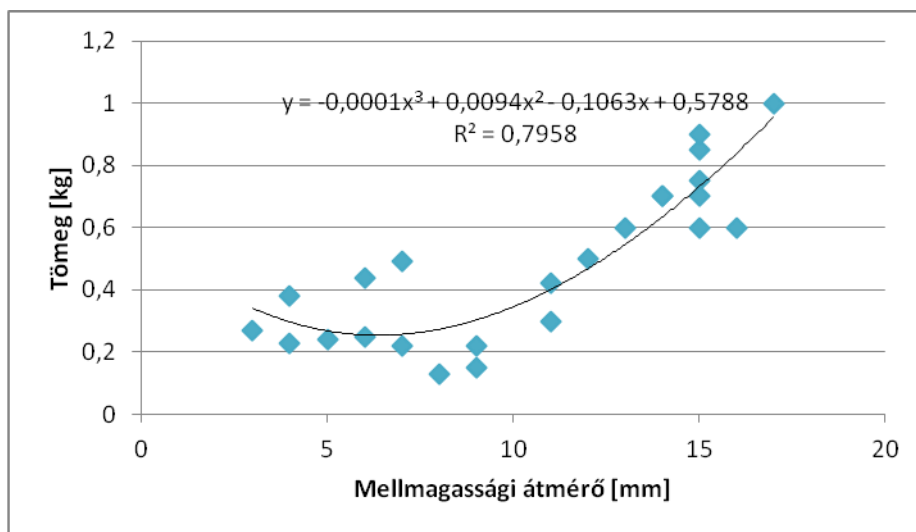
Fajta	Származás	Neme	Növekedés	Tűrőképesség/Érzékenység				Megjegyzés	Fasűrűség [kg/m <sup>3</sup> ] (légszáraz, u=12%*; absz. száraz tömeg**)
				kéregfekélyre	kései fagykárookra	levélrozsdára/barna levélfoltosságra	egyéb		
<b>Max 4</b>	közép- európai			nem érzékeny	nagyon fagyűrő	levélrozsdára néha	nyárfacinc ér lehet kártevője	tág termőhely tűrés;görfajta, hosszú távú termesztésre (több mint 10 év) nem ajánlott; közepes és magas termé hozam	
<b>AF2</b>	olasz	hímivarú		magasfokú ellenállás		megfelelő ellenállás/magasfokú	Viszonylag magas fokban áll ellen a betegségek nek és kevés gondja van szél- vagy hőtöréssel.	enyhén homokos talajon is bevethető; kevés hajtása van, ezért hosszabbidejű termesztésre is alkalmas	
<b>AF8</b>	olasz	nőivarú		magasfokú ellenállás		magasfokú ellenállás/magasfokú	Nagyon jól ellenáll a betegségek nek és kevés gondja van szél- vagy hőtöréssel.	inkább agyagos talajokra ajánlott; kevés hajtása van, ezért hosszabb idejű termesztésre is alkalmas	
<b>Monviso</b>	olasz	nőivarú		nagyon magasfokú ellenállás		magasfokú ellenállás/magasfokú	Megfelelő szélállóság	kevésbé termékeny és korlátozott vízkapacitású talajokhoz is alkalmazkodik	

**14. melléklet:** Különböző korú és fajtájú nyárültetvények átmérő-hozam grafikonjai

*1 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai*

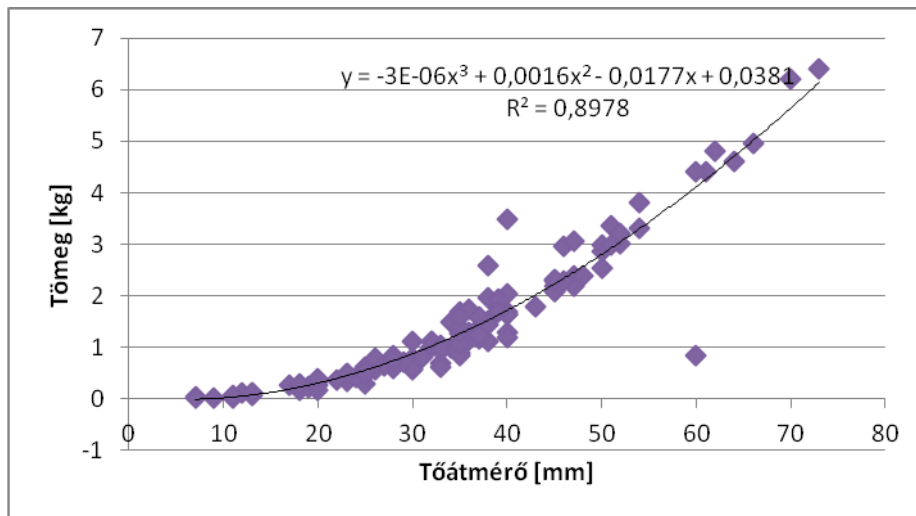


**14. melléklet/1. ábra:** Tőátmérő és tömeg összefüggése 1 éves ültetvényeknél

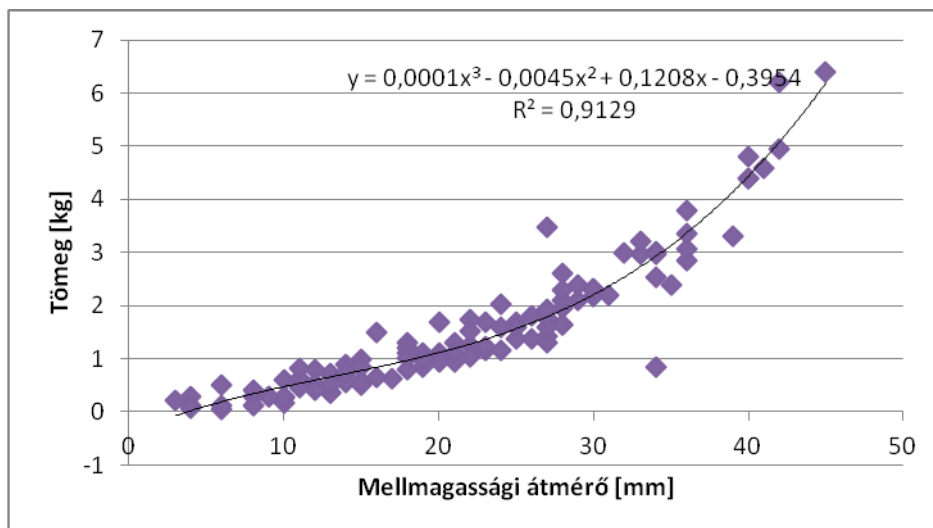


**14. melléklet/2. ábra:** Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 1 éves ültetvényeknél

2 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai

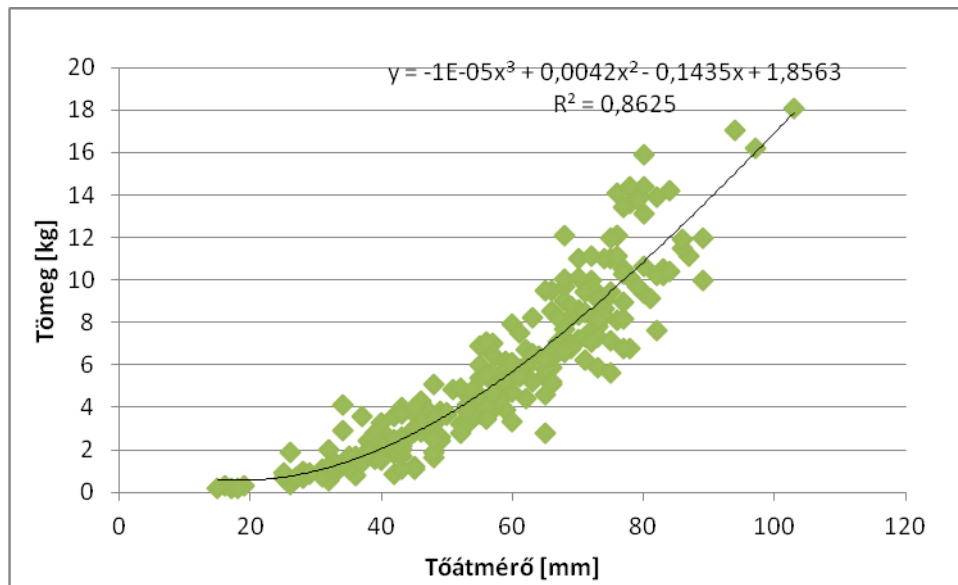


14. melléklet/3. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 2 éves ültetvényeknél

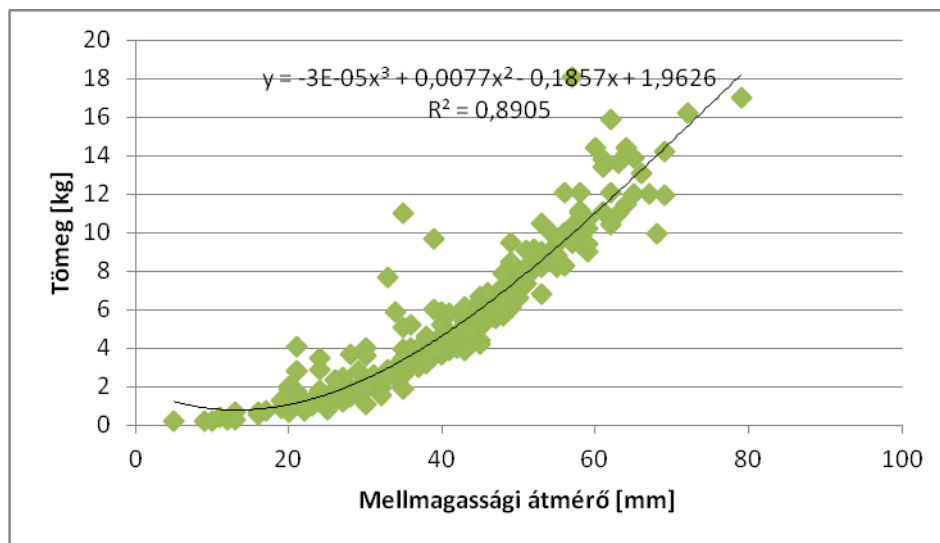


14. melléklet/4. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 2 éves ültetvényeknél

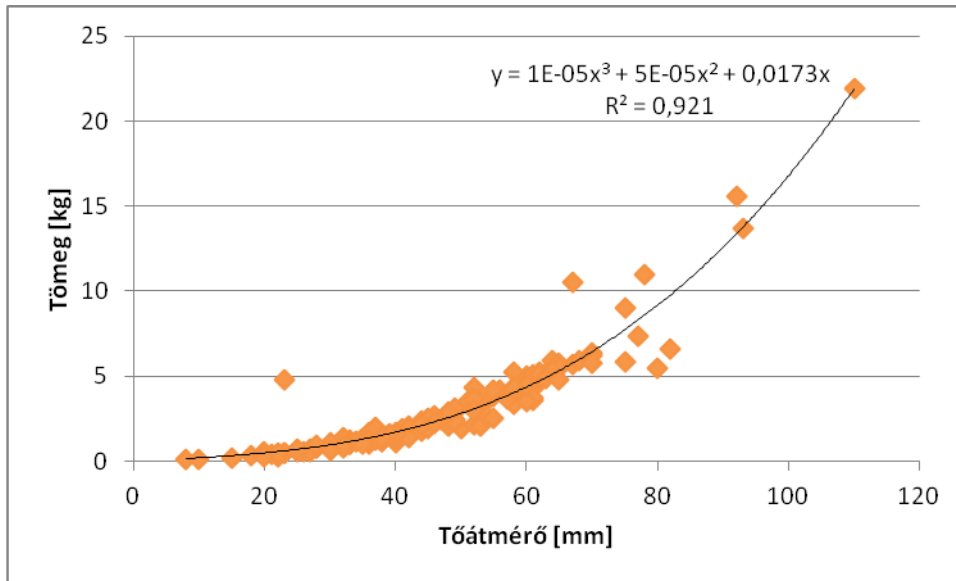
3 és 4 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai



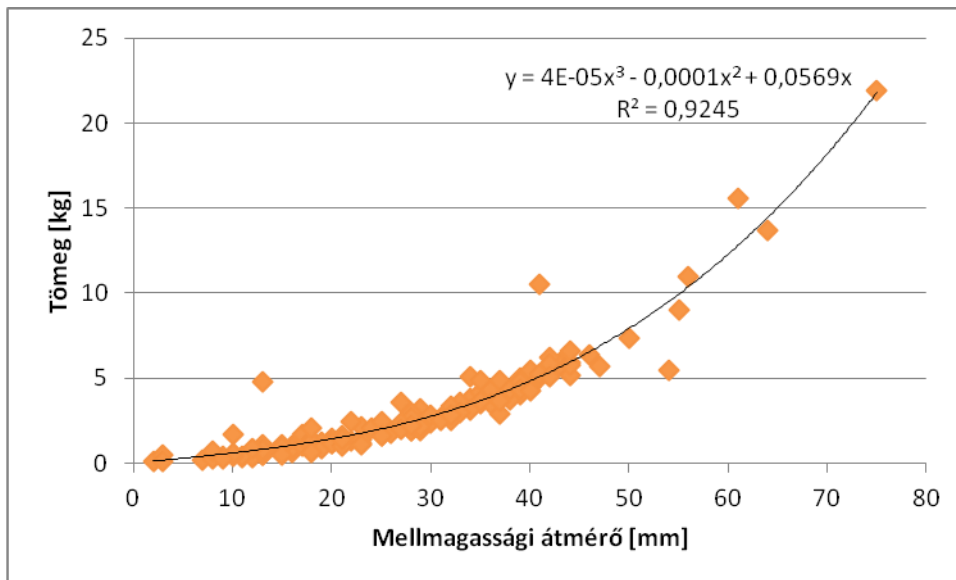
14. melléklet/5. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 3 éves ültetvényeknél



14. melléklet/6. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 3 éves ültetvényeknél

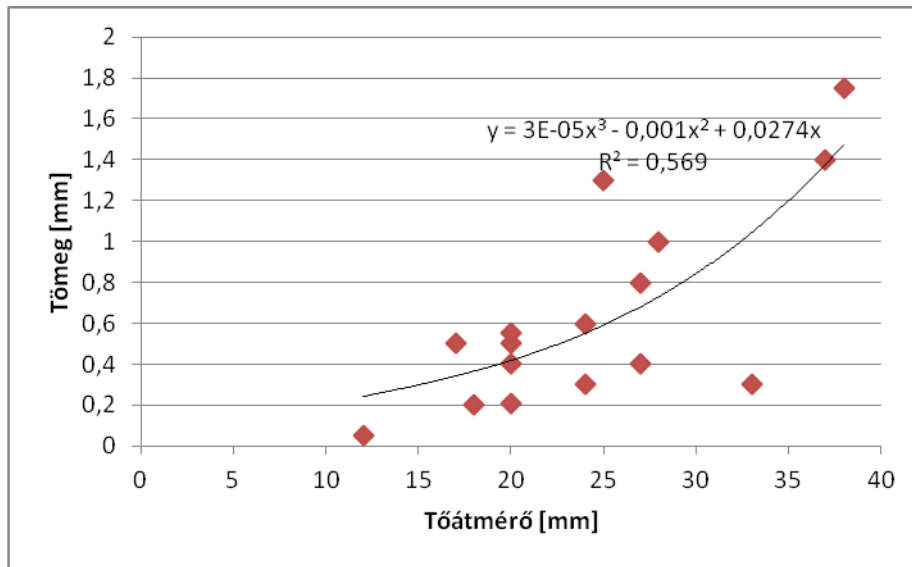


14. melléklet/7. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 4 éves ültetvényeknél

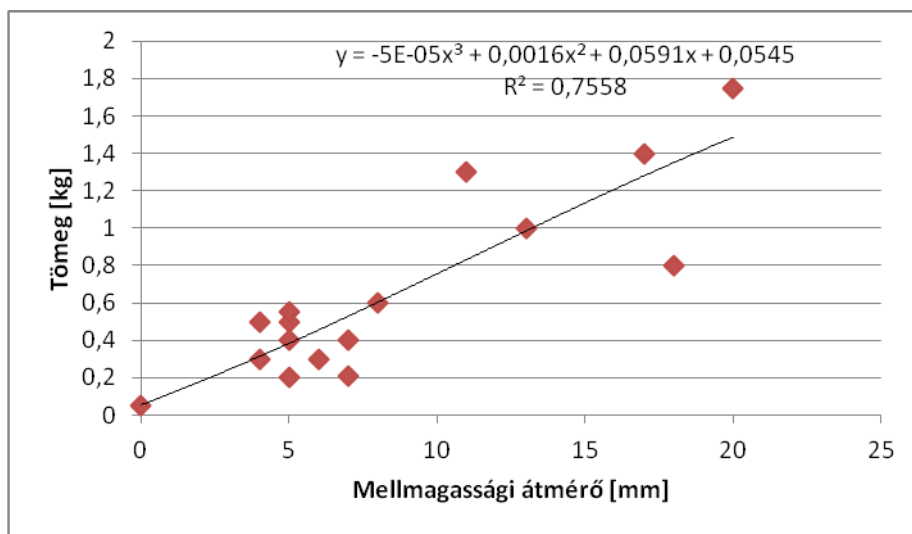


14. melléklet/8. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 4 éves ültetvényeknél

5 éves ültetvény átmérő-tömeg grafikonjai



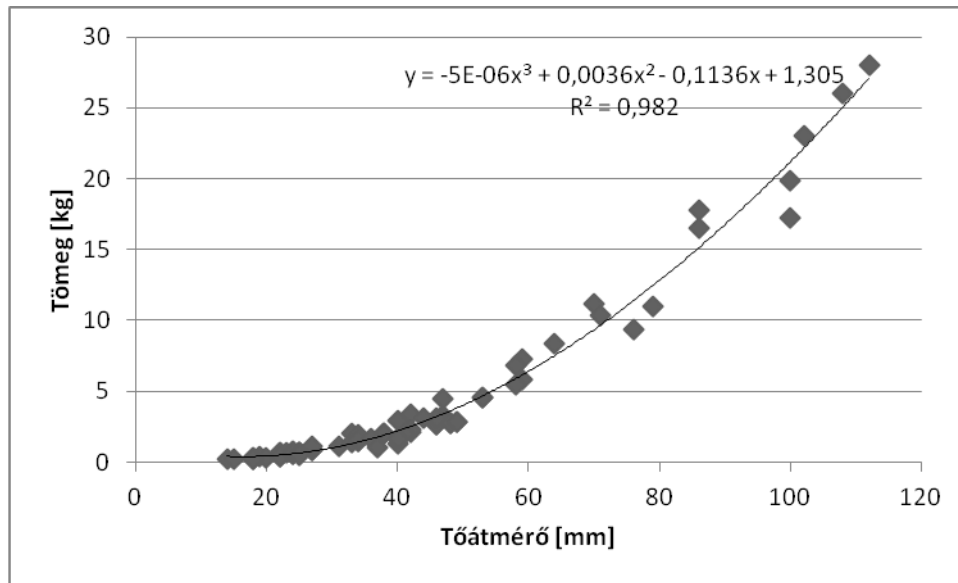
14. melléklet/9. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 5 éves ültetvényeknél



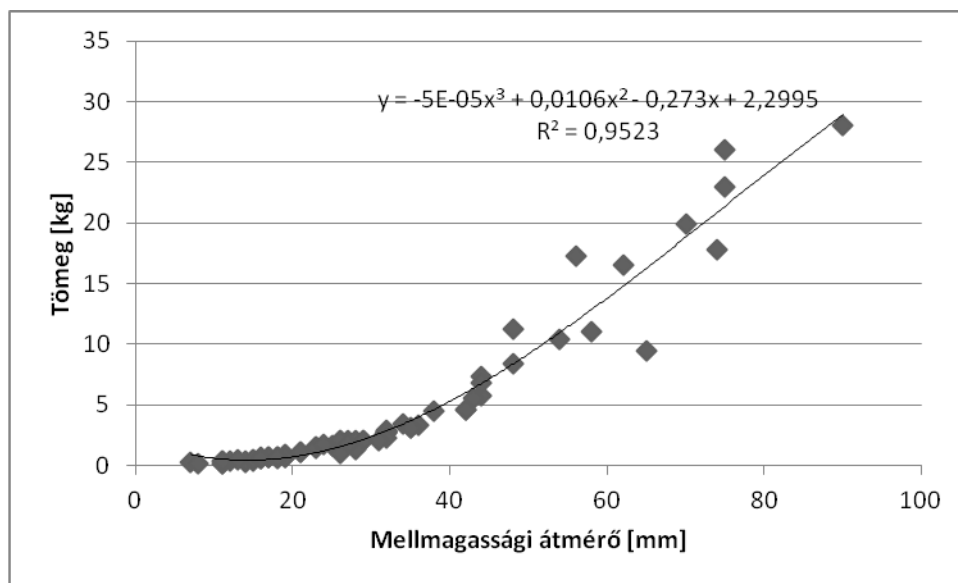
14. melléklet/10. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 5 éves ültetvényeknél



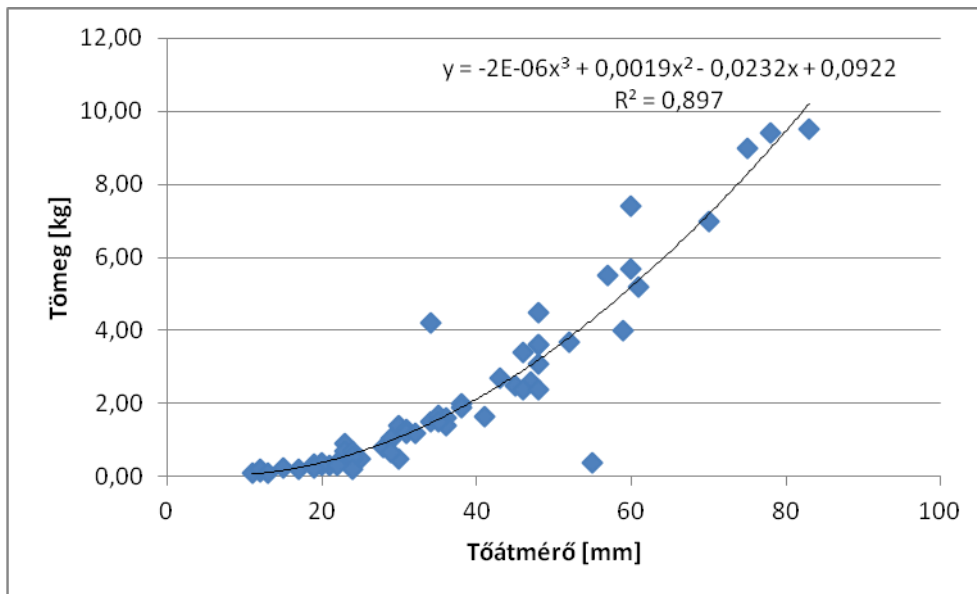
6 és 7 éves ültetvények átmérő-tömeg grafikonjai



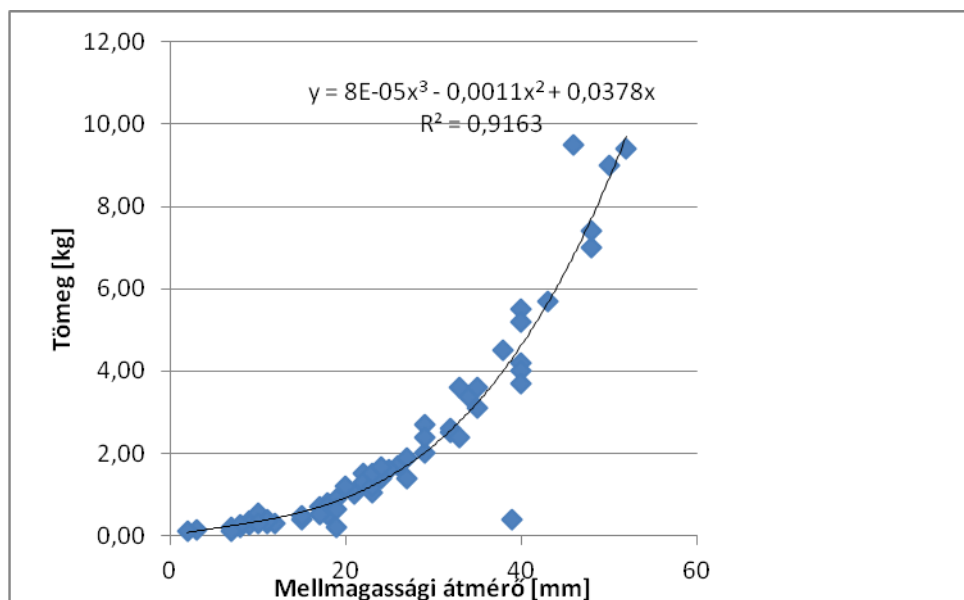
14. melléklet/11. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 6 éves ültetvényeknél



14. melléklet/12. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 6 éves ültetvényeknél

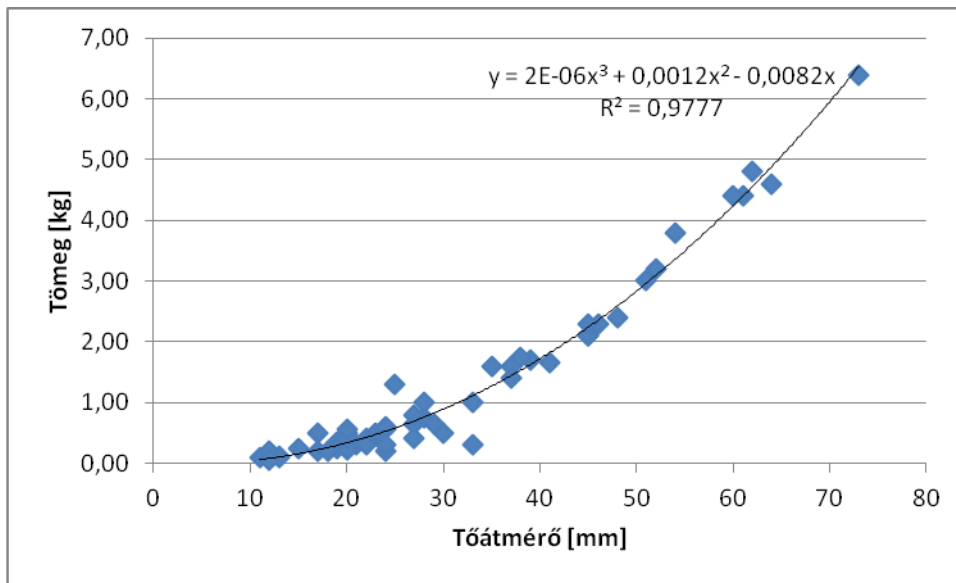


14. melléklet/13. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése 7 éves ültetvényeknél

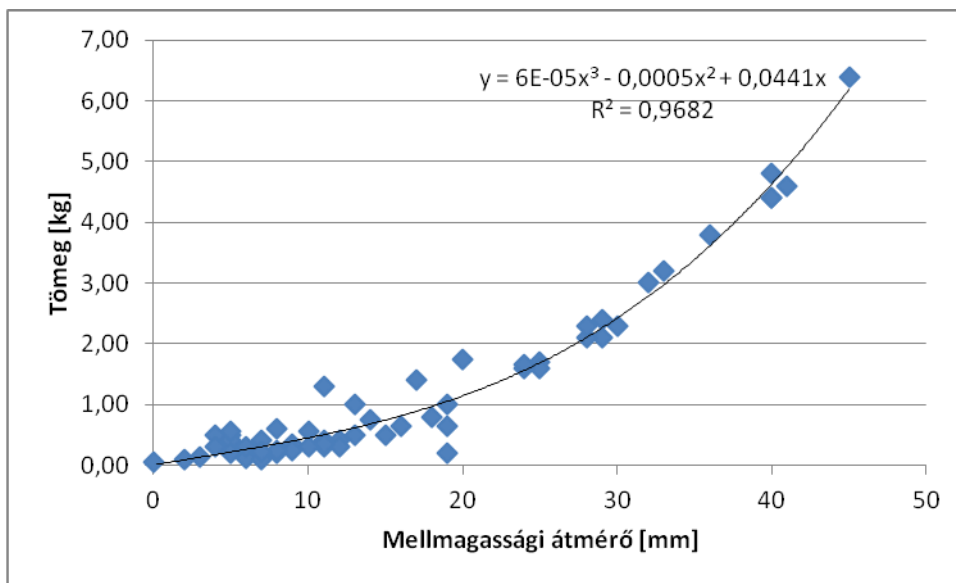


14. melléklet/14. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése 7 éves ültetvényeknél

*Kopeczky nyárklón*

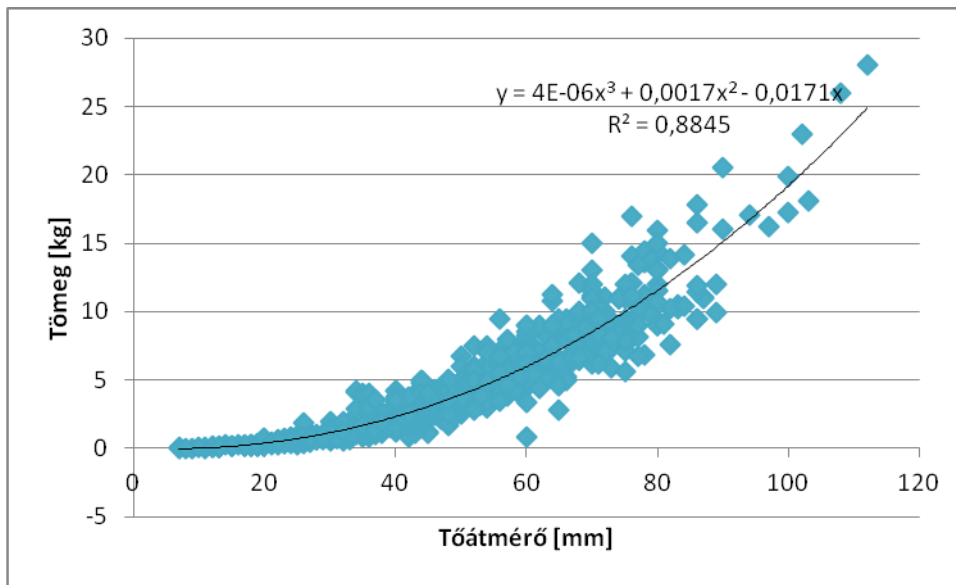


**14. melléklet/15. ábra:** Tóátmérő és tömeg összefüggése Kopeczky nyárklónnal telepített ültetvényeknél

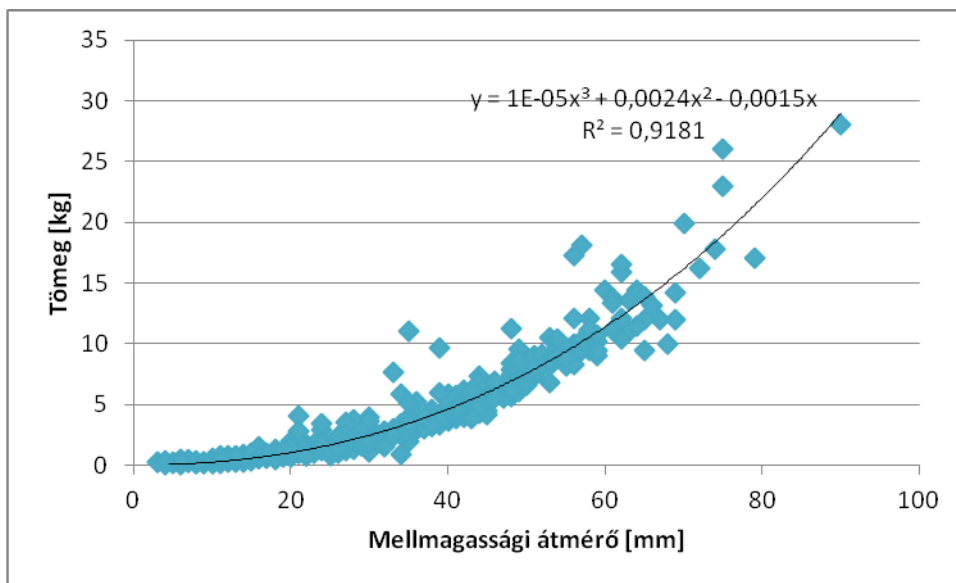


**14. melléklet/16. ábra:** Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése Kopeczky nyárklónnal telepített ültetvényeknél

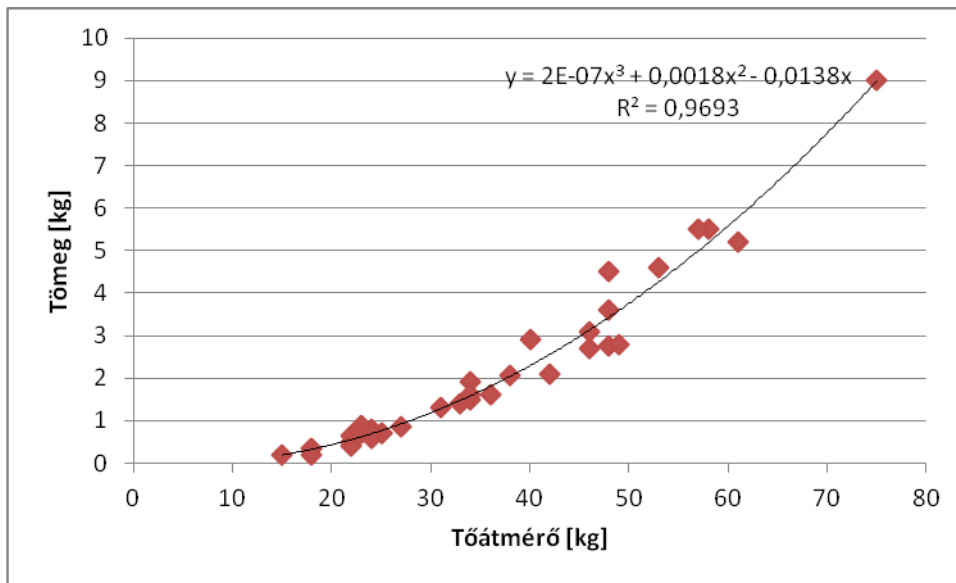
AF2 nyárklón



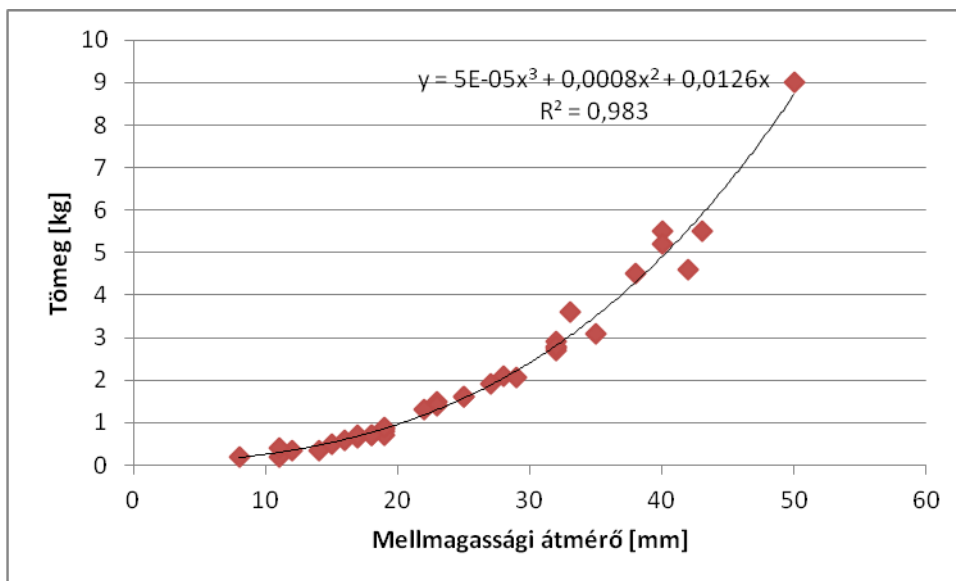
14. melléklet/17. ábra: Tóátmérő és tömeg összefüggése AF2 nyárklónnal telepített ültetvényeknél



14. melléklet/18. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése AF2 nyárklónnal telepített ültetvényeknél



14. melléklet/19. ábra: Tőátmérő és tömeg összefüggése Monviso nyárklónnal telepített ültetvényeknél



14. melléklet/20. ábra: Mellmagassági átmérő és tömeg összefüggése Monviso nyárklónnal telepített ültetvényeknél

15. melléklet: Energetikai célra termesztendő nyárfajták

MAGYARNEV	LATINNEV	KAT.
ROBUSTA (ÓRIÁS)	POPULUS X EURAMERICANA 'ROBUSTA'	ÁM
I-214 (OLASZ)	POPULUS X EURAMERICANA 'I-214'	ÁM
BLANC DU POITOU	POPULUS X EURAMERICANA 'BLANC DU POITOU'	ÁM
BL	POPULUS X EURAMERICANA 'BL'	ÁM
PANNONIA	POPULUS X EURAMERICANA 'PANNONIA'	ÁM
AGATHE-F (OP-229)	POPULUS X EURAMERICANA 'AGATHE-F'	ÁM
I-45/51	POPULUS X EURAMERICANA 'I-45/51'	ÁM
I-154	POPULUS X EURAMERICANA 'I-154'	ÁM
I-273	POPULUS X EURAMERICANA 'I-273'	ÁM
H-328	POPULUS X EURAMERICANA 'H-328'	BFJ
DURVAKÉRGŰ (S-611-C)	POPULUS DELTOIDES 'DURVAKÉRGŰ'	ÁM
TRIPLÓ	POPULUS X EURAMERICANA 'TRIPLO'	ÁM
KOPECKY (H-490/4)	POPULUS X EURAMERICANA 'KOPECKY'	ÁM
I-137	POPULUS X EURAMERICANA 'I-137'	BFJ
KOLTAY (H-528-8)	POPULUS X EURAMERICANA 'KOLTAY'	ÁM
ADONISZ (S-299-3)	POPULUS DELTOIDES 'ADONIS'	ÁM
S-298-8	POPULUS DELTOIDES 'S-298'	BFJ
MEGGYLEVELŰ (P-275)	POPULUS MAXIMOWICZII X P. TRICHOCARPA /P.275/	BFJ
APRÓLEVELŰ (TPC-3)	POPULUS X EURAMERICANA 'APRÓLEVELŰ'	ÁM
KORNIK 21	POPULUS MAXIMOWICZII X P.BEROLINENSIS 'KORNIK'	BFJ
SUDÁR (B-132-b)	POPULUS X EURAMERICANA 'SUDÁR'	ÁM
RÁBAMENTI (CANADA-3)	POPULUS DELTOIDES 'RÁBAMENTI'	BFJ
VILLA FRANCA (I-58/57)	POPULUS ALBA 'VILLA FRANCA'	ÁM
RONGYOSI FEKETENYÁR	POPULUS NIGRA 'RONGYOSI'	ÁM
FAVORIT	POPULUS ALBA X P. GRANDIDENTATA 'FAVORIT'	ÁM
CSOMOROS	POPULUS NIGRA 'CSOMOROS'	ETK
ÁSVÁNYRÁRÓI	POPULUS NIGRA 'ÁSVÁNYRÁRÓI'	ETK
HANSÁGI	POPULUS NIGRA 'HANSÁGI'	ETK
LUISA AVANZO	POPULUS X EURAMERICANA 'LUISA AVANZO'	ÁM
MONVISO	POPULUS X EURAMERICANA 'MONVISO'	BFJ
PEGASO	POPULUS INTERAMERICANA X NIGRA 'PEGASO'	BFJ
A4A	POPULUS X EURAMERICANA 'A4A'	BFJ
AF 2	POPULUS X EURAMERICANA 'AF2'	BFJ
AF 6	POPULUS INTERAMERICANA X NIGRA 'AF6'	BFJ
AF 8	POPULUS X INTERAMERICANA 'AF8'	BFJ
CSALA	SALIX TRIANDRA X VIMINALIS 'CSALA'	BFJ
ÁM = ÁLLAMI MINŐSÍTÉS		
BFJ = BEJELENTETT FAJTAJELÖLT		
ETK = ERDÉSZETI TÁJHASZNOSÍTÁSÚ KLÓN, NEM FAJTAJELÖLT		

**16. melléklet:** A nemesnyárok magassági növekedése alapján felállított pontrendszer

Genetikai talajtípus	Hidrologia	Termőréteg vastagsága	Kor: 15-19 év						
			Fizikai talajféleség						
			Durva homok	Homok	Homokos vályog	Vályog	Agyagos vályog	Agyag	Kotu, tőzeg
Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)		
Humuszos homok talaj	Többletvízhatástól független	Igen sekély	.	22	.	.	.	.	.
		Sekély	.	19	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	20	.	.	.	.	.
		Mély	.	21	.	.	.	.	.
		Igen mély	.	22	.	.	.	.	.
	Változó vízellátású	Sekély	.	17	.	.	.	.	.
	Időszakos vízhatású	Igen sekély	.	16	.	.	.	.	.
		Sekély	.	17	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	20	.	.	.	.	.
		Mély	.	22	.	.	.	.	.
		Igen mély	.	22	.	.	.	.	.
	Állandó vízhatású	Sekély	.	19	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	19	.	.	.	.	.
		Mély	.	21	.	.	.	.	.
	Nyers öntéstalaj	Időszakos vízhatású	Közepes mélységű	.	21	.	20	.	23
Mély			.	.	23	18	.	24	.
Állandó vízhatású		Sekély	.	.	.	28	.	20	.
		Közepes mélységű	.	24	29	24	.	26	.
		Mély	.	24	25	19	.	20	.
		Igen mély	.	.	.	33	.	.	.
Felszínig nedves		Közepes mélységű	.	18	.	18	.	17	.
		Mély	.	.	.	18	.	.	.
Humuszos öntéstalaj	Többletvízhatástól független	Közepes mélységű	.	.	19	19	.	22	.
		Mély	.	.	.	20	.	.	.
		Igen mély	.	31	26	.	.	.	.
	Időszakos vízhatású	Sekély	17	.	17	17	.	20	.
		Közepes mélységű	.	24	19	20	.	21	.
		Mély	.	20	25	22	17	21	.
		Igen mély	.	21	.	31	.	.	.
	Állandó vízhatású	Sekély	.	.	19	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	22	22	21	24	20	.
		Mély	.	24	.	23	21	24	.
		Igen mély	.	.	.	26	19	.	.
	Felszínig nedves	Közepes mélységű	.	24	.	23	28	.	.

Genetikai talajtípus	Hidrologia	Termőréteg vastagsága	Kor:15-19 Fizikai talajféleség						
			Durva homok	Homok	Homokos vályog	Vályog	Agyagos vályog	Agyag	Kotú, tőzeg
			Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)
Rozsdabarna erdőtalaj	Többletvízhatástól független	Közepes mélységű	.	22	.	.	.	.	.
		Mély	.	18	.	.	.	.	.
	Időszakos vízhatású	Sekély	.	19	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	23	.	21	.	.	.
		Mély	.	21	.	16	.	.	.
Kovárányos barba erdőtalaj	Többletvízhatástól független	Sekély	.	20	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	22	.	30	.	.	.
		Mély	.	23	.	.	.	.	.
		Igen mély	.	21	.	.	.	.	.
	Időszakos vízhatású	Sekély	.	21	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	22	.	.	.	.	.
Mély	.	22	.	.	.	.	.		
Réti csernozjom	Többletvízhatástól független	Sekély	.	.	.	20	.	7	.
		Közepes mélységű	.	.	.	17	.	16	.
		Mély	.	25	.	19	.	14	.
	Változó vízellátású	Mély	.	.	.	.	.	30	.
	Időszakos vízhatású	Közepes mélységű	.	.	.	19	.	22	.
		Mély	.	.	.	18	21	19	.
Típusos réti csernozjom	Többletvízhatástól független	Sekély	.	18	.	16	.	17	.
		Közepes mélységű	.	22	.	18	.	17	.
		Mély	.	18	.	17	.	.	.
		Igen mély	.	.	.	19	.	.	.
	Változó vízellátású	Sekély	.	.	.	17	.	16	.
		Közepes mélységű	.	15	.	11	.	16	.
		Mély	.	.	.	.	.	14	.
	Időszakos vízhatású	Igen sekély	.	24	.	17	.	.	.
		Sekély	.	20	.	16	.	.	.
		Közepes mélységű	.	20	23	17	15	16	.
		Mély	.	22	18	20	21	17	.
		Igen mély	.	.	.	24	.	.	.
	Állandó vízhatású	Sekély	.	24	.	.	.	22	.
		Közepes mélységű	.	19	.	17	.	13	.
		Mély	.	.	.	21	.	.	.
		Igen mély	.	.	.	21	.	.	.
	Felszínig nedves	Sekély	.	17	.	.	.	.	.
		Közepes mélységű	.	17	.	.	.	.	.



Genetikai talajtípus	Hidrológia	Termőréteg vastagsága	Kor:15-19 Fizikai talajféleség						
			Durva homok	Homok	Homokos vályog	Vályog	Agyagos vályog	Agyag	Kotú, tőzeg
			Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)	Átl. mag. (m)
Óntés réttalaj	Többletvízhatástól független	Sekély	.	.	.	18	.	.	.
		Közepes mélységű	.	.	.	.	.	17	.
		Mély	.	.	.	.	14	23	.
	Változó vízellátású	Közepes mélységű	.	.	.	.	.	12	.
		Mély	.	.	.	19	.	21	.
	Időszakos vízhatású	Sekély	.	.	.	17	.	.	.
		Közepes mélységű	.	17	.	17	19	17	.
		Mély	.	18	.	21	10	19	.
		Igen mély	.	.	.	.	13	.	.
	Állandó vízhatású	Sekély	.	.	.	.	.	21	.
		Közepes mélységű	.	21	21	22	21	18	.
		Mély	.	19	.	19	.	.	.
Síkláp talaj	Időszakos vízhatású	Sekély	.	.	.	.	.	9	.
		Közepes mélységű	.	.	.	16	.	.	.
	Állandó vízhatású	Sekély	.	.	.	15	.	.	.
		Közepes mélységű	.	.	.	15	.	.	.
	Felszínig nedves	Közepes mélységű	.	.	.	.	.	.	22

**17. melléklet: A vizsgált ültetvényeket minősítő pontszámok a 16. melléklet alapján**

Helység	Klíma	Hidrológia	Genetikai talajtípus	Termőréteg	Fizikai talajféleség	Megfeleltetés	Pontszám 0-35-ös skálán
Dabronc 1.	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	ÖR	18
Dabronc 2. (036/1)	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	ÖR	18
Dabronc 2. (055/4)	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	ÖR	18
Gógánfa 1.	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	RBE	18
Gógánfa 2.	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	RBE	18
Gógánfa 3.	KTT-CS	TVFLN	KÖRKOMB	KMÉ	V	ÖR	17
Gógánfa 4. (0119/4)	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	RBE	18
Devecser 1.	KTT-CS	ÁLLV	KÖRKOMB	MÉ	HV,V	ÖR	19
Devecser 2. (h)	KTT-CS	ÁLLV	KÖRKOMB	MÉ	V	ÖR	19
Devecser 3. (sz)	KTT-CS	TVFLN	KÖRKOMB	KMÉ	HV	ÖR	17
Herceghalom 1.	KTT-CS	TVFLN	BFÖLD	SE,KME	V	RBE	17
Herceghalom 2.	KTT-CS	TVFLN	BFÖLD	SE,KME	V	RBE	17
Óriszentpéter	GYT	VÁLT	PGBE	KME	AV		15
Kisbér	ESZTY	TVFLN	RBE	KME	HV	RBE	22
Pápa	KTT-CS	IDŐSZ/ÁLLV	KTR,KCSR	KM	HV,H	RCS	19
Répceszemere	ESZTY	IDŐSZ/TVFLN	KÖR	KME	H, HV	ÖR	17
Ikrény	ESZTY	TVFLN	KÖR	KMÉ	V	ÖR	17
Miklósmajor	ESZTY	IDŐSZ, ÁLLV	KÖR	SE	V	ÖR	17
Rönök	B	TVFLN	PGBE	KMÉ	AV		15
Isztimér	KTT-CS	VFLEN	BFÖLD	MÉ	HV	RBE	18
Kiszombor	ESZTY	IDŐSZ/ÁLLV	HÖ	MÉ, IME	AV, A	HÖ	20
Tiszainoka	ESZTY	VFLEN	NKÖR	MÉ	AV	ÖR	14
Cece 1.	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	RCS	17
Cece 2.	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	RCS	17
Cece 3.	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	RCS	17
Kiskunlacháza	ESZTY	TVFLN	MLCS	MÉ	H, HV	RCS	19
Moha 1.	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	RCS	19
Moha 2.	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	RCS	19
Moha 3.	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	RCS	19
Moha 4.	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	RCS	19
Moha 5.	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	RCS	19
Osli 1.	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	ÖR	15
Osli 2.	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	ÖR	15
Osli 3.	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	ÖR	15
Osli 4.	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	ÖR	15
Chernelházadamonya	GYT	IDŐSZ	ÖR	KME	A	ÖR	17

18. melléklet: A vizsgálatba bevont ültetvények összefoglaló táblázata

Helység	Telepítés éve	Fajta	Kor*	Sarjaztatott vagy nem**	Hányszor sarjaztatott	Felvett parcellák száma	Terület nagyság (ha)	Átlaghőm.***	Átl. Csap.****	Klíma	Hidrologia	Genetikai talajtípus	Termőréteg	Fizikai talajjelleg	pH vizes		CaCO <sub>3</sub>						K <sub>A</sub>		H%	
															Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Mélység (ahol megjelemlik cm)	Érték	Mélység (ahol max. cm)	Érték	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai
Dabronc 1.	2010	AF2	3	0	0	8	2,95	10,4	636	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	6,00	5,70	0	0	0	0	0	0	46	40	29,40	47,13
Dabronc 2. (036/1)	2010	AF2	3	0	0	2	3	10,4	636	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	6,00	5,70	0	0	0	0	0	0	46	40	29,40	47,13
Dabronc 2. (055/4)	2010	AF2	3	0	0	1	3	10,4	636	GYT	IDŐSZ	NKÖRT	MÉ	H, HV	6,00	5,70	0	0	0	0	0	0	46	40	29,40	47,13
Gógánfa 1.	2010	AF2	3	0	0	12	1,05	10,4	601	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	7,20	7,20	7	7	0	7	0	7	40	37	0,60	1,21
Gógánfa 2.	2010	AF2	3	0	0	12	2,96	10,4	601	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	7,80	7,80	6	6	0	6	0	6	42	42	1,92	2,61
Gógánfa 3.	2010	AF2	3	0	0	12	1,81	10,4	601	KTT-CS	TVFLN	KÖRKOMB	KMÉ	V	7,90	7,90	19,3	7	0	7	40	38	44	42	1,98	3,88
Gógánfa 4. (0119/4)	2010	AF2	3	0	0	3	3	10,4	601	KTT-CS	TVFLN	ABE	MÉ	V	7,80	7,80	6	6	0	6	0	6	42	42	1,92	2,61
Devecser 1.	2011	AF2	2	0	0	11	20	10	656	KTT-CS	ÁLLV	KÖRKOMB	MÉ	HV,V	8,30	8,40	13	13	0	13	40	13	33	33	0,47	0,70
Devecser 2. (h)	2010	AF2	2	0	0	3	3,6	10	656	KTT-CS	ÁLLV	KÖRKOMB	MÉ	V	8,27	8,40	12,59	9	0	9	155	34	40	40	0,73	2,20
Devecser 3. (sz)	2010	AF2	3	0	0	15	4,5	10	656	KTT-CS	TVFLN	KÖRKOMB	KMÉ	HV	8,22	8,25	13,71	10	0	12	55	37	37	37	1,11	2,15
Herceghalom 1.	2007	AF2	6	1	1	3	1	10,2	650	KTT-CS	TVFLN	BFÖLD	SE,KME	V	8,24	7,92	18	13	30	13	60	20	34	39	0,93	1,28
Herceghalom 2.	2007	Monviso	6	1	1	4	1	10,2	650	KTT-CS	TVFLN	BFÖLD	SE,KME	V	8,24	7,92	18	13	30	13	60	20	34	39	0,93	1,28
Óriszentpéter	2006	Kopeczky	7	1	0	6	7,53	9,5	738	GYT	VÁLT	PGBE	KME	AV	7,20	7,20	6,5	6	0	6	40	7	42	42	0,58	1,17
Kisbér	2007	AF2	6	1	3	7	2	10	622	ESZTY	TVFLN	RBE	KME	HV	7,29	6,67	14	0	160	37	160	37	36	24	0,25	0,62
Pápa	2012	AF2	1	0	0	12	5	10,4	601	KTT-CS	IDŐSZ/ÁLLV	KTR,KCSR	KM	HV,H	8,10	8,10	6,5	6	0	6	40	7	26	36	0,95	1,98
Répcszemere	2008	Kopeczky	5	0	0	10	9,95	10,2	609	ESZTY	IDŐSZ/TVFLN	KÖR	KME	H, HV	6,20	6,10	2,3	0	40	7	40	7	34	33	0,76	0,91
Ikrény	2010	AF2	2	0	0	10	3,41	10,3	566	ESZTY	TVFLN	KÖR	KMÉ	V	7,80	7,90	9,65	14	0	14	40	21	40	47	0,81	3,80
Miklósmajor	2010	AF2	2	0	0	2	0,09	10,3	575	ESZTY	IDŐSZ, ÁLLV	KÖR	SE	V	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rönök	2008	Kopeczky	4	0	0	21	14,87	9,5	738	B	TVFLN	PGBE	KMÉ	AV	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Isztimér	2008	AF2	3	1	2	6	6,71	9,8	610	KTT-CS	VFLN	BFÖLD	MÉ	HV	8,05	7,90	20	14	0	18	60	54	37	40	1,42	2,25
Kiszombor	2007	AF2	6	1	1	2	1,6	10,7	507	ESZTY	IDŐSZ/ÁLLV	HÖ	MÉ, IME	AV, A	7,76	7,59	3	2,13	40	2	100	5	53	47	1,22	1,86
Tiszainoka	2010	AF2	3	0	0	2	22,35	10,6	516	ESZTY	VFLN	NKÖR	MÉ	A	6,45	6,80	0	0	0	0	0	0	55	56	2,95	2,70
Cece 1.	2007	AF2	6	1	1	4	0,4	10,6	583	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	7,90	7,46	9,88	0	45	5,96	70	14,06	34	34	0,40	1,27
Cece 2.	2007	AF2	6	1	2	3	0,6	10,6	583	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	7,90	7,46	9,88	0	45	5,96	70	14,06	34	34	0,40	1,27
Cece 3.	2007	Monviso	6	1	0	2	1	10,6	583	ESZTY	TVFLN	KCS	KME	HV	7,90	7,46	9,88	0	45	5,96	70	14,06	34	34	0,40	1,27
Kiskunlacháza	2011	Kopeczky	2	0	3	12	5	10,7	550	ESZTY	TVFLN	MLCS	MÉ	H, HV	7,84	7,76	13,4	4,3	0	4,3	130	23,7	34,55	30	0,98	1,04
Moha 1.	2006	AF6	7	1	3	2	0,048	10,4	560	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	8,00	7,95	21	20,7	0	20,7	20	22,09	45	44	3,70	4,05
Moha 2.	2006	AF2	7	1	3	2	0,048	10,4	560	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	8,00	7,95	21	20,7	0	20,7	20	22,09	45	44	3,70	4,05
Moha 3.	2006	Monviso	7	1	3	2	0,048	10,4	560	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	8,00	7,95	21	20,7	0	20,7	20	22,09	45	44	3,70	4,05

Helység	Telepítés éve	Fajfaj	Kor*	Sarjzatot vagy nem**	Hányzor sarjztatott	Felvett parcellák száma	Terület nagyság (ha)	Átlaghóm. ***	Átl. Csap. ****	Klíma	Hidrologia	Genetikai talajtípus	Termőréteg	Fizikai talajféleség	pH vizes		CaCO <sub>3</sub>						K <sub>A</sub>		H%		
															Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Mélység (ahol megjelenik cm)	Érték	Mélység (ahol max. cm)	Érték	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	Súlyozott átlag a termőhelyre	Felső réteg adatai	
Moha 4.	2006	Pannonia	7	1	3	2	0,048	10,4	560	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	8,00	7,95	21	20,7	0	20,7	20	22,09	45	44	3,70	4,05	
Moha 5.	2006	I214	7	1	3	2	0,048	10,4	560	ESZTY	IDŐSZ	ÖRCS	KMÉ	V	8,00	7,95	21	20,7	0	20,7	20	22,09	45	44	3,70	4,05	
Oslí 1.	2010	Max	3	0	0	3	1,3	10,3	566	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	7,37	6,91	5,66	3,5	0	7	100	9	67	67	1,94	5,72	
Oslí 2.	2010	Kopeczky	3	0	0	3	1,3	10,3	566	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	7,37	6,91	5,66	3,5	0	7	100	9	67	67	1,94	5,72	
Oslí 3.	2010	I214	3	0	0	3	1,3	10,3	566	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	7,37	6,91	5,66	3,5	0	7	100	9	67	67	1,94	5,72	
Oslí 4.	2010	Pannonia	3	0	0	3	1,3	10,3	566	ESZTY	ÁLLV/ VÁLT	KTR, KTRKOMB	ISE, SE, MÉ	A, NA	7,37	6,91	5,66	3,5	0	7	100	9	67	67	1,94	5,72	
Kópháza	2011	NNyár	1	0	0	11	0,03	10,1	631	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Chernelháadamonya	2007	AF2	Felszámolták							GYT	IDŐSZ	ÖR	KME	A	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Györsövényház	2010	Pannonia	Felszámolták							n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ebergőc	2010	I214	Felszámolták							n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

\*Az ültetvény kora a vizsgálat évében

\*\*0- még nem sarjztatott ültetvény; 1-már sarjztatott ültetvény

\*\*Forrás: Halász (szerk.), 2006

\*\*Forrás: Halász (szerk.), 2006

n.a. - nincs adat

**19. melléklet:** *Kérdőív a KITE fás szárú energetikai ültetvény kísérlet eredményességének felmérésére.*

**Tisztelt Megkérdezett!**

**PhD hallgató vagyok a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán, kutatási tématerületem a fás szárú energia ültetvények helyzetértékelése. Szeretnék statisztikát készíteni az ültetvények állapotát illetően, ehhez kérem szíves segítségét.**

**A kérdőívet kizárólag saját doktori kutatásomhoz használom fel, a kérdőív kitöltése anonim.**

**Segítségét köszönöm!**

**Vágvölgyi Andrea PhD hallgató**

**1. Létezik-e még a mezőgazdasági területen létesített fás szárú energia ültetvény?**

- a., Igen
- b., Nem

**Ha a válasz NEM:**

**2. Mi lett az ültetvénynek sorsa?**

- a., Magára hagyták és kiszáradt
- b., Magára hagyták és a gyomkonkurencia következtében elpusztult
- c., Elpusztult és felszámolták, ismét hagyományos mezőgazdasági növényeket tesztenek a helyén.
- d., Vadbúvó, erdő lett.

**3. Miért nem tartották fent az ültetvényt?**

- a., Nem volt megfelelő a termőhely az ültetvény számára.
- b., Nem volt, aki az ültetvényeket felügyelte volna.
- c., Nem volt felvevőpiac az ültetvényen megtermelt faanyag számára.
- d., Jelentős volt a rovar és/vagy vadkár.
- e., Egyéb, éspedig:.....

---

**Ha a válasz IGEN:**

**4. Mi volt a motiváció, hogy kísérleti energetikai faültetvényt telepített?**

- a., Az állami támogatás lehetősége.
- b., Mezőgazdasági termékszerkezet bővítése.
- c., Saját tüzelő anyag (faanyag) megtermelése.
- d., Értékesítési lehetőség és a felvevőpiac közelsége.
- e., Egyéb, és pedig .....

**5. Hogyan ítélte meg a telepítés időszakában a fás szárú energetikai ültetvények jövőjét?**

- a., Nem láttam jövőjét a fás szárú energetikai ültetvényeknek.
- b., Azt gondoltam, hogy a megújuló energiatermelés egy lehetősége a fás szárú energetikai ültetvény.

**6. Hogyan látja ma a fás szárú energetikai ültetvények jövőjét?**

- a., Nem látom a jövőjét a fás szárú energetikai ültetvényeknek.
- b., Azt gondolom, hogy a megújuló energiatermelés egy lehetősége a fás szárú energetikai ültetvény.
- c., Az energiatermelés mellett a közfoglalkoztatottság, az energia biztonság és költséghatékonyság növelése miatt lesznek telepítések.

**7. Melyik termesztési formát tartja előnyösebbnek a fás szárú energetikai ültetvényekben?**

- a., Aprítékként termelt, 2-3 évente levágott biomassza.
- b., Hengeres fa termelés, 5-10 éves vágásciklussal, ugyancsak szántó művelési ágban.

**8. Rentábilisnak tartják-e a klasszikus mezőgazdasági termeléssel szemben, vagy mellett az ültetvényeket?**

- a., Igen
- b., Nem

**9. Milyen felhasználási alternatívák léteznek a területen megtermelt faanyag hasznosítására, értékesítésére?**

- a., Eladható egy fűtőerőműnek 50 km-es körzeten belül.
- b., Eladható egy fűtőerőműnek 100 km-es körzeten belül.
- c., Településen közösségi fűtés (pl. iskola, óvoda, orvosi rendelő, polgármesteri hivatal stb.)

d., Egyéni hőtermelés saját felhasználásra (pl. ház fűtése, ipari és mezőgazdasági épületek hőigényének biztosítása, stb. )

**10. Mekkora volt az egyes években a ráfordítások nagysága?**

- a., 2007-ben
- b., 2008-ban
- c., 2009-ben
- d., 2010-ben
- e., 2011-ben
- f., 2012-ben

**11. Telepítés óta 50 km-es körzetben nyílt-e értékesítési lehetőség?**

- a., Igen, éspedig..... város/község
- b., Nem

**12. Ha nyílt értékesítési lehetőség, van-e tudomása róla, hogy milyen (fűtőmű, erőmű, teljesítmény MW)?**

- a., Igen, éspedig.....
- b., Nem

**13. Amennyiben az aprítékot nem termelik le, az ültetvényt érdemesnek tartja-e fásszárú hengeres ültetvényként tovább fenntartani és hengeres tűzifaként, vagy ipari faként értékesíteni?**

- a., Igen
- b., Nem

**14. Szükség volt-e rovarkártevők elleni védekezésre?**

- a., Igen
- b., Nem

**15. Milyen mértékű volt a rovarkár és melyik évben jelentkezett?**

- a., 2007-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- b., 2008-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- c., 2009-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- d., 2010-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- e., 2011-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- f., 2012-ben, levélveszteség mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)

**16. Jelentkezett-e vadkár?**

- a., nem
- b., 2007-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- c., 2008-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- d., 2009-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- e., 2010-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- f., 2011-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)
- g., 2012-ben, a vadragás mértéke 0-30 %, 30-70%, 70%-fölött (aláhúzendó)

**17. Van-e az ültetvény közelében zárt erdőtümb?**

- a., Nincs.
- b., Van, 100-500 méteren belül.
- c., Van, 500-1000 méteren belül.
- d., Van, 1000-1500 méteren belül.
- e., Az ültetvény zárt erdő közepén van.

**18. Amennyiben biztos piacra talál végezne-e további telepítéseket?**

- a., Nem
- b., Igen, 1-2 ha-t
- c., Igen, 2-5 ha-t
- d., Igen, 5-10 ha-t
- e., Igen, 10-50 ha-t
- f., Igen, 50 ha fölött

**19.Melyik fafajt tartja alkalmasabbnak fás szárú energetikai ültetvény létesítésére?**

- a., fűz
- b., nyár
- c., akác

**20.Egyet ért-e azon szakemberekkel, akik azt állítják, hogy a hazai termőhelyeken a nyárok nagyobb fatermést tudnak elérni, mint a fűzek?**

- a., Nem értek egyet, a fűzfélék mindenütt kiváló növekedést mutatnak.
- b., Részben értek egyet, mivel a fűz vízigényes fafaj, a jó vízellátottságú területeken nagyobb a fahozama, mint a nyaré.
- c., Teljes mértékben egyet értek, mivel a jó vízellátottságú területeken is a nyároknak nagyobb a fahozama.

**21.Ön szerint mennyiben befolyásolja az ültetvények fahozamát a talajok tápanyag ellátottsága?**

- a., Nem befolyásolja, van elég feltöltött tápanyag a talajban.
- b., Kis mértékben befolyásolja, de tápanyagutánpótlást nem igényel a termesztési ciklus alatt.
- c., Jelentősen befolyásolja, ezért rendszeres tápanyag utánpótlást is végeznék.

**22.Ön szerint mennyiben befolyásolja az ültetvények fahozamát a talajok vízellátottsága?**

- a., Nem befolyásolja, inkább a szárazabb termőhelyekre ültetném.
- b., Befolyásolja a fafajt és a hozamot is, így a termőhelyek függvényében választanék fafajt.

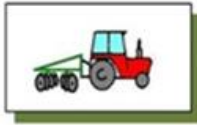
**23. Hozamادات állnak-e rendelkezésére az ültetvényről?**

- a., Igen
- b., Nem

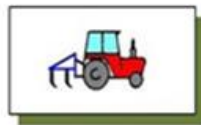
**Ha a válasz IGEN:**

**24.Hány évesen és mekkora mért vagy becsült hozamot tudtak elérni az ültetvényen?**

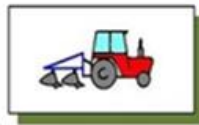
20. melléklet: A technológia modellek ábráinak jelmagyarázata



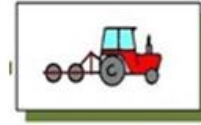
Tarlóhántás



Mélylazítás



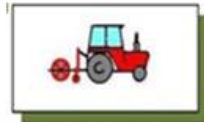
Szántás



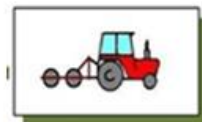
Magagy-készítés



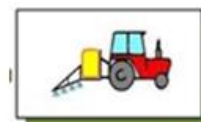
Ültetés ékásóval



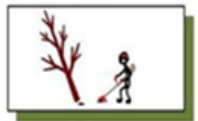
Ültetés dugványozó géppel



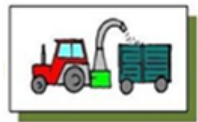
Ápolás



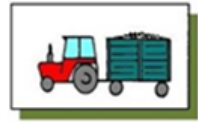
Vegyszeres gyomirtás



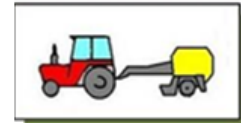
Betakarítás motorfűrészszel, vagy tisztító fűrészszel



Aprítás, mobil aprító géppel



Szállítás



Betakarítás döntő-aprító géppel, vagy bálázó géppel



Magajáró döntő-aprító gép



**21. melléklet: Energiamérlegek**

a., Energiamérleg 1-ha-os területre, 20 éves időtartalomra, alacsony munkagép teljesítmény igény mellett

Művelet	Erőgép teljesítménye [kW]	Alkalmak száma	Fajlagos időszükséglet [mh/ha]	q <sub>f</sub> (l) [l/ha]	q <sub>f</sub> (kg) [kg/ha]	Energia egy alkalomra [MJ/ha]	Energia összesen
Talajelőkészítés tárcsával	58	2	0,70	12,34	10,49	451	902
Mélyszántás	125	2	2,25	85,50	72,68	3125	6250
Magágykészítés	58	1	0,45	7,93	6,74	290	290
Műtrágyaszórás	58	12	0,24	4,23	3,60	155	1856
Ültetés ékásóval;	-	1	-	-	-	-	-
Ültetés dugványozó vagy ültetőgéppel	58	1	2,56	45,14	38,37	1650	1650
Gépi ápolás tárcsával	58	42	0,70	12,34	10,49	451	18947
Vegyszeres gyomírt.	58	20	0,55	9,70	8,24	354	7089
Betakarítás motorfűrészsel, tisztítófűrészsel	3,38	10	6,00	6,17	5,24	225	2253
Aprítás	45	10	2,40	32,83	27,91	1200	12000
Szállítás (10,1-15,1 t) 15 km-re+rakodás	58	10	0,64	11,28	9,59	412	4124
Tuskózás (tuskómaró)	132	1	3,00	120,74	102,63	4413	4413

Bevitt 59775 MJ  
 Kivett 2800000 MJ  
 Egyenleg 2740225 MJ  
 Energiamérleg 1:46

b., *Energiamérleg 1-ha-os területre 20 éves időtartalomra közepes munkagép teljesítmény igény mellett*

Művelet	Erőgép teljesítménye [kW]	Alkalmak száma	Fajlagos időszükséglet [mh/ha]	q <sub>f</sub> (l) [l/ha]	q <sub>f</sub> (kg) [kg/ha]	Energia egy alkalomra [MJ/ha]	Energia összesen	Energia összesen
Talajelőkészítés tárcsával	88	2	0,50	13,38	11,37	489	978	978
Mélyszántás	125	2	2,27	86,26	73,32	3153	6306	6306
Mútrágyaszórás	88	12	0,16	4,28	3,64	156	1877	1877
Magágykészítés	88	1	0,33	8,83	7,50	323	323	323
Dugványozó, ültetőgép	88	1	1,79	47,89	40,70	1750	1750	1750
Gépi ápolás tárcsával	88	42	0,50	13,38	11,37	489	20533	20533
Vegyszeres gyom.	88	20	0,37	9,90	8,41	362	7236	7236
Döntő-aprító gép	120	10	2,28	83,17	70,70	3040	0	30400
Biobaler	170	10	3,13	161,76	137,49	5912	59123	0
Szállítás (10,1-15,1 t) 15 km-re+rakodás	88	10	0,42	11,24	9,55	411	4107	4107
Tuskózás (tuskómaró)	132	1	3,00	120,38	102,33	4400	4400	4622

Bevitt	106632	78132	MJ
Kivett	2800000	2800000	MJ
Egyenleg	2693368	2721868	MJ
Energiamérleg	1:26	1:35	

c., *Energiamérleg 1-ha-os területre, 20 éves időtartalomra, magas munkagép teljesítmény igény mellett*

Művelet	Erőgép teljesítménye [kW]	Alkalmak száma	Fajlagos időszükséglet [mh/ha]	q <sub>f</sub> (l) [l/ha]	q <sub>f</sub> (kg) [kg/ha]	Energia egy alkalomra [MJ/ha]	Energia összesen
Talajelőkészítés tárcsával	125	2	0,37	14,06	11,95	514	1028
Mélyszántás	125	2	2,27	86,26	73,32	3153	6306
Műtrágyaszórás	125	12	0,12	4,56	3,88	167	2000
Magágykészítés	125	1	0,25	9,50	8,08	347	347
Dugványozó, ültetőgép	125	1	1,00	38,00	32,30	1389	1389
Gépi ápolás tárcsával	125	42	0,37	14,06	11,95	514	21584
Vegyszeres gyomirt	125	20	0,37	14,06	11,95	514	10278
Magjártó döntő-aprító gép	300	10	0,69	62,93	53,49	2300	23000
Szállítás (10,1-15,1 t) 15 km-re+ rakodás	125	10	0,36	13,68	11,63	500	5000
Tuskózás (tuskómaró)	132	1	3,00	120,38	102,33	4400	4400

Bevitt 75331 MJ

Kivett 2800000 MJ

Egyenleg 2724669 MJ

Energiamérleg 1:37