

*dr. Gyulai Iván*

## ***A biomassza-dilemma***



**Magyar  
Természetvédők  
Szövetsége**

Föld Barátai Magyarország

## ***A biomassza-dilemma***

*második, átdolgozott kiadás*

***Írta:***

*dr. Gyulai Iván*

***Kiadja:***

*Magyar Természetvédők Szövetsége*

*1091 Budapest, Üllői út 91/b. tel: 216-7297,*

*e-mail: [info@mtvsz.hu](mailto:info@mtvsz.hu), <http://www.mtvosz.hu>*

*Készült a Zöld Forrás támogatásával.*

***ISBN-10: 963-86870-8-8***

***ISBN-13: 978-963-86870-8-1***

*Felelős kiadó: dr. Farkas István*

*Borító fotók: Monoki Ákos, Széll Antal*

*Készült a MacKensen Kft. nyomdájában.*

*Arculattervezés, tördelés: Balmoral Bt. (20/391-41-47)*

# **Tartalomjegyzék**

<b>A szerző előszava a második kiadáshoz.....</b>	<b>5</b>
<b>I. Bevezetés .....</b>	<b>7</b>
<b>II. A megújuló energiaforrások stratégiai és szabályozási környezete.....</b>	<b>8</b>
<b>III. A biomassa felhasználása .....</b>	<b>15</b>
III.1. Fogalmak	15
III.2. Tüzelési célú energetikai növények	16
III.2.1. Fás szárú energianövények	16
III.2.2. Energiafű	22
III.3. Biodízel	26
III.4. Bioetanol	27
III.5. Melléktermékek és hulladékok hasznosítása	35
<b>IV. Érvek a biomassa felhasználás mellett és ellen .....</b>	<b>41</b>
IV.1. Általános érvek a biomassa felhasználás mellett	41
IV.2. Ellenérvek, kételyek	43
IV.2.1. Területi igények	44
IV.2.2. Területi korlátok Magyarországon	45
IV.2.3. Terület felhasználási vetélkedés, és társadalmi vonatkozások	46
IV.2.4. A területi versengés járulékos hatásai	50
IV.2.5. Energiamérlegek	51
IV.2.6. Természetvédelmi és ökológiai szempontok	57
IV.2.7. A szén-dioxid semlegesség mítosza	59
<b>V. Állásfoglalás .....</b>	<b>66</b>
<b>Zárszó .....</b>	<b>68</b>

Köszönet .....	69
Felhasznált irodalom .....	70
Felhasznált honlapok .....	71
Magyar Természetvédők Szövetsége .....	72

## *A szerző előszava a második kiadáshoz*

A Magyar Természetvédők Szövetsége 2006 decemberében jelentette meg azonos című összefoglaló füzetét, amely igyekezett számba venni a biomaszra felhasználásának lehetőségeit és buktatóit. Az ország öt különböző részén tartottunk ismerető fórumokat, ahol értékes információkat kaptunk, vagy éppen a feltett kérdések világítottak rá új szempontokra. Az eltelt félév igazolni látszik a füzet által felvetett félelmek jogosságát. Ezért úgy határoztunk, hogy felfrissítjük mondanivalónkat a legújabb történésekkel, illetve számításba vesszük azokat a segítő tanácsokat, amelyeket kiadványunk olvasóitól kaptunk, s amelyeket ezúton is köszönünk.

dr. Gyulai Iván



## I. Bevezetés

A biomassza felhasználását sokan gondolják megfelelő alternatívának korunk fokozódó energetikai és környezeti gondjaira. Környezetvédők már vagy két évtizede sürgetik a biomassza felhasználását, ám javasataikat eddig nem hallgatták meg, hiszen támogatások nélkül még ma is a legtöbb biomasszából nyerhető másodlagos energiahordozó versenyképtelen a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest.

Az idők azonban változnak, a feltörekvő piacok, főleg Kína, és a világ fokozódó energia éhsége konjunktúrát teremtett az olajra és földgázra. A tartósan hatvan dollár körüli olajár, a fogyatkozó készletekről szóló jelentések, a várhatóan tovább fokozódó kereslet, egyes gazdasági nagyhatalmak olajtól való függősége elgondolkodtatta ma már a politikusokat is. Egyre többen fedezik fel, hogy a fejlődés dáridójához kellenek az új erőforrások, olyanok is, amelyeket eddig kihasználatlanul hagytunk.

A nemzetközi folyamatokat figyelve jól látható, hogy az Európai Unió megújuló erőforrásokra vonatkozó szabályozása - főleg a bioüzemanyagok esetében - nem kívánt társadalmi és környezeti hatásokkal fenyeget. Furcsa azt látni, hogy míg a Közösség nemzetközi szinten élharcosa a biológiai sokféleség megőrzésének, addig egy másik cél, nevezetesen az üvegházhatású gázok csökkentésének érdekében olyan szabályozást vezet be, amely még az eddigieknél is jobban fenyegeti a biológiai sokféleség megőrzését. Az persze ugyancsak fontos kérdés, hogy a javasolt megoldás elvezet-e a kívánt csökkentés eléréséhez, vagy éppen ellenkezőleg, globálisan még több terhet jelent.

Még egy kis idő, és a környezetvédők javaslata bumeráנגgá változik. A jó szándékú javaslatok ugyan a környezeten kívántak segíteni, mégis arra csapnak vissza. Először a környezetre, azután ránk!

Ma már számos nemzetközi és fejlődő világban működő civil szervezet figyelmeztet a veszélyekre. A Magyar Természetvédők Szövetsége maga is úgy látja, hogy nagy szükség van az elővigyázatosságra, az alapos megfontolásokra. Ha ugyan már nem késő, hiszen a fejlesztéspolitika kegyeibe vette a biomassza felhasználását, s a támogatások reményében az üzleti világ is megtette első, nem is jelentéktelen lépéseit.

Szívesen vesszük mások észrevételeit, örömmel tanulunk mások tapasztalataiból!

## II. A megújuló energiaforrások stratégiai és szabályozási környezete

Megújuló energiaforrások használatának magyarországi sorsát uniós stratégiai és jogszabályi keretek alakítják, a támogatási lehetőségeket pedig az Új Magyarország Fejlesztési Terv fogja megszabni. A Közösségi elvárások 2010-ig egyértelműek, utána valószínű szigorodás várható.

Az európai stratégiai kereteket az EU megújult Fenntartható Fejlődés Stratégiája adja meg, amely a globális éghajlatváltozáshoz köti a tiszta energiák elterjesztésének szükségét. A EU biomassza hasznosításainak célkitűzéseit 2010-ig, az ún. Fehér Könyv (*Energia a jövőnek: megújuló energiaforrások*, 1997) határozza meg. A könyv tartalmazza a megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére irányuló Akciótervet. Az Unió a biomassza termelés fokozását összeköti a munkahelyteremtéssel, a vidéki jövedelemszerzés lehetőségével. A cél, hogy a mezőgazdasággal foglalkozók továbbra is a mezőgazdasággal foglalkozzanak, de a termelés ne az eladhatatlan készleteket növelje. Ez úgy lehetséges, ha a szántóföldeken az élelmiszer célú termelés helyett energetikai célú termelés folyik. A fenti érvek miatt a bioüzemanyagok előállítását a kohéziós politika, s támogatások fontos célterülete.

### Az EU célkitűzései 2010-ig:

- *Fehér Könyv: a megújulókból származó energia arányának növelése 2010-re 6%-ról 12%-ra.*
- *A 2001/77/EK irányelv Európai Unió szinten 2010-ig 22,1%-ra kívánja növelni a megújuló energiahordozó bázisú villamos energia részarányát, továbbá célként fogalmazza meg, hogy az összes megújuló energiaforrás részaránya érje el a 12%-ot.*
- *A 2003/30/EK irányelv előírja az EU tagállamok részére, hogy 2010 végéig a forgalomba hozott bioüzemanyagok és más megújuló üzemanyagok energiatartalom alapján számított részarányát az összes forgalomba hozott közlekedési célú benzin és dízelüzemanyag vonatkozásában legalább 5,75%-ra növeljék.*

A belföldi, megújuló energiaforrások felhasználását sürgeti a Közösség magas szintű energiafüggettsége a külső energiaforrásoktól, amely jelenleg 50%-os, és 20 éves időtávban akár a 70%-ot is elérhet. Erre próbál választ adni az „Európai stratégia az energiaellátás fenntarthatóságáért, versenyképességéért és biztonságáért” c. Zöld Könyv (COM [2006] 105), amely az energiaszerkezet diverzifikációját, biztonságát, s az alacsony széntartalmú energiaforrásokból származó villamosenergia-termelés támogatását, a megújulók szerepének növelését célozza.

A fosszilis tüzelőanyagok megújulókkal való helyettesítése mellett a Közösség jelentős szerepet tulajdonít az energiahatékonyság javításának. Az **Energiahatékonysági Akcióterv** (COM [2000] 247) évi 1%-os energiafogyasztás csökkenést irányoz elő.

Az üzemanyag-minőségről szóló irányelv (A 2003/17/EK irányelvvel módosított 1998/70/EK irányelv a benzin- és a dízelüzemanyagok minőségéről. HL L 76,



2003. március 22. és HL L 350, 1998. december 28.) határozza meg a benzin maximális etanol-, éter- és más oxigénszármazék-tartalmát, gőznyomását (benzin nem tartalmazhat 5 térfogatszázaléknál több bioetanol és 15 térfogatszázaléknál több ETBE-t), valamint szabályozza a benzin nedvességtartalmát is. Az EN590 szabvány 5%-ban (energiatartalomra vetítve 4,6%-ban) korlátozza a gázolaj maximális biodízel-tartalmát. Ezek a szabályok akadályozzák a bioüzemanyagok nagyobb mértékű bekeverését az üzemanyagba, ezért a Bizottság kezdeményezte az üzemanyag-minőségről szóló irányelv felülvizsgálatát.

Az EU 2006-ban jelentést készített a bioüzemanyagokról szóló irányelv végrehajtásáról. A Bizottság a bioüzemanyag-irányelv felülvizsgálatakor 2007 márciusában javasolta a minimum 10%-os kötelező bekeverési arány alkalmazását 2020-ra.

A szilárd biomassza megújuló energetikai célú hasznosításának növelését kívánja elősegíteni a **1973/2004/EK rendelet**, amelynek értelmében az energetikai célú növénytermesztéshez 45 EUR/ha támogatást biztosít az unió.

Magyarország a csatlakozási dokumentumban (2004. évi XXX. Tv. II: melléklete) vállalta, hogy a megújuló részarányát a teljes energiafelhasználáson belül megduplázza (2003-ban ez az érték 3,6%-volt), a villamosenergia-fogyasztást pedig 3,6%-ban fogja megújuló energiaforrásokból kielégíteni 2010-ig, az akkori kb. 2% helyett. A nagyon szelíd vállalást már 2005-ben túlteljesítettük, néhány széntüzelésű erőmű faapríték-tüzelésre történő átállásával.

A fentiekkel kapcsolatos előírásokat, a tájékoztatási programot, a fogalom meghatározásokat a 2233/2004. (IX.22) és 2133/2005. (VII.8) kormányhatározatok, illetve a 42/2005. (III.10) kormányrendelet tartalmazza.

A 2007-13-as időszakot is magába foglaló magyar energiapolitikai elképzelések szerint a 2010-re 6,5%, 2013-ra 11,4 % megújuló részesedést kell elérni a villamosenergia-termelésben, míg az összes megújuló energia részarányát a 2005. évi 5,3%-ról 2010-re legalább 8,2%-ra kell növelni.

Magyarország vállalása a bioüzemanyagok tekintetében a 2233/2004. számú kormányhatározat értelmében 2% volt, amely az Országgyűlés 63/2005. számú határozata szerint 4%-ra emelkedett. A 2010-es vállalás a legújabb 2058/2006 (II. 07.) kormányhatározat alapján 5,75%, amely 2010-re kb. 187 millió liter biológiai eredetű üzemanyagot jelent.

A **63/2005/OGY számú parlamenti határozat** az alternatív energiaforrások felhasználásának hatékonyabbá tételéről a következő célok megvalósítását tűzte ki:

- *A villamosenergia előállítása alternatív és megújuló energiaforrásra alapozó energetikai beruházások befektetőinek nagyobb biztonsága érdekében a kötelező áram-átvételt és annak feltételeit törvényben kell szabályozni.*
- *Az alternatív és megújuló energetikai beruházások elősegítése érdekében egyszerűsített környezetvédelmi engedélyezési eljárást kell létrehozni.*
- *Termálkincsünk jobb hasznosítása érdekében végezzék el a szükséges törvényi módosításokat.*

- *A mezőgazdasági alapanyagból előállított folyékony energiahordozók térnyerése érdekében - az Európai Unió ajánlásait is figyelembe véve - kötelezővé kell tenni azok üzemanyagokba bekeverését, 2007-től energiatartalomra vetítve 2%-os, 2010-től legalább 4%-os arányban. A szabályozásnál kiemelten kell érvényesíteni a hazai alapanyag-termelők érdekeit. A bioüzemanyagok elterjesztésének elősegítése érdekében azokat a jövedéki szabályozás elkészítésénél előnyben kell részesíteni a hagyományos kőolajból származó folyékony üzemanyagokkal szemben.*
- *A nagyobb arányú biogáz előállítás érdekében módosítani kell a gáztörvényt, hogy a minőségi előírásoknak megfelelő biogáz a meglévő gázrendszerbe bevezethető legyen.*
- *A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium az Európai Unió támogatási rendszereivel összhangban alakítsa ki energetikai növény és egyéb mezőgazdasági melléktermékek támogatásának formáját, ahol a mezőgazdasági eredetű energiahordozók hasznosíthatóságát figyelembe veszi.*
- *Az energiaültetvények területének növelése érdekében az erdőtörvény módosítását el kell végezni.*

A 2058/2006. (III.27.) kormányhatározat célul tűzi ki, hogy a hazai bioetanol előállításnak el kell érnie a 800 kt/év mennyiséget, a biodízelnek a 170-220 kt/év mennyiséget.

Valószínű, hogy a 2007 tavaszi Európai Tanács megállapodásai után módosítani kell majd a célkitűzéseket, ahol 2020-ig 20%-os megújuló energiahányadot, a bioüzemanyagok arányára vonatkozóan, pedig 10%-ot céloztak meg.

Ugyancsak ösztönzi Magyarországot az energetika területén a Kiotói Jegyzőkönyvben tett vállalása, amely szerint 6%-os üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentést kell elérni a 2008-2012-es évek átlagában, az 1985-87 bázisévekhez viszonyítva. Ugyan egyenlőre kényelmes helyzetben vagyunk a választott bázisévek, és a korábbi ipari szerkezet változása miatt, de ezeket a tartalékainkat hamarosan feléljük, s sokkal nagyobb nyomás fog ránk nehezedni 2012 után. Az Európai Tanács 2005. márciusi ülése szerint 2020-ban 15-30 %-os csökkentést kellene elérni az 1990. évi kibocsátási szinthez képest, 2050-re pedig 60-80%-ra kellene emelni a csökkentés mértékét. Ezen már némileg túlmutat az Európai Tanács 2007 tavaszi ülésén elfogadott célkitűzés, amely szerint egy globális kibocsátás-csökkentési megállapodás esetén az Unió 2020-ra 30%-al csökkentené kibocsátásait, míg globális keretrendszer nélkül 20%-os önkéntes vállalást tenne. A csökkentés az 1990-es szintre vonatkoztatott, s nem valószínű, hogy Magyarország számára eltérő bázisévet állapítanak meg. Míg a Kiotóban kialakított bázisévekhez képest jelenleg 34%-os megtakarításunk van, addig 1990-hez képest, csak 20%.

A készülő Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia célkitűzése függ az EU vállalásától. Ha nem lesz globális keretrendszer, úgy 16-25%-os csökkentési kötelezettség

valószínűsíthető, amennyiben lesz, úgy 2020-ra 27-34% közötti csökkentést kellene megvalósítani. Ezekből az irányszámokból csak a 20% feletti tartományban kellene tényleges csökkentést megvalósítani.

A kitűzött célok végrehajtásának egyik fontos eszköze a Környezet és Energia Operatív Program (KEOP). Mivel a KEOP tervezése időszaka túlnyúlik a 2010-es vállalatok időszakán, ezért a tervezési időszak végéig már más irányszámokkal kell kalkulálni. A célkitűzések megállapításánál figyelembe kell venni, hogy az Európai Tanács 2006. március 23-24-i ülésén az a határozat született, hogy az Európai Unió tagállamainak 2015-ig el kell érniük, hogy az összes megújuló energiahordozó-forrás részaránya a 15%-ot, a bioüzemanyagok részaránya, pedig a 8%-ot érje el. Ez közvetve összhangban van a GKM által kidolgozott, megújuló energiahordozó-stratégia távlati célkitűzéseivel, amely szerint 2013-ra a zöldáram részarányát az országos villamosenergia-felhasználás 11,4%-ára, az összes megújuló energiahordozó részarányát, pedig az országos összenergia-felhasználás 14%-ára kívánják növelni. A távlati célkitűzések elérése érdekében 2005-2010 között legalább 1000 GWh-val kell növelni a zöldáram termelés, 2013-ig pedig további mintegy 2400 GWh növekményt kell elérni. (FORRÁS: KEOP)

**A 2013-ra tervezhető zöldáram termelés összetétele – figyelembe véve a hazai sajátosságokat – a következő lehet:**

<i>szilárd biomassza</i>	3992 GWh
<i>biogáz</i>	262 GWh
<i>szélenergia</i>	710 GWh
<i>egyéb technológiák</i>	436 GWh
<b>Összesen</b>	<b>5400 GWh</b>

A 2005-2013 között tervezett 3400 GWh/év növekmény kiemelkedően legnagyobb tételét a biomassza bázisú villamosenergia-termelés növekménye teszi ki, aminek az a feltétele, hogy a mezőgazdaságban megvalósuljon az energetikai célú növénytermelés tervezett mértékű felfutása. 2013-ig az összes megújuló energiahordozó-felhasználás – figyelembe véve a zöldáram termelés növekedéséből származó hatásokat – a következő módon növekedhet:

	2003 PJ	2013 PJ
<i>Villamosenergia-termelés hőértéke</i>	2,3	56,6
<i>Bioüzemanyag felhasználás</i>	-	30
<i>Szilárd biomassza hőenergia célú felhasználása</i>	31,5	50
<i>Biogáz</i>	0,02	10
<i>Napkollektor</i>	0,08	0,4
<i>Egyéb technológiák</i>	4,7	18
<b>Összesen</b>	<b>38,6</b>	<b>165</b>

(Forrás: KEOP)

**A KEOP a biomassza felhasználással kapcsolatban három beavatkozási pontot ad meg:**

- a) Magyarország mezőgazdasági adottságai kiemelkedően kedvezőek a biomassza-felhasználás tervszerű növelése terén, ezért a mezőgazdasági fejlesztéshez kapcsolódó, energiatermelést végző biomassza projektek (szilárd biomassza, biogáz, illetve bioüzemanyag), ezen belül is a kis kapacitású üzemek prioritást élveznek. A bioüzemanyag-felhasználás tervezett növeléséhez a felhasználói oldalon is meg kell teremteni a szükséges feltételeket. A jövődeki adókedvezmények fenntartása mellett támogatni kell a bioüzemanyagokkal működő közlekedési eszközökre – elsősorban a tömegközlekedésben – történő átállásokat.
- b) Hulladék-felhasználás szempontjából fontos terület a nagy tömegben keletkező használt sütőolaj, illetve állati zsiradék energetikai és/vagy biomotorhajtóanyag alapanyagként történő hasznosítása.
- c) A növényi eredetű és hulladék alapú, valamint az állattartó telepeken keletkező trágyából és a szennyvíztisztító telepeken képződő szennyvíziszapból előállított biogáz hasznosítása hulladékkezelés és energiatermelés szempontjából is előnyös, hő- és villamosenergia-termelésre is felhasználható (regionális biogáz-üzemek kialakítása, kisméretű egyedi fogyasztói biogáz-üzemek létesítése, a szennyvíziszap energetikai és mezőgazdasági hasznosítása).

(Forrás: KEOP)

A várható konkrétumokról többet tudhatunk meg a KEOP Akciótervből, amely a 4. prioritásként jelöli meg a megújuló energiaforrások felhasználásának növelését. Ezen belül két támogatási konstrukció megvalósulását tervezik, a hő- és/vagy villamosenergia-előállítás, illetve a nagy- és közepes kapacitású bioetanol üzemek létesítésének támogatását.

A hő- és/vagy villamosenergia-előállítás támogatása konstrukción belül támogatott tevékenységek:

### **1. Megújuló bázisú szilárd tüzelőanyag előkészítése:**

Energiatermeléshez használható előkészített

- *bio-tüzelőanyag (faapríték, pellet, bála) vagy*
- *szennyvíziszapból nyert (szárított, brikettált, illetve formázott) tüzelőanyag előállítására szolgáló termelő kapacitások létrehozása.*

### **2. Biomassza-felhasználás:**

- *szilárd biomasszával történő, kis kapacitású kapcsolt- és közvetlen villamosenergia-termelés vagy közvetlen hőenergia-termelés;*
- *szennyvíziszap, használt sütőolaj, illetve állati zsiradék energetikai célú felhasználása.*

### 3. Biológiai hulladék alapú biogáz termelés és felhasználás:

Növényi és állati eredetű hulladékból, kommunális hulladékból, illetve szennyvíztisztító telepeken képződő szennyvíziszapból előállított biogáz alapú közvetlen hőtermelés, közvetlen vagy kapcsolt villamosenergia-termelés

- *regionális biogáz-hasznosítók vagy*
- *kisméretű egyedi fogyasztói biogáz-hasznosítók kialakításával.*

A nagy- és közepes kapacitású bioetanol üzemek létesítésének esetében a következő tevékenységek támogathatók:

#### 1. Nagykapacitású bioetanol gyártóművek létesítése, amelyek:

- *legalább 96,2 térfogatszázalékban alkoholt tartalmazó 2207 10 00 vámtarifaszámú terméket állítanak elő (bioetanol végtermék);*
- *a gyártómű bioetanol végtermék kibocsátási névleges kapacitása több mint 80 kt/év;*
- *a bioetanol előállítás éves energiaszükségletét legalább 50%-ban – a bioetanol gyártómű létesítésével egyidejűleg megvalósított - energetikai üzemegység biztosítja, amely a gyártási folyamat melléktermékeit hasznosítja;*
- *a bioetanol üzemegység üzemeltetője vállalja, hogy – amennyiben az energetikai üzemegység által előállított energia mennyisége meghaladja a gyártómű energia szükségletét - az előállított többletenergiát közösségi céllal (közösségi hőszolgáltatás és/vagy zöldáram előállítás) értékesíti.*

#### 2. Közepes kapacitású bioetanol gyártóművek létesítése, amelyek:

- *legalább 96,2 térfogatszázalékban alkoholt tartalmazó 2207 10 00 vámtarifaszámú terméket állítanak elő (bioetanol végtermék);*
- *a gyártómű bioetanol végtermék kibocsátási névleges kapacitása minimum 30 kt/év, de nem lehet több mint 50 kt/ év;*
- *a bioetanol előállítás éves energiaszükségletét legalább 50%-ban – a bioetanol gyártómű létesítésével egyidejűleg megvalósított - energetikai üzemegység biztosítja, amely gyártási folyamat melléktermékeit hasznosítja;*
- *a bioetanol üzemegység üzemeltetője vállalja, hogy – amennyiben az energetikai üzemegység által előállított energia mennyisége meghaladja a gyártómű energiaszükségletét - az előállított többlet energiát közösségi céllal (közösségi hőszolgáltatás és/vagy zöldáram előállítás) értékesíti.*

Mivel a biomassa hasznosítása még csak egy-egy hasznosítási forma esetén versenyképes, ezért a biomassa hasznosítás jövőjét nagyban befolyásolják a támogatások. A Községi források eddig főleg az AVOP-on keresztül támogatták a biomassa termelő és feldolgozó kapacitások kialakítását. 2007-től ezek a források szintén a vidékfejlesztési, illetve a környezetvédelmi és energetikai fejlesztési prog-

ramokban jelennek majd meg. Előzetes értesülések szerint 22,9 milliárd euróból mindössze 0,24 milliárd euró jutna energetikai fejlesztésekre.

A gazdálkodók energetikai célú növénytermesztését a 25/2006. FVM rendelet szerint, területalapú támogatásokkal ösztönözte az állam, az energetikai célra szánt növénytermesztés bázisterülete 155,5 ezer hektár volt. A bioüzemanyagok támogatás terén a jövedéki adó változása hat majd ösztönzőleg. Eszerint 2007. június 30-tól eltérő jövedéki adó vonatkozik a 4,4%-nál nagyobb bioüzemanyag tartalmú benzínre (103.500 Ft/1000 l), mint a 4,4%-nál kisebb tartalmúakra (111.800 Ft). Gázolaj esetében 2008. január 1-től hasonló arányok mentén 85, illetve 93 ezer Ft/1000 liter jövedéki adó várható. Az adókedvezmény mértéke a bioetanol esetében literenként 8,30, a biodizelnél pedig 8 forint lesz.

Az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alap társfinanszírozásában megvalósuló támogatások igénybevételének általános szabályairól szóló 23/2007. (IV.17) FVM rendelet meghatározza a támogatható fejlesztéseket és a támogatást igénybevevők körét. Az EMVA keretében a maximum 10 kt/év nyersszeszt és/vagy bioetanol előállító - az energia szükségletet legalább 50%-ban megújuló energiaforrásból biztosító - beruházások támogathatók. A támogatást igénybevevők árbevételének legalább 50%-ban mezőgazdasági tevékenységből kell származnia.

Az ún. zöld áram termelésének az ösztönzését a többször módosított 2001. évi CX. Villamos Energia Törvény szabályozza, a villamosenergia kedvező átvételi árával. A rendszer vegyes, amely egyszerre alkalmaz fix átvételi árat, s átvételi kvótákat. Az átvételi rendszer forrása a fogyasztói árba beépített ún. rendszer-használati díj. Az átvételi kvótákat 2006-ban csökkentette a Magyar Energia Hivatal, amelynek hatására csökkent a zöld áram aránya a teljes villamosenergia-felhasználáson belül (4,17%-ról 3,8%-ra). Ezt a rendszert a villamosenergia-piac liberalizációja miatt át kell alakítani, mivel a közüzemi szolgáltatók többé nem lesznek kötelezhetők a zöld áram átvételére.

### III. A biomassza felhasználása

#### III.1. Fogalmak

A primer energiaforrásokat két nagy csoportba oszthatjuk. Meg nem újuló energiaforrás a szén, a kőolaj, a földgáz és a hasadóanyag. A megújuló energiaforrások csoportjába sorolható a nap-, a víz- és a szélenergia, illetőleg a biomasszából nyerhető energia. Az energiaforrásokat csoportosíthatjuk kimeríthetőségük szerint is. Míg a nem megújuló energiaforrások kimeríthetők, addig a megújulók közül a nap és a szél nem kimeríthető, míg a biomassza ugyancsak kimeríthető.

A primer energiaforrásokból szekunder energiahordozókat állíthatunk elő, üzemanyagokat vagy villamos energiát nyerhetünk különféle energiaátalakítási eljárások eredményeként. Ezek az eljárások az átalakítás hatásfokában és környezeti hatásaiban nagymértékben különböznek egymástól.

A biomassza tehát megújuló, de kimeríthető primer energiaforrás. A biomassza biológiai eredetű szervesanyag-tömeg, egy biocönózisban vagy biomban, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) testtömege; biotechnológiai iparok termékei; és a különböző transzformálók (ember, állatok, feldolgozó iparok stb.) összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke. Az ember testtömegét nem szokás a biomassza fogalmába vonni. A biomassza elsődleges forrása a növények asszimilációs tevékenysége. Keletkezésének folyamata a produkcióbiológia fő témája. A növényi biomassza a fitomassza, az állati biomassza a zoomassza. A termelési-felhasználási láncban elfoglalt helyük alapján a biomassza lehet elsődleges, másodlagos és harmadlagos. Az elsődleges biomassza a természetes vegetáció, szántóföldi növények, erdő, rét, legelő, kertészeti növények, vízben élő növények. A másodlagos biomassza az állatvilág, gazdasági haszonállatok összessége, továbbá az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladékai. A harmadlagos biomassza a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladékai, emberi települések szerves eredetű szerves hulladékai. (*KÖRNYEZETVÉDELMI LEXIKON, AKADÉMIAI KIADÓ, 2002.*)

A biomassza hasznosításának fő iránya az élelmiszertermelés, a takarmányozás, az energetikai hasznosítás és az agráripari termékek alapanyaggyártása. Az energetikai hasznosítás közül jelentős hasznosítási mód az eltüzelés, brikettálás, pirolizálás és biogáz-előállítás. A biomassza hasznosítás egyik lehetséges módja a komposztálás.

A világ negyedik legelterjedtebb energiaforrása a szén, a kőolaj és a földgáz után a biomassza. A biomassza energia fedezi a felhasznált energia 14%-át világszerte.

A mezőgazdasági eredetű energiaforrásokat a következő módon osztályozzuk: szilárd biomassza; folyékony bioüzemanyagok; biogáz.

### Az energetikai alapanyag-termesztés területei:

- Fás szárú, különböző vágásfordulójú ültetvények telepítése (akác, éger, fűz, nemes nyár stb.)
- Lágyszárú növények szántóföldi termesztése (energiafű, nád félek stb.)
- Biodízel előállításához olajos magvú növények (napraforgó, repce stb.)
- Etanol előállítására alkalmas növények (árpa, búza, kukorica stb.)

Az energiatermelésre létrehozott kultúrákat energiaültetvényeknek nevezzük. Ezek lehetnek fás szárú és lágyszárú energianövények kultúrái.

## III.2. Tüzelési célú energetikai növények

A jelenlegi, magyarországi megújuló energia döntő hányadát, 90%-át, a biomassza felhasználás teszi ki. Ebből is a legjelentősebb a tüzelési célú energetikai növények közvetlen elégetése, amelynek 57%-a tűzifa, a többi egyéb növényi melléktermék.

### III.2.1. Fás szárú energianövények

A természetközeli erdők fajlagos energiahozama 15-20 GJ/ha/év között van. A fa fűtőértéke élőnedves állapotban 10 MJ/kg. Abszolút száraz állapotban a különböző fafajok fűtőértéke 5%-kal tér el egymástól. Tűzifára 17 MJ/kg fűtőértéket adnak meg.

Magyarország erdőállományából évente a tartamos gazdálkodás szabályait figyelembe véve bruttó 8 millió m<sup>3</sup> (nettó 6,5 millió m<sup>3</sup>) fa termelhető ki, amelynek nagyjából a fele (41%) van energetikai célú hasznosításra szánva. A 2005-ben kb. bruttó 7 millió, nettó 5,6 millió m<sup>3</sup> fát termeltek ki. Az apríték és tűzifa, együttesen évente meghaladja a 3,5 millió köbmétert, amelynek majdnem 90%-át égetik el az erőművekben.

### Az egyes választéki arányok és mennyiségek (2005)

1.1.1. Választék megnevezése	Arány (%)	Mennyiség (ezer m <sup>3</sup> /év)
Lemezipari rönk	1,9%	106
Fűrészipari rönk	22,7%	1 271
Egyéb fűrészipari alapanyag	8,4%	470
Papírfa	10,2%	571
Rostfa	10,8%	605
Egyéb ipari fa	6,1%	342
Tűzifa	39,9%	2 234
Összesen	100%	5 600

(Forrás: FVM elemzés)



Magyarország teljes energiafelhasználásában jelenleg 3%-ot képvisel, de a villamos-energia iparban a korábbi széntüzelésű erőművek faapríték tüzelésre való átállása miatt a tűzifa kereslet, s vele a tűzifa ára is emelkedett. Az erőművek átállása gazdaságossági szempontokkal indokolható elsősorban, amelynek az oka az ún. zöld áram kedvező átvételi ára, illetve a befektetők versenyképességét javítja, hogy a barnaszemes erőművek, közgazdasági szempontból elsüllyedt költséget képviselnek. Mivel nem versenyképes, s környezetileg sem megengedhető létesítményt tesznek nagyon alacsony átállási költséggel környezetileg elfogadottá (legalábbis a szabályozási oldalról) és versenyképesé, ezért a befektető számára lényegesen olcsóbb megoldás ez, mint egy zöldmezős beruházás megvalósítása.

#### Megújuló energiával történő villamos-energia termelés (GWh)

	2003	2004	2005
<i>Biomassza</i>	97	677	1 568
<i>Borsodi Hőerőmű</i>	71	247	278
<i>Tiszapalkonya</i>	15	77	229
<i>Pécs</i>	0	129	344
<i>Bakony V. VI.</i>	0	13	60
<i>Bakony VII</i>	3	189	201
<i>Mátra</i>	1	14	445
<i>Egyéb</i>	6	8	11
<i>Szél</i>	4	5	9
<i>Víz</i>	23	42	50
<b>Összesen</b>	<b>124</b>	<b>724</b>	<b>1 627</b>

(Forrás: Magyar Energia Hivatal)

A villamosenergia-termelés érdekében a borsodi 200 ezer, a Pécsi Hőerőmű évi 330 ezer t/év, az ajkai pedig 192 ezer t/év mennyiségű fa elégetését igényli.

A Borsodi Hőerőmű még 2002-ben az Észak-Magyarországi Régiót lefedő erdészetekkel 10 éves szerződést kötött, évi 250-270 ezer tonna - főleg bükk és tölgy - rönk megvásárlására. Ez a mennyiség közel két kazán fűtéséhez elegendő, bővítés csak más források mozgósításával képzelhető el. Erre szolgálnának az energiafű telepítések, egy kazán működtetéséhez 16 ezer hektár ilyen ültetvényre lenne szükség. A 250-300 000 tonna tüzelőanyagból, 30 MW átlagos termelő kapacitással 220 GWh megújuló villamosenergia-termelés történik éves szinten.

Számoljunk egy kicsit. Magyarországon 8 millió tonna bruttó köbméter fát termelnek ki. Ha ez mind tűzifa lenne, s teljes tömegét erőműben hasznosítanánk, akkor kb. 20 hasonló erőmű tüzelőigényét lehetne kielégíteni, s kb. 4400 GWh villa-

mosenergia-termelés folyhatna. Ez alig több mint a tizedrésze, a 2004-ben felhasznált 41 180 GWh órának.

Az a tény, hogy az ösztönző rendszer a villamosenergia-termelését szorgalmazza, azzal jár, hogy a fa nagyon alacsony hatásfokkal elpocsékolásra kerül (a támogatási rendszer ebben az esetben 1 millió tonna fa elhamvasztását támogatja). Ennek oka nem a tüzelő berendezések alacsony hatásfoka (kazánhatásfok: 90-92%), hanem az, hogy a villamosenergia-termeléshez nem kapcsolódik hőhasznosítás. Így magának a villamosenergia-előállításnak az átlagos hatásfoka 27% körüli (ez olyan, mintha csak minden harmadik fa hasznosulna). (BÜKI, 2006). Hőhasznosítás esetén a villamosenergia 35-40%-os hatásfokkal termelhető, ami szintén nem egy magas érték.

A fa energetikai célú felhasználásának társadalmi hatásai ellentmondásosak. Egyrészt jelentős a lakosság tűzifaigénye, kb. 1,3-1,5 millió tonna, amely azt is jelenti, hogy sok ember energiaigénye kötődik a fához. Másrészt a föld és erdőtulajdonosok azt remélik, hogy új, jövedelemtermelő lehetőséghez jutnak az ültetvények révén, vagy az erdőbirtokosoknak nő a bevétele a növekvő faár miatt. Ugyanakkor, már az erőművi felhasználás jelenlegi szakaszában is jól érezhető, hogy a fa iránti kereslettel együtt, annak ára is emelkedik. Igaz, nehéz kiszámítani, hogy az árak növekedésében mennyi szerepet játszott a gáz árának emelkedése, ám ez a emelkedés aligha a lakossági keresletnövekedésből keletkezett, hiszen kiépített gáztüzelés esetén nem lenne könnyű átállni a fatüzelésre. Első reakciónkban az emberek inkább spórolnak. Ugyanakkor érdemes megvizsgálni, hogy a tűzifa 30-40%-os drágulása (2006 tavaszától őszig, két év alatt pedig megduplázódás) többnyire a legszegényebb vidéki népességet sújtja. A fa ára sokáig nagyon olcsónak számított, amelynek az oka a támogatott gázár volt, amely magasan tartotta a gáz iránti keresletet, főleg addig, amíg a gázhálózat fejlesztése folyt. Talán érdekes megemlíteni, hogy az erdészetek maguk ajánlották az erőműveknek az olcsó, nagy mennyiségben rendelkezésre álló fát. Ezzel szemben ma az erőművek 30%-ban importforrásból kénytelenek fedezni faigényüket. Tekintettel arra, hogy a beszerzések helyén a fenntartható erdőgazdálkodás kétséges, így a fabehozatal környezeti terhek exportját jelentheti.

Az áremelkedés, a piacon fellépő hiány magával vonja a helyenként eddig is katasztrofális méreteket öltött fatolvajlást vagy szociális bűnözést, amelynek országszerte egészségi állapota, szerkezete, biológiai sokfélesége látja kárát.

Elméletileg az erdeinkkel való tartamos gazdálkodást mindez nem fenyegetné, hiszen azokban tervszerű, s felügyelt gazdálkodás folyik. Kérdéses azonban, hogy a létszámában fogyatkozó Erdészeti Szolgálat képes lesz-e megnövekvő szerepének eleget tenni.

Sokan éppen a további keresletnövekedéssel indokolják az energetikai faültetvények telepítését, mondván azokkal megkímélhetők természetközeli erdeink, s csillapítható a szociális hatás is. A pécsi hőerőmű két biomassza blokkot tervez építeni, a még üzemelő gáztüzelésű blokk helyett. Ám ezeket a blokkokat már nem az erdőben

kitermelt fával, hanem gyorsan növő energiaültetvény fájával, illetve szalmával és kukoricaszárral fűtenék. Az 50 megawattos blokk számára 15-20 ezer hektár ültetvényen lehetne megtermelni a faanyagot, míg a 35 megawattos blokk energiaigényét 10 ezer hektárnyi gabona szalmája elégítené ki. Szakolyban épül az ország első zöldmezős beruházás keretében megvalósuló biomassza erőműve. A 12 milliárd forint befektetésből megvalósuló, 20 megawatt teljesítményű 2009 tavaszára elkészülő erőműben biomasszát: erdei aprítékot; fűrészüzemi és mezőgazdasági hulladékokat égetnek majd. (NÉPSZABADSÁG, UNGÁR, 2007)

Az energetikai faültetvények gondolatát támogatja, hogy a természetközeli erdőkből a hasznosítható faanyag csak körülményesen, feltételekkel, s sokszor költségesen termelhető ki. Ugyancsak alacsony az egy hektárra évente jutó energia-kihozatal is.

Az energetikai faültetvények mezőgazdasági hasznosításból kivont területeken jönnek létre, ott, ahol a talajadottságok és termőhelyi körülmények nem teszik lehetővé a hatékony mezőgazdálkodást. A fasszerű növények ugyanakkor mélyre hatoló gyökérzetük miatt jobban képesek az élőhelyi adottságokat felhasználni.

Az energetikai faültetvények két típusát kell megkülönböztetnünk a műveléstechnológia szempontjából. Az újratelepítéssel energetikai faültetvény valamely gyorsan növő faj, nagy egyedsűrűséggel telepített, 10-12 év vágásfordulójú monokultúrája, amelyet ezután betakarítanak, faaprítékká dolgozzák fel, a terület talaját előkészítik, majd az erdőt újratelepítik. Évente 8-15 t/ha élőnedves hozammal, 80-150 GJ/ha/év energiataralommal számolhatunk. Hátránya a drága szaporítóanyag és a vágásfordulók után igényelt talaj előkészítés.

A sarjzatásos energetikai faültetvények lényege, hogy telepítésük után akár egy, de általában 3-5 évenként betakarítják, s ezt akár 5-7 perióduson keresztül is ismétlik. A letermelés utáni hozam a sarjak növekedéséből származik. A rövid vágásforduló, vékony sarj miatt lehetséges a járva-aprítás alkalmazása, amely egy műveletté egyszerűsíti a kitermelést és aprítást. Fajlagos energiahozamát 150-250 GJ/ha/évben adják meg. Hátránya, hogy itt is szükség van az első telepítésre, s a nagyobb produkció az évenként ismétlődő sorközápolásból, műtrágyázásból származik.

„A biomassza (energiaerdő), mint az alternatív energia egyik lehetősége” címmel szervezett tanácskozáson (2006. március) az EU 5. kutatási programja keretében futó Energiaerdő (Energy Forest) projekt eredményeire hivatkozva, Marosvölgyi Béla, a Nyugat-Magyarországi Egyetem professzora a következőkben foglalta össze az energetikai faültetvények előnyeit:

- sok faj, sok termőhely jöhet számításba;
- akár elárasztott területeken is lehet energiaerdőt nevelni;
- egy telepítés, több betakarítás;
- az energiaerdő élettartama nagyjából megegyezik a fűtőmű élettartamával (kb. 25 év);

- *nagy energiahozam (200-350 GJ/ha/év);*
- *betakarításkor nagy az anyag- és energiakoncentráció;*
- *mezőgazdasági holtidényben is lehet betakarítani;*
- *a betakarítás elhalasztása nem okozza a termés elvesztését;*
- *a termesztési cél megváltoztatható, ami csökkenti a kiszolgáltatottságot az átvevő felé;*
- *az energetikai többszörös jobb (10-12) mint a lágyszárúak esetében (6-9).*

A sokat emlegetett előnyök mellett érdemes megvizsgálni, hogy mely fafajok azok, amelyek az eddigi kísérletek alanyai. Nos, mind kemény- (akác) és lágy lombos fakkal (nemesnyárok, fűzek, bálványfa), illetve fás cserjékkel (tamariska, olajfűz, ámorfa) történnek próbálkozások Európa-szerte. A biodiverzitás szempontjából ezek közül legfeljebb a fűzek (fehérfűz, kecskefűz, kosárfonó fűz) elfogadhatók. Az akác a szokásos viták tárgyát képezi, a nemes nyárok veszélyeztetik a hazai nyárfajok genetikai állományát, a bálványfa invazív jellege miatt nem kívánatos. Természetesen maguk a monokultúrák fajszerénysége is további kételyeket ébreszt a biodiverzitásért aggódók számára.

Fontos szempont a kiválasztott fajok, fajták esetében a termőhelyi érzékenység, amely nagyban befolyásolja a produkciót, s az életesélyeket. A nyárok, fűzek nedves élőhelyeket igényelnek, s rosszul tolerálják a szermaradványokat, ha korábban szántóföldi művelésbe vont területre kerülnek. Az ökológiai feltételekre való érzékeny reagálást mutatja, hogy más országokban eredményesen alkalmazott fajták hazai körülmények között (szárazabb, melegebb) még az életképességüket is elveszthetik. A termőhelyi adottságok tehát nagyban befolyásolják a produkciót, ezért nem lehet a legnagyobb produkciót kivétíteni mindenféle termőhelyre.

Tovább erodálja az energetikai faültetvények előnyeit a szántóföldi kultúrákkal szemben az energiaráfordítási igény. Ezek egy részétől csak extenzív körülmények között szabadulhatunk meg, amellyel párhuzamosan csökken a területegységre eső energiasűrűség.

Mind a sarjazzatással, mind az újratelepítési módszerrel történő technológiánál jelentkezik a szaporítóanyag igény. A szaporítóanyag lehet dugvány, gyökeres dugvány és csemete, s ez utóbbiak feltételezik a szaporítóanyag-telepek üzemelését. Ha jól meggondoljuk, a sarjazzatás csak egy telepítést tud megspórolni, mert ott a végső kor 20 év, míg az újratelepítési eljárásnál tíz év. A telepítésnél számolni kell annak sikerességével és sikertelenségével, amelyek ugyancsak függenek a telepítés körülményeitől, a kérdéses év klimatikus jellemzőitől.

A telepítést mindkét technológia esetében a talajelőkészítés előzi meg, amely rendszerint a totális gyomirtással kezdődik, kémiai úton. Ezt követi az őszi mélyszántás, majd a tavasszal esedékes keresztszántás, az évközi mechanikai, kémiai gyomirtás. Az őszi ültetés előtt szükség van még tárcsázásra és simítózásra, majd pedig talajfertőtlenítésre. A dugványozás tavasszal történik. Dugványozás után

vegyszeres gyomirtást kell alkalmazni, majd évközben a sorok között többször is gyomirtást kell végezni, mechanikus vagy vegyszeres úton. Ennek különösen addig van jelentősége, amíg a fa ki nem nő a lágyszárúak közül. Az első évben, amíg a cseranyag tartalom alacsony, nagy a veszélye a vadkárnak, ezért a védelemtől gondoskodni kell. A legtöbb telepítés esetében - kivéve fűz ültetvényeket - gondoskodni kell az évente ismétlődő sorközápolásról, műtrágyázásról. Energiaigénye ezután a betakarításnak, aprításnak, deponálásnak, többszöri szállításnak van még. Sarjzatztatásos módszernél, különösen az alacsony vágáskor (akár egy év is), számolni kell a vágásfelületek betegségek iránti érzékenységevel, gombafertőzéssel, amely megköveteli a növényvédelmi eljárások alkalmazását a betakarítást követően.

Fontos megjegyezni, hogy mivel nincsenek olyan időtávlatok, amelyekben látható lenne az energetikai faültetvények tényleges produkciója, annak fenntarthatósága, a termőhelyre gyakorolt hatás, ezért a nagy hozamokról szóló „eredmények” még bizonyítást igényelnek a gyakorlattól.

A talajéletre gyakorolt hatásokat tekintve, összehasonlítást végezve egy természetes erdővel vagy szántóföldi kultúrával, az energetikai faültetvények valahol köztes helyet foglalnak el. Az erdőtalajok avarjában az izeltlábúak, s velük társult mikrobák elegendő idővel rendelkeznek ahhoz, hogy a talajra hulló leveleket humuszban gazdag, vízálló, tartós talajmorzsákká alakítsák. Ennek a talajfejlődésben, szerkezeti tulajdonságok megőrzésében van pótolhatatlan szerepe. Szántóföldeken erre nincs lehetőség, kivéve, ha ugaroltatásra kerül sor, elegendő ideig. Az energetikai célú faültetvények esetében, különösen az újratelepítéssel, lehetőség van - ha a természetes adottságokkal nem is összemérhető mértékben - a lehulló falevelek hasznosulásra a talajon, a talajban élő biomassza számára.

Erdeink jövőjét, vagy a jelenleg mezőgazdasági célt szolgáló területek művelési ág váltását az erdő irányába, célszerű az éghajlatváltozással kapcsolatban is megfontolni. Úgy látszik, hogy a biomassza termelés és éghajlatvédelem célkitűzései ütközhetnek.

Jelenleg a hazai erdők nettó szénelnyelők, évente mintegy 4-5 millió tonna szén-dioxidot kötnek meg. Emellett az erdők borításának szerepe felbecsülhetetlen a hőháztartás és vízmegtartás szempontjából is. Ez két olyan funkció, amelyet fenn kell tartani.

Az erdők vagy energetikai célú faültetvények energetikai célú felhasználása veszélyezteti ezeket a funkciókat. Az erdők addig nettó szénelnyelők, amíg növekedésben vannak, s nem érik el a klimaxban bekövetkező kvázi egyensúlyi helyzetet. Jelenleg arra lenne szükség, hogy sok, új növekvő erdő legyen, de ezek minél később kerüljenek olyan hasznosításra, amelyből felszabadul az életük során kötött szén. Taktikailag tehát minden fa életét meg kellene hosszabbítani, amíg szénmegkötő, s minden új telepítést is a maximális hasznos időtávra kellene tervezni.

A fokozott igény a fa energetikai célú felhasználására éppen ellentétben azzal a szükséglettel, hogy az optimális időtartamig őrizzük meg a fát az erdőben. Más-

részt ha rövid, 3-20 éves vágásfordulójú energetikai faültetvényeket tervezünk, akkor ez az időtáv semleges az éghajlatváltozási célkitűzések szempontjából, s legfeljebb annyi előnye származhat, hogy egy intenzív faültetvénynek remélhetőleg kevesebb a fosszilis energiaigénye, mint egy intenzív szántóföldi kultúrának.

A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia az erdőterület növelésével számol, 2025-ig várhatóan 270-360 ezer hektár új erdő telepítésével. Az erdőtelepítések során a fafaj megválasztással befolyásolható a szénmegkötés mennyisége. Őshonos fák telepítése esetén 2025-re 25-33 millió tonna, gyorsan növekvő fafajok (akác, nyár, fenyők) ültetésével, pedig 47-58 millió tonna szén-dioxid megkötés érhető el a Stratégia szerint. Az idegenhonos, rövid vágásfordulójú fajok elterjesztését növelheti az a tény is, hogy az éghajlatváltozás következményeként fellépő szárazság tolerálására a hazai fajok esetleg nem lesznek képesek.

Az éghajlatváltozással kapcsolatban az is fontos szempont, hogyan változik majd a produkció. A jelenlegi prognózisok szerint a kevesebb csapadék, magasabb hőmérséklet, inkább a produkció csökkenését valószínűsítheti, ami csökkenti a biomassa potenciállal kapcsolatos várakozások optimizmusát.

### III.2.2. Energiafű

A Szarvasi Mezőgazdasági Kutató-Fejlesztő Kht. a nyolcvanas évek közepétől kutatja a nagy szárazanyagtömeget adó energetikai, papír, építőipari és takarmányozási célú hasznosításra alkalmas fűfajtákat, amelyek kedvezőtlen adottságú területeknek kínálnak foglalkoztatási lehetőséget. Az extenzív mezőgazdaság esetében 700-800 ezer hektár földterület felszabadulásával számolnak, amely lehetőséget kínál energiafű termelésére.

A kutatási program kiemelkedő eredményének tartják a Szarvasi-1 energiafű kinemesítését, amely 2004-től államilag elismert fajta. Nevét a nemesítők, Dr. Janowszky János és Janowszky Zsolt a nyilvánosságnak szánt információk között nem közlik, csupán annyit, hogy „az Alföld szikes talajú területeiről, illetve Közép-Ázsia arid térségeiből begyűjtött növényanyagok keresztezésével jött létre a nagy variabilitást mutató nemesítési növényanyag”. Más közlések szerint az eredeti szaporítóanyag a hazai Agropiron elongatus (magas tarackbúza) és a más fenotípusú kelet-kaukázusi A. elongatus fajkör egyik tagja volt. Idehaza az A. elongatus a Hortobágyon, és a Duna-Tisza Közén, szikeseken, sós homokon fordul elő.

„Évelő, bokros szálfű. Többől erőteljes, nagy tömegű gyökérzet hatol mélyen (1,8-2,5 m) a talajba. Szürkészöld színű szára gyéren leveles, egyenes, sima felületű, kemény, 180-220 cm magas. A náduszok száma mindössze 2-4. Szürkészöld levelei merevek, felületük kissé érdes. Virágzata egyenes, 20-30 cm hosszú, kalászképzű buga. Április közepén hajt, június végén - július elején virágzik. Július végén - augusztus hónap elején érik meg szemtermése a betakarításra. Szemtermése lándzsa alakú, 0,8-1,2 cm hosszú. Ezer szem tömege 6,0-6,5 g.” (A SZERZŐK KÖZLÉSEI ALAPJÁN)

### Az energiafű agronómiai jellemzői:

- Jól tolerálja az extrém körülményeket (szárazság, só és fagytűrő), a homoktól a szikes talajokig termesztethető;
- Alacsony termőképességű területeken is termesztethető (10-25 AK);
- Hosszú élettartam: 10-15 év egy helyben;
- Növényi betegségekkel szemben (barna/vörös rozsdá, lisztharmat) ellenálló;
- Átlag hozama 1999-2000 között 15.82 t/ha szárazanyag volt. (fa esetében 12 t/ha/év);
- Fűtőérték: 14-17 MJ/kg szárazanyag. (faapríték 14,7 MJ/kg);
- Betakarítása nem drága, nem igényel speciális célgépet;
- Kiváló bio-melioratív növény, gyökérzete 1,8-2,5 méter mélyre hatol (erózió, defláció védelem);
- Vetőmagtermesztés egyszerű és gazdaságos;
- Első növedék után zöldsarjú termelés: legeltetés, széna és szilázs készítés, biogáz termelés;
- Termesztés után nagy mennyiségű szerves anyagot pótol nagy tömegű gyökérzete miatt;
- A telepítés költsége kevesebb, mint 20%-a az erdő telepítésének;
- Évente hasznosítható, szemben a fásszárú energiaültetvények 5-8 éves betakarításával;
- Helyettesíti a fát, erdők menthetők meg;
- Sokcélú a használata: energetikai-, papíripari alapanyag és ipari rost;
- Barnaszénnel, gázzal fűtött kazánokkal összevetve a legalacsonyabb az egységnyi hőenergia ára az energiafű esetében. Éves viszonylatban mindössze felébe kerül bálával tüzelni, mint szénnel, vagy gázzal egy hasonló légtérű lakásra kivetítve;
- Az energiafű anyagösszetétele alapján megállapítható, hogy kéntartalma csekély (0,12%), a szén kéntartalmának mindössze 15-30-ad része, így eltüzelése esetén az SO<sub>2</sub> kibocsátás mértéke minimális. A szén 12-15%-os hamutartalmával szemben kis mennyiségű (2,8-4,2%) hamut tartalmaz, amelyet kálium és foszfor tartalmánál fogva a talajerő-visszapótlásnál jól hasznosítható;
- Gazdaságos.

### 1 egységnyi energia (1 MJ) ára (Ft):

- |             |      |
|-------------|------|
| • földgáz   | 1,12 |
| • olaj      | 4    |
| • akác      | 0,9  |
| • barnaszén | 1,12 |



• energiafű (10 t/ha hozamnál, saját földterületen)	0,46
• energiafű (10 t/ha hozamnál, bérelt területen)	0,65
• energiafű (15 t/ha hozamnál, saját földterületen)	0,31
• energiafű (15 t/ha hozamnál, bérelt területen)	0,43

### Az energiafűvel kapcsolatos kérdőjelek

A szerzők csak előnyöket ismertetnek, s mivel eddig nem történtek a fajtával kapcsolatban terepi ökológiai vizsgálatok, vagy ha történtek, azoknak nincs nyilvánossága, így csak megválaszolatlan kérdéseket lehet feltenni.

Az energiafű felhasználást illetően számos olyan előnyt ismertetnek a szerzők, amelyek elgondolkodtatók. Előnyként tüntetik fel, hogy fát lehet vele kiváltani, erdőket lehet megmenteni. Ez nyilván akkor lenne igaz, ha az energiafű elegendő megújuló energiát szolgáltatna, s mellette nem kellene az erdőket is igénybe venni.

„Optimális esetben 2015-ig Magyarországon az energiafű iparszerű termesztésének területe elérheti az 1 millió hektárt” ismerhetjük meg az MTI közleményét. „Az ebből a mennyiségből nyerhető energia éves mennyisége hektáronként 10 tonnás hozammal a jelenlegi teljes magyarországi energiafelhasználás 15 százaléka” (173 PJ – A SZERZŐ)

Energiafűvel borítva az ország egész területét kb. 2 100 PJ energia lenne nyerhető, amelyből következik, hogy az ország teljes területének több mint a felén energiafűvet kellene termelni ahhoz, hogy a jelenlegi energiaigény kiváltható legyen.

Az energiafű hasznosítását többcélúnak ítélik meg. Egyik fő hasznosítási területének a közvetlen erőművi tüzelést szánták. Azonban éppen amiatt, hogy gyökere nagy mélységekbe hatol, sok szilíciumot akkumulál, amely 900 fok felett megolvad, s lerakódik a kemence falára.

Bonyodalmakat okoz a betakarítás is, éppen a nagy tömeg miatt. A kaszálás után következik a szárítás. Aki szénabetakarítással foglalkozik tudja, hogy milyen érzékeny művelet ez, még kis produkciójú természetes gyepek esetében is behatárolja a lehetőséget az időjárás. A szárítás energiaigényes művelet, a lekaszált rendet akár többször is szét kell szórni, majd sodorni, bálázni. A bálákat szállítani, majd tárolni kell. A nagy térfogatra való tekintettel komoly logisztikai műveletekre van szükség, amelynek igazi dimenziója nem látszik, amíg kis kiterjedésű termőterületekkel operálunk. Mivel egy évben kétszer lehet betakarítani, de tüzelőanyagra szinte folyamatosan szükség lenne a logisztikai problémák nem megkerülhetők.

Az alacsonyabb hőmérsékletű égetésen az üvegesedés problémája nem jelentkezik. Ezért újabban a pellet készítés felé fordult néhány felhasználó. Hogy mennyi is a költsége annak, hogy nem a bálát tüzelik el közvetlenül, hanem pelletálják, az jól sejthető abból a különbségből, amely a bálátüzelés esetében a 10 Ft/kg-os árat a pellettüzelés esetében 28-30 forintra növeli. Ugyanakkor a bála 14,9 MJ/kg fűtőértéke a művelet után csupán 17,2 MJ/kg fűtőértékre emelkedik. (Boly Zrt. hirdeti, hogy megkezdte a pellet értékesítését 30 Ft+ÁFA kilogrammonkénti áron, 16 MJ/kg fűtőértéken kínálja – 2006. októberében.)



További felhasználási lehetőséget kínál a pirolízis, amely során a hőmérséklet-tartomány és levegőhiány függvényében pirolízis gáz, alacsonyabb hőmérsékleti tartományban, pedig pirolízis olaj keletkezik, amely motorhajtó anyagként használható.

Érdemes lenne megvizsgálni az energiamérlegekre vonatkozó számításokat, számítási logikát is. Ennek felülvizsgálatára kevés ismeret hámozható ki a közlésekből, pl. a műtrágya igényre vonatkozó 200 kg/ha nitrogénműtrágyán kívül. A pontos mérlegek kiszámítását már csak az is megkérdőjelezi, hogy milyen szállítási útvonalakkal, távolságokkal számolhatunk. Ilyenkor a téma iránt lelkesültek szeme előtt megjelenik egy optimális beszállítói terület az erőmű körül. Ám kérdés az, hogy egy létező vagy újonnan építendő erőmű környezetében alárendelhető-e minden jelenlegi területhasználat az energetikai célú hasznosításnak.

A természetvédelmi szempontok miatt aggódók az energiafű nem szándékolt elterjedéstől, rokon fajokkal történő átkereszteződésektől, s ezek szelektív előnyeitől tartanak. Erre válasz az, hogy a mag kiszóródását úgy lehet megakadályozni, hogy azt a virágzási időszakban kaszálják le, s csak ha magtermesztésre tenyésztik, akkor történik későbbi időpontban a betakarítás. Így például a 4-es számú főúttól északra egészen a Tisza vonaláig senkinek sincs engedélye, joga (?) a magérlelést megvárni, még virágzás idején le kell kaszálniuk a területeket.

*„A pollen terjedési távolságára vonatkozó vizsgálatok szerint 0,5-200 méteres távolságra terjedhet a pollen, de nagyon erős szél elősegítheti a távolabbra jutását. A növény agresszív terjedését sehol nem tapasztalták. Ez nem is valószínűsíthető, mert csak magjáról szaporodóképes, és a magok viszonylag nagy szemszáma sem teszi lehetővé a nagyobb távolságra történő eljutást (kivétel, ha azt rágcsálók segítik elő). Az eltérő virágzási idejük miatt az A. repenssel (közönséges tarackbúza) történő hibridizációja kizárt.”*

Jelenleg egy megállapodás szerint a Hortobágyi Nemzeti Park és a Kiskunsági Nemzeti Park védett területeitől 2 km-es sávban tilos energiafűvet vetni.

Természetesen a fentiek igazát majd az idő dönti el, ám néhány erős kérdőjel már most megfogalmazható. A betakarítási körülmények, pl. esős időszak nyilván késleltethetik a betakarítást, amely belecsúszhat a magérlelésbe. Nehezen hihető, hogy a gazdák majd feláldozzák a termésüket ilyen esetben.

A közönséges tarackbúzával sem kizárható a hibridizációja. Ugyan annak eltérő virágzási idejére hivatkoznak, de aki ismeri ezt a nagyon sokféle élőhelyet toleráló fajt, tudja, hogy tág határok között mozog a virágzási ideje. Különösen nehéz pontos időszakokat elkülöníteni a klímaváltozás körülményei között, amikor mindenféle furcsaságokat tapasztalunk a megszokott életritmusokat illetően.

Nem valószínű, hogy a magas tarackbúzából való izolációja az idők végeztéig fenntartható, mint ahogyan a magvak elterjedését is befolyásolhatják olyan körülmények, amelyek felülírják az általános kijelentéseket. Ebben a tekintetben főleg az ember bizonyul megbízhatatlannak, akár véletlen, akár szándékos cselekedetei révén.

További kérdésként merül fel, hogy egy ilyen nagy szervesanyag produkciójú növény mennyire használja ki a termőhelyét, s a következő időszakban (10-15 év után) milyen hasznosításra ad lehetőséget. A szerzők azt állítják, hogy a növény mélyre hatoló, szerteágazó gyökérzete, éppen hogy javítja a talajt. Másokban az kelt félelmet, hogyan lehet majd egy ilyen mélyre hatoló gyökérzetű növénytől megszabadulni, ha éppen mást szeretnénk kezdeni a földdel.

Természetesen, ha a fenti félelmek igaztalanok is lennének, az bizonyos, hogy a nemesítők által szándékolt 1 millió hektár energiafűnél nem kell nagyobb csapást keresni a biológiai sokféleségre.

### III.3. A biodízel

Eddig 20-25 éves tapasztalat halmozódott fel a dízelmotorok növényi olajokkal történő üzemeltetésével kapcsolatban. A biodízel az olajtartalmú növényekből (repce, napraforgó Európában; szója, napraforgó az USA-ban; repce, fenyőpulp-gyanta Kanadában; olajpálma a trópusi vidékeken) kisajtolt olajból (triglicerid) állítható elő. Két gyakorlati előállítási mód terjedt el, amelynek kétféle végterméke van. Egyrészt az ún. zöld dízel, amikor is a növényi nyersolajat tisztítják, gyantamentesítik, másrészt a metanollal, lúgos közegben észteresített változat. Repceolaj észteresített változatát repceolaj-metilészternek (RME), a szója észteresített változatát szójaolaj-metilészternek (SME) nevezik.

250 kg repce- vagy 500 kg szójamagból 100 kg olaj nyerhető és 100 kg tisztított növényi olajból 11 kg metanollal észteresítve 100 kg biodízellel és 11 kg glicerinnel jutunk. További melléktermék a fehérjedús extrahálási maradék.

A „zöld dízel” olcsóbban állítható elő, mint az észteresített változat. A „zöld dízel” nagy cetánszáma miatt alkalmas hozzákeveréssel a dízelolaj cetánszámának emelésére és annak hatékonyságát javító nitráletalapú adalékok helyettesítésére.

**A biodízel üzemanyagok előnyeit a hagyományos, kőolajalapú hajtó-, és kenőanyagokkal szemben a következőkben látjuk:**

- *A biodízellel működtetett motor kipufogógáz összetétele kedvezőbb, mint a dízelolaj-emisszióé.*
- *A jelentéktelen kén-tartalom (0,002% a biodízellel, 0,15% a dízellel) miatt alkalmazható az oxidációs katalizátorok, s a nitrogén-oxid kibocsátás csökkenthető.*
- *Biológiailag lebontható (a talajban néhány hét alatt lebomlik), kenőanyagként sem okoz fűadt-olaj problémát.*
- *Az RME energiamérlege pozitív: 1,9/l, ill. a melléktermékeket (olajpogácsa, glicerinnel) is figyelembe véve 2,65/l. A mérleg hőenergia nyeréssel javítható, ha a repcekórót is elégetik.*
- *Az SME energiamérlege pozitív: 2,5/l, észteresítve 4,1/l-re is növelhető. Az energiamérleg tovább javítható termőképesebb fajták termesztésével, takarékosabb termesztéstechnikával.*

- *A hagyományos dízelolajhoz keverve (5%-os keverési arány) nem kell a motorokon változtatni.*

#### **A biodízel üzemanyagok hátrányai:**

- *Kipufogógáz nitrogénoxid-tartalma nagyobb a hagyományos dízelolajhoz képest, bár lényegesen csökkenteni lehet késleltetett befecskendezéssel és oxidáló katalizátorral (dízelolajjal működő motorokhoz nem lehet katalizátort használni, mert a dízelolaj kéntartalma a katalizátort „mérgezi”);*
- *Szagkibocsátás jellemzi;*
- *Rákkeltőbb, mint a hagyományos gázolaj (Volvo, Svédországi kutatásokra hivatkozva);*
- *Oldószer jellegű viselkedése folytán károsíthatja a lakkozott alkatrészeket;*
- *Dermedéspontja -10 fok, a dízelé -15 fok;*
- *Rosszak a kenési tulajdonságai, alkatrészek hamarabb kopnak (ricinus olajjal javítható);*
- *A zöld dízel megtámadja a gumitömlőket, ezért a vele érintkezésbe kerülő vezetékeket polietilénre vagy fémre kell kicserélni;*
- *Ha nem elég tiszta a biodízel, az üzemanyagszűrők eltömődését okozhatja;*
- *A biodízel energiatartalma a dízelolaj energiatartalmának 91%-a (Popp, 2006);*
- *A zöld dízellel üzemelő motorok teljesítménye általában nem marad el a dízelolajos motorokétól, de tapasztaltak 5-10%-os teljesítménycsökkenést is (turbófeltöltéssel kezelhető, vagy biodízel-dízelolaj keverése esetén nem jelentkezik);*
- *Az összes dízellel hajtott motor biodízellel való hajtása lehetetlen, mert sehol sincs elegendő terület a teljes szükséglet megtermelésére;*
- *Jelenleg csak adómentesen versenyképes az ásványi olajjal, ám az adó elengedése csökkenti a költségvetési bevételeket;*
- *A biodízel melléktermékei nem a legkiválóbb takarmány-alapanyagok, ezért hasznosítási lehetőségük korlátozott (elégetés, biogáz előállítás jöhet szóba esetükben).*

### **III.4. Bioetanol**

A benzin alkohollal történő helyettesítése vagy keverése nem ismeretlen a világban, már a húszas években is alkalmazták. Igazi lendületet a nyolcvanas évektől kezdődően vett, amelyet az energetikai szempontok mellett a növekvő környezetvédelmi erőfeszítéseknek és agrárgazdasági megfontolásoknak lehet tulajdonítani.

A bioetanol előállítása gyakorlatilag azonos a élelmiszeripari célú szesz előállításával. Legfontosabb nyersanyagai a cukortartalmú növények közül a cukorrépa, cukornád, takarmányrépa, cukorcirok; a keményítőtartalmú növények közül

a kukorica, búza, árpa, burgonyagumó; a lignocellulózok, mint a kukoricaszár, szalma, fás szárú növények, illetve az ipari melléktermékek, répamelasz, tejsavó, papírhulladék, fűrészpor.

**Néhány haszonnövény termésátlaga, s az abból kinyerhető alkohol:**

Növény	Termőterület 1000 ha	Termésátlag t/ha	Összes termés 1 000 t	Területegységtől nyerhető alkohol l/ha
búza	1 150	5,2	5 980	1 600
cukorrépa	60	50	3 000	5 000
kukorica	1 225	7,1	8 700	2 400
burgonya	29	25	725	2 500

A motoralkoholok közül a világon a legelterjedtebben alkalmazott bioüzemanyag a bioetanol (vítelenített alkohol). A bioetanolt használhatják a kőolaj alapú üzemanyag helyettesítőjeként vagy a benzinbe keverve. A keverés történhet közvetlenül vagy az izobutilén (kőolaj-finomítás mellékterméke) hozzáadásával. A bioetanol benzinhez történő keverését izobutilénnel történő reagáltatás előzi meg. Így jön létre a jelentős bioetanol tartalma miatt bioüzemanyagnak tekinthető etil-tercier-butiléter (ETBE). Az ETBE leggyakrabban a Magyarországon is használt hagyományos oktánszám-növelő, az MTBE (metil-tercier-butil-éter) kiváltására szolgál, amelyet azért kevernek a benzinhez, hogy annak oxigéntartalmát, oktánszámát növeljék. Az ETBE azért bioüzemanyag, mert a gyártásához használt bioetanol növényi eredetű. Ezzel szemben az MTBE előállításához jelenleg használt metanol nem megújuló erőforrásból származik, hanem földgáz feldolgozásából.

Az ETBE gyártásához használt vízmentes alkohol, a bioetanol alapanyaga alapvetően két típusú lehet. Egyrészt készülhet keményítő és cukor alapanyagú mezőgazdasági terményekből (búza, kukorica, cukorrépa, burgonya, manióka, cukornád), másrészt alapulhat a gyártás cellulóz tartalmú biomasszában (növényi eredetű szálak, rostok) is. Ez utóbbi eljárás azonban kevésbé elterjedt.

Alapanyag bázisát illetően a lignocellulóz alapú alkoholgyártás lehetne ígéretes, de ezzel kapcsolatban kezdeti tapasztalatok állnak rendelkezésre, például Svédországban. A nagy tömegű olcsó alapanyag mellett drága beruházásra és üzemeltetésre, alacsony fokú alkohol kihozatalra lehet számítani.

#### **A bioetanol előnyei:**

- A bioetanol alkalmazásakor keletkező kipufogógázok vizsgálatát Franciaországban folytatták le. A vizsgálatokba katalizátoros és katalizátor nélküli autókat is bevontak. A vizsgálatok szerint csökkent a szénhidrogének, a szén-monoxid kibocsátása, illetve nem keletkezett számos szennyező anyag, amely a benzin elégetésekor igen.

- Tág skálán mozog az alapanyag lehetősége: cukortartalmú növények, s azok feldolgozásának melléktermékei, keményítő tartalmú gabonák, lignocellulóz.
- A mezőgazdasági túltermelés feleslege itt hasznosítható.
- A bioetanol melléktermékei állati takarmányként jól hasznosíthatóak, ezért előnyös, ha fejlett a környék állattenyésztése. Az etanol-előállítás növekedésével párhuzamosan nő a keletkező melléktermékek mennyisége is. A gabonamoslék eladhatósága komoly hatással bír az etanol-gyártás jövedelmezőségére. (POP, 2006).

#### **A bioetanol hátrányai:**

- *Energiamérlegük sokak szerint negatív, több energiát használnak fel az előállításához, mint amennyi a bioetanol energiátartalma. Pl. a kukoricatermesztés során 30 százalékkal több energiát használnak fel, mint amennyit a kész termékből ki lehet nyerni, nem beszélve a növény intenzív termelése közben fellépő környezeti hatásokról.*
- *Az etanol használatával mindössze 13 százalékkal lehetne csökkenteni a széndioxid kibocsátást, a gyártási procedura miatt (erjedés széndioxid kibocsátása), de itt sem számoltak az alapanyag megtermelése közben keletkező széndioxid kibocsátással.*
- *Magas beruházási, üzemeltetési költségek.*
- *Etanollal a benzin hatékonyságának 70 százalékát lehet elérni a motorban. (Más szerzők 65%-ot közölnek – POP, 2006)*
- *Melléktermékek hasznosításának megoldatlansága.*
- *Magas virtuális vízigény.*
- *Csővezetékben hosszú távolságra nem szállítható, mert az etanol megköti a csővezetékben található vizet és szennyező anyagokat.*
- *Megtámadja a gumi alkatrészeket. Az alkohollal érintkező tömítések jelentős mértékben (20%) kitágulnak.*
- *Megtámadja a bioalkohol az alumínium alkatrészeket, és mivel több-kevesebb vizet is tartalmaz, a lemezből készült üzemanyagtartályok sem bírják sokáig átrozsdásodás nélkül.*
- *Az etanol kenőképesége a benzinénél is rosszabb, ami a befecskendező fúvókák és a benzinpumpa élettartamára nézve kedvezőtlen.*
- *Hidegindítási problémák.*

#### **Bioüzemanyag körkép**

A bioüzemanyagok globális termelése 2005-ben elérte a 45 milliárd litert, ebből 41 milliárd liter volt az etanol.

A biodízel-előállítás és -felhasználás ma főleg Európára – és kisebb mértékben az USA-ra – jellemző. 2005-ben a 3,4 milliárd liter globális biodízel termelésből az EU 3,1 milliárd litert állított elő. Ennek oka, hogy az EU-ban az összes üzemanyag

fogyasztáson belül a dízel aránya megközelíti a 60%-ot, ráadásul az EU dízelolajból nettó importőr, benzinből pedig nettó exportőr.

A 41 milliárd liter etanol a világ jelenlegi benzinfelhasználásának 2%-át teszi ki. A világ legnagyobb bioetanol-előállítója az Egyesült Államok (2005-ben 16,2 milliárd litert állított elő), megelőzve a korábbi piacvezető Braziliát (a brazil termelés 15,5 milliárd liter volt 2005-ben). A harmadik legnagyobb termelő Kína (2005-ben 1,3 milliárd liter bioetanol gyártottak), az Európai Unió jelentős lemaradással a negyedik helyre szorult, termelése mindössze 0,9 milliárd liter volt 2005-ben.

### Nemzetközi kitekintés

Braziliában kötelező etanol bekeverési arányt írnak elő a benzinben. Ennek teljesíthetősége nagyban függ a cukor világpiaci áráról (Brazília a világ fő cukor-exportőre, a világtermelés 20 %-át, a világkereskedelem 40%-át adja), hiszen ha konjunktúra van, akkor nehezen teljesíthető a belső felhasználás bővülésének kielégítése. Előfordult már, 2006. februárjában, hogy csökkenteni kellett a kötelező bekeverési arányt 25%-ról, 20%-ra, amelyet később 23%-ra emeltek, majd 2007. július 1-től visszaállították a 25%-os keverési arányt. A brazil kormány fontos bevételi forrást lát az etanol gyártásában, s a termelés duplázódását reméli. A legkézenfekvőbb felvevő piacot az alacsony szállítási költség miatt az Egyesült Államok jelenti Brazília számára, ám a magas védővámok és az amerikai bioetanol termelés belső támogatása akadályt gördít a nagyobb volumenű kivitel elé. (POPP, 2006) Brazília 2005-ben mintegy 2,7 milliárd liter bioetanol exportált. A kormány előrejelzése szerint Brazília etanol-gyártása a 2007. májusától számított egy évben 20 milliárd literre nő, az előző évi 17,5 milliárd literrel. A jövő áprilisig tartó egy éves időszakban a brazil etanolexport 3,9 milliárd literre bővül az egy évvel korábbi (2006) 3,4 milliárd literrel. (REUTERS, 2007)

Az Egyesült Államok 2005-ben megelőzte Braziliát a bioetanolgyártásban, ahol elsődlegesen kukoricából állítanak elő bioetanol, elsősorban hazai felhasználásra. Az USA gyártókapacitása gyorsabban bővül Braziliához képest, de költséghatékonyságban komoly a lemaradása. Az USA-ban 1978 óta létezik energiaadó törvény, melynek révén a kormány adókedvezménnyel és támogatásokkal segíti elő az alternatív tüzelőanyagok elterjedését. Ugyancsak előírják a kötelező bekeverési arányt is, amely jelenleg 4%. Nem szabad elfeledni, hogy ez hatalmas mennyiséget jelent (a kötelező mennyiség 2006-2012 között 15 milliárd literrel 28 milliárd literre nő), hiszen a teljes benzinfelhasználás is nagyon jelentős. Kérdéses, hogy a többletigényhez honnan lehet a kukoricát előteremteni, az export csökkentéséből, a termelés intenzitásának növelésből, a jelenlegi termékszerkezet átrendezéséből (pl. szója rováására) vagy a vetésterületek növeléséből?

Az etanolgyártás növekedésével párhuzamosan nő az etanolgyártás melléktermékének mennyisége is. Az etanolgyártás fő mellékterméke a szárított (DDGS) vagy nedves gabonatorrköly (szeszmoszlék), amelyet takarmány-kiegészítőként használnak fel. A melléktermék-értékesítés növeli az etanol-gyártás jövedelmezőségét. A szárítás energiaigényes, viszont a szárított anyag jól tárolható. A nedves állapotban

történő felhasználás megköveteli, hogy a gyárak közelében legyenek az állattartó telepek. Ezzel az energiaköltség csökkenthető.

Biodízel-gyártásban az USA második helyen áll az Európai Unió mögött. Az amerikai biodízel fő alapanyaga a szója, ahol a termelés – szemben a bioetanollal – elsősorban exportcélokat szolgál. (POPP, 2006)

## EU

Az Európai Unió bioüzemanyag irányelve az összes üzemanyag-felhasználáson belül 2010-re 5,75%-os piaci részesedést határozott meg a bioüzemanyagok részére. Ez az EU 25 tagállamában 12,6 millió tonna bioetanol- valamint 11,5 millió tonna biodízel felhasználását jelenti majd. Mint tudjuk a legújabb elképzelések szerint 2020-ra a bioüzemanyagok legalább 10%-os kötelező felhasználási arányát kell elérni. Fontos megjegyezni, hogy az etanol és biodízel között átválthatóság van, az egyik magasabb arányával helyettesíthető a másik alacsonyabb aránya.

Az EU-ban az energiaadózási irányelv (2003/96/EK irányelv, HL L 283, 2003. október 31.) lehetővé teszi a tagállamok számára, hogy részleges vagy teljes adómentességet alkalmazzanak a megújuló energiaforrásokból előállított üzemanyagok esetében. Ezek az adóelőnyök állami támogatásnak minősülnek, ezért a Bizottság előzetes engedélyeztetése nélkül nem alkalmazhatók. Az EU tagállamaiban az adókedvezmény jelenleg 0,3-0,6 EUR/l között változik. Néhány tagállamban a bioüzemanyagokra kötelező felhasználási arányt írnak elő, azaz a nemzeti piacon forgalmazott üzemanyagok bizonyos %-ának bioüzemanyagnak kell lennie.

Az EU-ban előállított bioetanol mennyiségét 2005-ben mintegy 720 ezer tonnára becsülték, ami a világ bioetanol termelésének mintegy 2%-át jelenti, de a belső felhasználásban jóval nagyobb a jelentősége. A legnagyobb termelők Spanyolország, Franciaország, Lengyelország és Svédország. Az EU bioetanol-termelésének egyik legfontosabb nyersanyagát jelenleg a gabonafélék jelentik, illetve a cukorrépa, amely nem képezi a kvóta részét, ha garantáltan bioüzemanyag gyártásra használják.

Az etanolra magas vámok vannak érvényben, az uniós termelés pedig nem versenyképes a brazil és amerikai gyártáshoz képest. Ezt jelzi, hogy a brazil bioetanol a jelenlegi vámok mellett is megjelenik az európai piacon. A fejlődő országok főbb etanoltermelői kedvezményes vám- és vámmentesség mellett már jelenleg is exportőrként jelennek meg az Unió piacán.

Bioetanol termelés az Európai Unió tagországaiban, 2006-ban	tonna
Csehország	13 200
Franciaország	234 306
Németország	315 760
Magyarország	4 818

<i>Olaszország</i>	<i>102 400</i>
<i>Hollandia</i>	<i>11 680</i>
<i>Írország</i>	<i>760</i>
<i>Lettország</i>	<i>9 600</i>
<i>Litvánia</i>	<i>14 000</i>
<i>Lengyelország</i>	<i>104 000</i>
<i>Spanyolország</i>	<i>317 000</i>
<i>Svédország</i>	<i>57 600</i>
<b>Összesen:</b>	<b><i>1 185 524</i></b>

(Forrás: *European Union of Ethanol Producers*)

### **Biodízel az EU-ban**

Unióban évente 230 millió tonna dízelt használnak fel. A bioüzemanyagok jelenlegi részaránya 0,6%, a 2010-re várt 5,75%-kal szemben. A célkitűzés teljesítéséhez 14,5 millió tonna biodízelt kellene előállítani. Az Európai Unió a világ legnagyobb biodízel előállítója (a világ termelésének 90%-át reprezentálja), 2005-ben ez a mennyiség 3,2 millió tonna volt. Az Unió ezzel szemben, jelenleg 6,5 millió tonnás termelési kapacitással rendelkezik, amely egy év alatt akár 25%-al is bővíthet. (EUROPEAN BIODIESEL BOARD) Látható tehát, hogy a kapacitások túlzóak, a közösség országaiiban előállított alapanyag mennyiséghez képest.

A tagállamok közül a legnagyobb termelési részesedéssel Németország, Franciaország és Olaszország rendelkezik. A biodízel elsődleges alapanyaga a repce és a napraforgómag. Biodízel-gyártásban az USA második helyen áll az Európai Unió mögött. Az amerikai biodízel fő alapanyaga a szója, ahol a termelés – szemben a bioetanollal – elsősorban exportcélokat szolgál. (POP, 2006)

<b><i>Biodízel termelés az Európai Unió tagországaiban, 2006-ban</i></b>	<b><i>tonna</i></b>
<i>Ausztria</i>	<i>134 000</i>
<i>Belgium</i>	<i>85 000</i>
<i>Ciprus</i>	<i>2 000</i>
<i>Csehország</i>	<i>203 000</i>
<i>Dánia</i>	<i>81 000</i>
<i>Észtország</i>	<i>20 000</i>
<i>Franciaország</i>	<i>775 000</i>
<i>Németország</i>	<i>2 681 000</i>



Görögország	75 000
Magyarország	12 000
Olaszország	857 000
Egyesült Királyság	445 000
Lettország	8 000
Litvánia	10 000
Málta	3 000
Lengyelország	150 000
Portugália	146 000
Szlovákia	89 000
Szlovénia	17 000
Spanyolország	224 000
Svédország	52 000
<b>Összesen:</b>	<b>6 069 000</b>

(Forrás: European Biodiesel Board)

Az Európai Unió 2005-ben a repcemag és repceolaj tekintetében nettó importőrré vált, a biodízelgyártók repceolaj iránti keresletének növekedésével párhuzamosan emelkedett a napraforgóolaj élelmezési célú behozatala, ugyanakkor csökkent a napraforgómag-import. Növényi olajokból az EU nettó importőri pozíciójának erősödése várható a jövőben. Európában a pálmaolajból előállított biodízelt jelenleg általában 15%-ban keverik a repceből készült biodízellel. A biodízel alapanyagaira alacsony (illetve olajosmagvak esetében nulla) a vám. Ezen termékekből várhatóan növekszik majd az uniós import, hiszen az irányelvekben kitűzött bekeverési arányok kielégítéséhez nem elegendő az EU belső nyersanyagtermelése.

Európában a repce a legkézenfekvőbb alapanyag, hektáronként 27,4 GJ energia nyerhető ki belőle, amely duplája a befektetett energiamennyiségnek. Biodízel alapanyagként Európában 36 millió tonna kellene, de a jelenlegi éves termelés csak 15,5 millió tonna. Ez importot eredményez a Közösség országaiba.

## **Magyarország**

### **Biodízel Magyarországon**

A jelenlegi gázolaj fogyasztásunk 2,2-2,3 millió tonna körül mozog. A 2010. évi cél eléréséhez kb. 180 ezer tonna biodízel bekeverésére lesz szükség. (Az FVM biodízellel 200 ezer tonna előállítását tartja reálisnak 2013-ra.) Noha a biodízel és a hagyományos gázolaj energiatartalma kevésbé tér el, mint a benziné és a bioetanolé, az energiatartalomra vetített 5,75%-os bekeverési arány a biodízel vonatkozásában 6,51 térfogatszázalék bekeverését jelenti.

Magyarországon az első számú termesztett olajos növény a napraforgó, majd azt követi a repce. A napraforgót étolaj készítésre használják fel, így a repce áll inkább rendelkezésre biodízel alapanyagként.

2005-ben kb. 145 ezer hektáron vetettek repcét, amely 281 ezer tonna repcemag termést eredményezett. A 145 ezer hektáros kiterjedés nagyjából megfelel a termőhelyi optimumnak. A nemzetközi versenyképesség tekintetében hektáronként 2,5 – 3 tonna terméshozamot kellene elérni, ám az eddigi rekordtermés esetében a hozam 2 tonna körüli volt hektáronként. 3 tonna termésre van szükség, hogy hektáronként elérhető legyen az 1,5 tonna biodízel alapanyag.

A repcemag értékesítése jól megoldott, főleg a német piac keresi, éppen a biodízel feldolgozás miatt. A 2005-ös évi termés több mint 90%-át még az év vége előtt kivitték az országból. 2007-től az EU az új tagországokban is támogatja az energetikai célú növénytermesztést, amely lendületet ad az energetikai célú növénytermesztésnek.

Magyarországon már kialakultak feldolgozó kapacitások, Kunhegyesen, Mátészalkán (ez utóbbi 12 ezer tonna napraforgóból 5 ezer tonna biodízel termelését tervezi évente). A MOL 150 ezer tonna éves kapacitású biodízel üzem építését tervezi komáromi telephelyén, a MOL Nyrt. és az osztrák tulajdonban levő Rossi Beteiligungs GmbH közös vállalkozásában, amelynek 25%+1 részvénye a MOL tulajdonát képezi. A MOL 120 ezer tonna biodízelt kötött le saját részére a várt termelésből. 2006-ban már beszerzési tendert is hirdetett, amelynek eredményeként évi 200 ezer tonna alapanyagra kötnek szerződést. Az Öko-Line bábolnai üzemében 2007-ben 25 ezer tonna, 2008-tól pedig évi 50 ezer tonna zöld üzemanyag előállítását tervezik.

A jövődeki adóra vonatkozó szabálmódosítás lendületet adott a hazai biodízel fejlesztéseknek. A tervezett és bejelentett biodízel-előállító üzemek kapacitása összesen több mint 400 ezer tonnára tehető, ami mintegy 1,3 millió tonna olajosmag feldolgozását tenné szükségessé. Ez az alapanyag mennyiség akkor sem áll rendelkezésre, ha az összes megtermelt repcemag és a hazai fogyasztáson felüli napraforgómag bioüzemanyag célú feldolgozásra kerül. (POPP, 2006)

### **Bioetanol Magyarországon**

A hazai mezőgazdasági termékszerkezet miatt (gabonatermelés túlsúlya), az agáriumban elsősorban az etanol előállítás távlatait mérlegelik. Az FVM reális célkitűzésnek tartja (2006), hogy 2013-ra 490 ezer tonna bioetanolt állítson elő az ország, amelyből 350 ezer tonna exportcélokat szolgálhatna. A KEOP a támogatások vonatkozásában ezzel szemben mintegy négyszeres kapacitás kiépítését irányozta elő.

A 2010-re elvárt bekeverési arány teljesítése esetén (energiatartalom alapján számított 5,75%-os cél) 144 ezer tonna bioetanol felhasználására kerülhet sor a benzinben. Az energiatartalomra vetített 5,75%-os bekeverési arány a bioetanolnál 8,61 térfogatszázalék bekeverését jelenti. Ha a bekeverés továbbra is ETBE formájában

történik, akkor az ETBE bioetanoltól eltérő energiatartalma és sűrűsége következtében módosul a bioetanol-szükséglet, 2010-ben 106 ezer tonna bioetanol ETBE formájában történő bekeverése valószínűsíthető. (POPP, 2006)

A bioetanolt idehaza kukoricából és cukorrépából célszerű előállítani. Folynak kísérletek cukorcirokkal, melasszal is. A cukorcirokat a Karcagi Kutatóintézetben még a nyolcvanas években kipróbálták, természetesenél hígtrágya használatával 60-70 tonna, 18-24% cukortartalmú hozamokat is elértek hektáronként. Melaszból a Győri Szeszgyárban állítanak elő alkoholt 40 millió liter/év kapacitású referenciaüzemben. A melasz, mint cukoripari melléktermék olcsó önköltségű alkoholt ad (50-70 Ft/l), de ez feltételezi a cukrot is. A cukorgyártás viszont az ismert okok miatt nem néz nagy perspektíva elé Magyarországon.

A biotanol előállítása biztos felvevő piacot jelentene a gabonát, cukorrépát termesztő gazdák számára. A gabonák értékesítési lehetőségeinek állandó bizonytalansága miatt, no meg a hazai mezőgazdaság túlzottan gabonatermelésre koncentráló szerkezete miatt is, a termelőket segítő megoldásnak kínálkozik a gabonafőlőslég alkoholgyártásra történő átcsoportosítása. A cukorrépa etanolgyártásra való hasznosítását idehaza indokolhatja a cukorrépa vetésterületének várható csökkenése. Az EU cukorrendtartási reformjának következtében harmadával csökkenhet a cukorrépa vetésterülete.

2005-ben 10 000 tonna bioetanolt gyártottak Magyarországon. A jelenleg meglévő bioetanol-kapacitás mintegy 80 ezer tonnára tehető, ami Szabadegyházán és Győrben található. Az itt végrehajtott kapacitásbővítések lehetővé tennék, hogy a 2010-es célkitűzéseket a létező kapacitásokkal kielégítsék.

Mivel sokan vélik, hogy a jövőben exportlehetőségek is kínálkoznak, ezért több mint 20 helyszínen terveznek beruházásokat (Martfű, Csurgó, Marcali, Tápíószele, Hajdúsámson, Szabadegyháza - akár 1 millió tonna, Győr, Mohács, Gönyű, és Kaba). 2006 őszéig mintegy 7,5 millió tonna kukorica és 1 millió tonna búza feldolgozására alkalmas üzem létesítését jelentették be a különböző befektetői csoportok. (POPP, 2006) A kb. 9 millió tonna gabonából 3 millió tonna bioetanolt lehetne előállítani. Ezt az alapanyag mennyiséget hazai termelésből nem lehet biztonságosan kielégíteni, reálisan 3-5 millió tonna alapanyag gazdaságos előállításával lehet számolni évente.

### III.5. Melléktermékek és hulladékok hasznosítása

Bár eltérőek a mennyiségi becslések a szántóföldi melléktermékek, kertészeti hulladékok, mezőgazdasági termények feldolgozásakor keletkező melléktermékek és hulladékok mennyiségével kapcsolatban, átlagosan évi 10 millió tonna ebbe a körbe tartozó biomassa képződik, melynek 40-45%-át lehet energetikai célra hasznosítani. Természetesen a hasznosítást befolyásolja az előállított energia költsége, s a támogatások lehetősége. A költségek egy jelentős részét a begyűjtési kör-

zet nagysága befolyásolja, amely megszabja a szállítási távolságokat, a feldolgozó kapacitások elhelyezését és nagyságát. Ma legfeljebb a pellett készítés és felhasználás versenyképes, de az emelkedő gáz és olajárak egyre nagyobb kedvet fognak teremteni a hulladékok hasznosításához.

Az alternatívák tényleges bevezetésének lehetőségét megakadályozzák, gátolják vagy lassítják a meglévő infrastruktúrák. Hiába versenyképes a pellett mint tüzelőanyag, ha valakinek ki kell cserélni pl. a gázkazánját pellett égőre, vagy ki kell alakítani a tárolási kapacitásokat, s ezzel olyan beruházást kell megtennie, amely megtérülése közép vagy hosszútávú vagy olyan magas, hogy a lakosság többsége számára nem megfizethető. A szükséges strukturális változtatásokat csak jelentős áremelkedések kényszeríthetnek ki, de mivel az energiahordozók ára a piaci mechanizmusok, illetve a fosszilis energiaigények miatt összekapcsolódnak, ezért a jövőben sem várhatók lényeges árkülönbségek. Az összekapcsolódás oka, hogy az alternatív üzemanyagok, tüzelőanyagok előállításához, de magához a primer energiaforrás megtermeléséhez is fosszilis energiahordozókat használnak. Így illúzió azt hinni, hogy a bioüzemanyagok ára elszakadhat a fosszilis energiahordozók árának emelkedésétől. Persze akad kivétel, mint pl. a biogáz, amikor a szekunder energiahordozóból nyert energia fedezi az energia előállítás teljes költségét.

### *Biogáz hasznosítás*

A biogáz szénhidrát-, illetve cellulóz tartalmú, valamint fehérjéket és zsírokat tartalmazó szerves hulladékok anaerob szervezetek hatására, mezofil hőmérsékleten (30-40 °C) végbemenő bomlásának (biodegradáció, rothadás, erjedés) gázneve, rendszerint éghető terméke, amely - ammónia, kén-hidrogén, szén-monoxid és szén-dioxid mellett - legnagyobbreszt metánból áll.

A biogáz mesterséges előállításához szerves anyagra, levegőtől elzárt környezetre, állandó hőmérsékletre, folyamatos keverésre, kellő mértékben aprított szerves anyagra, metanogén és acidogén baktériumok egymással szimbiózisban tevékenykedő törzseinek megfelelő arányú jelenlétére van szükség. A biogáz-képződés során a szerves vegyületek a baktériumok közreműködésével egyszerűbb vegyületekre bomlanak (savas fázis), majd szétesnek alkotóelemeikre, metán gázra (kb. 60-70%) és szén-dioxidra (kb. 30-40%), illetve a kiinduló anyagoktól függően különböző elemekre (H, N, S stb.) (metanogén fázis).

Biomasszából biogázt mezofil és termofil körülmények között lehet előállítani. Mezofil körülmények között, 35 °C körüli hőmérsékleten, kb. 25 napos átfutási idővel, míg termofil körülmények között 56 °C körüli hőmérsékleten, kb. 15 napos erjesztés során nyerhető ki a biogáz. Létezik továbbá biogáz reaktor is, ahol a gázképződés néhány óra alatt lezajlik, de a depóniagáz kinyeréséhez (hulladéklerakó telepek) 15-20 évre is szükség van.

A biogáz termelése fermentorban történik, amely működhet folyamatosan és szakaszosan. A batch biogáz-termelő berendezéseket időszakosan töltik fel a kiin-

duló anyaggal és az oltóiszappal. A folyamatos biogáztermelő berendezéseket folyamatosan töltik fel nyersanyaggal, amely azonos mennyiségű erjesztett iszapot szorít ki a tartályból. Ezeknek a készülékeknek az előnye, hogy a baktériumok rendszeres utánpótlása esetén megközelítőleg állandó a biogáztermelés és a folyamat jobban szabályozható. A fermentálás hőigényes, külső energia-befektetést igényel. Ezt a megtermelt biogázból származó energia közel negyedével lehet biztosítani.

Biogáz termelésre lényegében bármilyen szerves hulladék alkalmas. A legfontosabb biogáz alapanyagok az állattenyésztés során keletkező hígtrágya, almostrágya, vágóhídi hulladékok, zsírok, élelmiszeripari, takarmánygyártási, szeszipari hulladékok, használt étolaj, ételmaradékok, biohulladékok, szennyvíz-iszap célirányos növénytermesztés terményei (silókukorica, rozs, cukorcirok, csi-sóka, zöldségfélék, fűfélék).

#### Különböző kiinduló szerves-anyagból kinyerhető biogáz mennyiségek

		Átlag	Hasznosítható biogáz (l/kg)
<b>Állati trágya</b>	<i>sértés</i>	445	338
	<i>szarvasmarha</i>	200	152
	<i>baromfi (csirke)</i>	465	353
	<i>ló</i>	250	190
	<i>juh</i>	200	152
<b>Mezőgazdasági melléktermék</b>	<i>búzaszalma</i>	250	190
	<i>rozsszalma</i>	250	190
	<i>zabszalma</i>	300	228
	<i>kukoricaszár, csutka</i>	420	319
	<i>napraforgószár</i>	300	228
	<i>repceszalma</i>	200	152
<b>Kertészeti növény-maradék</b>	<i>fű</i>	415	315
	<i>elefántfű</i>	495	376
	<i>nád-káka</i>	215	163
	<i>lomb</i>	250	190
<b>Szennyvíziszap</b>		525	399

A biogáz összetétele és fűtőértéke nagymértékben függ a kiindulási szerves anyagtól és a technológiától. A biogázok átlagos fűtőértéke: 22,0 MJ/m<sup>3</sup>. Általában elfogadott érték szerint 1 számosállat napi trágyamennyiségével termelhető biogáz

energiatartalma 0,8 kg tüzelőolajával egyenlő. A gyakorlatban elérhető szélső értékek 0,2-1,0 kg tüzelőolajnak megfelelő energiatermelés.

A megtermelt biogázt fűtési igények kielégítésére (gázkazánokban) és/vagy villamosenergia-termelésre, földgáz-hálózatra táplálásra is lehet használni. A biogáz-fejlesztés után visszamaradó erjesztett trágyát biotrágyának (biohumusz) nevezik, ami teljes értékű, jól kezelhető, szagtalan, kertek, parkok trágyázására jól használható anyag.

A szerves anyagok bomlása a kommunális hulladéklerakókon, tekintettel a lerakott szervesanyagok jelentős mennyiségére, levegőtől elzártan, szintén végbemegy, amelynek mellékterméke az ún. depónia gáz. A gázképződés folyamata lassú, 15-20 évig is eltart-hat. A gázt gázkinyerő kutak segítségével termelik ki. A rendezetten lerakott hulladék-retegbe függőlegesen telepített, alkalmasan kiképzett, rendszerint műanyagból készített perforált cső, amely a mélyebb rétegekben keletkező biogáz kinyerését teszi lehetővé.

Hasonlóan fontos lehet a szennyvíztelepi biogáz hasznosítása is. Magyarországon évente kb. 700 ezer tonna települési szennyvíziszap keletkezik. Ennek közel felét hulladéklerakókban helyezik el, 40%-ot a mezőgazdaságban felhasználják (komposztálás, talajba injektálás). A viszonylag jelentős beruházási és állandó költségek miatt legalább 10 ezer lakos-egyenértékre, míg villamos és hőenergiát termelő egységek esetén 20 ezer lakos-egyenértékre gazdaságos hasznosítást tervezni.

A termelt gáz felhasználásánál arra kell törekedni, hogy a keletkezés helyéhez közel kerüljön hasznosításra. A gáz leggazdaságosabb felhasználását a kazánban történő elégetés biztosítja, mert az elérhető határfok 80% körüli.

A biogáz hasznosítás előnye, hogy egyébként költségesen kezelendő hulladékok ártalmatlanítását lehet elvégezni, miközben energia és mezőgazdasági tápanyag termelődik.

Magyarországtól eltekintve széles körben működő, bejáratott technológiáról van szó, de hasznosító üzemek már találhatók nálunk is (*Győr, Nyíregyháza, Szeged, Délpest, Jászapáti, Nyírbátor, stb.*).

### **Komposztálás**

Manapság az energetikai célú felhasználás háttérbe szorítja a biomassza komposztálással történő hasznosítását. Pedig energiát úgy is „termelhetünk”, ha nem pocsékolunk energiát. A tárgyalt felhasználási lehetőségek mindegyike jelentős energiafelhasználással jár, vagy a szállítás, vagy a szükséges mellékanyagok, vagy a feldolgozási folyamatok energiaigénye miatt is. Ám másképpen is gondolkodhatunk! A földet termékeny állapotban kell tartanunk. Ezt manapság művi módon tesszük. A műtrágyák előállítására energiaigényes, különösen, ha az egész, ún. virtuális energiaszükségletet nézzük. A felhasznált energiának a nagyságrendjét akkor látjuk helyesen, ha figyelembe vesszük, hogy a bevitt műtrágya jelentéktelen - kb. tized része - hasznosul a növény számára, jelentősebb része pedig környezetszennyezést okoz.

A jelenlegi logika, hogy gyűjtsük össze a keletkezett szerves hulladékokat, közvetlenül vagy átalakítás után égessük el azokat. Ebből nyerünk energiát. Azután ennél sokkal több energia befektetésével termelünk környezetszennyező anyagokat, amelyek helyettesítik azt az elégetett szerves anyagot, amely a talajt táplálhatta volna. Ebben a logikában az életet kétszeresen pusztítjuk. Először a környezet szennyezése által, majd pedig azért, mert elveszük a tápanyagot milliárdnyi élőlénytől, s ezzel csökkentjük az élet számosságát, az ún. biológiai sokféleséget.

A szervesanyagok feldolgozását a komposztálás folyamán számos faj számos egyede végzi, amelyek nem működhetnek, ha ezeket az anyagokat elégetjük. A komposztálás legfontosabb közreműködői a mikroorganizmusok. A baktériumok három csoportja sorolható ide: pszikrofilák, mezofilák és termofilák. Ezek a mikroorganizmusok enzimeket választanak ki, amelyek segítségével megemésztik a komposztálendő szerves anyagokat. Működésükhöz szerves anyagokra, vízre és levegőre van szükségük. A gombák és enzimek a cellulóz lebontását végzik. A makroszervezetek tucatjai is serénykednek a lebontásban, közülük a gilisztafélék jelentősége elsőrendű a humusz képzésében. Míg a komposztban ezek ingyen segítők, addig a talajban a szántás, műtrágyázás, kémiai talajvédelem, de a kémiai növényvédelem során is, károsítjuk őket, kikapcsoljuk ingyen szolgáltatásukat. A gilisztafélék elsősorban a komposztdomb alacsonyabb hőmérsékletű periferiáin érzik jól magukat, a komposztdomb belső része túl meleg a számukra. A giliszták és különböző rovarok jelentősége abban is rejlik, hogy össze-vissza rágnak a komposztban, járatokat alakítanak ki, amelyek megtelnek levegővel, s biztosítják a jó átszellőzést.

Általános igazsággként kell tehát elfogadnunk, hogy a természetnél jobbat nem tudunk kitalálni. Bölcssek akkor vagyunk, ha hagyjuk dolgozni a természetet. Ha helyette dolgozunk, akkor ellene dolgozunk, mert munkánkkal terheljük a környezetet, erőforrásokat használunk fel, s szennyezőanyagokat bocsátunk ki tevékenységeink során. A komposztálás esetében ezért főleg a természetet hagyjuk dolgozni, s a feltételek megteremtésében működünk közre. Az egyik meghatározó tényező, hogy a komposztálás a lehető legközelebb történjen a biomassza keletkezésének és a komposzt hasznosításának a színhelyéhez. Nagy, központi komposzttelepekre szállítani a szervesanyagot környezeti szempontból nem ésszerű. Másrészt a komposztálási folyamatok iránya befolyásolható azáltal, hogy a komposztálást befolyásoló főbb tényezőket megválasztjuk. Ezek az anyagösszetétel (bonthatóság), nedvességtartalom, levegőellátottság, tápanyag arány, az anyag(ok) keveredése, szemcsemérete stb.

### **A komposztálás fő szabályai**

A komposztálódás levegő jelenlétében zajló, nagyjából aerob folyamat, ezért úgy rétegezzük, helyezzük el a komposztálni szándékozott anyagokat, hogy átlegegzőn (pl. ne ássuk gödörbe). Levegő hiányában a szerves anyag rothadni fog.

A komposztban élő élőlényeknek is vízre van szükségük. Ezért biztosítani kell a komposzt optimális nedvességét 45-55%-os víztelítettség). Ez általában annyi, mint

amennyit a száraz anyagok képesek felszívni. A túl nedves komposztban a víz eltömi a pórusokat, leáll az átszellőzés, rothadás indul meg.

A komposztálódást elősegíti, ha a komposzt változatos élővilággal kerül kapcsolatba. Ezért célszerű alulról nyitott komposztalmokat alkalmazni (giliszták bejutása) vagy érett komposzttal meggyorsítani a mikroorganizmusok felszaporodását.

A komposztálni való anyagokat rétegezve helyezzük el. Egymásra rétegeljük a száraz (avar, széna, szalma, fa-forgács) és zöld (nyesedék, gyom) növényi részeket, a trágyát, a vékony és vastagabb ágdarabokat. Ennek jelentősége egyrészt a megfelelő szén-nitrogén arány biztosításában, másrészt az átszellőzésben van.

A komposzt belsejében és szélein nem egyenletes a hőmérséklet. Gyomok magvai, bizonyos patogén mikroorganizmusok, csak a belső, magasabb hőmérsékletű részekben pusztulnak el.

A komposzt éréséhez időre van szükség. Ne sietessük, várjunk legalább egy évet! Ha folyamatosan komposztálunk, mindig lesz megfelelő minőségű komposztunk.

A komposzt kedvez a talaj szerkezetének, szövetösszetételének és a szellőzésnek, továbbá növeli a talaj szervesanyag-tartalmát, vízmegőrző képességét. Az agyagos talaj fellazul, a homokos talaj pedig tovább őrzi meg a vizet, a komposzt kiegyensúlyozza a talaj pH-értékét is. A komposzttal kezelt talaj segít az erózió csökkentésében, kedvez a talaj termőképességének, hatására a gyökerek egészségesebben fejlődnek. A komposzt ellenállóbbá teszi a növényeket az aszályal és a faggyal szemben, a komposztban gazdag talajban nevelkedett növények erősebbek, illetve ellenállóbbak a betegségekkel és a kártevőkkel szemben. A komposzt lassan adja le a tápanyagot környezetének, sokáig hat. A komposztált talaj élővilága gazdag.

A komposztálás - bár természetes folyamat - magának a komposztálónak létrehozása, a komposzt helyszínre való kijuttatása anyagmozgatást igényel. Bizonyos körülmények között, főleg házi kertekben, gyümölcsösökben, biogazdaságokban, sokat spórolhatunk, ha a szerves anyagot mulcsolásra, helyben használjuk fel. A mulcs talajtakaró anyag, többnyire növényi maradvány vagy kő, kőzúzalék, amelyet 10-15 cm vastagságban használunk a talaj takarására a termesztett növény környezetében. Ezzel utánozzuk a legjobban a természetet, hiszen egy-egy fa, bokor, évelő növény is mulcsot képez lehulló leveleiből, amelyek jótékonyan védik a talajt a kiszáradástól, táplálják a talaj élőlényeit, azok pedig közvetetten visszajuttatják a növényhez a táplálékot. A mulcs védi a talajt a túlzott felmelegedéstől is, optimális feltételt biztosít a talajélet számára. Mulcsozással távol tarthatjuk a gyomok jelentős részét is, ezzel csökkenthetjük ráfordításainkat. A mulcs folyamatosan komposztálódik, s táplálja a talajt, hasonlóan az erdő avartakarójához.



## *IV. Érvek a biomassza felhasználás mellett és ellen*

### **IV.1. Általános érvek a biomassza felhasználás mellett**

Az Unióban és Magyarországon is túlermelés van az élelmiszer célú mezőgazdasági termelésben, részben a piaci lehetőségek szűkülése, részben a fokozódó nemzetközi verseny miatt a megtermelt árú nehezen eladható. Ha a túlermelést visszafogjuk, akkor a termelők megélhetését szűkítjük. A helyzet úgy oldható meg, ha a termelést fenntartjuk, de a fölösleget betápláljuk az energiaellátásba. Így több legyet ütünk egy csapásra, mert ez jól jön a környezetnek is, és az EU is képes teljesíteni kiotói vállalásait, mondván a biomassza felhasználása széndioxid semleges, mert ugyanannyi széndioxidot bocsátunk ki, mint amennyit a növény megkötött élelciklusa idején.

A másik általánosan hangoztatott érv az energiafüggőség. Mind az USA, mind az Unió országai, újabban Kína is ebben a helyzetben vannak, főleg kőolaj-függők, de az USA kivételével földgázfüggők is. Függőségük oldását remélik attól, ha importjuk egy részét hazai termelésű megújuló energiaforrással tudják kiváltani. A függőséggel összekapcsolható olajárrobbanással és olajháborúval magyarázható az is, hogy a politikusok körében nő a népszerűsége a biomassza-hasznosításnak.

Sokan a harmadik világ felzárkóztatásának lehetőségét is látják a biomassza hasznosításban, főleg a bioüzem-alapanyagok, bioüzemanyag előállításában. Luiz Inacio Lula da Silva, Brazília elnöke, a G8 csúcstalálkozó (Heiligendamm, Németország) kibővített szakaszában nyilvánvalóvá tette, hogy a fejlett nyugat, ha szabadulni akar a fosszilis energiaforrásoktól való függőségtől, s komolyan veszi az üvegházhatású gáz csökkentés törekvéseit, akkor Afrika és Dél-Amerika országaival szövetkezik a bioüzemanyagok előállítása terén. Az elnök mindkét fél számára előnyös megoldásnak látja az együttműködést. A 2005-ben rendezett Dél-Amerika – Afrika csúcstalálkozóra hivatkozván úgy látja, hogy Brazília átadhatja az etanol termelésben szerzett tapasztalatait az afrikai országoknak, s a bioüzemanyag termelést az Afrikai-Dél-Amerika Szövetség megerősítésének, a fejlődés egyik hajtóerejének kulcskérdéseként tekinti.

Az elnök úgy véli, hogy a negyedrészében alkoholt fogyasztó járművek téték lehetővé, hogy Brazília 40%-kal csökkentse olajbehozatalát, továbbá 2003 óta 120 millió tonnával csökkentették az ÜHG kibocsátást. Az etanol gyártás 1,5 millió munkahelyet teremtett közvetlenül, s további 4,5 milliót közvetve. A biodízelgyártás megindulása is negyedmillió munkahelyet jelent, s ez csak tovább fokozódik. Szó sincs arról, hogy Brazíliában a bioüzemanyag előállítás veszélyeztetné az élelmiszerellátás biztonságát, hiszen mindössze a termőterület 2%-át érinti az alapanyag-termelés. Az elnök kifejtette, hogy a bioüzemanyagok előállításának globálisan is stratégiai jelentősége van a környezeti problémák felszámolásában.

(FORRÁS: [HTTP://WWW.ACCRA-MAIL.COM/MAILNEWS.ASP?ID=1730](http://www.accra-mail.com/mailnews.asp?id=1730))

Afrika országai szintén az EU igényeinek kielégítésében látják felemelkedésüket. Afrika közelebb van Európához, mint Délkelet-Ázsia vagy mint Dél-Amerika. Louis Michel (Európai Biztos a Fejlődésért és Humanitárius Segítségnyújtásért) hangsúlyozta, hogy az afrikai nemzetek nem kényszerítik le ezt a vonatot, utalván az európai bioüzemanyag keresletben rejlő lehetőségekre. Európának be kell fektetnie az afrikai üzletbe. (*AFRICA: FOLLOWING OIL BOOM, BIOFUEL EYED ON CONTINENT INTER PRESS SERVICE, JOHANNESBURG 2007*).

Hasonlóan az Unióhoz, Magyarországon is az egyik fő érv a hasznosítás mellett, hogy csökkenthető az ország kőolaj függősége, növelhető az ellátás biztonsága, és az árstabilitás.

Magyarország importfüggősége – ha eltekintünk az atomerőmű fűtőanyag behozatalától – 1993-ban 52% volt. A 2005-ös adatok szerint az ország importfüggősége megközelíti a 66,4%-ot. Legjelentősebb, 82%-os a földgáz-importarány. Az orosz forrástól való függés a földgáz esetében a legnagyobb, hiszen a teljes energiaigény több mint 40%-át kitevő földgáz 90%-a jön innen. A földgáz korábban elsősorban lakossági hőigényt elégített ki, 2004-re azonban már a villamosenergia 35%-át földgázból állította elő az ország.

**A primer energiaimport- függőség alakulása 1990-2005. (az import részaránya százalékban kifejezve)**

	1990	1998	2005
<i>Szén</i>	16,4	28,6	39,6
<i>Olaj</i>	75,9	80,9	86,1
<i>Földgáz</i>	58,0	72,7	81,8
<i>Villamos energia (primer)</i>	21,1	1,7	12,9
<i>Egyéb (koks, brikett, tűzifa és egyéb megújuló)</i>	43,4	-16,0	8,5

(Forrás: Energia Központ Kht.)

A hazai környezetpolitikai célkitűzések teljesítése is megköveteli, hogy növekedjen a megújuló energiaforrások részaránya, ez pedig hozzájáruljon olyan nemzetközi kötelezettségvállalásaink teljesítéséhez, mint amilyen a kiotói vállalat vagy az Unió megújuló energiaforrás részarány előírásai.

Fontos társadalmi érv a vidéki lakosság munkahelyeinek megőrzése, esetleg bővítése az energiaszektorban, bízván abban, hogy új munkahelyeket teremtsen mind az erőművek, mind technológiák előállításának vonatkozásában. Mivel Magyarországon az állattenyésztés és növénytermesztés részaránya jelentősen megváltozott, amelynek következménye, hogy a növénytermesztésből származó termékeket az állattenyésztés nem képes felvenni. Mivel ezek a termékek nehezen eladhatók, így az energetikai célú növénytermesztés hozzájárul a termőterületen a struktúraváltás-

hoz, s ezzel mérsékelheti a terményfelesleget. Emellett az energetikai alapanyagok hosszú távon exportcikként is számításba vehetők.

Érvként hangoztatják, hogy kis beruházás igénnyel átállítható az élelmiszer-alapanyag termelésre szakosodott mezőgazdaság, hiszen az energetikai célú növénytermesztés termesztéstechnológiája kialakult, az energetikai célú feldolgozás technológiái ismertek, a mezőgazdaságban használt gépek itt is alkalmazhatóak.

## IV.2. Ellenérvek, kételyek

### Jól tudjuk-e azt, amit tudunk? Jók-e a számok?

Mielőtt az ellenérveket felsorakoztatjuk fontos rávilágítani, hogy ismereteink kezdetlegesek, a közölt adatok ellentmondóak, sokszor inkább a vágyakat tükrözik, mint a valóságot.

Az ország területén éves szinten termelődő biomassza mennyisége az FVM számítása szerint 105-110 millió tonna, melynek energiatartalma közel 1 200 PJ/év. Ez a jól mutató szám, amely majdnem megegyezik hazánk teljes éves energiafelhasználásával, a tényleges felhasználhatóságot tekintve (technikai potenciál) 200 PJ/év érték körül szór a különböző becslések szerint.

Ha az egész ország területével számolunk, akkor 9,3 millió hektár esetében az FVM számítása hektáronként 11-12 tonna élőnedves biomassza produkcióval számolt évente, s ekkor a betonozott területeket is beszámította. Energetikai célú faültetvényeknél - a legnagyobb produkciót adó fűzek esetében - említ a szakirodalom 20-40 t/ha produkciót. Ezzel szemben, egy természetes erdőből a tartamos gazdálkodás szabályait figyelembe véve, évente 4-4,5 bruttó köbméter fa vehető ki.

Dr. GRASSELI GÁBOR – SZENDREI JÁNOS (Debreceni Egyetem ATC MTK) „*A tüzelesi célú energetikai növények termesztésének jelentősége*” című cikkében (Östermelő, 2006. június – július, 70. oldal) erdők fajlagos energiahozamát 15-20 GJ/ha/év értékben adja meg. Energiaerdők esetében 100-120 GJ/ha/év, energetikai faültetvények esetében 150-250 GJ/ha/év az energiahozam. Magyarország (2006) teljes energiafelhasználása 1 154 PJ/év. 9,3 millió hektár természetes erdőből 186 PJ energiafelhasználási lehetőség adódik, tehát hazánk teljes energiaigényének hatodrésze lenne kb. kielégíthető. Energetikai célú faültetvényeket az ország majdnem felén kellene ültetni ahhoz, hogy kielégíthessük a jelenlegi energia igényeket. Hasonló számokra jutnánk az energiafű esetében is. Ám azon is el kellene gondolkodni, hogy vajon egy természetes erdő miért csak az ötödét, tizedét produkálja egy ültetvénynek?

Prof. Dr. MAROSVÖLGYI Béla a Nyugat-Magyarországi Egyetem professzora, az általa vezetett energiaerdőket és energiaültetvényeket vizsgáló kutatás tapasztalatairól szóló beszámolóban 200-350 GJ/ha/év értéket ad meg energetikai faültetvények esetén. „*Fás szárú energianövények*” című cikkében (Új utak a mezőgazdaságban, Energia Klub 2005.) újratelepítéses energetikai ültetvényekre 8-15 t/ha/év élőszűly produkciót, 80-150 GJ/ha/év értéket közöl, míg a sarjzattatásos üzemmóddal termesztettek esetében nem közöl energiahozamot, de hivatkozik 20-40 tonna produkcióra fűzfélék esetében.

GERGELY Kinga, VARRÓ László: Megújuló energiaforrások Magyarországon. (ÖKO 2004. XII. ÉVF. 1-2. SZÁM 78-79 OLDAL) „A magyar erdőállomány szerkezetét figyelembe véve az erdők éves hozama átlagosan 5 millió köbméter/év ... az ennek megfelelő energiahordozó produktum mintegy 45-50 GJ/ha, a hazai erdőállomány egészére vonatkoztatva körülbelül 71-79 PJ”. Magyarország területének 19,1%-a erdő, azaz 1 773,3 ezer hektár. Még a 45-50 GJ/ha/év energiatermeléssel számolva is jól látható, hogy ha az ország teljes terjedelemben ilyen energiatermékű erdő lenne, akkor is összesen 500 PJ-nál kevesebb energia lehetne megtermelhető. Ez pedig a jelenlegi fogyasztásnak kevesebb, mint a fele.

#### IV.2.1. Területi igények

Nem kétséges, hogy a biomassa-felhasználási törekvések legtámadhatóbb pontja a terület adta lehetőségek szűkösége. A területi kérdésekhez jó néhány más probléma is kapcsolódik, mint amilyen az élelmiszerellátás biztonsága, a föld maradék természetes ökoszisztémáinak sorsa.

Ugyan jó néhány éve már, hogy felhívták a területi korlátokra a figyelmet, sem a környezetvédők, sem az új üzleti lehetőségekért éhezők nem akarták, sőt a mai napig nem akarják tudomásul venni a makacs tényeket. A kérdés akkor került az érdeklődés középpontjába, amikor 2004. októberében, George MONBIOT a Guardian újságírója, az Európai Szociális Fórumon kirohant a biodízel ellen, majd a Guardianben is cikket jelentetett meg a témában, „*Ki lakjon jól: az autó vagy az ember?*” címmel. (GUARDIAN, 2004. NOVEMBER 22.)

Véleménye szerint a bioüzemanyagokra való átállás humanitárius és környezeti katasztrófához vezetne. Az EU elképzeléseit, miszerint 2010-re az üzemanyagok 5,75%-a helyettesíthető lenne biológiai eredetű üzemanyagokkal, az Egyesült Királyság példájával kérdőjelezi meg.

„Az Egyesült Királyságban a közúti közlekedés évente 37,6 millió tonna kőolajterméket emészt fel. A legtermékenyebb növényiolaj-forrás, mely ebben az országban termesztethető, a repce. Az évi átlagos terméshozam hektáronként 3-3,5 tonna. Egy tonna repcemagból 415 kiló biodízelt lehet előállítani, így egy hektár termőföldön átlagosan 1,45 tonna üzemanyagot lehetne termelni. Másként megfogalmazva: ahhoz, hogy a kocsikat, buszokat és teherautókat biodízelrel üzemeltessük, 25,9 millió hektárnyi termőföldre lenne szükség. Az Egyesült Királyságban azonban mindössze 5,7 millió hektár művelhető földterület található. A környezetbarát üzemanyagokra való átálláshoz négy és félszer ennyi termőfölddel kellene rendelkezniünk. Még az EU szerényebb - mindössze 20%-os - célkitűzése (2020-ra) is felemésztene szinte az összes termőföldünket.”

További példák tucatjai hozhatóak. A Föld Barátai által kialakított véleményben is találunk ilyeneket. Például „Spanyolországban évente 27 milliárd liter dízelt fogyasztanak. A 2010-ig megkívánt 5,75%-os helyettesítés biodízelrel, évi 1 350 millió liter biodízel termelését igényelné. 1 200 liter hektáronkénti hozammal számolva

egy millió hektár földterületre lenne szükség, amely a termékeny területek 5,5%-a. Ehhez még hozzá kellene adni a benzin helyettesítéséhez szükséges etanol termelésére fordítandó területet.”

„Németországban is hasonló a helyzet, a 2010-es célok teljesítéséhez 2 millió hektárra lenne szükség a két millió tonna biodízel előállításához. Erre nincs elegendő földterület. Manapság a megtermelt 1,5 millió tonna biodízelnél szükséges nyersanyag Franciaországból származik.”

„Az Amerikai Egyesült Államokban még rosszabb a helyzet. Ahhoz, hogy a benzint kukoricából származó etanollal helyettesítsék a teljes földterület sem lenne elegendő.” Az USA teljes üzemanyag-fogyasztása évente 518 milliárd liter, szénkibocsátása 308 milliárd kg.

A Proceeding of the National Academy of Sciences-ben megjelent cikk szerzői a szójababból készült biodízelt, valamint a gabonafélékből erjesztett etanol alapú üzemanyagot vetették össze, és arra a megállapításra jutottak, hogy a biodízel ugyan jelentősen hatékonyabbnak tekinthető, mint az etanol, ám így is mindössze az üzemanyagigény alig 9 százalékát tudnák fedezni vele az Egyesült Államokban. Az étkezési növényekből készült etanol az amerikai üzemanyagigény 12 százalékát lenne képes fedezni abban az esetben, ha minden kukoricaföldet alapanyagellátóvá alakítanának át.

Látván a lehetséges területi problémákat Európában, egy hatásvizsgálat kapcsán világossá vált, hogy a tavaszi európai csúcs elvárásainak teljesítése (10% bioüzemanyag részesedés 2020-ig) a közösség termőterületeinek 72%-át igényelné, illetve minden megtermelt liter bioüzemanyag két és félszer többre kerülne, mint a normál üzemanyag. (SMITH, E.: CAN BIOFUELS BECOME SUSTAINABLE? ENERGY VOL. 13 NO. 27, 2007)

#### **IV.2.2. Területi korlátok Magyarországon**

LUKÁCS József vezető főtanácsos az Őstermelő 2006. június-júliusi számának 67. oldalán azt írja, hogy 2010-re a 2%-os célkitűzés: bioetanol esetén: 59 millió liter, biodízel esetén 56 millió liter. Ekkora etanolmennyiség előállításra 50-60 ezer hektárt, biodízelnél 40-50 ezer hektárt kalkulált. Szerinte ez gond nélkül növelhető 200-300, illetve 80-100 ezer hektár nagyságrendig.

A jelenlegi fogyasztási adatok szerint (WILDE György, a Magyar Ásványolaj Szövetség főtitkára, Index 2006. július 12.), 2005-ben 2 milliárd liter benzint és 2,8 milliárd liter gázolajat fogyasztottunk. Mivel nem tudjuk, hogy 2010-ben mennyi lesz a fogyasztásunk, így maradjunk annál, hogy a jelenlegi fogyasztás 5,75%-át kellene helyettesíteni. A teljes benzin- és dízeligény helyettesítése, hektáronként és évenként 1 000-1 200 liter etanollal és 1 200-1 400 liter biodízellel számolva, Magyarország teljes kukorica (1,34 millió hektár) és búzatermő (1,13 millió hektár 2005-ben) területét figyelembe véve, kb. 2 millió hektáron lehetne kielégíteni a bioetanol igényt, s még kb. ugyanennyi termőterületet kellene igénybe venni a

biodízel szükségletek kielégítéséhez. Ez már megközelíti az ország jelenlegi szántóföldi területét (4 509 ezer hektár), s akkor még nem termeltünk élelmiszert.

Reálisan, ha elfogadjuk a főtanácsos által javasolt lehetőségeket, akkor 400 ezer hektárral, s a legjobb hozamokkal számolva, cirka 500 millió liter bioüzemanyagot állíthatunk elő, amely 10%-os helyettesítési érték körül mozog. Ezek mellett teljesen irreális az a sokat hangoztatott elképzelés, hogy a bioüzemanyag-alapanyag jelentős exporthoz juttatná hazánkat. Mert vagy itthon helyettesítünk, ami muszáj, vagy exportálunk.

A teljes energiafelhasználásunk helyettesítésének területi korlátait mutatja a repce esete is. A repce hektáronként 3 tonna/év (nálunk ilyen átlagtermés nem jellemző) termésnél adna 1,45 tonna repceolajat, amelynek fűtőértéke 40MJ/kg. Ez 58 GJ/ha/év. 9,3 millió hektáron ez 539,4 PJ. A teljes energiafogyasztás 2005-ben 1 153,2 PJ, azaz a teljes energiaigénynek nem egészen a felét lehetne kielégíteni repceből. A szakirodalom szerint, ennyi tiszta energia megtermeléséhez a repce esetében fele energiamennyiséget kell befektetni.

Ráadásul minden esetben feltételeztük, hogy semmilyen fosszilis energiát nem használtunk fel. Igaz, nem tudjuk, hogy mekkora a hazai teljes energiafogyasztásból az a hányad, amit arra használunk, hogy nettó energiához jussunk, de nyilván ebben az esetben is le kellene vonni az energiatermelésre fordított energiát. Érdekes megjegyezni, hogy az importált energiahordozók esetében az energia-termelésre fordított energia nem a hazai fogyasztásban realizálódik, míg hazai megtermelés esetén igen.

#### *IV.2.3. Terület felhasználási vetélkedés, és társadalmi vonatkozások*

A terület-felhasználással kapcsolatos probléma abban csúcsosodik ki, hogy több, egymással vetélkedő felhasználási igény jelenik meg. Tegyük fel, hogy Magyarországon tényleg felszabadítható 1 millió hektár biomassza termesztés céljára. Ám ugyanezen a területen szeretnének villamosenergia-előállítás céljából energiafűvet, energia erdőt termelni, cukorrépát, kukoricát etanolnak, repcét biodízelnak stb.

Szintén Monbiot hívta fel arra a figyelmet, hogy a vetélkedés túlmutat a biomassza termelési opciókon, a megújuló energiaforrások termelése a valóságban az élelmiszertermeléssel és a természetvédelmi célú területhasználattal vetélkedik, más terület felhasználási módok mellett. Az energiaétvágy fokozódása és a szűkülő fosszilis energia kínálat, valamint a félreértelmezett környezetpolitikai célkitűzések már jelen pillanatban az olcsó, fosszilis tüzelőanyagok rendelkezésre állásánál is, rákényszerítették az embereket a biomassza termelésre. Az is világos, ha nő a bioüzemanyagok használatának kényszere, akkor nő a kereslet az alapanyagok iránt. A kereslettel nő az ár, s ha nő az ár, többen látnak lehetőséget a jövedelmezőségre. Ez pedig a termőterületek növekedéséhez vezet, amely pedig a természet kárára történik.

Így nem nehéz kitalálni, hogy ennek a területhasználati vetélkedésnek először a természetes ökoszisztémák esnek áldozatul, majd pedig az élelmiszer-alapanyag

termelés. Ezen a téren is - mint más európai környezetjavítási szándékok esetében történt - a környezeti terhek harmadik világra történő áthárítása várható. Mivel kevés jogilag védett természetes ökoszisztéma áll rendelkezésre a Közösség országaiban, ezért az élelmiszer és energiacélú alapanyag-termelésnek osztoznia kell a földterületen. A logikus osztozkodás, hogy a jelenlegi túltermelést helyettesítik energetikai célú termesztéssel. Ezek a készletek azonban messze nem elegendők a még csak kezdeti környezetpolitikai célok eléréséhez, ezért nyilván a külföldi beszerzés felé kell fordulni. Ez azért is logikusabb, mert a déli országok termőhelyi adottságai miatt ott találhatók a nagyobb kifizetési potenciállal rendelkező megújuló energetikai alapanyagok.

A szójabab, cukornád ültetvények a dél-amerikai országokban, a pálmaültetvények Indonéziában, s más délnyugat-ázsiai és afrikai országokban, eddig is a fő okát képezték a trópusi erdők degradációjának. Például Malajziában, 1985 és 2000 között, a pálmaültetvények az erdőirtások 87%-áért voltak felelősek.

A veszély ma már nem lehetőség, hanem tény.

*„Az EU növényolaj-importja a 2005/2006-os október-szeptemberi szezonban 8,75 millió tonnára emelkedik a 2004/2005-ös szezon 7,8 millió tonnájáról” - írja az Oil World szaklap. „A bioüzemanyagok belföldi termelésének rohamos növekedése miatt az EU vált a világ legnagyobb növényolaj- és zsiradék importőrévé.” „A szezon legnagyobb importtéttele a pálmaolaj lesz 4,9 millió tonnával, szemben a 2004/2005-ös 4,4 millióval. Az EU az idén október-decemberben nettó szójaolaj-importőrré válik, ami meglehetősen újszerű fejlemény, hiszen már egy jó ideje szójaolaj-exportőrnek számított. A növekvő repcemag-sajtólási forgalom ellenére sem biztosítható belföldi forrásból a repceolaj igény, ami a repceolaj esetében is nettó importőrré teszi az Uniót. A 2005/2006-os szezonban a repceolaj-import 250 ezer tonnára nő az előző szezon 28 ezer tonnájáról. Ebből 100-130 ezer tonna Észak-Amerikából érkezik majd, de nagy tételeket importál az unió Ukrajnából és Oroszországból is. A lap értesülései szerint már kínai importra is sor került.”*

Az európai exportra számító maláj kormány nemrég jelentette be, hogy megépíti ötödik biodízel-finomítóját, miközben az országban, akárcsak Indonéziában az őserdőt nagy iramban szorítják vissza az olajpálma-ültetvények, ráadásul az erdők felégetése és mocsarak lecsapolása metán és szén-dioxid-kibocsátással jár (területi áttérhelés). Az Európában felhasznált bioüzemanyag nagy részét Brazíliában gyártanak, ahol viszont az Amazonas esőerdejét irtják ki a termőföldért. A kedvező piaci helyzet valószínűleg a brazil cukornádtérmetelés bővítését fogja eredményezni, az elemzők a termelés 47%-os növekedésével számolnak 2005 és 2015 között. Brazília termőterülete mintegy 850 millió hektár, ebből 320 millió hektár a mezőgazdasági terület, a szántó és ültetvény területe együttesen 60,4 millió hektár. A cukornád ültetvény területe jelenleg 5,3 millió hektár, de ez akár hússzorosára is bővíthető.

Ha nem marad bevonható termőföld - jelenleg a szárazföldi területek egynegyede mezőgazdasági művelés alatt áll - akkor megkezdődhet a vetélkedés az élel-



miszeripari és energetikai célú alapanyag-termelés között, ezáltal azok között, akik csak a létfenntartási szükségleteiket szeretnék kielégíteni, illetve akik nemcsak jólakni képesek, de autójukat is feltankolni. Nem kétséges, hogy melyik érdekcsoport képes érdekeit érvényesíteni, illetve mindezt megfizetni. A társadalmi polarizáció, tehát még a biomassza termelés okán is nőhet, mégpedig jelentősen. Monbiot írásának címe pontosan erre utal: *Ki lakjon jól? Az ember vagy az autó?*

„Egy terepjáró közel százliteres tankjának megtöltéséhez etanollal 204 kiló kukoricára van szükség. Az ekkora mennyiség kalóriatartalma egy felnőtt egész éves táplálásához elég. (McNEELY, 2007) Ha ez így megy tovább, húsz éven belül 600 millióval többen éheznek majd - állítja a Nemzetközi Gabonatanács.” (FORRÁS: [HTTP://INDEX.HU/GAZDASAG/VILAG/BIO070612/](http://index.hu/GAZDASAG/VILAG/BIO070612/))

A szegényekre leselkedő veszély nemcsak az élelmiszer szükségességében, hanem az élelmiszerárak jelentős növekedésében is megnyilvánulhat. Az energetikai célú növényi termékek iránti keresletfokozódás, már ebben a kezdeti stádiumban is érzeteti árfelhajtó hatását. Az MTI 2006 elején egy londoni nemzetközi konferenciára hivatkozva arról számolt be, hogy világszerte emelkedhet a szója- és pálmaolaj ára amiatt, hogy növekszik a kereslet a bioüzemanyagok nyersanyagaként használatos növényi olajok iránt.

Az árfelhajtó szerepet látszik alátámasztani a cukor árának világpiaci emelkedése. „Tizenegy éves csúcsra ugrott a nyerscukor ára szerdán a New York-i árutőzsdén, a londoni jegyzések pedig kilenc és fél éves rekordszintre emelkedtek. Piaci szakértők a drágulási trend folytatására számítanak. Miért is? Thaiföldön és Ausztráliában rossz a cukornádtermés, Brazília pedig az exportra szánt nádcukor egy részéből üzemanyagként felhasználható bioetanolt gyárt. A bioetanolt egyre több országban keverik a benzínbe, ezért a cukornak felmegy az árszija - az árával együtt. Sőt: van egy igen népes ország, Kína, ahol még csak most kezdenek el cukrot fogyasztani – ez idáig ugyanis csak mesterséges édesítőszerhez (szacharinhoz) jutott hozzá a lakosság.” (VILÁGGAZDASÁG 2006.)

Dél-Afrikában, mivel erősen szorgalmazták a kukoricából történő etanol gyártást, ugyan egyik oldalon létrejött 55 ezer új munkahely, főleg a vidéki térségekben, ám mindenkit sújt, hogy az alapvető szükségletek kielégítése megdrágult. A kukorica 28%-kal, a cukor 12,6%-kal drágult egyetlen év alatt. Mexikó is megtapasztalta a kukorica iránti kereslet növekedésének árfelhajtó szerepét a tortilla árának emelkedésén keresztül. Mexikóban az év elején már komoly tüntetések és zavargások voltak, mikor a kukorica ára pár hónap alatt majdnem megduplázódott, mivel a bioüzemanyagok iránti kereslet az olajárak növekedésével hirtelen megugrott.

Az USA-ban az etanolszektor bővítése a jövőben felveti azt a kérdést, hogy honnan szerzik be a gyártáshoz szükséges kukoricát. Míg 2005-ben 40 millió tonna kukoricát használtak fel etanolgyártáshoz, 2010-ben már legalább ennek a duplájára lesz szükség, amely kukoricatöbblet az exportmennyiség terhére biztosítható. Az etanol kötelező felhasználásának árfelhajtó szerepe van a kukorica esetében,



2006-ban a kukorica ára 87%-kal emelkedett, amihez a 2006. évi globális gabonatermelés csökkenése is hozzájárult.

Magyarországon is felfedhetünk egy-két összefüggést, amely előre vetíti az élelmiszerárak emelkedését. A már említett túlzott bioetanol előállítási kapacitással aligha tudja a lépést tartani a hazai alapanyag-termelés. A szabályozásból következő nyomás a bioüzemanyagok iránt előidézheti, hogy gabona behozatalra szorulunk. Ez nyilván kedvezőtlenül befolyásolná a takarmányárakat is, ami veszélyeztetné a hazai állattenyésztési ágazatok jövedelmezőségét is, de nyilván kihatna az élelmiszerárakra is.

Szemben a brazil elnök vélekedésével, amely a felemelkedés lehetőségét látja a bioüzemanyagok termelésében és kereskedelmében, a helyi emberek közösségei nem annyira bizakodóak. Nevükben született az ún. Quitó-i nyilatkozat, amelynek keretében a helyi lakosok függetlenségüket féltik a bioüzemanyag üzlet szereplőitől. A nyilatkozat szerint:

- *Az energetikai mezőgazdasági alapanyagok tömegtermelése veszélyezteti a fennmaradt trópusi erdőket, amelyek viszont nélkülözhetetlenek az élet fennmaradásához.*
- *A bioüzemanyag termelése azoknak fog nagy hasznot hozni, akik érdekeltek a cukornád és pálma ültetvényekben, valamint azoknak, akik az erdőirtásért felelősek az Amazonas régióban.*
- *A bioüzemanyagok szabad utat jelentenének a genetikailag módosított gabonák számára, a vele járó számos hatással együtt.*
- *A létrejövő gazdasági hatalom miatt, az üzletemberek függőségre kényszerítenék a helyi farmereket, valamint az őslakos közösségeket, ez pedig az élelmiszer-szuverenitás elvesztését eredményezné.*
- *Ha földjeinket az üzemanyag megtermeléséhez szükséges gabona művelésére áldoznánk fel, az azt eredményezné, hogy saját magunk helyett a gazdagok autót kezdenénk el etetni. Másrészt pedig, az ivóvízforrásainkat a mezőgazdaságból eredő mérgekkel szennyeznénk be, amely hatással lenne az egészségünkre és az életminőségünkre.*
- *A jelenlegi kormány előtt két alternatíva van: az agráripár, vagy a sokféleséget és fenntarthatóságot mutató termelési modell visszaállítása, amely garantálná az élelmiszer szuverenitást, a tradicionális életforma folytathatóságát és a biológiai sokféleség megőrzését.*

A helyi emberek félelme a multinacionális vállalatok terjeszkedésétől igazoltnak látszik. Néhány eset már napvilágot látott, amikor bizonyítást nyert, hogy bioüzemanyag-termelésben érdekelt cégek illegálisan vágta ki őserdőket. A legismertebb eset az ún. Wilmar-botrány. A Wilmar cég a világ egyik legjelentősebb biodízel előállítója, akit Indonéziában azzal vádolnak, hogy engedély nélkül termelt le olyan területeket, amelyek nem tartoztak a koncesszióba adott területek

közé, hanem helyi közösségek tulajdonát képezték. (STERLING, T.: *THE ASSOCIATED PRESS*, 2007)

A Grain nevű jótékony szervezet farmerek és fejlődő országok helyi közösségeinek támogatásával, szintén támadást intézett a növekvő bioüzemanyag biznisszel szemben. A szervezet - mellesleg a FAO-ra hivatkozva - megerősítette, hogy a bioüzemanyagok szénmegkötésben játszott szerepe kétséges. A szervezet kutatásaira hivatkozva arról számolt be, hogy fejlődő országok kormányai, karöltve a bioüzemanyag cégekkel, az őslakosokat és parasztokat kiszorítják a földjükről, s a hagyományos környezetkímélő gazdálkodás helyett intenzív monokultúrákat hoznak létre. (HARRABIN, R., *BBC NEWS*)

A Föld Barátai, 2007 tavaszán ugyancsak állásfoglalást bocsátott ki, amelyben összegzi a biomasszával kapcsolatos ellenérveket, s feltételeket fogalmaz meg a hasznosítással kapcsolatban.

#### *IV.2.4. A területi versengés járulékos hatásai*

Környezeti szempontból a növekvő területéhség, s ennek következtében a természetes élőhelyek pusztulása mellett, a másik veszély a mező- és erdőgazdálkodás intenzitásának további növekedése. Szaklapokban egymást túllícitáló terméseredményekről, energia-kihozatalokról, s egyre jobb energiamérlegekről olvashatunk. Mint ahogyan láthattuk, a természetes erdő szerény energiaprodukcióját tízszeresére növelik az energia célú faültetvények, termesztett haszonnövényeink produkcióját is tovább kell növelni a jobb termésátlagok, a magasabb gazdaságosság érdekében.

Természetesen egy adott termőhely, egy adott életközösség az éppen fennálló ökológiai körülményeknek megfelelő produkciókkal szolgálhat csak, s külső energiabefektetésre van szükség ahhoz, hogy a produkció nőjön. Nemcsak a közvetlen energiaköltségek - mint gépi munka energiafelhasználása - de az egész termesztési folyamat is közvetlen vagy közvetett energiabefektetéssel jár. Az öntözővíz, a műtrágya, a növényvédőszer, a szállítás stb., mind energiát testesít meg, s természetesen minden kibocsátás is környezeti terhelést jelent.

További lehetőség a terméseredmények fokozására a növények genetikai képességének kihasználása, a növénynemesítés, legújabban a génkészlet mesterséges módosítása géntechnológiai eljárásokkal. Többen is abban bíznak, hogy a jelenlegi produkciók a tulajdonságok javításával növelhetők a biotechnológia által. A *Nature Biotechnology* (24, 725. 2006. július) ([WWW.NATURE.COM](http://WWW.NATURE.COM)) „*A bioetanolnak szüksége van a biotechnológiára*” címmel jelentetett meg cikket. Az írás lelkesen ecseteli, hogy az etanol egyik alapanyagának, a kukoricának a termelése milyen magas költségekkel és környezeti károkkal jár, mint pl. a nitrogén műtrágya, a talajerózió, a rovar- és gyomirtó szerek, sőt még a fejlődő országok élőhelyeire leselkedő veszélyt is felemlíti. Ezeken a problémákon segíthetne a biotechnológia. „*Jelenleg főleg kukoricából és cukornádból gyártott etanol esetében már kidolgozták a rekombináns DNS technológiákat, amelyek egyrészt emelnék az etanolhozamot, másrészt pedig csökkentenék a*

*betáplált nyersanyagok környezetre gyakorolt káros hatását, továbbá fokozná a feldolgozás hatékonyságát a finomítóban*”. Ígérik a fotoszintézis szén-dioxid-fixáció hatékonyságának javítását, a nitrogén-fixáció megoldását vagy az endospermiumban lévő keményítő egyszerűbb cukorra való lebontását végző enzimrendszer beépítését a növényekbe. Szintén kutatás kezdődött az olajpálma genomjának a feltárására, amelytől szárazságtűrésre, illetve nagyobb produkcióra képes genetikailag módosított fajtákat remélnek. (PR NEWSWIRE)

Társadalmi szempontból is további hatásokat kell fontolóra venni. A szuperintenzív monokultúrák - hiszen az energetikai célú termesztés nagy táblaméreteket igényel - tovább torzíthatják a birtokviszonyokat. A Föld Barátai Európa szerint az intenzitás növekedése további birtokkoncentrációval fenyeget. Például ma Brazíliában a területek 46%-a koncentrálódik a vidéki népesség mindössze 1%-ának kezében, ami annak a következménye, hogy a földtulajdonosoknak el kellett hagyni földjeiket és korábbi foglalkozásukat. Ők a városok szegényebb negyedeibe költözhettek vagy erdőirtással próbáltak újabb területeket szerezni.

A területi igény fokozódásnak természetesen lehet árfelhajtó szerepe a földtulajdonosok számára. A kisbirtokosok aligha tudnak élni a magas intenzitást igénylő energetikai célú növénytermesztés lehetőségeivel, így legfeljebb magasabb áron értékesíthetik földjeiket vagy magasabb bérleti díjra számíthatnak.

#### **IV.2.5. Energiamérlegek**

Ezen a területen nagyon kaotikus állapotokat találunk. Tudományos műhelyek egymásnak ellentmondó eredményeit ismerhetjük meg, annak megfelelően, hogy ki milyen általános ítéletet szeretne igazolni. Jelen tanulmány keretei nem tették lehetővé, hogy a közölt adatoknak utána számoljunk, azért sem, mert sem a számítási utak, sem a kiindulási adatok nem ismertek teljes körben.

A megismert mérlegek közös hibája, hogy az ún. virtuális energiafelhasználással, s ennek értelmében a virtuális környezeti terheléssel sem számolnak, ami ugyancsak megkérdőjelezi az energetikai vagy környezeti mérlegek (pl. szén-dioxid) eredményeit.

#### **Mit értünk virtuális energiafelhasználáson?**

Bármely felhasználásra kész energiahordozó rendelkezik egy teljes életúttal, amely egy bonyolult szerteágazó rendszer. Az életciklus-elemzések egy létesítmény esetében a létesítés, megvalósulás (működés), majd felhagyás szakaszainak környezeti összefüggéseit vizsgálják, egy termék esetében a bölcsőtől a sírig életutat követik. Ugyan jelentős előrelépésnek tekinthetjük ezt a gondolkodást, s már az is eredmény lenne, ha komolyan alkalmaznák az életciklus elemzéseket, mégis azt kell mondanunk, hogy a jelenlegi életciklus-vizsgálatok csak több-kevesebb láncszemét vizsgálják a tényleges életciklusoknak. Egy-egy termék esetében ugyanis a különböző életciklus láncok összekapcsolódnak. Ahhoz, hogy egy liter benzint előállítsunk, ahhoz kell kőolaj, azt frakcionálni kell, adalékanyagokkal ellátni, szállítani a felhasználás helyére, majd el-

égetni. Energia kell a melléktermékek, hulladékok szállításához, elhelyezéséhez is. Ha csak egy kőolaj-finomítóban vizsgálom a benzin életútját, az ennyi energiát igényel járulékosan. Ám még ott sem csupán ennyit. Minden liter frakcionált olajra esik valamennyi (nagyon kicsi) környezeti terhelés abból, hogy létre kellett hozni a finomítót, energiát kellett befektetni, anyagokat kellett beszerezni, s természetesen működtetni kell az üzemet. Ráadásul minden újabb megnyitott ág, további nagyon-nagyon kicsiny környezeti terhelés hoz magával. Például a felhasznált építőanyagoknak is volt környezeti terhelés, erőforrás igénye, gyára stb. Azután a kőolaj-finomító üzemeléséhez is energiára van szükség, no meg munkásokra. Hol kellene elszámolni a munkások közlekedési költségeit, vagy a gépekre, szerszámokra eső költségeket, vagy az üzem által produkált környezeti terhelések felszámolásának energiaköltségeit?

S a fenti példa csak a finomítóra és kapcsolódási pontjaira utal. Egy másik életciklus az alapanyag révén kapcsolódik a finomítóéval. A kőolajat ki kellett bányászni, ahhoz fúrótoronyt kellett létesíteni, ahhoz, pedig anyagot kellett gyártani, azokat szállítani, szerelni kellett. A kitermelt olajat tárolni kell, ahhoz tárolók kellenek, majd szállítani, tankhajókban vagy éppen csővezetéseken. A szállításához energia kell, az eszközök gyártásához, karbantartásához szintén.

Amikor kimondjuk, hogy biodízel, legfeljebb egy szép virágzó repceföldre gondolunk, meg egy kevésbé szép olajsajtólóra. Ha csak a biodízel előállításához szükséges termelési segédanyagokat nézzük (metanol, kálium-hidroxid, nátrium-hidroxid, kénsav, foszforsav, hidrogén-klorid, ipari víz, szén-dioxid, nitrogén, elektromos áram, gáz) ugyancsak elcsodálkozunk azon, mi minden más anyagot is meg kell termelni ahhoz, hogy elérjük végcélunkat. Logisztikai létesítmények sorát kell felépíteni (olajos magvak átmeneti tárolója betakarítás után, olajos magvak tárolója az olajütőben, nyersolaj tároló, melléktermékek tárolója, technológiai segédanyagok tárolói, végtermék tárolója), ami együtt jár az anyagmozgatással, szállítással. Természetes lenne ezek energiaráfordításait, s más terheit (szén-dioxid, hulladék, vízhasználat) is figyelembe venni a környezeti mérlegek elkészítésekor, de ezek onnan rendre kimaradnak.

A benzin kapcsán beszélhetnénk még olyan indirekt kapcsolódásokról, mint az elsüllyedt tankhajók okozta környezeti károk elhárításának költségei, vagy az olajhoz kötődő háborúk energiaköltsége, környezeti katasztrófái, s persze társadalmi hatásai.

Lehetetlen lenne követni a teljes kapcsolati hálót, s kiszámolni, hogy egy liter benzinre milyen, aligha mérhető, mégis valóságos környezeti terhelések jutnak. A liter ehhez túl kicsi mértékegység, de minél nagyobb léptékeket vennénk elő, annál jobban érezhetővé válnának ezek a virtuális terhelések.

Persze vannak erre kísérletek. Az ökológiai lábnyom vagy ökológiai hátizsák pontosan a háttérben maradó terheléseket kívánja feltérképezni. Noha a tökéletesség elérésére itt sincs esély, ám néhány napvilágot látott adat ugyancsak elgondolkodtatja az embert.

#### A Wuppertal Intézet számításai szerint:

- Fogkefe 1,5 kg
- Mobiltelefon 75 kg
- PC 500 kg
- 1 tonna importált fém 20 000 kg hulladék keletkezésével

#### World Water Council (2004) szerint:

- 1 kg búza 1 000 l
- 1 kg tojás 2 700 l
- 1 kg marhahús 13 500 l víz felhasználásával párosul.

A következő táblázatból jól látható, hogy az ún. externális költségeknél legfeljebb az elsődleges hatások következményeként jelentkező terheket számolják, s nem az egész kapcsolati háló mentén keletkező költségeket. Például a tűzifa externális költsége már csak azért sem lehetne zéró, mert a fát ki kell termelni, el kell szállítani, nem beszélve az erdőfelújítás, -fenntartás külső költségeiről. A bálázott szalma externáliái már csak a bálázógép működésének kapcsán is létrejönnek.

#### Az energiahordozók alap és környezetvédelmi („externális”) költségei (Ft/GJ)

Energiahordozók	Alapanyag, amortizáció	Externális költségek	Teljes költség
Barnaszén	993	1 533	2 526
Feketeszén	1 138	1 000	2 138
Tüzelőolaj	3 738	86	3 824
PB gáz	2 151	4	2 155
Földgáz	950	4	954
Tűzifa	1 129	0	1 129
Gyümölcsnyes	628	0	628
Energiaültetvény	769	0	769
Bálázott szalma	839	0	839

(Forrás: FVM Műszaki Intézet)

A különböző biomassza féleségekhez és különböző hasznosítási módokhoz természetesen más és más energiamérlegek tartoznak. Nyilván meghatározó, hogy a kiszemelt alapanyag milyen produkciókra képes, különböző ökológiai, termőhelyi körülmények között.

A következő táblázat néhány átlagos hozamot mutat be:

Termény	Biodízel (l/ha)
Szója, északi vidékeken	375
Szója, déli vidékeken	900
Repce	1 000
Mustár	1 300
Pálma olaj	5 800
Algák	95 000

Termény	Etanol (l/ha)
kukorica (USA)	1 360
cukornád (Brazília)	3,960 benzinegyenértékben kifejezve (1:0,66)

(Wikipedia 2006. Biodiesel. <http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>)

A statisztikák szerint a pálmaolaj és a cukornád, a trópusi zónákban adja hektáronként a legtöbb hajtóanyag alapanyagot. A legígéretesebb a biodízel vonatkozásában az alga, de a technológia még javításra szorul. A cellulózhulladékokból előállítható etanol is jelentős potenciállal rendelkezik, bár az enzimatikus feltárás drága, s az eljárás néhány elemének környezeti hatásai sem tisztázottak még. (FRIENDS OF THE EARTH INTERNATIONAL)

KOHLHEB Norbert az Energia Klub kiadványában (ÚJ UTAK A MEZŐGAZDASÁGBAN, 2005), „Energiaültetvények termesztésének gazdasági jellemzői” című írásában közöl energia input/output hányadosokat különböző fás és lágyszárú fajok esetében, különböző termőhelyi adottságok, és termesztési intenzitások között. Míg a legkedvezőbb energia-kihozatali arányok általában a jó termőhelyeken, extenzív körülmények között adódnak (kivéve kender), addig a legnagyobb energia outputok a jó termőhelyeken intenzív termesztési technológiák mellett érhetők el. Ez is mutatja, hogy a faj, termőhely és termesztési technológia befolyásolja a produkiókat, s ennek értelmében az energiatermelési lehetőséget is. Ám általában elmondható, hogy a nagyobb produkiók elérését lehetővé tevő intenzív termesztés energiaráfordítása kisebb arányban térül meg, mint az extenzívé. A közölt számok persze itt sem tartalmazzák a hiányolt virtuális hátteret, s a számolások csak az ültetvényeken, s szállításba befektetett energiamennyiségekkel számolnak. A tüzelőanyagok előkészítésének (apríték, pellet, stb.), logisztikai műveleteknek, segédanyagoknak energiaigényei nem kerülnek bemutatásra.

A természetszerű erdők környezetkímélő használata meglehetősen magas energia-kihozatali hányadossal jellemezhető, a kitermelt faanyag energiatartal-

ma ötvenszer haladja meg a bevitt energiamennyiséget. Az inputok közel fele a szállítás energiaigényét fedezi. Az energetikai célú faültetvények output/input hányadosai tág határok között szóródnak, annak megfelelően, hogy extenzív vagy intenzív használatúak-e, illetve milyen termőhelyi körülmények biztosítottak. Extenzíven művelt jó termőhelyeken a hányados értéke eléri a 20-at, míg rossz termőhelyen, intenzíven művelt ültetvény esetében a kihozatal csak háromszorosa a bevitt mennyiségnek. (KOHLHEB, 2003) Mások akár ötvenszeres értékeket is megadnak kedvező esetekben.

A teljes energiamérleg összeállítását nagyban befolyásolják a konverziós utak, amelyek tovább bonyolítják az amúgy sem tiszta képet. A legnagyobb energia igény feltehetően a konverziónál áll fenn. Ez kb. 60% is lehet, a konverziós út fajtájától függően.

A szaksajtó, de a tudományos irodalom is ellentmondó kijelentéseket tesz. Íme néhány:

A biomassa megtermelése is gyakran nevezhető fenntarthatatlannak. Magasak az inputok: energia, növényvédőszer, műtrágya, gépek stb. Jó példa erre az USA-ban a kukoricából előállított bioetanol. Néhány tanulmány azt állítja, hogy kukorica és belőle az etanol kinyerése hatszor több energiát igényel, mint a végtermék által leadott energia az autó motorban. (PESCOVITZ, D. ETHANOL STIRS ECO-DEBATE. BERKELEY ENG. LAB NOTES, VOL. 5, MARCH 2006.)

*„Míg a szójababból készült biodízel felhasználásával az előállításához szükséges energiaigénynek majdnem a dupláját vagyunk képesek kinyerni, addig az etanol alig termel 25 százalékkal több energiát, mint amennyit az előállítása során felemészt. Ez utóbbi különbség elsősorban abból adódik, hogy az etanol előállítása során erjedési folyamatokat kell beindítani, ami viszonylag nagy energiaigényű folyamat”. (NATIONAL GEOGRAPHIC)*

A biomasszával kapcsolatos elsőszámú kérdés tehát az, hogy pozitív vagy negatív-e a kinyerhető energia energiamérlege, annak előállításához, kevesebb, vagy több energiát kell-e igénybe vennünk, annál az energiamennyiségnél, amit a megújuló energiaforrásokból remélhetünk.

A tudomány, úgy tűnik két táborra szakadt, annak megfelelően, hogy milyen érdekeltségek mozgatják.

Az ellenzők két amerikai professzor meglehetősen korai munkáira (DAVID PIMENTEL, CORNELL EGYETEM, TAD W. PATZEK, BERKLEY) hivatkoznak. Íme a szerzők néhány számításának eredménye, amely szerint az energia mérleg negatív:

- Kukoricából alkohol +29% fosszilis energia
- Fűből alkohol +45% fosszilis energia
- Fából alkohol +57% fosszilis energia
- Szójából dízel +27% fosszilis energia
- Napraforgóból dízel +118% fosszilis energia

SCHMITZ, N., HENKE, J., (INNOVATION IN THE PRODUCTION OF BIOETHANOL AND THEIR

IMPLICATIONS FOR ENERGY AND GREENHOUSE GAS BALANCES) német szerzők - szemben az amerikai iskolával - azt állítják, hogy az energiamérleg pozitív. Szerintük a fenti szerzők elfogultak, elavult statisztikai adatokat használtak, nem veszik figyelembe a mezőgazdaság javuló hatékonyságát, az energiafeltárás technológiájának javulását, valamint a terménymaradványok energia tartalmát. Ők 12 új tanulmányt választottak ki, amelyek nettó energia nyereséget és szén-dioxid megtakarítást mutattak ki.

<i>Energianyerés módja</i>	<i>Nettó energia nyereség etanol literenként</i>	<i>ÜVHG megtakarítás 1l etanol egyenlő 0,647 l üzem- anyag széndioxid egyenérték</i>
<i>Széna/biogáz</i>	<i>15,7 – 20,1 MJ</i>	<i>1,8 kg</i>
<i>Növényi magvak/termé- szetes hajtóanyagok</i>	<i>6,6 MJ</i>	<i>0,7 kg</i>
<i>Melasz/olaj</i>	<i>6,4 MJ</i>	<i>0,8 kg</i>

Ilyen és hasonló elemzésekben szinte reménytelen igazságot tenni, mert az eredmények valóban attól függenek, hogy ki milyen tényezőket vesz figyelembe. Ugyan vannak ajánlott számítási szabványok, ám ezek tökéletessége is megkérdőjelezhető.

A legfőbb kritika, amely megfogalmazható, hogy általában csak első generációs, közvetlen energia igényeket vizsgálnak, s nem foglalkoznak az ökológiai hátizsák teljes tartalmával.

Például a növénytermesztésnél figyelembe veszik a mechanikai talajmunkák, véetés, betakarítás és szállítás energia igényét, de nem foglalkoznak a talajerő-utánpótlás, növényvédőszeres, vízpótlás másodlagos, harmadlagos energia igényével. Nyilvánvaló, hogy egy műtrágya megtermeléséhez, alapanyagainak kitermeléséhez, szállításához is energiára van szükség. Vagy mindezek virtuális víztartalmát, s az ahhoz szükséges energiát is figyelembe kell venni, ahogyan arra, már fentebb utaltunk.

Mint látjuk a vita tárgya az is, hogy a növény minden hasznosítható részének az energiatartalmát be kell-e számolnunk az energiamérlegbe. Például miután learattuk a repce magját, hasznosítsuk-e a repce kóróját is? Ez a kérdés másként is jelen van a biomassza hasznosításról szóló vitákban. Sokan úgy vélik, hogy vétek, sőt pocskéolás az egyszer megtermelt növények biomasszáját nem hasznosítani, hiszen ez csökkenti a befektetett természeti erőforrások hasznosulását. Ők azt mondják, hogy először a maradványok hasznosítását kell megoldani, s utána jöhet a szerkezetváltás, a tisztán energianyerés céljából történő termesztés. Mások a maradvány biomassza kicsiny energiasűrűségére, s az összegyűjtés magas költségeire hivatkoznak, s ők elsődlegesnek tartják a lehető legnagyobb energiasűrűség elérését, azaz a tisztán energetikai hasznosítást.

Nyilvánvaló, hogy mindkét érvelés csak elsődleges gazdaságossági szempontokat vesz figyelembe, nélkülözi a rendszerszemléletű megfontolásokat. Ha a megtermelt biomasszából semmi sem jut vissza a talajra, és ennek következtében a talajszerkezet



romlik, s hosszú távon a műtrágyák érvényesülése is csökken, akkor abszurd módon az is előfordulhat, hogy azért termelünk energiát a maradványokból, hogy annak segítségével biztosítsuk a talajferő fenntartását. Egyesek szerint a szervesanyagoknak a legjobb és leggazdaságosabb felhasználása, ha talajba forgatásuk révén a talaj humuszvagyonát gyarapítják, hozzájárulnak a talajélet és szerkezet fenntartásához, és a növények táplálásához.

Ennél a kép egy kicsit árnyaltabb. Természetes körülmények között senki sem szántja be a talajfelszínre jutó növényi vagy állati maradványokat. Azokból élőlények közreműködésével stabil talajmorzsák keletkeznek, amelyek biztosítják a talajképződést, s a szervesanyagok hosszú távú hasznosíthatóságát. Ezzel szemben a talajba forgatott tarlómaradék, de akár istállótrágya is nagyon hamar degradálódik a talajban főleg az ott folyó felgyorsított oxidáció miatt, ezért nem javítja a talaj szerkezetességét, legfeljebb tápelemek forrásaként szolgál rövid ideig. Bizonyos körülmények között az is előfordulhat, hogy mikrobiális bontásuk fitotoxikus anyagokat szabadít fel. A műtrágyák megfelelnek ugyan rövidtávon tápelem forrásnak, jó hozamfokozók, de a talaj szerkezetességét nem képesek javítani. Hosszú távon tehát nem lehet nélkülözni a talaj fenntartásához vezető természetes folyamatokat.

#### ***IV.2.6. Természetvédelmi és ökológiai szempontok***

A biomassza termesztése és felhasználása esetén a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- *Ne vezessen a természetes élőhelyek kiterjedésének és minőségének további romlásához, sem közvetlenül, sem közvetve.*
- *Az energetikai célból hasznosításba vont területen az előző felhasználással összevetve csökkenjen a környezeti terhelés.*
- *A hasznosított területen az előző felhasználáshoz képest javuljanak a biodiverzitás-mutatók, mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban.*
- *A hasznosításból ki kell zárni az invazív és genetikailag módosított fajokat.*
- *Az eredeti ökológiai feltételeknek (talaj, vízháztartás, klíma) megfelelő, az azokat megtartó termesztéstechnológia kerüljön kiválasztásra, amely nem csökkenti az adott ökológiai rendszer megújuló képességét.*

Az igazság az, hogy ha szeretnénk kizárni a környezeti feltételek romlását, akkor ugyancsak konfliktusba kerülünk az energetikai célú ültetvények legfontosabb elvárásával, a magas produkcióval. Márpedig ezeknek az ültetvényeknek ez a célja, különben megfelelnek a természetes körülmények között elérhető hozamok is a természetes rendszerekből.

Úgy tűnik azonban, hogy a természet az evolúció során elügyetlenkedte létrehozni az ember igényeinek megfelelő, feltehetően végtelen nagyságú produkciót adó rendszereket. Az ember most ezt próbálja pótolni, s lelkesült világmenőtőink azt kívánják bebizonyítani, hogy egyre nagyobb produkciójú rendszereket

lehet kicsikarni a természettől, anélkül, hogy cserébe bármit is feláldoznánk. Ez az egész olyan, mintha egy boroshordót szeretnénk megcsapolni, de nem akarunk kintről semmit sem beleönteni, miközben egyre többet szeretnénk belőle inni. Nagyobb torkú embert lehet találhatunk, ám ettől a hordó csak gyorsabban fog kiürülni, ha nem töltünk utána.

Vajon a 60 tonna (valószínű nedves anyagról van szó) hektáronkénti terméshezammal kecsegtető, amerikai kutatók által nemesített elefántfü mitől képes erre a bámulatos produkcióra?

Először is monokultúrát alkot, hiszen négy méteresre nőve, aligha él meg más növény az árnyékában. Tehát már le is mondhatunk a biodiverzitás növelésének a szempontjáról, hiszen ennél még a szántóföld is magasabb diverzitást nyújt a gyomkultúrájával.

Másodszor, a növények által termelt szervesanyag a napenergia segítségével épül fel, a levegő szén-dioxidjából, vízből, és a talajban lévő ásványi és szervesanyagok bomlásából, bontásából származó kémiai elemekből. Ebből a nap és a szén-dioxid nem korlátozó tényező, legalábbis amíg éppen nincs túl sok ez utóbbiból. A víz, illetve a talajban lévő tápanyagok azonban véges mennyiségűek, sőt egymás jelenléte, hiánya által limitáltak is. Tehát külső források bevitele nélkül a magas produkció nem fenntartható, a „hordó” előbb-utóbb kiürül.

Marad tehát a külső források bevitelének kényszere. Azonban csak az ökológiai rendszerek működésének túlzott leegyszerűsítése hozhatja létre azt a gondolkodást, hogy a talajban lévő elemek pótolhatóak az élegetésből származó hamuból, és egy kis műtrágya adagolással a nitrogén, foszfor igények is kielégíthetők. Jól látható, hogy a hasonló alapokból kiinduló intenzív mezőgazdaság a produkció megnövekedése mellett milyen környezeti terheket hagyott maga után, miután figyelmen kívül hagyta a rendszerek eltartó- és tűrőképességét.

A biogeokémiai ciklusok, amelyek az élet megújítását jelentik, 30-40 elem részvételét igénylik, amelyek végessége, rendelkezésre állása egy adott rendszerben limitáló tényező. A tápanyag utánpótlását a talaj, víz, levegő között folyó interakciók biztosítják, amelynek legfőbb mozgatórugója az élő szervezetek tömege. A körforgásba hatalmas geológiai tartalékelem raktárak iktatódnak közbe, amelyek egyrészt gázfázisúak (C,N,O), így gyors ciklusokat tesznek lehetővé, míg az üledékes kőzetek tartalékai (P,S) csak lassan mobilizálhatóak, és éppen ezért korlátozó tényezők. A rendszerek működése teli van hasonló önszabályozó, egymást kiegészítő funkciókkal. A mineralizációnak az immobilizáció a fordítottja. Míg a mineralizációban az elemek szerves kötésből ásványi kötésbe kerülnek baktériumok közreműködésével, s csökken a talajban a szervesanyag, s nő a növények számára felvehető tápanyagok mennyisége, addig az immobilizációban a szerves elem épül be valamelyik talajmikrobába, amely elvonja a növény elől a hasznosítható elemet. Például gazdag szénforrások esetében a mikrobák immobilizálják a műtrágyával bevitt nitrogént és foszfort a növény elől. Ezek az antagonizmusok tudják biztosítani azt, hogy a növekedés ne lehessen végtelen, s hirtelen, ne haladhassa meg az alkalmazkodáshoz

szükséges időt. Ezek a mechanizmusok képesek bizonyos mértékig kiegyenlíteni az ember ismerethiányából fakadó téves beavatkozások hatásait is.

Az igazság az, hogy a biomassza célú termelés az egész növényi kultúrát szőröstől-bőröstől akarja hasznosítani. Egy természetes erdőben is sokkal több szervesanyag van, mint amennyit rönk formájában ki lehet belőle nyerni, de az nem hozzáférhető, vagy csak nehezen az. Egy energiaültetvényből minden, ami a föld felett nő levágható, elvihető. Egy erdőben a fák ágai, gallyai egy bizonyos vastagság után nem hasznosulnak az ember által, a cserjék, lágyszárú növények sem. Hasznosulnak viszont az egész erdei ökoszisztémában, ahol a lebontó szervezetek hatalmas „*biomasszája*” ezekből a „*hulladékokból*” fenntartja az ökoszisztémán belüli, és azon kívüli anyag- és energiaáramlásokat.

Ha a talaj felől elviszünk mindent, akkor megsértjük a talaj és felszín között megvalósuló interakciókat, s „kiéheztetjük” azt az életet, amely az anyag- és energiaáramlásokat biztosítja. Ugyanis a mineralizáció folyamatát, amely heterotróf szervezetek közreműködésével zajlik, az elhalt élőlények anyaga táplálja. Ennek során a szerves vegyületek szervetlenné bomlanak, s miután a bomlástermékek egy része a légkörbe távozik, másik része a talajban ásványi anyagokká alakul, táplálékot szolgáltatva a növényzetnek. A fent említett, 30-40 elem körforgását a talajban egy négyzetméteren, s tetszőleges mélységben átlagosan 400 gramm tömegű élő anyag biztosítja, amely egy hektáron átlagosan 4 tonna, optimális esetben 30 tonna élő anyag tömeget jelent. E mögött hihetetlen fajsza-  
mok és egyedszámok sorakoznak fel, pl. négyzetméterenként, tetszőleges mélységben 1014 baktérium egyed, 1011 gomba, 108 algaegyed stb. Minden egyes beavatkozás az ökológiai rendszerbe: talajművelés, taposás, talajvízszint emelkedés, süllyedés, stb., a mikróbaközösségek katasztrófájához vezet.

Anélkül eszünkölünk bolygó léptékű beavatkozást az ökológiai rendszerekbe, hogy tisztába lennénk az egyes alrendszerekben, s azok között megvalósuló történésekkel. Ilyen bátorságra csak a tudatlanság jogosíthat fel bennünket! Általánosságban azt az ítéletet is kimondhatjuk, hogy a biomassza elégetésével az ökológiai rendszerek megújulását lehetővé tévő tápanyagot füstöljük el, azért hogy kielégítsük féktelen energiaéhségünket. Nézetem szerint a biomassza elégetésénél nagyobb csapást még nem mért az ember saját magára, hiszen most rúgja ki maga alól a táplálékpíramis alapköveit.

#### *IV.2.7. A szén-dioxid semlegesség mítosza*

A biomassza hasznosítással kapcsolatban már láttam sokféle támogató érvet, s ellenérvet is szép számmal. Azonban még egyik sem vizsgálta a biomassza elégetésének a kérdését a globális anyag- és energiaáramlás egészén belül. Tudósok ismételtetik, hogy a biomassza elégetése szén-dioxid semleges, hiszen annyi szén-dioxidot bocsátunk ki annak elégetése során, mint amennyit az életében megkötött. Mások azt fejtegetik, hogy megtermelése, szállítása és elégetése során bocsátunk ki annyit,

mint amennyit életében megköt. Megint mások az állítják, hogy maga a folyamat ugyan nem szén-dioxid semleges, de a fosszilis energiahordozók elégetéséhez képest szén-dioxidot takarít meg.

### Hogy is van ez?

Egy növény nem lóg a levegőben, azaz nem vizsgálható önmagában, hiszen interakcióban van a talajjal, vízzel, levegővel, s más élőlényekkel. Tehát, ha például egy erdőt nézünk, vagy egy mezőgazdasági ültetvényt, akkor annak az egész anyag- és energiaforgalmát kell néznünk. Ebben a megvilágításban már nemcsak a szén-dioxid, hanem más üvegházhatású gázok, mint metán,  $N_2O$  is szerepet játszanak.

Az autotróf szervezetek a fotoszintézis során évente 180 milliárd tonna biomasszát termelnek, s megközelítőleg ugyanennyi használdik el a légzés és mineralizáció útján. Az élő biomassza széntartalma szárazföldi élőlények esetében 800 milliárd tonna (20 év tartózkodási idő), az óceánokban élők 5 milliárd tonna (0,2 év tartózkodási idő) szenet reprezentálnak. Az elhalt szárazföldi biomassza széntartalma 1 200 milliárd tonna, az óceánokban 1 000 milliárd tonna (tehát viszonylag kis mennyiségű biomassza nagy produkciót állít elő!). Mindkettő tartózkodási ideje 30 év. Az atmoszféra 700 milliárd tonna szenet raktároz szén-dioxid formájában (PAPP, S.-KÜMMEL, R.: KÖRNYEZETI KÉMIA), amelyből a földi vegetáció és tengerek élővilágának fotoszintézise egyaránt 35 milliárd tonna szenet köt le. A fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó, légkörbe kerülő szén mennyisége 5,3 milliárd tonna, amely az összes légkörbe jutó szén-dioxid kevesebb, mint 5%-a. Pl. ezzel is egyensúlyt kellene tartania az üledékképződésnek, s a talajban folyó irreverzibilis szénlerakodásnak, ami a tengeri üledékek esetében 0,5 milliárd tonna, az irreverzibilis lerakodásnál kevesebb, mint 0,1 milliárd tonna szenet jelent. A tengerek széndioxid elnyelő képessége az emberi eredetű kibocsátások felére korlátozódik, így a légkör karbonium tartalmának növekedése 2 milliárd tonna, illetve 0,3%.

Ha csupán egy szárazföldi autotróf szervezetet nézünk, akkor az a fotoszintézis során megtermelt szerves anyag egy részét elégeti, tehát a megkötött szén-dioxid egy részét maga is visszajuttatja a környezetbe, másik részét szervezetének felépítésére fordítja, tehát a szenet időlegesen raktározza. Addig pozitív ez a mérleg, amíg a szervezet növekszik.

Ha az ökoszisztéma egészét nézzük, akkor az autotróf, szervesanyag termelő növényekre heterotróf, szervesanyag fogyasztó szervezetek települnek, akik elégetik a szervesanyagot, s a megkötött szenet szén-dioxiddá oxidálják, kilélegzik, illetve a szén egy részét maguk is beépítik szervezetükbe. Az elhalt szárazföldi biomassza a korhadás, rothadás során lassan kerül lebontásra, amely időlegesen (30 év körüli tartózkodási idő) szenet von ki a körforgalomból. Ha a szervesanyag közvetlenül levegőtől elzárt körülmények közé kerül, vagy az őt korábban elfogyasztó szervezettel történik ez elhalása után, akkor a szén fosszilizálódik, s ideiglenesen (108 év tartózkodási idő) kivonásra kerül a körforgásból. Természetesen a talajban lévő víz is tartalmaz szenet vagy szén-dioxidot oldott formában, vagy karbonátokban meg-

kötte. Tehát ha az ökoszisztéma egészét nézzük, a szén egy része kivonásra kerül a gyors körforgásból.

A talaj ember általi közvetlen vagy közvetett bolygatása azonban részben képes mobilizálni a tárolt szenet. A gyakori talajművelés, szántás, lazítás stb. átrendezi a talajban működő természetes folyamatok dinamikáját.

Az egyik lényeges hatás a talaj bolygatása közben a talaj szellőztetése, amely két úton is hozzájárul a szén mobilizációjához. A talaj idealizált térfogati összetételében a levegő a talaj térfogatának egynegyedét teszi ki, másik negyede víz, 45%-a ásványi anyag, 5%-a szerves anyag. A különböző méretű pórusokat kitöltő levegőben a széndioxid tartalom 6% körüli (levegőben: 0,037 tf%). A szellőztetés egyrészt ÜVHG gázok felszabadulásához vezet (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid), másrészt mivel megváltoztatja a széndioxid koncentrációját, s megnöveli az oxigén koncentrációt, így a talajban az oxidatív folyamatok kerülnek túlsúlyba.

Csak Magyarországon, évente 4,8 millió hektáron 30-32 milliárd m<sup>3</sup> talajt mozgat meg a földművelő. A talaj kiszántásakor annak rétegezettsége vagy megfordul, vagy részben átfordul, ami azzal jár, hogy a mélyebben lévő, anaerob körülmények uralta rétegek aerob körülmények közé kerülnek, a felsők pedig rossz oxigénellátású rétegekbe. Az alulra került rétegekben tömeges baktériumpusztulás indul meg, az ásványosodás lelassul. Felül a mikroorganizmusok aktiválódnak, a lebontási folyamatok, humusbontó folyamatok felgyorsulnak. A humusz degradációjával romlik a talaj szerkezetesség. A szerkezetességet tovább rontja az esőcseppek, valamint a taposás mechanikai hatása, amelyek a pórustérfogatot csökkentik. Az eketalp tömörödötté válik, benne a fermentáló baktériumok kapnak nagyobb szerepet, amelyek toxikussá teszik a talaj ezen rétegét a növényi gyökök számára, így azok képtelenek ezeket a talajmélységeket használni.

A szántással kapcsolatos problémák enyhítésére alkalmazott mélylazítás (50-70 cm) ugyancsak növeli az aerob dinamikát a talajban. Ez ugyan detoxikálja a mélyebb rétegeket, de ott is megnöveli az oxigén koncentrációt, s ezzel mobilizálja a szenet. Látható, hogy a talajművelés nagyban megzavarja a talaj biodinamikáját, ugyanakkor a növénytermesztésre gyakorolt hatásai egymásnak ellentmondóak. A talaj szénháztartását illetően elmondható, hogy összességében csökkenti a szerves szén mennyiségét, s növeli a talaj szén-dioxid leadását.

SZABÓ István Mihály *„Az általános talajtan biológiai alapjai”* (Mezőgazdasági kiadó, 1986) című könyvének 331. oldalán Schneider (1975), Keulen (1980) munkásságára hivatkozva a következőket írja: *„A légkör széndioxid készleteinek növekedése, amelynek hatására az elkövetkező ötven évben a mezőgazdasági termelésre is kiható klímaváltozásokkal kell számolnunk a fosszilis energiahordozók elégetésén kívül elsősorban is a szárazulatok talajainak szervesanyag veszteségeire vezethető vissza, (...) STUVIER (1978) szerint a földfelszín szerves szénkészletei 1850 és 1950 között több, mint 100 gigatonnával csökkentek (100 milliárd tonna)”. Ez a mennyiség megközelíti az ebben az időszakban elégetett szén mennyiségét.*

A periódust követően valószínű, hogy a fosszilis energiahordozók elégetéséből származó szén-dioxid sokkal nagyobb mértékben nőtt, mint a mezőgazdasági talajművelésből származó kibocsátás. A kibocsátást csökkenthetnék volna az agrotechnikai eljárások változásai, a kevesebb talajműveléssel járó gazdálkodás, de nyilván az újabb és újabb gazdálkodásba vont földterületek kompenzálták a kedvező hatásokat. Ha továbbra is évente csupán 1 milliárd tonna szén mobilizációjával számolunk, az akkor is olyan jelentős diffúz kibocsátás, amely döntően járul hozzá a légkör terheléséhez.

A légkör üvegházhatású gáz (ÜVHG) terhelésében a talajművelés a műtrágyázáson keresztül is szerepet játszik. A talaj természetes biodinamikájához tartozik, hogy a fölösleges mennyiségben jelenlévő nitrogén a denitrifikáció eltávolítja a talajból. Oxigén hiányában a fakultatív anaerob baktériumok nitrátlégrézre térnek át, ennek segítségével égetik el a szervesanyagokat. A denitrifikációban ezért a nitrit és nitrát nitrogén-monoxiddá, dinitrogén-oxiddá és nitrogénné redukálódik. A talajból távozó nitrogén gázok kb. 10%-a dinitrogén-oxid.

Régen úgy gondolták, hogy a denitrifikáció káros folyamat, mert csökkenti a talaj nitrogéntartalmát. Ezért is erőltették a talaj fokozott szellőztetését, hiszen a talajlazítás során felvett oxigén csökkenti a denitrifikálók aktivitását. Valaki úgy gondolhatná, hogy ez nagyon jó, így legalább kevesebb dinitrogén-oxid kerül ki a levegőbe. Ám ha a denitrifikáció nem távolítja el a fölösleges nitrogént, akkor a nitritek, nitrátok a talaj és talajvíz, majd élővizek nitrátosodásához járulnak hozzá.

A denitrifikáció szerepe azonban pont azáltal nélkülözhetetlen, hogy az ember mesterségesen fixál nitrogént a levegőből, s nitrogén műtrágyák formájában azt bejuttatja a talajba. A túlzott műtrágya használat a nitrogénfölséghez, s fokozódó denitrifikációs aktivitáshoz vezet. Végül így lesz a műtrágyázásból fokozódó üvegházhatás. Ha pedig ezt a rossz tulajdonságot szeretnénk az oxigén jelenlétével kiküszöbölni, akkor éppen hogy több szenet mobilizálunk.

Természetesen az ember okoskodása mindenképpen megtörik az ökológiai rendszerek (kibernetikus nyílt rendszerek) önszabályozási mechanizmusain. Sokan gondolják úgy, hogy a légkörben halmozódó szén-dioxid vagy a talajban fölöslegben lévő nitrogén, mint alapvető alkotói a szerves anyagoknak, fokozni fogják a szervesanyag-termelést. Ez azonban a különböző tápanyagok felvételének egymás általi limitáltsága miatt nem így van. Például hiába igyekeznek géntechnológusok rávenni növényeinket a nitrogén fixációra, ha a fixálható mennyiséget limitálja a magas energiaigény, a molibdén, vas, kén elegendő jelenléte, vagy éppen a folyamat oxigén érzékenysége. A növekvő szén-dioxid koncentráció maga is limitáló tényező a talajban, mert gátolja a növények víz, kálium, nitrogén, foszfor, kalcium és magnézium felvételét.

Az agrotechnikai műveletek nemcsak a talaj biodinamikájának megzavarása miatt járnak szén-dioxid kibocsátással, hanem közvetett módon is a szén mobilizációjához vezetnek. A közvetve előidézett folyamatok közül a talajpusztulást (defláció, erózió), s a vizes területek lecsapolását kell megemlíteni, mint az időlegesen raktározott szén mobilizációjának a forrását.

Az agrotechnikai műveletek legkézenfekvőbb összefüggése a szén-dioxid-kibocsátással a műveletek végrehajtásához használt fosszilis energiahordozó elégetése. Nem ennyire nyilvánvaló azonban, hogy a gépek üzemeltetéséhez használt hajtóanyagok, kenőanyagok virtuális szén-dioxid kibocsátását is itt kellene számba venni, hasonlóan a virtuális energiafelhasználáshoz az energiamérlegben.

A szén-dioxid-mérleghez tartozik a természettséghez szükséges műtrágya, szervestrágya, és növényvédőszer előállítás, szállítás, kijuttatás látható és virtuális energiafelhasználására eső szén-dioxid kibocsátás is. Illő számba venni az összes szállítási út és eszköz energiaigényét reprezentáló, továbbá a logisztikai műveletek és létesítmények látható és virtuális energiafelhasználásának szén-dioxid kibocsátását is.

Ezután kell számolni a primer mezőgazdasági termékek konverziójának energiaigényére adódó szén-dioxid kibocsátással. Ez az átalakítási utak milyenségével, szakaszainak számával és hatékonyságával változik. Jól látható az etanol estében, hogy mennyire fontos a virtuális kibocsátások számbavétele is a teljes életcikluson keresztül. Az etanol elégetésénél kiemelik annak alacsony szén-dioxid kibocsátást, ám nem számolják, hogy az alkoholos erjedésnél már elszállt a maradék.

Az USA-ban az etanolgyárak egy részét szénnel üzemeltetik, ahol az etanol előállítása és felhasználása több szén-dioxidot bocsát ki, mint a fosszilis üzemanyag használata. Mivel az adókedvezményeket egyelőre nem kötik a termelési eljáráshoz – nem számít, hogy az etanol előállításához szükséges energia forrása biomassza vagy fosszilis energiahordozó –, a bioüzemanyag gyártókat a termelési költség csökkentésére ösztönzik, nem pedig a szén-dioxid kibocsátás és olajfelhasználás csökkentésére. (POPP 2007)

Ezt követi a létrehozott, közvetlenül hasznosításra szolgáló hajtóanyag elégetése közben keletkező szén-dioxid mennyiségének figyelembe vétele a mérlegben.

Az energiamérleghez hasonlóan nehéz, de egyáltalán nem jelentéktelen kérdés, hogy hol számoljuk el azoknak az energia befektetéseknek a szén-dioxid terhelését, amelyeket azért kell megtennünk, hogy a létrejött közvetlen és közvetett környezeti károkat orvosoljuk.

Ezek után térhetünk vissza a bevezetőben feltett három kérdés megválaszolására. Az nyilvánvaló, hogy magának a hajtóanyagnak az elégetésekor annyi szén-dioxid keletkezik, mint amennyit a biomasszát reprezentáló hajtóanyag megkötött. A teljes biomassza nem kerül teljes mértékben elégetésre, pl. lehullott levelek, gyökerek stb. a talajban bomlanak le, s nagyjából egyensúlyba kerülnek a megkötést, kibocsátást illetően. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a talajban időleges tárolásra kerülő szénkészlet lényegesen kisebb, mintha a biomasszát teljes egészében a talaj hasznosítaná, s ezzel a mérleg, a kiindulási állapothoz képest pozitív a kibocsátási oldalon. Természetesen az elsőszámú érvelés teljesen félrevezető, hiszen megfeleldez az arról, hogy az elégetésre kerülő hajtóanyag elégetéséig vezető folyamat szén-dioxid kibocsátása, még a legrövidebb hasznosítási út esetén is a mérleget szuficitessé teszi a kibocsátás szempontjából. Ezért a második állítás, hogy a biomassza megtermelése, szállítása



és elégetése során bocsátunk ki annyi szén-dioxidot, mint amennyit megkötött növekedése során, teljes képtelenség.

A harmadik állításon, hogy maga a folyamat ugyan nem szén-dioxid semleges, de a helyettesítésre kerülő fosszilis energiahordozók elégetéséhez képest szén-dioxidot takarít meg, ezen lehetne gondolkodni.

Mint az ökológiai lábnyom koncepció alapján ismert, energia fogyasztásunk is kifejezhető területben. Ennek alapja két számolási út. Az egyik azzal számol, hogy mekkora területre van szükségünk ahhoz, hogy a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó szén-dioxidot elnyelje. Míg az ún. etanolhelyettesítési módszer azt mutatja meg, hogy mekkora területen lehet helyettesíteni ekvivalens mennyiségű fosszilis energiahordozóból származó energiát. Íme REES és WACKERNAGEL számításainak eredménye:

<i>Energia hordozó</i>	<i>Produktivitás (gigajoule/ha/év)</i>	<i>100 gigajoule/év lábnyoma hektárban</i>
<i>Fosszilis</i>		
<i>Etanol módszer</i>	80	1,25
<i>Széndioxid elnyelés</i>	100	1,0
<i>Vízierő (átlag)</i>	1,00	0,1
<i>alsószakasz</i>	150-500	0,2-0,67
<i>felsőszakasz</i>	15 000	0,0067
<i>Napkollektor</i>	40 000	0,0025
<i>Napelem</i>	1 000	0,1
<i>Szélergia</i>	12 500	0,008

Mint jól látható, az etanolhelyettesítési módszernek nagyobb a lábnyoma. Miért? Mert ahhoz, hogy megtermeljük a biomasszát, feldolgozhatóvá tegyük, s feldolgozzuk, ahhoz fosszilis energiahordozókból származó energiára van szükség.

Végül annak a kérdésnek a feltevése, hogy szén-dioxid semleges-e a biomassza felhasználása, teljesen értelmetlen, hiszen az egész ökoszisztéma történéseit, s annak ÜVHG következményeit csak együttesen vizsgálhatjuk. Ebben a megközelítésben számolnunk kell más, a folyamathoz tartozó ÜVHG kibocsátásokkal is, mint amilyen a metánról, dinitrogén-oxid, vízgőz stb.

A fent vizsgált három kérdés mellett viszont jogosan feltehető az a kérdés, hogy a mezőgazdasági szerkezetváltás járhat-e energiafelhasználás-megtakarítással, és környezeti teher megtakarítással. Erre a kérdésre a válasz egy feltételes igen, tehát az a kérdés, hogy milyen az új szerkezet. Az üzemanyag célú termelés a jelenlegi termelésbe vont fajták területi átrendeződését vonná magával, de nem jelentene művelési



ág változást. Ezzel szemben a művelési ág váltás a szántóföldi növénytermesztésről az energetikai célú fásszárú ültetvények irányába az előző kultúrákhoz képest javíthatja a környezeti teljesítményt. Itt sem lehet azonban magát a termesztés folyamatát a konverzió folyamatától elválasztani.

A szén-dioxid mérlegeket természetesen nemcsak egy-egy termelési láncon belül kell vizsgálnunk, hanem globálisan, az összes környezeti következmény tükrében. A szén-dioxid globális egyensúlyát vizsgálva a biomassza felhasználással összefüggésben meg kell említeni, hogy az energetikai alapanyag-termelésre felszabadított természetes erdőkben alkalmasint több szén-dioxid szabadul fel a talajból és a faanyag elégetéséből, mint amennyi a közlekedésben elégetett üzemanyagokból származik. Egy hektár cukornád ugyan lehet, hogy megköt majd 13 tonna szén-dioxidot, ám ez a mennyiség 20 tonna lenne, ha a területen megmaradt volna az eredeti erdő. Arról nem beszélve, hogy az erdő klíma kiegyenlítő szerepe messze kedvezőbb, mint egy cukornád ültetvényé.

A bioüzemanyagok előállításához szükséges alapanyagok növekvő termelése világosan rámutatott ezekre a globális szintű anomáliákra. Tehetetlenül áll ma szemben a világ azokkal a tényekkel, hogy amíg a „fejlett” világban bioüzemanyagok használatával akarják csökkenteni az ÜVHG gázok légköri jelenlétét, addig a növekvő alapanyag-termeléshez növekvő földterületek igénybevételére van szükség. Erre elsősorban a trópusi országokban nyílik lehetőség (Brazília, Indonézia, újabb ígéretek szerint Afrika), ahol a természetes erdők, tőzegláp-erdők felégetésével illetve kiszáritásával nyernek területeket cukornád vagy olajpálma ültetvények számára. Egyes számítások szerint a szén-dioxid kibocsátás egyharmada a trópusi erdők irtásából, termőfölddé történő átalakításából származik.

A trópusi tőzegerdő területek délkelet Ázsiában 42 megatonna szenet tárolnak. Egyedül Indonéziában 1995 és 2003 között 15,6 millió hektár természetes erdőt vágtak ki olajpálma ültetvények számára. Délkelet-Ázsia 27 millió hektárnyi tőzegterületeiből (tőzegerdők és mocsarak), eddig 12 millió hektárt semmisítettek meg, s miután lecsapolták, kiszáritották őket, nagy kiterjedésű ültetvényeket, főleg olajpálma és akácia ligeteket hoznak létre a helyükön. Évente a tőzegerdők helyén kialakított mesterséges ültetvények talajából, hektáronként 70-100 tonna szén-dioxid kerül a légkörbe. A tőzeg degradációjából évente 632 millió tonna, a lecsapolást és kiszáradást követő tüzek következményeként, pedig 1 400 millió tonna szén-dioxid kibocsátással számolnak. Ez összességében évente 2 milliárd tonna, amely a globális kibocsátás csaknem 8%-át jelenti. Indonézia ennek révén a világ harmadik legnagyobb ÜVHG kibocsátója, az USA-t és Kínát követve. A kalkulációk szerint egy tonna pálmaolaj előállításához, ezeken a területeken 10-30 tonna szén-dioxid kibocsátás tartozik. Ez 3,6 illetve 10,9-szerese egy tonna dízel elégetésének. (WL/DELFT HYDRAULICS AND WETLANDS INTERNATIONAL)

## V. Állásfoglalás

A megújuló energiaforrások felhasználása környezeti szempontból csak akkor lehet eredményes, ha a megújuló energiaforrásokból származó energiamennyiség helyettesíti a fosszilis energiahordozókból származó energiatermelést, s nem járul hozzá maga is az emberiség rohamosan növekvő energiaigényéhez. Az OECD országok energiafogyasztása harminc év alatt, a hatékonyság növekedése mellett is, 57%-kal nőtt, a nem OECD országok esetében pedig 124%-kal.

Az MTvSz állásfoglalása szerint az energiafelhasználás azonnali befagyasztására, majd pedig tervszerű csökkentésére van szükség. A csökkentés az energiahatékonysági intézkedésekből származhat. Az első tíz évben átlag évi 1%-os hatékonyság növekedést, s fogyasztáscsökkentést kell elérni, majd a következő tíz évben átlag 0,5%-os hatékonyságnövekedés célkitűzése indokolt. A célkitűzés teljesíthetőségét mutatja, hogy az OECD országok évente átlag 1,1%-os hatékonyságnövekedést könyveltek el az utóbbi harminc évben. A mindenkori energiaforrás-felhasználáson belül kell gondoskodni arról, hogy a megújuló energiaforrások egyre növekvő mértékben helyettesítsék a nem megújuló energiaforrásokat. Ezen a téren évente a fennmaradó fosszilis energiahordozók 1%-ának helyettesítést tarjuk követhetőnek.

A megújuló energiaforrások közül a nem kimeríthetők (nap, szél) felhasználást kell előtérbe helyezni a kimeríthetőkkel (biomassza) szemben.

Magyarországot érő napsugárzás energiatartalma több ezerszerese az ország energiaigényének. Tiszta időben a sugárzás intenzitása maximum  $900\text{--}1000\text{ W/m}^2$ , amely kedvező a nemzetközileg elfogadott  $800\text{ W/m}^2$  átlagértékhez mérten. Napenergia hasznosításra az ország egész területe alkalmas, a legkevésbé napos területek az Alpok alja és a Kisalföld ÉNy-i része, valamint Szabolcs - Szatmár - Bereg megye, ahol  $850\text{ W/m}^2$  a sugárzási intenzitás. Az ország többi részén  $850\text{--}990\text{ W/m}^2$ .

Az évi 2000-2200 napsütéses óra szám, 280-300 napon tenné lehetővé a napkollektorok használatát. A melegvíz használat 70-75%-át, a fűtési energiaszükséglet 30-35%-át lehetne napenergiával fedezni. Ha pusztán a napsugárzás energiatartalmát nézzük, a jelenlegi PV technológiákkal  $320\text{ km}^2$ -nyi napelemmel elő lehetne állítani Magyarország villamosenergia-szükségletét, elméletben. Ekkora felületméret akár az épületeken is rendelkezésre áll.

Jelen pillanatban a nagy beruházási költségek, s a hosszú megtérülési idő nem teszi versenyképessé a piacon a napenergia felhasználást. A napenergia (aktív és passzív) hőtermelési alkalmazásának legfőbb akadálya eddig a rendkívüli mértékben támogatott földgázfelhasználás és a '80-as évektől indult erőteljes gázhálózat fejlesztési program volt. A földgáz kedvezményes áfa körbe tartozott, s eredetileg még 2006-ra is 220 milliárd lakossági gázár kompenzációt terveztek.

Annak módja, hogy mind az államot, mind a fogyasztókat megszabadítsuk az egyre növekvő terhektől, s a külső függőségtől is megszabaduljunk, az energiafo-

gyasztás befagyasztása és a fosszilis energiahordozók nem kimeríthető megújuló energiaforrásokkal történő helyettesítése lenne.

A kimeríthető, megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségét az azokat megújító természetes rendszerek teljes eltartó-, tűrőképességének figyelembevételével kell megtervezni.

Energetikai célokat szolgáló mező- és erdőgazdálkodási alapanyag-termelés akkor elfogadható:

- *Ha a felhasznált területen az előző felhasználással összevetve csökken a környezeti terhelés.*
- *Ha a teljes életciklusra kivetítve, a virtuális energiafelhasználásokat is figyelembe véve, az alapanyag és az abból történő energiatermelés, valamint a megtermelt energia hasznosítása pozitív környezeti mérleget mutat.*
- *Javul az energia bevitel, kihozatal aránya.*
- *Ha javulnak a biodiverzitási mutatók, mind mennyiségi, mind minőségi vonatkozásban.*
- *Ha tájhonos fajok kerülnek haszonvételbe, kizárva az invazív és genetikailag módosított fajokat.*
- *Ha az eredeti ökológiai feltételeknek (talaj, vízháztartás, klíma) megfelelő, az azokat megtartó termesztéstechnológia kerül kiválasztásra, amely nem csökkenti az adott ökológiai rendszer megújuló-képességét.*
- *Ha az előző kultúrához képest javul a felszín borításának ideje és intenzitása.*
- *Ha a használat célja, és eredménye bizonyítottan előnyösebb társadalmilag a megelőző használatnál.*
- *Ha a hasznosítás nem hoz hátrányba társadalmi csoportokat, azaz az energetikai hasznosítással összefüggésben nem sérülnek az alapvető szükségletek kielégítésének lehetőségei, s nem nő a társadalmi polarizáció.*
- *A megadott szempontok alapján ki kell dolgozni a különböző biomassza hasznosítási módok fenntarthatósági elemzésének modelljét, s elemzések útján kell meggyőződni a feltételek teljesüléséről. Csak a teljes életciklusban pozitív társadalmi és környezeti eredményt hozó hasznosítási módokat szabad engedélyezni.*

Álmodozunk azon, hogy a biomassza termelés és átalakítás energiaigényét ugyancsak biomasszából nyert energiából elégítjük ki, tehát a biomassza minden fosszilis tüzelőanyagot helyettesíteni tud.

Ebben az esetben következne be az a forgatókönyv, amely a természetben zajlik, s amelynek során szigorúan szabályozott módon történik a természeti erőforrások termelése, megújulása, ahol is a nettó produkció a napenergia megkötéséből származik. Ez a fenntartható szint az erőforrás használatban, amelynek nettó produkciója sokkal szerényebb, mint a jelenlegi, ember általi igény. A fenntartható társadalomban ezzel kellene megelégedni!

A produkció fokozása az emberiség által csak újabb, a bio-geokémiai ciklus által nem hasznosított energiák bevitelével lehetséges, amennyiben ezt a „túlpörgetést” képes sérülésmentesen tolerálni az élő rendszer. Eddig a rendszert a biogeokémiai ciklus által félretett geológiai raktárakból szerzett fosszilis energiahordozók segítségével vetjük rá a gyorsabb produkcióra, most ezekhez adunk még megújuló energiaforrásokat. Ez a kettő így teljes mértékben lehetetlen, a rendszer sérelméhez, szerkezetének és funkciójának változásához vezet.

Mi a helyzet akkor, ha képesek vagyunk arra, hogy a fosszilis energiahordozókat teljes mértékben helyettesítsük? Ebben az esetben a túlpörgetéshez szükséges energiát megújuló energiaforrásokból fedezzük, s már csak az a fontos kérdés marad, hogy túlpörgethető-e a rendszer?

A rendszer túlpörgetése annak sérelme nélkül nem lehetséges, mert mint látható, a különböző folyamatok egymást bonyolult szabályozó mechanizmusokon keresztül limitálják. Ha a rendszer sérelme nélkül lehetséges lenne a felpörgetés, akkor ezt már maga a rendszer is megtette volna, hiszen a napsugárzás fölösleges mennyiségét nem hagyta volna kihasználatlanul.

Jó lenne belátni, hogy az energiafelhasználás csökkentésének nincs alternatívája!

## *Köszönet*

Köszönetet mondok FIDUSZnak, hogy folyamatosan ellátott információkkal, s kritikai észrevételeivel segítette munkámat. Köszönöm KAPITÁNYNÉ SÁNDOR Szilviának, hogy gondos utómunkákat végzett a szövegen, s javította a gondolatok érthetőségét. Köszönet illeti a Föld Barátai aktivistáit, akik a Föld szinte minden részéről gyűjtik az információt, elsősorban a bioüzemanyagokkal kapcsolatban. Nem utolsó sorban köszönöm GYULAI Évának, hogy számos angol szakirodalom olvasásával, s tömörítésével segítette e dolgozat elkészültét.

## *Felhasznált irodalom*

- Adatok hazánk környezeti állapotáról (KvVM, 2004)
- A bioetanolnak szüksége van biotechnológiára. In Zöld Biotechnológia, 2006/9.
- A Bizottság Közleménye: A biomasszával kapcsolatos cselekvési terv.  
COM(2005)628
- Africa: Following Oil Boom, Biofuel Eyed on Continent, Inter Press Service (Johannesburg)
- Assesment of CO<sub>2</sub> emissions from drained peatlands in South-east Asia. A study of Delft Hydraulics in cooperation with Wetlands International and Alterra
- European Commission: Green Paper for a Community Strategy: Energy for the Future: Renewable Sources of Energy COM(96)576
- European Commission: Energy for the Future: Reneable Sources of Energy, White Paper for a Community Strategy and Action Plan Com(97)599 final (26/11/1997)
- ERNSTING, A. THE GLOBAL BLUEPRINT FOR A BIOMASS ECONOMY  
Biofuelwatch, 2007
- GERGELY, K; VARRÓ, L.: Megújuló energiaforrások Magyarországon – gazdaságosági vizsgálat. In ÖKO 2004. XII. évf. 1-2.szám
- GONCZLIK, A.; KAZAI, Zs.; KÖRÖS, G.: Új utak a mezőgazdaságban. Energia Klub 2005
- GRASSELLI, G.; SZENDREI, J.: Fás szárú energetikai ültetvények és hasznosításuk. In Östermelő 2006/3.
- Háttér tanulmány a Nemzeti Fejlesztési Terv II. Környezeti Operatív Programjának környezetbarát energetikai beruházások prioritásaihoz (Megújuló Energia Ipari Társaság, 2006)
- INFORSE\_Europe response to Review of EU biofuels directive (Public consultation exercise, 2006)
- JANOWSKY, J.; JANOVSKY, Zs.: A szarvasi-1 energiafű fajta – egy új növénye a mezőgazdaságnak és iparnak. In Östermelő 2006/3.
- Környezet és Energia Operatív Program. KvVM, társadalmi vitaanyag 2006
- LUKÁCS, J.: A mezőgazdaságban termelhető alternatív energiaforrások. In Östermelő 2006/3.
- LUIZ INACIO LULA DA SILVA: AFRICA, LATIN AMERICA AND THE BIOFUEL REVOLUTION 2007

- PAPP, S; KÜMMEL, R.: Környezeti Kémia. Veszprémi Egyetemi Kiadó 2005
- PETZ, E.: A biomassza energetikai hasznosítása, Polgári szemle 1. évfolyam, 10. szám
- POPP, J; SOMOGYI, A.: Bioetanol és biodízel az EU-ban: áldás vagy átok? BIOENERGIA II.évfolyam 2007. 1. és 2. sz.
- SCHMITZ, N.; HENKE, J.: Innovation in the Production of Bioethanol and their Implications for Energy and Greenhouse Gas Balances. 2005.
- SMITH, E.: Can biofuels become sustainable? Vol. 13 No. 27 Energy
- SYUMANDA, R.: Palm Oil Does Come at a High Price - 2007
- SZABÓ, I. M.: Az általános talajtan biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó 1986

## *Felhasznált honlapok*

WWW.BIOGAS.HU  
WWW.BIOGAZ-FORUM.HU  
WWW.BIOFUELWATCH.ORG.UK  
WWW.CAST-SCIENCE.ORG  
WWW.FORESTPRESS.HU  
WWW.FOEK.HU  
WWW.GREENINFO.HU  
WWW.GENET-INFO.ORG  
WWW.INDY.MEDIA.HU  
WWW.KEKENERGIA.HU  
WWW.MBMT.HU  
WWW.OMGK.HU  
WWW.TECHNOLOGYREVIEW.COM  
WWW.ZOLDTECH.HU  
WWW.WETLANDS.ORG

## Magyar Természetvédők Szövetsége

A Magyar Természetvédők Szövetsége (MTvSz) célja a természet egészének a védelme, ezért állítottuk programunk középpontjába a fenntartható fejlődés megvalósításának elősegítését, ami a gazdasági, ökológiai és szociális kérdések együttkezelését követeli meg.

Az MTvSz 1989-ben alakult 32 tagscsoporttal, azóta dolgozik hazánk természeti értékeinek megóvásáért, a biológiai sokféleség megőrzéséért, valamint a környezetszennyezés csökkentéséért, megelőzéséért.

Az elmúlt 10 évben taglétszámunk többszörösére nőtt, így jelenleg 28 ezres tagságunk 93 tagszervezetben fejti ki tevékenységét. A tagscsoportok döntő többsége vidéken működik, programjaik rendkívül változatosak, jórészt a helyi környezeti, természeti problémák fel-tárására és megoldásának elősegítésére irányulnak. Ugyancsak nagy figyelmet fordítanak a helyi lakosság és fiatalok környezeti nevelésére, szemléletformálására, a környezetbarát fogyasztói magatartás kialakítására is. fogyasztói magatartás kialakítására is.

### Nemzetközi kapcsolataink

A Szövetség nemzetközi kapcsolatai kiterjedtek. Szervezetünk tagja a Föld Barátainak (Friends of the Earth), a Természetvédelmi Uniónak (IUCN), az Európai Környezetvédelmi Irodának (EEB), a Közép- és Kelet Európai Bankfigyelő Hálózatnak (CEE Bankwatch) és a Közép-Kelet-Európai Biodiverzitás Munkacsoportnak (CEEWEB). Biodiverzitás Munkacsoportnak (CEEWEB).

### Tevékenységeink

- A fenntartható fejlődés elveinek megvalósítása érdekében: döntéshozók meggyőzése, a lakosság szemléletformálása és a helyi programok támogatása
- Az országos, nemzetközi és helyi szintű döntések befolyásolása környezetünk megóvása érdekében
- Kampanyok aktuális környezetvédelmi ügyekben, például Verespatak és a Zengő védelmében
- Gyakorlati természetvédelem segítése, a természeti értékek megőrzése
- Agrár-környezetgazdálkodás, vidékfejlesztés ügyének előmozdítása, génmódosított termékek elleni fellépés
- Hozzájárulás a globális környezetvédelmi problémák megoldásához
- Környezeti szemponok érvényesítése az ipar működésében, kampány egy szigorú európai vegyianyag politikáért
- A fenntarthatóság és a társadalmi részvétel erősítése a fejlesztési politikákban
- Nemzetközi pénzügyi intézmények ellenőrzése, Bankfigyelő Hálózat
- Környezeti szemléletformálás és nevelés, kapcsolattartás a médiával, rendszeres média megjelenések szervezése
- A tagszervezetek és a környezetvédő mozgalom tevékenységének támogatása
- Közös országos szakmai programok, kampányok szervezése a tagszervezetekkel szervezése a tagszervezetekkel



