TANULMÁNY

Fenntarthatósági kihívások és a biomassza-alapú energiatermelés

Dinya László

Kulcsszavak: fenntartható energiagazdálkodás, bioenergetika, bioenergetikai potenciál, társadalmi és környezeti hatások.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az emberiséget érintő globális kihívások között az energiaellátás növekvő fontossága sokak figyelmét ráirányítja az agrárgazdaság ilyen irányú lehetséges szerepére. Magyarország kiváló mezőgazdasági adottságaiból kiindulva többen már biomassza nagyhatalomként is aposztrofálták hazánkat. A biomassza-alapú energiatermelés (azaz a bioenergetika) lehetőségeinek és korlátainak vitájában azonban gyakran elkövetik azt a hibát, hogy a kérdést a fenntarthatóságtól függetlenül tárgyalják. Ennek következtében országos, ágazati vagy projektszinten is találkozhatunk félrevezető kalkulációkkal, amelyek téves üzleti vagy akár gazdaságpolitikai döntések forrásává válhatnak. Tanulmányunkban azt javasoljuk, hogy a bioenergetikai ágazat stratégiai fejlesztésénél a fenntartható energiagazdálkodás legyen a kiindulópont, és felvázoljuk ennek rendszerét, összetevőit, közéjük illesztve a bioenergetikát is. A bioenergetikai potenciál mértékének meghatározásakor pedig, az egységes fogalomhasználat érdekében, az igen eltérő tartalmú lehetséges potenciálok közül a fenntartható potenciált javasoljuk alapul venni, miután kalkulálni vagy realizálni a bioenergetikai potenciált messze nem ugyanaz. A teljesség igénye nélkül rámutatunk több nyitott kérdésre, amelyek korrekt megválaszolása előfeltétele a formálódó új ágazat, a bioenergetika kibontakozásának. Ezek között fontos szerepe van a környezeti előnyök-hátrányok átfogó mérlegelésének, illetve a társadalmi hatásoknál a közvetlen és közvetett munkahelyteremtő potenciál elemzésének.

FENNTARTHATÓSÁGI KIHÍVÁSOK – GLOBÁLIS ÉS HAZAI TRENDEK

Néhány éve *R. E. Smalley* Nobel-díjas tudós egy szakértőcsoport munkáját összegezve egyfajta *rangsorba állította az emberiség 10 legnagyobb feladatát* (kihívását), amelyet a következő évtizedekben meg kell oldani (*in: Dinya, 2007*):

1. Energiaellátás
2. Vízellátás
3. Élelmiszer-ellátás
4. Természeti környezet megvédése
5. Szegénység megszüntetése
6. Terrorizmus és háborúk kiküszöbölése
7. Betegségek elleni küzdelem
8. Oktatás korszerűsítése
9. Demokrácia biztosítása
10. Túlnépesedés megállítása

Mielőtt még a felsoroltak közül hiányolnánk a klímaváltozást vagy a fenntartha-

tóságot jelezzük, hogy *a klímaváltozás értelemszerűen a természeti környezeti kihívás* fontos részének tekintendő (látni való, hogy mindegyik felsorolt kihívás önmagában is soktényezős, komplex rendszert képez), a *fenntarthatóság* pedig a teljes, kölcsönösen összefüggő „problémagubanc" együttesét jelenti. Ezek a kihívások ugyanis szorosan összefüggenek egymással, illetve *a fenntarthatóság* kérdésével, és nem véletlen a *rangsorolás* sem: *a fenntartható energiagazdálkodásra* átállás direkt vagy indirekt módon előfeltétele a sorban utána következő feladatok (vízellátás – élelmiszerellátás – környezet tehermentesítése stb.) megoldásának. A vízellátás biztonsága feltételezi az energiaellátás biztonságát, energia és víz nélkül pedig nincsen elegendő élelmiszer és így tovább. A fenntarthatóság, globális klímaváltozás és az energia problémakör szoros kölcsönhatásban és összefüggésrendszerben (holisztikusan) közelítendő meg, és így oldhatók meg a beavatkozások is. Az utóbbi néhány évben *a klímaváltozás* egyre nagyobb súlyt kap a kihívások között. Az *IPCC* („*Intergovernmental Panel on Climate Change*") harmadik és negyedik jelentése és az IPCC budapesti ülésezése egyaránt hangsúlyozta, hogy a klímaváltozás legnagyobb veszélye a fenntarthatóságra gyakorolt negatív hatás. A fenntarthatóság megvalósítására, valamint a klímaváltozás hatásaira adható válaszok egyik ugrópontja pedig *az energiakérdés* (*Csete, 2008*).

A természeti erőforrások a természeti környezet emberi szükségleteket kielégítő részét képezik. Kimerülésük globálisan és lokálisan – így Magyarországon is – kézzelfogható közelségbe került, és ennek következtében *a fenntartható fejlődés* a következő évtizedek – és az emberiség eddigi történetének – *legnagyobb komplex kihívásává vált*. Globális, makro- és mikroszinten egyaránt jelentkezik, és a társadalmi, gazdasági, ökológiai problémák összefonódásával jár. A természeti erőforrás-gazdálkodásban új paradigmát célszerű követni, amely *a fenntarthatóság – klímaváltozás – globalizáció hármasra épül*. A fenntarthatóság csak ebben az összhangban érvényesíthető (*Csete, 2008*).

A fenntarthatóság – klímaváltozás – globalizáció hármason belül *a fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás* lényege: javak előállítása emberi szükségletekre jövedelmező vagy gazdaságos módon, úgy, hogy az erőforrások regenerálódnak és a környezetet érő terhelés asszimilálódik. A regenerálódás a folyamat, a terhelés pedig az állapot, az érme két oldala. Az USA-ban felkarolt *alternatív gazdálkodás* leegyszerűsítve úgy szól, hogy az a fenntartható, ami nem károsítja a természeti erőforrást, nem árt a gazdálkodónak és jó a fogyasztónak. A fenntarthatóság *tartalmilag* a természeti környezet – gazdaság – társadalom hármas összekapcsolódást, *szintjeit* tekintve pedig a globális – regionális (nemzeti) – lokális szinteket jelenti (*Csete, 2008*). A fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás növekvő fontosságát számtalan érv mellett az ún. *ökológiai lábnyommal* kapcsolatos számítások is alátámasztják. Miután az ökológiai lábnyommal leírható egy ember, vagy egy adott terület népességének természetre gyakorolt hatása (hektárban kifejezett mutatószám), ennek alapján ismeretes, hogy 1987 óta a Földre az „ökológiai túlköltés" egyre növekvő mértéke jellemző.

Kevés olyan ágazat van, mint *az agrárium, amelyet a rangsor elején álló kihívások mindegyike alapvetően érint*: részben a fenyegetések, részben a lehetőségek oldaláról – attól függően, hogy kényszerpályának vagy kitörési pontnak tekintjük ezeket a tendenciákat. Ha azt vesszük, hogy Magyarország relatíve (nem abszolút értelemben!) kivételes nagyságú mezőgazdasági potenciállal rendelkezik (másfajta potenciállal sokkal kevésbé), akkor a globális kihívások listájából kiindulva, illetve más szerzőkel (*Mészáros – Forgács,*

2008) is összhangban el kell fogadnunk: a következő két évtizedben *az agrárium fejlődési (fejlesztési) pályájában nagyjából az alábbi irányokat kellene preferálnunk* (*Dinya, 2008*)

- energiatakarékos termesztési és tartástechnológiák, növény- és állatfajták előállítása;
- a melléktermékek maximális energetikai hasznosítása és energiacélú főtermékek előállítása;
- víztakarékos termesztés- és tartástechnológiák, minimális vízigényű növény- és állatfajták előállítása, termelésbe állítása;
- a radikálisan változó igényeknek megfelelő mennyiségi és minőségi összetételű élelmiszer termelése, minőségbiztosítási rendszerek általánossá tétele az agráriumban;
- környezetkímélő, „tiszta" öko-termesztési technológiák, a GMO-dilemma megoldása;
- mindezeket természetesen összekapcsolva a regionális fejlesztés és a fenntartható fejlődés szempontjainak érvényesítésével.

Az agrárium, sőt a nemzetgazdaság új pályára állítása érdekében alapvető átalakítások szükségesek az intézményrendszerben, érdekeltségi és finanszírozási rendszerben, gazdálkodási és működési szemléletben. Nem utolsósorban pedig a prioritásokkal összhangban hatalmas *innovációs és tudatformálási feladatok* fogalmazódnak meg, amelyeket megoldani csak az országot átívelő, *specializált kompetenciaközpontok hálózatának* kialakításával és működtetésével lehetséges, amelyek szoros kapcsolatban állnak, együttműködnek az agrárium, tágabb értelemben a nemzetgazdaság szereplőivel.

Magyarországnak természeti erőforrás-ellátottság tekintetében *abszolút értelemben* (a nagy országokkal összevetve) igen korlátozottak a lehetőségei, ami felértékeli a meglevő, *relatíve* nagy potenciált (termőtalaj, élővizek, termálvíz, védett természeti értékek stb.). Hazánkban már létezik a *Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia, a Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia, a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanácsa* (ez utóbbi kettőt az Országgyűlés egyhangú szavazással támogatta!). A Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanácsa tagjai között ott vannak a parlamenti pártok szakpolitikusai, a munkáltatók és munkaadók, a szakszervezetek, a civil szervezetek, az egyházak és a tudomány képviselői is. Ugyancsak létezik a M*agyarországi Üzleti Tanács a Fenntartható Fejlődésért (BCSDH), de a feladatok gyakorlati megvalósítása még előttünk áll*. Ezért szükséges akár számos olyan kompetenciaközpont, amely innovációs transzfer, tudásmegosztó szerepével a megoldások megvalósításának élére áll, ami túlmutat a regionális szerepkörön is. Alapvetően agrár- és közgazdasági profilú intézményünk – a *Károly Róbert Főiskola* – azért vállalkozott egy ilyen központ létrehozására és működtetésére, mert a felmerülő hatások, problémák jelentős köréhez kapcsolódik *a válaszokban, a felkészülésben, a megelőzésben, a kárcsökkentésben és a helyreállításban* egyaránt (nem utolsósorban bizonyított is már ezen a területen).

Fontos része ennek a feladatsornak a társadalom és a gazdaság minél szélesebb rétegeivel történő *intenzív kommunikáció*, amely eszköz annak érdekében, hogy egy nemzetgazdaságilag fontos „termék és szolgáltatás családot" bevezessünk egy olyan piacon, ahol az ilyen jellegű kínálat elvileg széles körű, gyakorlatilag viszont a társadalomban nagy a tájékozatlanság. Reprezentatív lakossági és gazdálkodói felméréseink (2007, 2008) kimutatták, hogy például a megújuló energiákról a gazdálkodók mintegy 38%-a hallott egyáltalán, illetve 16%-a nézett már utána alaposabban, miközben a lakosság 72%-a fontosnak és perspektivikusnak tartja azokat (*Dinya, 2008*).

A FENNTARTHATÓ ENERGIAGAZDÁLKODÁS ÉS A BIOENERGETIKA

A biomassza-alapú energiatermelés (bioenergetika) helyzetképének kialakításánál kiindulópontul vettük a gyöngyösi Károly Róbert Főiskola keretében mintegy évtizedes kutatómunkával létrehozott, hazai és nemzetközi ismeretanyagot egyaránt koncentráló bioenergetikai *tudásbázist* (*Dinya, 2009*). Bioenergetikai hálózatszervező kutatásaink tapasztalataira támaszkodva fontosnak tartjuk hangsúlyozni *a rendszer- és fenntarthatósági szemléletű* megközelítést:

• Nem energiatermelésről, hanem *energiagazdálkodásról*, és nem gazdasági vagy műszaki, hanem *fenntarthatósági* (sustainability) kérdésről kell beszélnünk.

• Ebben az értelemben a rendszerbe illesztést *sokkal átfogóbban* javasoljuk, mint pusztán a biomasszára, a megújuló energiaforrásokra, vagy akár még tágabban az energiastratégiára koncentrálva.

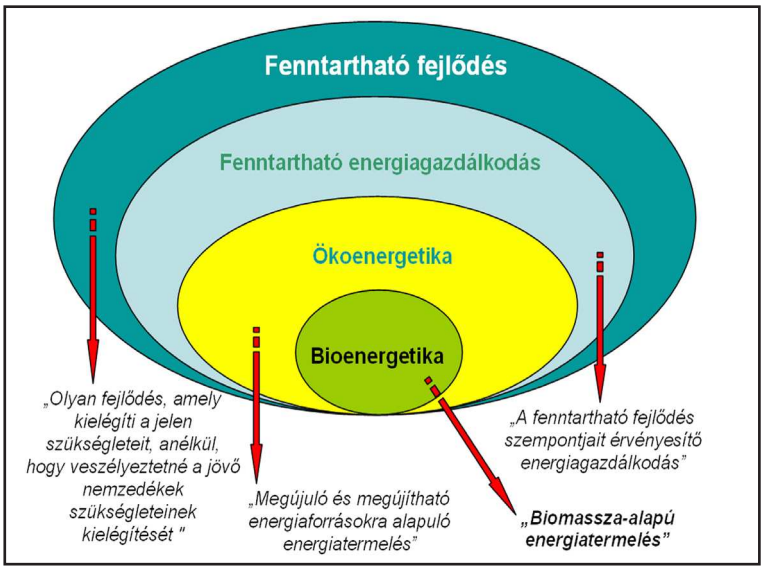
• Javasoljuk a fenntartható fejlődésbe illesztve tárgyalni a kérdést, így *fenntartható energiagazdálkodásról célszerű beszélni*. Ennek egyaránt része az energiatakarékosság (energiahasznosítás), a klaszszikus energiaforrásokra alapuló tiszta és hatékony technológiák, a megújuló források – köztük a biomassza – bevonása, a logisztikai rendszer átalakítása (pl. energiatárolás, „intelligens" osztott energiarendszer létrehozása), a jogi-szabályozási környezet (pl. támogatások rendszere), és az érdekelt szereplők (társadalmi-ökológiai-üzleti érdekeltek) integrációja.

A vázolt megközelítésből kiindulva célszerű a köztudatban gyakran szinonimaként használt fogalmakat elkülöníteni, és ha lehet, egymáshoz való viszonyukat is tisztázni. (Lásd: 1. ábra.) Az egyre gyakrabban használt fogalmak az alábbiak (*Dinya, 2007*):

• *Fenntartható fejlődés:* „Olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek szükségleteinek kielégítését" – ami tehát messze több a gazdasági növekedés-

I. ábra

Fenntarthatóság – biomassza



Forrás: saját szerkesztés

nél, mert integrálja a társadalmi, ökológiai és gazdasági szempontokat is.

• *Fenntartható energiagazdálkodás:* „Az energiatermelés – tárolás – szállítás – felhasználás komplex folyamatának (vertikumának) társadalmi – gazdasági – ökológiai szempontokat integráló megvalósítása" – a klasszikus energiagazdálkodás fenntartható fejlődésbe illeszkedő átalakítása.

• *Ökoenergetika:* „A megújuló erőforrásokra alapuló energia-vertikum tevékenységeinek rendszere" – csak a megújuló és a megújítható energiaforrások tartoznak ennek a körébe.

• *Bioenergetika:*

– Klasszikus értelmezésben: „az élő szervezetekben történő energiaáramlás tanulmányozása" –,ami valamikor a biológia egy részterületeként jelent meg.

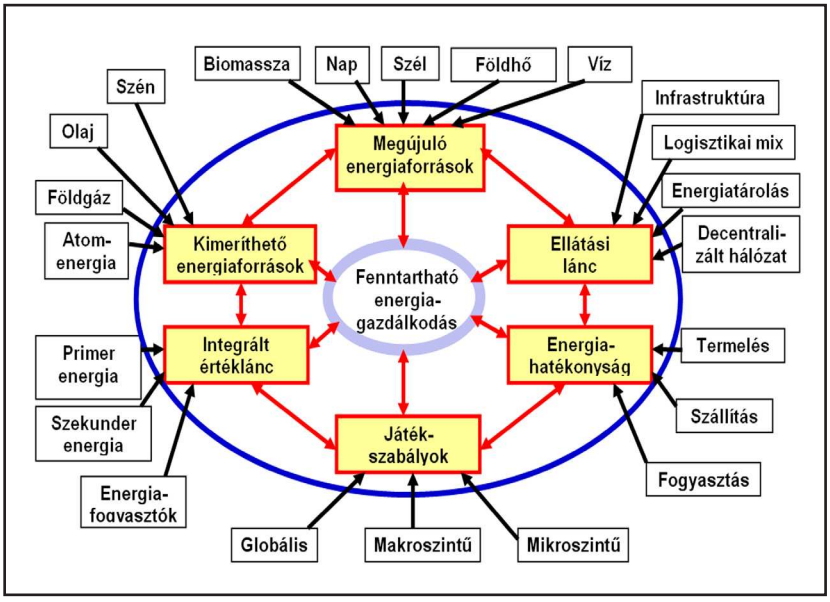
– Ökoenergetikai értelmezésben: „a biomasszára alapuló energia-vertikum tevékenységeinek rendszere" – a megújuló energiaforrások egy speciális csoportjára, a megújíthatókra vonatkozik.

Ennek megfelelően a fenntartható energiagazdálkodás egyik fontos területe az ökoenergetika, ugyanakkor a fenntartható energiagazdálkodás részeként szükséges kezelni a klasszikus (nem megújuló) energiaforrásokat is, hiszen kiváltásuk belátható időn belül mindenféle számítás alapján lehetetlen. Mindezek után már felvázolható *a fenntartható energiagazdálkodás komplex rendszere* (2. ábra), amelyben a különféle – megújuló, illetve kimeríthető – energiaforrások mellett még számos fontos összetevő szerepel:

• *„Ellátási lánc":* Az energiahordozók kitermelésének, feldolgozásának és az energiatermelés melléktermékeinek logisztikai feladatain túl kezelni kell az időszakos (nap-, szélenergia), valamint a szezonális (biomassza-termelés) ingadozásokat, továbbá az energiafogyasztás ingadozásainak kihívásait is. Ráadásul az ún. osztott energiahálózat kialakulása alapvetően el-

2. ábra

A fenntartható energiagazdálkodás rendszere



Forrás: saját szerkesztés

térő jellemzőkkel rendelkezik, mint a mai globális, koncentrált hálózatok.

• *„Energiahatékonyság":* Legtisztább energia az, amit nem kell megtermelni – vagyis amit meg tudunk takarítani (az ún. „negajoule"). Kalkuláció szerint az energiatakarékossági potenciál a fejlett országokban 20-25%, a kevésbé fejlettekben – így Magyarországon is – 30-35% (*Greenpeace International, 2007*).

• *„Játékszabályok":* Ma még a formális jogszabályi előírásokban – pénzügyi támogatások és elvonások rendszere részint hézagos, részint ellentmondásos – nemzetközi, nemzeti és helyi szinten is sok összehangolt lépésre van szükség, míg a befolyásos ellenérdekű lobbikkal szemben egy konzisztens, a fenntartható energiagazdálkodást támogató játékszabályrendszer jön létre. Ugyanennek része az *informális* játékszabályok rendszere, azaz a *társadalmi értékrend* (energiafogyasztási szokások), amelynek megváltoztatása nélkül vajmi kevés az esély fenntartható energiagazdálkodásra.

• *„Integrált értéklánc":* A fenntarthatóság csak akkor valósulhat meg, ha az energetikai ágazat (és általában a komplett gazdaság) szereplőinek összetett értékalkotó tevékenységében (az ún. „értéklláncban") integráltan kapcsolódnak a primer és a szekunder energiatermelés, valamint az energiafogyasztás szereplői.

Mindegyik tényező szerepéről, összetevőiről hosszan lehetne értekezni, de talán ilyen rövid leírásban is érzékelhető: a fenntartható energiagazdálkodás rendszere nagyon *komplex*, megvalósítása pedig csak hosszú távon és globálisan *összehangolt erőfeszítéssel* oldható meg.

Ezt követően célszerű tisztázni a *bioenergetika lehetséges helyét* a fenntartható energiagazdálkodásban. 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, de megújítható. A primer energiaforrásokból *szekunder energiahordozók* állíthatók elő, üzemanyagok vagy villamos energia nyerhető különféle energiaátalakítási eljárások eredményeként. Ezek az eljárások az átalakítás hatásfokában és környezeti hatásaiban nagymértékben különböznek egymástól (*Környezetvédelmi Lexikon, 2002*).

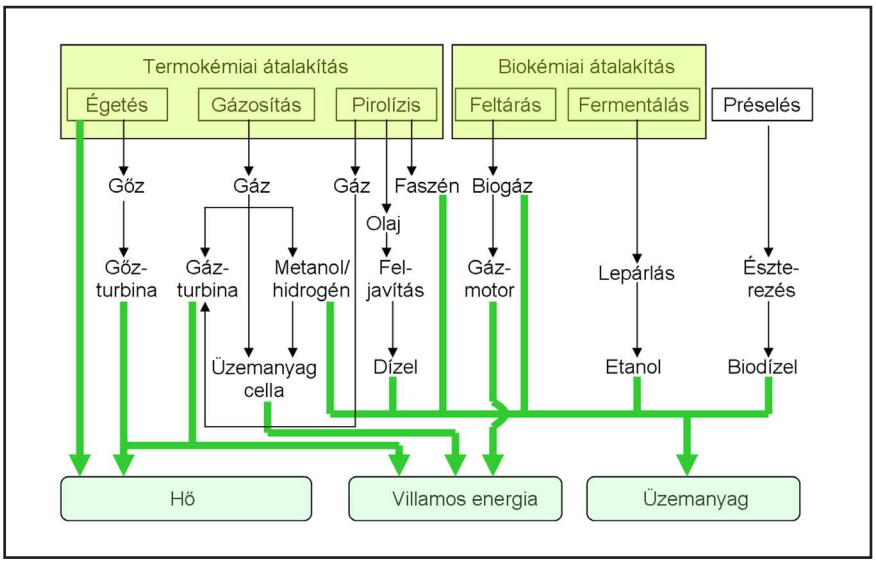
A biomassza tehát megújuló, de kimeríthető primer energiaforrás. A biomassza biológiai eredetű szervesanyag-tömeg, egy biocönózisban vagy biomban, a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) tömege; biotechnológiai iparok termékei; és a különböző transzformálók (ember, állatok, feldolgozóipar stb.) összes biológiai eredetű terméke, hulladéka, melléktermék. 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 (*Gyulai, 2008*).

A biomassza hasznosításának fő irányai az élelmiszer-termelés, a takarmányozás, az energetikai hasznosítás és az ipari termékek alapanyaggyártása. *Az energeti-*

kai hasznosítás közül jelentős hasznosítási mód a termokémiai, biokémiai átalakítás, illetőleg a préselés (3. ábra, *Dinya, 2008*). A világ negyedik legelterjedtebb energiaforrása a szén, a kőolaj és a földgáz után a biomassza. A hagyományos és új

3. ábra

A biomassza energetikai hasznosítása



Forrás: saját szerkesztés

biomassza-alapú energia együtt fedezi jelenleg *a felhasznált energia mintegy 10%-át globálisan* (*IPCC, 2007*). A mezőgazdasági eredetű biomassza-energiaforrásokat a következő módon osztályozzuk: szilárd biomassza, folyékony bioüzemanyagok, biogáz.

Az energetikai alapanyag-termelés területei:

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

Az energiatermelésre létrehozott kultúrákat energiaültetvényeknek nevezzük. Ezek lehetnek fás szárú és lágy szárú energianövények kultúrái (*Gyulai, 2008*).

A BIOENERGETIKAI POTENCIÁL

Hosszú távú elemzések alapján többen úgy látják, hogy az energiahordozók váltása *„hullámokban”* következik be, és most a fosszilis hullám lecsengésének periódusában vagyunk, amelyet (értelemszerűen néhány évtizednyi időszakos átfedéssel) követ a jelenleg ismert alternatív energiahordozók – beleértve a biomasszát is – korszaka, majd ezután jöhet(ne) a ma még ismeretlennek nevezett (fúziós?) energia kora. Ebben az átmeneti korszakban egybehangzó számítások olyan globális energia-mixet prognosztizálnak, amelyben a(z új) *biomassza szerepét*, részarányát hosszú távon kb. *15%-ra teszik* (*in: Dinya, 2008*). Természetesen

- a globális energia-mix mögött ettől alaposan eltérő, sokféle nemzeti, regionális és

lokális energia-mix megjelenhet (beleértve a biomassza változatos súlyát is);

• ezért a fenntartható energiagazdálkodás, és ezen belül a biomassza-alapú energiatermelés hazai megvalósítása adottságaink, prioritásaink mérlegelésén alapuló nemzetgazdasági szintű döntéseket – ha úgy tetszik *fenntartható energiagazdálkodási stratégiát*, és nem leszűkített megújuló energia, vagy akárcsak energiastratégiát – igényel.

Energetikai célra használható *biomassza-potenciálról* beszélni (de ez igaz valamennyi megújuló energiaforrásra is!) csak akkor szabad, ha tisztázzuk, hogy a többféle lehetőség közül melyik potenciálra gondolunk. Ezek egymáshoz való viszonyát mutatja a 4. ábra (*Dinya, 2008*). Köztük nagyságrendi különbségek vannak: például míg a globális elméleti bioenergetikai potenciál kb. hússzor nagyobb, mint a világ jelenlegi energiaigénye, a konverziós potenciál már csak kb. 40%-át teszi ki – és akkor még messze vagyunk a fenntartható potenciáltól (*Greenpeace, 2007*).

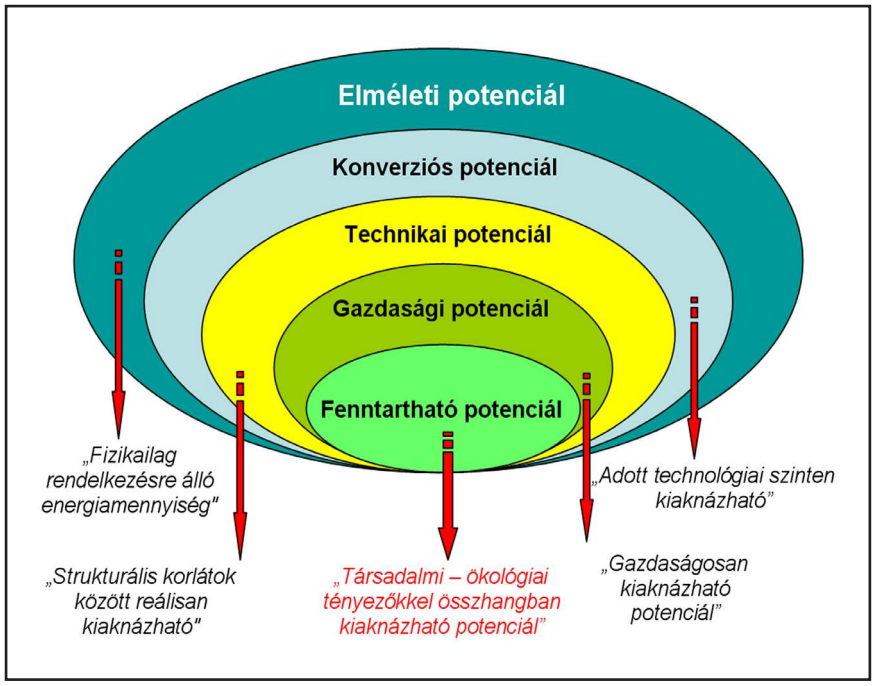
A terjedelmi korlátokra tekintettel nem térünk ki a részletes számításokra, sem a számítások metodikájára, de összegezve az ismert adatokat, Magyarország *fenntartható bioenergetikai potenciáljára* az 1. táblázat szerinti becslések készültek (*Dinya, 2008*). Az adatokból legalább két következtetés levonható:

• Vannak még tisztázandó (egyeztetendő) számítási *metodikai kérdések*, különben nem szóródhatna ilyen széles sávban az eredmény.

• Ha – az átlag közelítéseként – elfogadjuk a két szélsőérték közötti *FVM-becs-*

4. ábra

A fenntartható energiagazdálkodás rendszere



Forrás: saját szerkesztés

1. táblázat

Becslések a hazai fenntartható biomassza-potenciálra

Számítást végzők	Alsó érték	Felső érték
	PJ/év	
MTA Megújuló Energia Albizottsága (2005-2006)	203	328
Energia Klub (2006)	58	223
Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA, 2006)	145,5	
FVM (2007)	260	
Szélső értékek	58	328

Forrás: saját szerkesztés

lést (260 PJ/év), és tudjuk, hogy Magyarország éves energiafogyasztása belátható időn belül (2013 táján) az 1040 PJ/év értéket eléri (*Gács et al., 2006*), akkor nem tévedünk nagyot, ha *a biomassza maximális potenciális súlyát a hazai energia-mixben kb. 20-21% értéken állapítjuk meg.*

NYITOTT KÉRDÉSEK?

Ahhoz, hogy stratégiai távlatban tisztábban lássuk a bioenergetikai ágazat lehetőségeit és korlátait, számos további nyitott kérdést szükséges elemezni. Néhány ezek közül.

• Melyek a bioenergetikai ágazat növekedési korlátai?

Sokan – abból kiindulva, hogy a biomassza energetikai célú kiaknázása még csak néhány %-os súllyal jelenik meg az energia-mixben – úgy vélik, hogy az ágazat gyors növekedés előtt áll, de számos kemény korláttal nem számolnak:

• Logisztikai infrastruktúra hiányával (begyűjtés – szállítás – tárolás – kezelés – előkészítés – disztribúció).

• Ütköző érdekekkel (alternatív hasznosítás, talajvédelmi visszapótlás, ellenérdekű lobbik).

• Ismeretek hiányával (termelési, energetikai, piaci).

• Technológiai kihívásokkal (égetés, gázosítás, üzemanyaggyártás).

• Gazdasági feltételekkel (tőkeigény, hálózatfejlesztés, költség-ár arányok).

• Az élelmiszerárak és a bioenergetikai ágazat növekedésének összefüggése.

A bioüzemanyagok növekvő termelésének lehetséges következményei rendkívül megosztják a szakmai, és ennek következtében a politikai és a laikus közvéleményt is. Sokan – így egy most nyilvánosságra került világbanki jelentés is – egyértelműen ennek tulajdonítják a mezőgazdasági termékek, ebből kifolyólag pedig az élelmiszerek árainak megugrását, ami a szegény tömegek globális éhséglázadásainak rémképét is felidézi. Mások ezt a hatást elenyészőnek ítélik a nagy népességű fejlődő országok élelmiszerigényének ugrásszerű növekedéséből származó árfelhajtó hatáshoz képest. Különbséget kell azonban tenni a melléktermékek, hulladékok, illetve a főtermékként bioüzemanyag céljára termelt növények között, mert az előbbiek mindenképpen keletkeznek, így feldolgozásuk kifejezetten kívánatos. És hasonlóan érvelnek, amikor parlagon levő földterületek energetikai célú termelésbe vonását említik meg (nem is beszélve a vidéki munkalehetőség, jövedelemhez jutás társadalmi hasznáról). Ha még mindehhez hozzávesszük azt a közismert tényt, hogy a háttérben hatalmas, egymással konfliktusban álló üzleti, politikai érdekek, koncentrált tőkék is meghúzódnak, amelyek-

nek természetesen megvan a maguk szakértői köre és médiabefolyása is, akkor mindez – párosulva a kétségkívül fennálló, sok-sok szakmai kérdőjellel – némi magyarázattal szolgálhat a dilemmák sokaságára, és az állásfoglalás bizonytalanságára. Nemzetközi szakértők szerint (*IEA, 2007*) az élelmiszerárak gyors növekedését előidéző tényezőket az alábbi rangsorban célszerű elhelyezni:

1. Alacsony termelékenység a fejlődő országokban (25% veszteség a termőhelyen, 15% veszteség a feldolgozáskor!!!).
2. Éghajlati sokk a fejlett országokban.
3. *Bioüzemanyag-kereslet megugrása.*
4. Készletek alacsony szintje.
5. Élelmiszer-exportőrök kereskedelmi korlátozásai.

Véleményünk szerint ehhez még további tényezők is társíthatók:

6. Olajár/energiaárak megugrása.
7. Spekuláció.
8. Élelmiszer-pazarlás a fejlett országokban (pl. USA: az élelmiszer 30%-a a szemétben végzi).

Hasonló következtetésre jutnak hazai elemzők is (*Popp – Potori, 2008*), akik az élelmiszerár-sokkot kiváltó számos tényezőt három csoportba sorolják: természeti (ökológiai és biológiai), makrogazdasági, valamint agrár- és kereskedelempolitikai tényezők.

• Hogyan biztosítható biomasszával az egyenletes ellátás?

Az energiatermelő üzemek természetesnek tartják, hogy az alapanyag folyamatosan rendelkezésre áll, mint ahogy – bizonyos hullámzással – folytonos az energiaigény is. Ugyanakkor az egyenletes ellátással szemben természeti korlátokkal kell számolni a megújulóknál, ezen belül a biomasszánál is:

– Hozamingadozás (évjárattól függően mennyiségi és minőségi eltérések).
– Szezonalítás (az összes megújulónál).
– Kis energiasűrűség (párosulva a térben is szóródó hozamokkal).

• Mekkora a bioenergetikai üzemek optimális mérete, és milyen a korszerű technológiájuk?

Mivel a biomassza energiasűrűsége jóval kisebb a klasszikus energiaforrásokhoz képest, a logisztikai költségek (és energiaráfordítások) behatárolják az optimális feldolgozóüzemi méretet. Magyarán: a jelenlegi nagyteljesítményű fosszilis erőművek átállítása biomassza-tüzelésre, vagy nagyméretű biomassza-alapú új erőmű létesítése gazdaságilag irracionális, vagy csak igen jelentős támogatás (társadalmi ráfordítás) mellett oldható meg. Mint ahogy ugyancsak irracionális alacsony hatékonyságú széntüzelésű erőműben a biomassza együttégetéses technológiája (az idősebb erőművek átlagos hatásfoka kb. 30%-os). Nem tekinthető korszerű technológiának az, amelynek teljes vertikumra számított energiamérlege negatív, vagy kevéssel billen pozitív tartományba. Ha nem is ilyen mértékű, de hasonló dilemmával találkozunk nagyméretű, biohajtóanyag-gyártó üzem esetén.

A BIOMASSZA-ALAPÚ ENERGIATERMELÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI

Mint azt előzőleg kifejtettük, bioenergetikáról, vagy tágabb körben a megújuló energiaforrások hasznosításáról, általában pedig energiagazdálkodásról (energetikai stratégiáról, vagy energiapolitikáról) *csak a fenntartható energiagazdálkodás rendszerébe illesztve* tartjuk célszerűnek gondolkodni. Mindamellett fontos lehet összefoglalni, hogy a biomassza energetikai hasznosításának milyen *környezeti hatásait* kell mérlegelni, mint ahogyan erről az utóbbi években több nemzetközi elemzés is született (*EEA Report, 2006; EEA Technical Report, 2008*). Ezeket az elemzéseket több tényező motiválta

- az EU megújuló energiával kapcsolatos ambiciózus (és emiatt potenciálisan komoly környezeti konzekvenciákkal járó)

hosszú távú célkitűzéseinek megvalósíthatósági vizsgálata;

- a klímaválság (légszennyezés) és az energiafüggőség egyre erősödő kihívásai;

- a talaj, a víz növekvő szennyezése és a csökkenő biodiverzitás;

- a biomassza élelmiszer-, energia- és egyéb célú hasznosítási formái között egyre intenzívebbé váló verseny.

Mindezeknek az egymásba ágyazódó, egymás hatásait direkt és/vagy indirekt módon befolyásoló tényezőknek a figyelembe vétele nélkül elképzelhetetlen olyan globális és nemzeti szintű játékszabályok kialakítása, amelyek a szereplőket a célkitűzések megvalósítása irányába ösztönzik. Ha kiemeljük ebből a kérdéskörből a környezeti (ökológiai) kérdéseket, akkor alapvető kritérium számunkra a következő lehet: minden lehetséges úton arra törekedni, hogy minimalizáljuk a biomassza energiacélú előállításának és felhasználásának negatív környezeti hatásait, illetőleg maximalizáljuk a lehetséges környezeti előnyeit (*Dinya, 2009*).

Miután az energetikai célra hasznosított elsődleges (primer) biomassza a mezőgazdasági, erdészeti termelésből, az ugyancsak energiacélú másodlagos, illetve harmadlagos biomassza pedig szerves hulladékból származik, és ezen források nem ugyanúgy fejtik ki hatásukat a környezetre, célszerű ezeket külön megtárgyalni.

A mezőgazdasági termelés nyilvánvaló pozitív és negatív környezeti hatásai miatt az *energetikai célú mezőgazdasági termelés* méretének a növelését ezekkel együtt szükséges mérlegelni. *A negatív környezeti hatások* tapasztalat szerint a következők lehetnek:

- Az intenzív mezőgazdasági technológiák terjedése, amely degradálja a természeti erőforrásokat.

- Természeti területek szántóföldi művelésbe vonása energianövények termelése céljából.

- A helyi sajátosságokhoz nem illeszkedő növényfajták, társítások meghonosítása, biodiverzitás csökkenése.

- A talajerózió növekedése (a szél és az esőzések következtében, amit az éghajlatváltozás felerősít), valamint a nagy súlyú gépek miatti talajstruktúra-rombolás.

- Vegyszerek felhalmozódása a talajban és a felszíni vizekben.

- A növekvő méretű öntözés miatt vízellátási problémák, és a talajok szikesedése.

Annak érdekében, hogy a biomassza növekvő arányú energetikai felhasználásának környezeti hatásmérlegét optimalizálják, az EU-ban kemény *környezeti kritériumokat* javasolnak bevezetni (*EEA Report, 2006*):

- Néhány speciális helyzetű tagállamot leszámítva a mezőgazdasági terület legkevesebb 30%-án környezetbarát gazdálkodás (organic farming) megvalósítása 2030-ig.

- A jelenleg intenzíven művelt földterület 3%-át a termelésből kivonni „ökológiai kompenzáció" címszóval.

- Az extenzív módon művelt földterületeket továbbra is fenntartani.

- Bioenergetikai célú növényeket csak minimális környezetterhelést garantáló feltételek (növényfajták, technológiák) mellett termelni.

A szerves hulladék energetikai hasznosításának – eltérően a mezőgazdasági vagy erdészeti eredetű biomasszától – nincsenek negatív környezeti hatásai, hiszen a biohulladék (melléktermék) hasznosítása éppenséggel *a környezetterhelést csökkenti*. Biohulladék a legtöbb gazdasági ágazatban jelentős mennyiségben és folyamatosan keletkezik, és energetikai hasznosításának legalább négy előnye ismert

- a hulladék okozta környezetszennyezés csökkentése;
- fosszilis energiahordozók kiváltásával az üvegházhatású emisszió csökkentése;
- szemben a megújuló energiaforrások többségével nem időszakosan áll rendelkezésre, hanem folyamatosan;
- „előállítása" nem, csak a kezelése igényel külön ráfordítást.

A hulladék vonatkozásában az alábbi irányelvek követése célszerű a jövőben:

- Jelentős mértékben csökkenteni szükséges a keletkező háztartási hulladék mennyiségét (EU-célkitűzés a jelenlegi tendencia – „business-as-usual" szcenárió – alapján számítható mennyiséghez képest 25%-os csökkentés 2030-ig).
- A biohulladék újrahasznosításának jelenlegi mértékét továbbra is célszerű fenntartani (például a szalmatermés vagy az élelmiszer-ipari hulladék 30-40%-a továbbra is nem energetikai célú felhasználású legyen).
- Valamennyi háztartási biohulladékból energiát célszerű termelni (meg kell szüntetni ennek a szeméttelepi tárolását, vagy nem energetikai célú elégetését).
- A természetvédelmi célokkal összhangban csökkenteni indokolt a faipar és a papíripar fafelhasználását.
- Növelni szükséges az energiaerdők telepítését a mezőgazdasági területeken.

A fentiekhez *megfelelő ösztönzőket és jogszabályokat* társítva úgy véljük, elérhető, hogy a biomassza növekvő energiacélú hasznosításának negatív környezeti hatásait minimalizáljuk, pozitív környezeti hatásait erősítsük, és nem utolsósorban az EU megújuló energiára (ezen belül a biomasszára) vonatkozó hosszú távú célkitűzéseiben vállalt hazai hozzájárulás is megvalósuljon. Amennyiben a *hazai bioenergetikai célokat fenntartható* módon kívánjuk meghatározni, környezeti hatások szempontjából hasonló kritériumokat célszerű követni.

TÁRSADALMI HATÁS – A „ZÖLDÜLŐ" ÁGAZATOK MUNKAHELYTEREMTŐ POTENCIÁLJA

Szinte valamennyi, a bionergetikai ágazattal foglalkozó elemzés kiemelt *pozitív társadalmi hatásként* megemlíti a munkahelyteremtést. Ezt sem szabad azonban rendszerösszefüggéseitől, nevezetesen a hozzá szorosan kapcsolódó képzési feladatoktól, valamint a kapcsolódó ágazatoktól (ha úgy tetszik a „zöldülő gazdaság"-tól) elválasztani. A bioenergetikai ágazat integrációinak fejlesztését célzó kutatásaink során a „kudarc-sztorik" feldolgozásának egyik fontos tanulsága volt, hogy *a projektek eredményességét a szakismeretek, ezen belül a rendszerszemléletű tudás és a kooperációs kultúra nagyfokú hiánya gátolja* (*Dinya, 2008*). Meggyőződésünk, hogy egyre keresettebbé válnak majd azok a *szakemberek*, akik ezt a komplexitást kezelni tudják, megfelelő módszertani és szakmai jártassággal rendelkeznek, és a fenntartható fejlődés szempontjait érvényesítő projekteket képesek megtervezni, irányítani, felügyelni, értékelni. Az *együttműködés* pedig azt jelenti, hogy miközben az üzleti projekteknek, tágabb összefüggésben az egész gazdaságnak „zöldülnie" kell („green economy"), ki kell vívniuk *a társadalmi támogatottságot*, ugyanakkor a társadalmi *érdekcsoportoknak* is meg kell tanulniuk üzleti fejjel gondolkodni. A „zöld gazdaság" az újabb értelmezés szerint (*Milan, 2008*) nem szűkítendő le az ipar és az energiatermelés zöldítésére, mert valamennyi gazdasági szereplőre (üzleti szféra vállalkozásai, közszféra közintézményei, civil szféra nonprofit szervezetei) érvényes (lásd a 2. táblázatot!).

Ennélfogva a vonatkozó kutatási eredmények, ismeretek minél szélesebb körű alkalmazása – különösen a szakképzésben, tudatformálásban – kiemelkedő jelentőségű feladat. A szakterület helyzete gyorsan változó, miután egyre erősebb

lesz a politikai-gazdasági szféra szereplőire (döntéshozóira) irányuló *társadalmi nyomás*. Megalapozott számítások szerint 2025 táján a *globális GDP mintegy 20%-a* fog koncentrálódni két – a fenntartható fejlődés alapját képező – most formálódó, új ágazatban: az öko-energetikában (megújuló energiaforrások) és az öko-iparban (környezetvédelem, környezetgazdálkodás) (*Milan, 2008*). Az EU (ezen belül mindenekelőtt fontos partnerünk, Németország) mindkét ágazatban a csúcstechnológiákat képviseli, és a *hazai adottságok* (pl. agroökológiai, vagy geotermikus potenciál) igen kedvezőek ahhoz, hogy ebben a folyamatban mi is szerepet vállaljunk.

A sokak által „zöld gazdaság"-nak nevezett új gazdaság a legtöbb jelenlegi ágazatban technológiai paradigmaváltást igényel („zöld technológiák", „green technologies"), több ágazat eltűnését, és számos új ágazat születését is eredményezve. Mindez új („zöld") szakmák („green jobs") tömeges megjelenését, az ilyen kvalifikációval rendelkezők iránti tömeges munkaerő-piaci igényt, valamint az átalakuló ágazatokban jelenleg dolgozók tömeges átképzését is jelenti. Az új ágazatok munkahelyteremtő hatása a kvalifikációt nem igénylő mun-

2. táblázat

Ágazatok „zöld munkahely" teremtő potenciálja

Ágazat	Terület	„Zöld potenciál"	Megvalósult „zöld munkahely" máig	Hosszú távú „zöld munkahely" potenciál
Energetika	Megújulók	kitűnő	jó	kitűnő
	CO_2-megkötés	szerény	nincs	ismeretlen
Ipar	Acél	jó	szerény	szerény
	Alumínium	jó	szerény	szerény
	Cement	szerény	szerény	szerény
	Papír	jó	szerény	jó
	Hulladékfeldolgozás	kitűnő	jó	kitűnő
Szállítás	Kis fogyasztású kocsik	szerény-jó	korlátozott	jó
	Tömegközlekedés	kitűnő	korlátozott	kitűnő
	Vasút	kitűnő	negatív	kitűnő
	Repülés	korlátozott	korlátozott	korlátozott
Építőipar	Zöld épületek	kitűnő	korlátozott	kitűnő
	Szigetelés	kitűnő	korlátozott	kitűnő
	Világítás	kitűnő	jó	kitűnő
	Háztartási berendezések	kitűnő	szerény	kitűnő
Mezőgazdaság	Fenntartható gazdálkodás	kitűnő	negatív	kitűnő
	Biogazdaságok	kitűnő	korlátozott	jó-kitűnő
	Környezetvédelmi szolgáltatások	jó	korlátozott	ismeretlen
Erdészet	Vágás/telepítés	jó	korlátozott	jó
	Agrárerdészet	jó-kitűnő	korlátozott	jó-kitűnő
	Fenntartható erdőgazdálkodás	kitűnő	jó	kitűnő

Forrás: Renne – Sweeney – Kubit, 2008

kakörökben is jelentős lesz, ami a vidéki munkanélküliség csökkentésével szociális problémák megoldásához is hozzájárul. A szakképzéssel, továbbképzéssel foglalkozó intézmények számára ez azzal jár, hogy *„zöld képzési programok"* kidolgozásával, indításával kapcsolódhatnak be ebbe a folyamatba. Ehhez értelemszerűen megfelelő személyi, tárgyi, infrastrukturális és szervezeti feltételek megteremtése az első lépés, és természetesen nagy előnyt élveznek (egy rövid ideig!) azok az intézmények, amelyek ezekkel az alapokkal (előzményekkel) már – legalább részben – rendelkeznek (*Dinya, 2009*).

A fenti *folyamat már megindult*, és nemzetközi elemzésekből jól kivehetők a trendek, a változások üteme, valamint azok munkaerő-piaci hatásainak mértéke (2. táblázat). Az új munkahelyek – akárcsak eddig, ezután is – beruházások révén keletkeznek. Különféle forrásokból (befektetők, kockázati tőke, állami költségvetés stb.) egyre gyorsuló mértékben áramlik a pénz a zöldülő ágazatokba: a globális beruházás értéke a 2006. évi 92,6 milliárd USD-ról 2007-re 148,4 milliárd USD-ra nőtt (60%-os növekedés), és az ENSZ számításai szerint 2020-ban ez eléri az 1900 milliárd USD-t. Ennek akadálya nem a tőkehiány, hanem a meglevő tőke jelenlegi befektetési irányait kell megváltoztatni, hiszen pl. csak az olajipar 2006-ban rekord nagyságú forgalmat (1600 milliárd USD) és profitot (140 milliárd USD) ért el a jelenlegi torz – az externális költségeket/károkat nem beszámító – piaci viszonyok mellett. Vagy pl. a közpénzekből származó globális katonai kiadások nagysága 2006-ban 1200 milliárd USD volt (*Milani, 2008*). Ennek megváltoztatása *globális politikai akarat* nélkül nem megy. A politikai akarat pedig erős (globális) társadalmi nyomással, szakmailag kiforrott koncepciókkal, azok globális publicitásával kényszeríthető ki, lehetőleg minél gyorsabban (támogatások – elvonások arányai, adó- és kamatkedvezmények, jogszabályok stb.). Ehhez a megfelelően képzett szakemberek ugyancsak kellenek. Az ENSZ felmérése alapján (*Renne – Sweeney – Kubit, 2008*) a fenntartható fejlődésre való átállás által különösen érintett ágazatokban a „zöld munkahely" teremtő potenciál (illetve annak jelenlegi kihasználása) a 2. táblázat szerinti képet mutatja.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) Csete L. (2008): Új paradigma az agrárgazdaságban: alkalmazkodás a globális kihívásokhoz. Gazdálkodás, 52. évf. 4. sz., 352-367. pp. – (2) Dinya L. (2007): Fenntartható energiagazdálkodás – ökoenergetika. „Ma & Holnap", VII. évf. 3. sz., 26-29. pp. – (3) Dinya L. (2008): Biomassza alapú fenntartható energiagazdálkodás. Előadás, „Magyar Tudomány Napja", MTA, 2008. nov. 6., http://vod.niif.hu/player/index.php?q=1587/1M – (4) Dinya L. (2008): Bioenergetikai hálózatok és az agrárium. In: „Hálózatok és klaszteresedés – elméleti és tapasztalati háttér", ISBN 978-963-06-5348-0, NORRIA Kft – Miskolc, 159-162. pp. – (5) Dinya L. (2009): Természeti erőforrás gazdálkodási kar alapításának koncepciója. Tanulmány, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös – (6) Dinya L. (2009): Áttekintés a biomassza alapú energiatermelés helyzetéről. Tanulmány, MTA Környezettudományi Elnöki Bizottság „Energetika és Környezet" Albizottság, Budapest, MTA – (7) Környezetvédelmi Lexikon, Akadémiai Kiadó, 2002 – (8) Gács I. et al. (2006.): Magyarország primer energiahordozó struktúrájának elemzése, alakításának stratégiai céljai. GKM, Budapest, 1-96. pp. – (9) Greenpeace International (2007): Energy (r)evolution. Published by Greenpeace International and EREC, 1-96. pp. – (10) Gyulai I. (2008): A biomassza dilemma. MTVSZ, 2008. 1. sz., 1-73. pp. – (11) IEA (2007.): Bioenergy Annual Report 2006. International Energy Agency, Paris, 1-124. pp. – **(12) IPCC Fourth Assess**ment Report (2007): Working Group III Report „Mitigation of Climate Change" (http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg3.htm) – (13) **Mészáros S. – Forgács Cs. (2008): Új utakon az agrárgazdasági kutatások. Gazdálkodás, 52. évf. 4. sz., 334-351.** pp. – (14) Milani, B. (2008): Designing the Green Economy. Rowman & Littlefield, Plymouth, UK – (15) Popp J. – Potori N. (2008): Az élelmezés-, energia- és környezetbiztonság összefüggései. Gazdálkodás, 52. évf. 6. sz., 528-544. pp. – **(16)** Renner, M. – Sweeney, S. – Kubit, J. (2008): Green Jobs – Towards decent work in a sustainable, low-carbon world. United Nations Environment Programme, September 2008 – (17) ------(2006): How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report No 7/2006, ISSN 1725-9177 – (18) ------(2008): Maximising the environmental benefits of Europe's bioenergy potential. EEA Technical report, No 10/2008, ISSN 1725–2237