Zöldenergia, klíma, társadalom

Gergely Sándor – Magda Sándor

Kulcsszavak: zöldenergia, energiahordozók, fűtés, faültetvény, foglalkoztatás.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A zöldenergia (energetikai biomassza) előállítható elsődleges, másodlagos és harmadlagos biomasszából. Elsőként a melléktermékeket és hulladékokat célszerű felhasználni, majd pedig a fás és lágy szárú célültetvényeken előállított zöldenergia-hordozókat. A hazai mező- és erdőgazdasági melléktermék és hulladék energetikai célra hasznosítható évi mennyisége 4,9-5,7 millió tonna közötti, amely 40-50%-kal több, mint az évente kitermelt tűzifa. A földgázfűtés kiváltása a helyben keletkezett és/vagy termelt zöldenergia-hordozókkal már ma is gazdaságos, főként abban az esetben, ha települési és/vagy kistérségi logisztikai központ közbeiktatásával történik a zöldenergia-hordozók hasznosítása hőtermelésre. A zöldenergia-hordozók szabályozott körülmények között történő tüzeléses hasznosításakor keletkezett környezetterhelés töredéke a fosszilis energiahordozókénak. Az energetikai faültetvények kedvező hatást gyakorolnak a talajra, a vízre és a levegőre is, de a biodiverzitást illetően nem ilyen egyértelmű a hatásuk. A zöldenergia-hordozó termelésének és hasznosításának társadalmi hatásai közül kiemelkedik a foglalkoztatás sokrétű növelésének lehetősége.

ZÖLDENERGIA-HORDOZÓK ÉS AZOK ÁTALAKÍTÁSA

1. ábra

Biomassza-források áttekintése[1]

ELSŐDLEGES BIOMASSZA	MÁSODLAGOS BIOMASSZA	HARMADLAGOS BIOMASSZA
• természetes vegetáció • szárazföldi növények • erdő • rét • legelő • vízben élő növények	• állatvilág • gazdasági haszonállatok • állattenyésztés melléktermékei és hulladékai	• emberi települések szerves eredetű szilárd és folyékony hulladékai • biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok melléktermékei, hulladékai

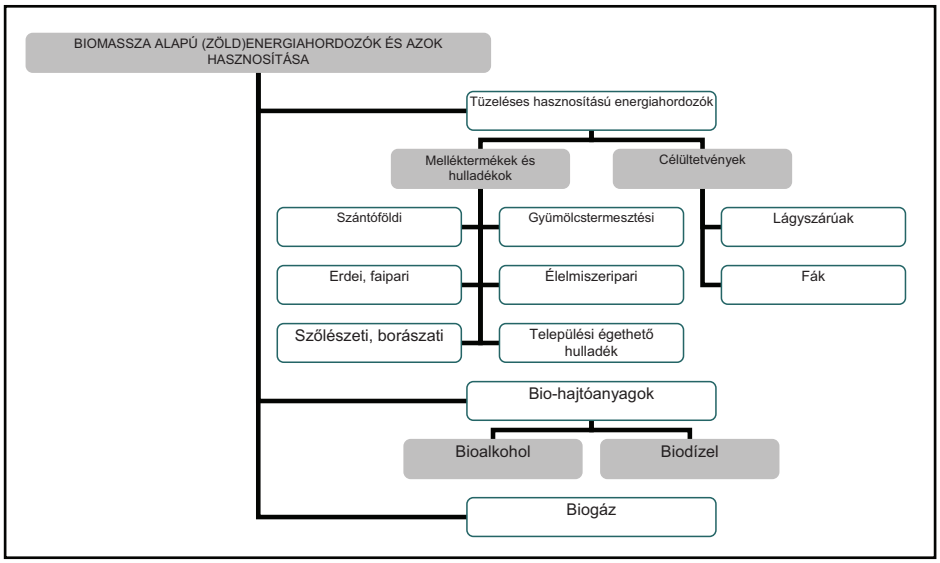
Az 1. ábrán mutatjuk be a biomassza-forrásokat.

A 2. ábrán foglaljuk össze a zöldenergia-hordozókat és azok energetikai hasznosítási lehetőségeit. A három legfontosabb nagy termelési, hasznosítási terület: az égetés, a motorhajtóanyagok céljára történő, valamint a biogáztermelés és hasznosítás.

[1] A biomasszaforrásokról, a magyarországi biomassza első felméréséről, valamint újszerű hasznosításáról tájékozódhatnak Láng et al.: A biomassza komplex hasznosításának lehetőségei című könyvben (Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1985). *A szerkesztő.*

2. ábra

Biomassza-alapú (zöld)energia-hordozók és azok hasznosítása



Forrás: Magda S. – Gergely – Bíró, 2011

„A biomassza, mint megújuló energia, illetve a biogáz azért kiemelkedően fontos, mert hazánk egyik legnagyobb lehetősége ebben a megújuló energiában rejlik. A megújuló energiaforrások közül jelenleg is a biomasszát hasznosítjuk legnagyobb arányban. A további lehetőségek kiaknázása nagyban elősegítené Magyarország energiafüggőségének csökkenését." (*Magda R., 2011b*)

A biomassza energetikai átalakításának célja: közvetlenül hasznosítható energiahordozó nyerése. Ezen belül a cél lehet hőtermelés, villamosenergia-termelés vagy motorhajtóanyag előállítása. Minél kevesebb lépésben történik az átalakítás, annál nagyobb a biomassza nettó energiahozama, viszont ezzel együtt annál helyhez kötöttebb a nyert energia felhasználása. Ellenben minél több lépcsős az átalakítás, annál kisebb a nettó energiahozam, ám annál kisebb fokú a felhasználás helyhez kötöttsége.

Az átalakítási módok közül legegyszerűbb a tüzelés, amelyet drágít a brikettálás, azonban csökkenti a szállítás költségeit a tömörítés révén, ugyanakkor a tüzelés automatizálásában is előnyt jelent (3. ábra). Bonyolultabb és fajlagosan költségesebb berendezéseket kíván a gázosítás és a biogáztermelés. Legtöbb átalakítási lépcsőt a metanol-, etanol-, alkohol-, növényiolaj-termelés tartalmaz. Ennek a nettó energiahozama a legkisebb, ám az így létrehozott energiahordozó hasznosítási lehetősége a legszélesebb és a felhasználási helyhez kötöttsége is a legkisebb fokú. Környezetvédelmi szempontból kiemelendő a biogáztermelés, ami kifejezetten csökkenti a környezetterhelést.

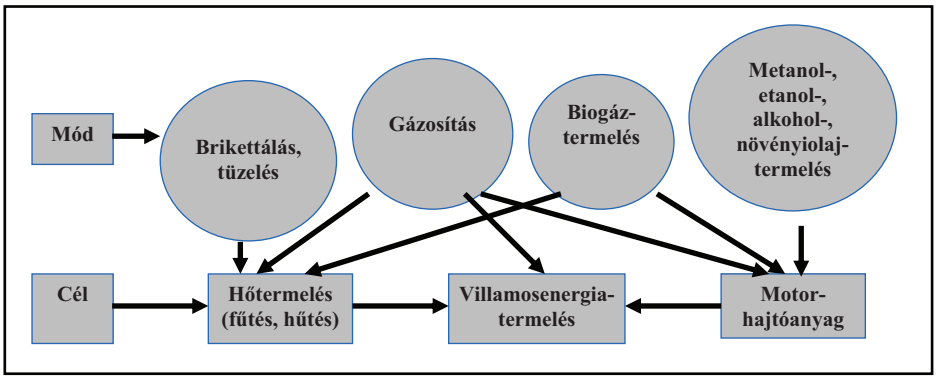
A HAZAI ZÖLDENERGIA-POTENCIÁL HASZNOSÍTÁSA

A hazai zöldenergia-potenciál kiaknázása jelentős szervezőmunkát, beruházást kívánna meg, amit a hazai ipari lehetőségek kiaknázásával lehet(ne) megvalósítani. Arra nézve, hogy mekkora potenciál marad kiaknázatlanul, illetve megy veszendőbe, az 1. táblázat ad felvilágosítást.

„Egyidejűleg fontos tisztázni, hogy elméleti, konverziós, technikai, gazdasági, vagy

3. ábra

A biomassza energetikai átalakításának célja és módja



Forrás: Gergely, 2007

fenntartható potenciálról van-e szó, mert köztük több nagyságrendű eltérés lehetséges (ez részben magyarázat a különféle kalkulációk eredményeinek nagy szóródására is).” (*Dinya, 2009*)

Az 1. táblázatból kitűnik, hogy legnagyobb zöldenergia-tartalékunkat a fel nem használt kukoricaszár és a gabonaszalma jelenti. A kettő együtt évente 3,5-4,0 millió tonnát tesz ki. Ebből a kukoricaszár égetéses hasznosítása kissé körülményes nagyobb víztartalma miatt, de ez is viszonylag kis költséggel, illetve technológiai újításokkal megoldható. A szalmák, a napraforgószár, a kukoricacsutka, a venyige és a fahulladék jellemzően alacsony víztartalmúak. Ezért ezek tüzeléses energetikai hasznosításának nincsen műszaki akadálya.

1. táblázat

Hazai mező- és erdőgazdasági melléktermék és hulladék évi mennyisége[2]

Melléktermékek	Évenként betakarítható mennyiség, millió t/év	Energetikai célra rendelkezésre áll	
		millió t/év	PJ/év
Gabonaszalma (bálás)	4,0-5,5	1,5	14,2
Kukoricaszár	7,0-10,0	2,0-2,5	20,2
Napraforgószár	0,7-0,9	0,3-0,4	3,1
Gyümölcsfanyesedék és szőlővenyige	*0,9-1,1*	*0,5-0,6*	*4,9*
Erdőgazdasági hulladék	1,1-1,4	0,6-0,7	5,8
Összesen	*13,7-18,9*	*4,9-5,7*	*48,2*

Természetesen a tartalékot csökkentettük a be nem takarítható hányaddal és azzal is, amely az állattenyésztés takarmányozási és almozási szükséglete. Sajnos az utóbbi 20 esztendőben nem történt lényegi változás a hazai mező- és erdőgazdasági melléktermékek hasznosításában. A helyzet inkább romlott, hiszen számos állatfaj lét-

[2] Az elsődleges, másodlagos, harmadlagos biomassza-mennyiségek szárazanyagra vagy más közös nevezőre átszámítva összegezhetők, lásd az 1. lábjegyzetben említett országos felmérést. (*A szerkesztő.*)

2-3. táblázat

Hőszigeteletlen hagyományos intézményi épület: 250 kWh/m²/év (1000 m²)

Fűtött terület m²	Fogyasztás/ fűtési szezon MJ	Földgázfelhasználás/fűtési szezon m³	Bruttó fogy. ár 121 Ft/m³ E Ft	Fogyasztás fa és szalma fűtőanyagból/fűtési szezon t		Bruttó kisker. ár Ft/t	Fűtési költség fa és szalma fűtőanyaggal E Ft	Megtakarítás/fűtési szezon E Ft	Megtakarítás/fűtési szezon %	Fűtőérték MJ/kg	Logisztikai központ nélküli tárolólétesítés költsége (évi tárolással) E Ft	Logisztikai központtal rendelkező tárolólétesítés költsége (havi tárolással) E Ft	Megtérülési idő logisztikai központ nélkül év	Megtérülési idő logisztikai központtal év
1 000	990 000	29 118	3 523	Szőlővenyige, gyümölcsfanyesedék	66	18 750	1 238	2 286	65	15	5 500	917	4,2	2,2
				Faapríték	55	22 500	1 238	2 286	65	18	4 583	764	3,8	2,1
				Szalma	9	8 750	866	2 657	75	10	8 250	-	4,6	-
				Fapellet vagy brikett	55	60 000	3 300	223	6	18	2 292	382	28,5	20,0
Kazán teljesítmény (kW)	138	Kazánár (E Ft)	3 135	Kazán beépítési költség (E Ft)		941								

Utólagosan hőszigetelt hagyományos intézményi épület: 185 kWh/m²/év (1000 m²)

Fűtött terület m²	Fogyasztás/ fűtési szezon MJ	Földgázfelhasználás/fűtési szezon m³	Bruttó fogy. ár 121 Ft/m³ E Ft	Fogyasztás fa és szalma fűtőanyagból/fűtési szezon t		Bruttó kisker. ár Ft/t	Fűtési költség fa és szalma fűtőanyaggal E Ft	Megtakarítás/fűtési szezon E Ft	Megtakarítás/fűtési szezon %	Fűtőérték MJ/kg	Logisztikai központ nélküli tárolólétesítés költsége (évi tárolással) E Ft	Logisztikai központtal rendelkező tárolólétesítés költsége (havi tárolással) E Ft	Megtérülési idő logisztikai központ nélkül év	Megtérülési idő logisztikai központtal év
1 000	732 600	21 547	2 607	Szőlővenyige, gyümölcsfanyesedék	49	18 750	916	1 691	65	15	4 070	678	8,0	6,0
				Faapríték	41	22 500	916	1 691	65	18	3 392	565	7,6	5,9
				Szalma	73	8 750	641	1 966	75	10	6 105	-	7,9	-
				Fapellet vagy brikett	41	60 000	2 442	165	6	18	1 696	283	67,3	58,7
Kazán teljesítmény (kW)	102	Kazán ár (E Ft)	2 320	Kazán beépítési költsége (E Ft)		696	Utólagos hőszigetelés költsége (E Ft)			6 400				

Forrás: Gergely, 2011

száma csaknem felére csökkent, ami az almozási és takarmányozási szükségletet is alapvetően apasztotta. Így még több megy veszendőbe, mint 15-20 évvel ezelőtt.

MODELLSZÁMÍTÁS INTÉZMÉNYI ÉPÜLET FÖLDGÁZRÓL HELYI ZÖLDENERGIAHORDOZÓ-FŰTÉSRE VALÓ ÁTÁLLÍTÁSÁRA

A 2. táblázatban mutatjuk be a hőszigeteletlen hagyományos intézményi épület éves fűtési idényre jutó logisztikai központ, vagy helyi tároló létesítési, tüzelőszer és kazáncsere költségeit.

Tekintettel a rendkívül kedvező megtérülési jellemzőkre, okkal feltételezzük, hogy az önkormányzatok/intézmények részéről egyre nagyobb érdeklődés lesz a földgázfűtésről zöldenergiahordozó-fűtésre való átállásra. A 2. táblázat adatai ezt egyértelműen alátámasztják, hiszen egy hőszigeteletlen hagyományos, 1000 m^2 alapterületű intézményi épületnél az átállás megtérülési ideje logisztikai központ nélkül, szőlővenyige- és gyümölcsfanyesedék-, aprítéktüzelés esetén 4,2 év, logisztikai központtal mindössze 2,2 év. Faaprítéknál logisztikai központtal 2,1 év, logisztikai központ nélkül 3,8 év. Szalmánál logisztikai központ nélkül 4,6 év, ahogyan azt a későbbiekben kifejtjük, a szalmatüzelésre való átállásnál a jelenlegi technológiai feltételek közepette nem célszerű külön logisztikai központot létrehozni. A fapellett vagy fabrikett megtérülési ideje logisztikai központtal 20 év, anélkül 28,5 év. Nem fér hozzá kétség, hogy ezt a megoldást ma még nem célszerű választani.

A 3. táblázatból látható, hogy érvényesül a logisztikai központ előnyös hatása, amit a kedvezőbb megtérülési idők is alátámasztanak, hiszen a szőlővenyige-, gyümölcsfanyesedék-, aprítékfűtésre történő átállásnál a megtérülési idő logisztikai központ nélkül 8 év, logisztikai központtal 6 év. Faaprítéknál logisztikai központ nélkül 7,6 év, illetve logisztikai központtal 5,9; a fapelletnél a megtérülési idő mindkét esetben túl van az észszerűség határain, hiszen logisztikai központ nélkül 67,3, míg logisztikai központtal 58,7 év. A fapellett, fabrikett megtérülési mutatója azt bizonyítja, hogy jelenleg a földgáznak nem alternatívája ez a két tüzelőszer, annak ellenére, hogy kezelni, szállítani, felhasználni kényelmesebb, mint a vizsgált többi zöldenergia-hordozót. Jelenleg tehát hazai viszonyok között a fapellett-, fabrikett-tüzelésre való átállás nem gazdaságos, azonban a földgáz további drágulása árnyalhatja ezt a helyzetet. De csak abban az esetben javulhat a fapellett, fabrikett tüzelésének gazdaságossága, ha az előállítás nagy energiaigényét főként nem fosszilis energiahordozókkal oldják meg.

KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS A ZÖLDENERGIA

A fa energetikai hasznosításának vizsgálatánál fontos szempont az égetés során keletkező égéstermékek környezetre gyakorolt hatásának ismerete, amelyre nézve a 4. táblázat ad támpontokat, melyben látható, hogy rendkívül kedvezőek a fahamu adatai, amely mindössze 0,2-1,7%. Ha pedig azt is számításba vesszük, hogy ez a talajok ásványianyag-pótlására minden átalakítás nélkül jól felhasználható, akkor még inkább látszik az előny az 50-80%-os hamutartalmú barnaszénhez, vagy a 10-50%-os kőszénhez képest.

4. táblázat

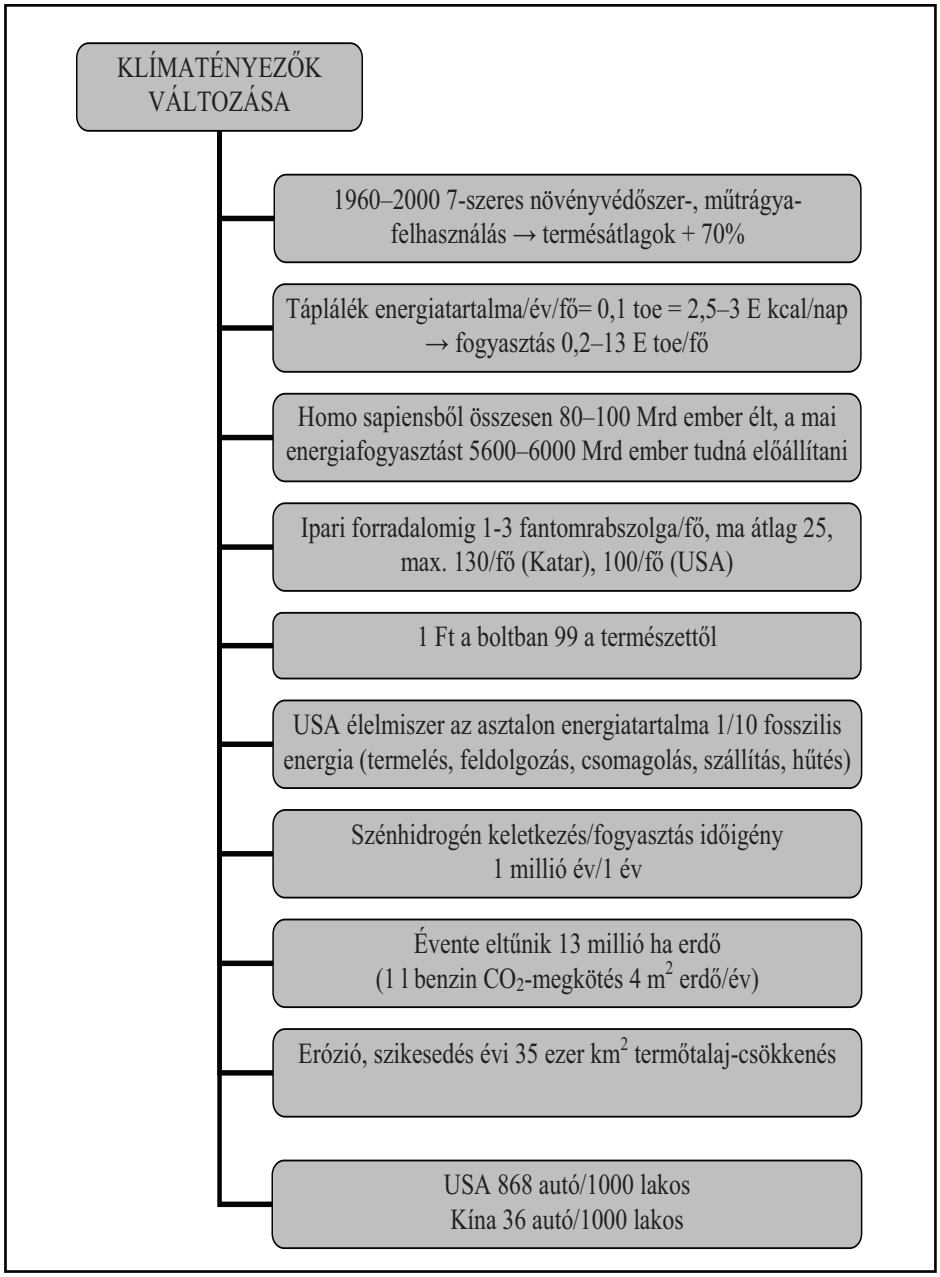
Tüzelőanyagok kén- és hamutartalma

Megnevezés	Kéntartalom	Hamutartalom	SO_2-kibocsátás
	%	%	mg/MJ
Fa	–	0,2 – 1,7	0
Barnaszén	0,24 – 0,87	50 – 80	90 – 120 – 270
Kőszén	0,59 – 1,21	10 – 50	200 – 360 – 700
Könnyű fűtőolaj	0,10 – 0,50	–	50 – 200 – 280

A 4. ábrán bemutatjuk néhány fontos klímatényező változását, míg az 5-6. ábra félmillió hektár energetikai faültetvény környezeti hatásait mutatja be.

4. ábra

A klímatényezők változása



Forrás: Szergényi, 2011 alapján saját szerkesztés

5. ábra

500 ezer hektár energetikai faültetvény hatása a talajra, a vízre és a levegőre

Az életminőség három eleme
- a megfelelő mennyiségű és minőségű egészséges élelmiszer;
- a tiszta ivóvíz;
- a kellemes környezet – mind szoros kapcsolatban van a talajjal és annak használatával.
- A talaj multifunkcionalitásának megőrzése érdekében a talajvédelemnek biztosítani kell, hogy a talaj betölthesse, illetve visszaállíthassa teljesítőképességét. Ezek teljesítésében nagy szerepet játszhatnak az energetikai faültetvények az ökológiai funkcióiban, mint
  - ökológiai élettér és genetikai tartalék;
  - a természet alapfolyamatainak helye, az anyag- és energia-körforgalom része;
  - biomassza-termelés;
  - szűrő, kiegyenlítő (puffer), raktározó szerep (levegőszűrés, csapadékelvezetés kiegyenlítése és ezáltal az erózió csökkentése, tápanyagraktár);
  - lebontó, átalakító és felépítő folyamatok (szennyező anyagok elbontása, pl.: szennyvíziszap).

6. ábra

500 ezer hektár energetikai faültetvény környezeti hatása számokban

Csökken
- talajeróziós kár 17-21 millió tonna/év;
- deflációs kár 2,5-3 millió tonna/év.

Növekszik
- oxigénkészlet naponta 15 millió kg-mal a vegetációs periódusban;
- a napi szén-dioxid-megkötés 5-6 millió kg-mal a vegetációs periódusban;
- pormegkötés 10-13 millió tonna/év.

A ZÖLDENERGIA TÁRSADALMI HATÁSA

Terjedelmi korlátok miatt itt a zöldenergia társadalmi hatásai közül csak a munkaerő munka világába való visszavezetését, valamint a foglalkoztatásra gyakorolt igen kedvező és sokrétű hatását, mutatjuk be (7-8. ábra).

„A jelen követelménye és a jövő első számú feladata a mintegy 4-500 ezer alacsony képzettségű, ma segélyből élő egyén (aki a „high-tech"-ben semmiképpen sem alkalmazható) foglalkoztatása. Így keresni kell azt, hogy az alapvető erőforráson, a mezőgazdasági területen milyen hasznosítás lehet mind Magyarország, mind az ott élők számára eredményes, és hogy mindez miként kapcsolható a vidékfejlesztés új, komplex rendszerébe." (*Magda R., 2011a*)

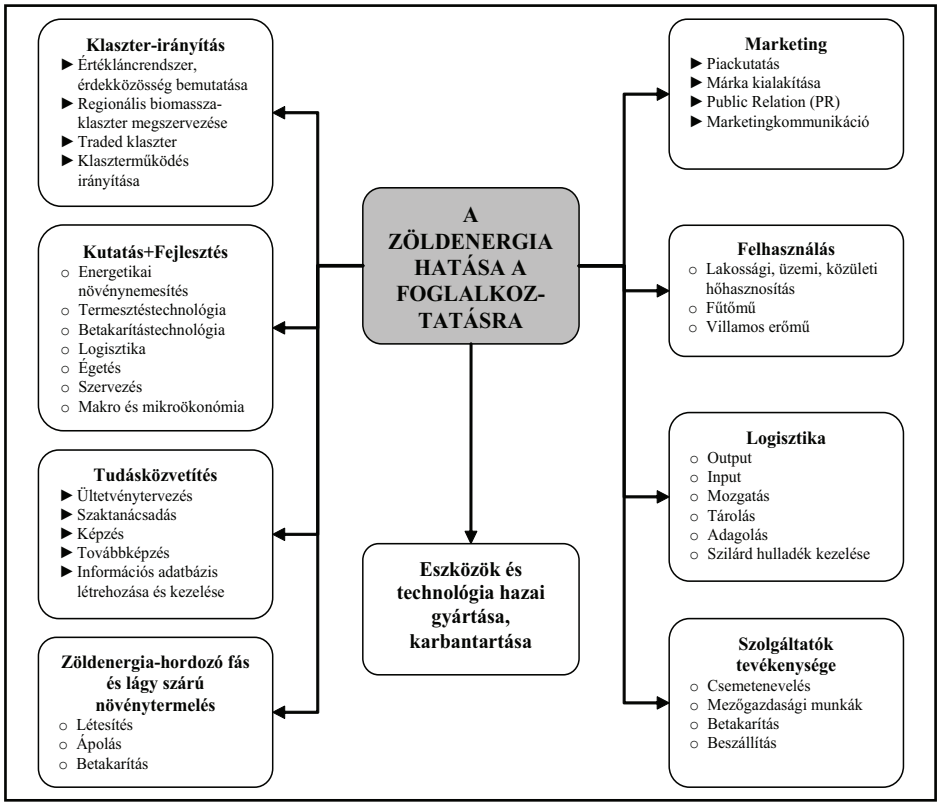
7. ábra

A munkaerő visszavezetése a munka világába

- A munkaerő-felvétel rendszere
- Speciális képzési és motivációs program
- A munka és a tanulás mixe
- A fokozott felügyelet és irányítás rendszere
- Motivációs tréningek
- Fluktuáció-csökkentés módszerei
- Szakmai képzés munka közben
- Betanított szakmunkássá képzés
- Komplett képzési anyag kidolgozása és átadása a partnereknek
- Komplett képzési csomag helyszíni adaptációja partnereknél

8. ábra

A zöldenergiahordozó-termelés és hasznosítás hatása a foglalkoztatásra



Forrás: Gergely, 2007

„A versenyképes tudással rendelkező diplomások akkor lesznek sikeresek, ha mindenkor képesek lesznek az ismeretek készségszintű alkalmazására és a kihívások megoldására.

A jelenlegi helyzetben a gazdaság minden területén arra kell tehát törekedni, hogy a számunkra rendelkezésre álló erőforrásokat – anyagi, humán, természeti – a lehető leghatékonyabban tudjuk hasznosítani, így biztosítva a versenyképességet és a megfelelő technika, technológia alkalmazásával a fenntarthatóságot. Mindezt csak akkor lehet megvalósítani, ha rendelkezésre áll az a kiművelt szakember, aki hajlandó és képes az elméleti ismereteit a mindenkori igényeknek megfelelően alakítani, fogékony az új ismeretek befogadására és azok alkalmazására. Ebben természetesen nagy szerepet kapnak az oktatási intézmények is, amelyek a társadalom többi szereplőjével karöltve az új helyzetnek megfelelő ismereteket adnak át a hallgatóknak. Azok az országok, amelyek ezeket a szempontokat képesek megvalósítani, képesek lesznek minimalizálni a válság okozta veszteségeket, és viszonylag rövid időn belül újra növekedési pályára állnak." (*Magda R., 2010*)

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE:

(1) Dinya L. (2009): Fenntarthatósági kihívások és biomassza-alapú energiatermelés. (Gazdálkodás, 53. évf. 4. sz., 311-324. pp.) – (2) Gergely S. (2007): Zöldenergia kézikönyv. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 214 p. ISBN 978-963-9736-27-6 – (3) Gergely S. (2011): Kistérségi energiarendszerek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 318 p. ISBN 978-963-9935-78-5 – (4) Magda R. (2010): Földhasználat és fenntarthatóság. Gazdálkodás, 54. évf. 2. sz., 160-168. pp. – (5) Magda R. (2011a): A zöldgazdaság és a foglalkoztatás. Európai Tükör XIV évf. 4. sz., 85-96. pp. – (6) Magda R. (2011b): A megújuló és a fosszilis energiahordozók. Gazdálkodás, 55. évf. 2. sz., 153-165. pp – (7) Magda S. – Gergely S. – Bíró B. (2011): A megújuló energiák helyzete és céljai Magyarországon, különös tekintettel a bioenergiára. Előadás. Magyar–Türingiai Bioenergia Szimpózium, Thüringia, 2011. október 24-27. – (8) Szergényi I. (2011): Energia esszé. Valóság 2011/10. Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, Budapest, ISSN 0324-7228. 1-19. pp.

TARTALOM

Magda Sándor: A Magyar Tudomány Ünnepe 542

Láng István: Klíma és társadalom: mindkettő változik 544

Bozó László: Az éghajlatváltozás és a természeti erőforrások 548

Biacs Péter Ákos: Klímaváltozás és élelmezésbiztonság 553

Dinya László: Változó klíma, természet és az innovációs kihívások 557

Gergely Sándor – Magda Sándor: Zöldenergia, klíma, társadalom 566

Magda Róbert: A megújuló energiaforrások szerepe és hatásai a hazai agrárgazdaságban 575

Maróti Gergely – Kondorosi Éva – Bíró Tibor: Biomassza-alapú energiák innovációjának genomikai megközelítései 589

Lakatos István: Zárszó 595

Summary 598

Contents 601