

## MAGYARORSZÁG MAXIMÁLIS AGRO-ERDÉSZETI ENERGIA- POTENCIÁLJÁNAK SZÁMÍTÁSA AZ AGRÁRÖKOLÓGIAI LEHETŐSÉGEK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

### CALCULATION OF THE HUNGARIAN MAXIMUM BIOMASS-ENERGY POTENTIAL CONSIDERING THE AGROECOLOGICAL POSSIBILITIES

*Dombi Mihály<sup>1</sup> – Balázs Ádám<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar  
Vidékfejlesztési agrármérnök szak V. évfolyam

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Informatikai Kar  
Programtervező matematikus szak V. évfolyam

#### ÖSSZEFOGLALÁS

Az általunk alkotott program az agroökológiai adottságokat figyelembe véve kiszámítja, mekkora szerepet játszhat a biomassza hazánk energia-szerkezetében, és hogy jelenlegi ismereteink szerint melyek azok a növényi kultúrák és hasznosítási technológiáik, amelyek a legnagyobb nettó energiahozamot biztosíthatják.

Vizsgálatunk során számos növényfajt figyelembe vettünk az agrotechnika és a genetikai alapok állandó, magas színvonalát feltételezve. Kizártuk az energetikai hasznosítás köréből az élelmiszergazdaság számára szükséges termőterületeket, illetve éltünk bizonyos természetvédelmi, környezetpolitikai kikötésekkel.

A modell digitális adatbázisokon alapszik, és az egyes kultúrák igényei alapján adott termőhelyen a legnagyobb nettó energiahozamú fajt, illetve hasznosítási technológiát preferálja. Az így számított energiaértékhez az évente hulladékból maximálisan rendelkezésre álló biomassza eredetű energia-mennyiséget hozzáadva kapjuk Magyarország fenntartható bioenergetikai potenciálját.

*Kulcsszavak: biomassza, fenntarthatóság, agroökológia, potenciálszámítás*

#### ABSTRACT

Our software is able to calculate the rate of biomass-based energy in Hungary's energy system considering the agroecological possibilities; and which plants and transformation technologies ensure the highest amount of net energy according to actual knowledge.

Numerous plant species were considered in the course of analysis assuming constant, high quality of agrotechnics and genetic basis. The production sites which are necessary for food and fodder production were not allowed for energetic utilization, in addition some exclusions were defined in the topic of nature conservation and environmental politics.

The model was constructed on digital database, and it prefers the plant species and technologies with highest net energy production on several production sites by ecological niche of each plant. Hungary's sustainable biomass potential is able to calculate by adding the maximum amount of energy available from organic residues to net energy production.

*Keywords: biomass, sustainability, agroecology, potential calculation*

#### BEVEZETÉS

A klímaváltozásért felelős üvegházhatású gázok kibocsátásáért legnagyobb részben energetikai folyamatok tehetők felelőssé. Az energiakeverék fenntarthatatlanságával Magyarország is jellemezhető, az energiarendszer átalakításának azonban léteznek a klímavédelmen túli indokai is. Hazánk növekvő mértékben külföldi energiaforrások importjára szorul, rövid távú ellátásbiztonságunk még a különböző energetikai nagyberuházások által sem garantált. A megújuló ener-

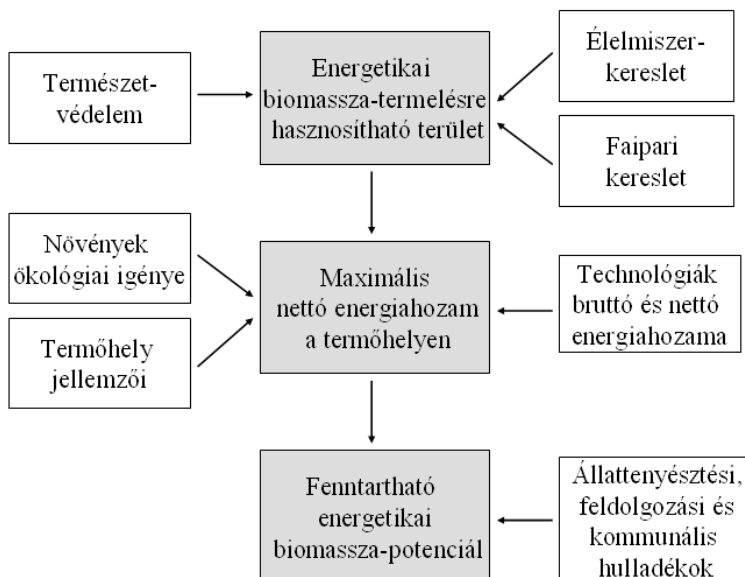
giaforrások hasznosítása viszont beruházásokat indukál a nemzetgazdaságban, fejlett technológiák áramlását valósítja meg, a biomassa termelése és feldolgozása számos munkahelyet teremthet. Hazánkban a megújuló forrású energia-előállítás 90%-a napjainkban biomassa eredetű.

Az általunk alkotott szoftver alkalmas választ adni arra a kérdésre, hogy milyen szerepet játszhat a biomassa Magyarország energiakerékében. Egy olyan, termőhely-orientált, digitális adatbázisokon nyugvó modellt dolgoztunk ki, amely az adott terület ökológiai jellemzőihez igazodva a legnagyobb nettó energiahozamot biztosító növénykultúrát jelöli ki.

A mező- és erdőgazdasági termelés színvonalát környezeti, természettechnológiai és közgazdasági tényezők határozzák meg. Az agroökológiai értékelés hatálya ennél azonban szűkebb: a talaj és a klíma együttes hatására irányul (NAGY, 1999). A vizsgálat során a biológiai alapok és az agrotechnika színvonalát nem vettük figyelembe, annak állandó színvonalát feltételeztük, így a számításokat csak az agroökológiai tényezők befolyásolták: a termőhely éghajlata, vízgazdálkodása, valamint talaja. A modell megalkotása során nem építettünk be gazdasági szempontokat, így nem jelennek meg az adott biomassa-energetikai lehetőségek közötti versenyképességi különbségek sem. A modell azonban ezen tudatosan vállalt korlátok mellett is alkalmas lehet energiapolitikai stratégiák alkotásának és a gazdasági szereplők döntés-előkészítésének támogatására.

#### ANYAG ÉS MÓDSZER

Első lépésként a különböző okból a vizsgálat hatálya alól kizárt területeket definiáltuk, ezután következett a termőhelynek a termésmennyiségre gyakorolt hatásának meghatározása. Mindezek alapján minden növénykultúrára megalkottuk az egyes termőhelyeken elérhető termést. Ezáltal már lehetőségünk nyílt az ország minden, az előzőekben nem kizárt termőhelyén felállítani egy növényi rangsort, az egyes biomassa-hasznosítási formák energiámérlegének ismeretével, a nettó energiahozam alapján. A hulladékokból és melléktermékekből évente hasznosítható energiámmennyiséget ezen energiahozamhoz hozzáadva kapjuk Magyarország maximális fenntartható energetikai biomassa-potenciálját. A 1. ábrán látható a modell felépítése.



1. ábra: A potenciál-számítás struktúrája

### Fenntarthatósági feltételek

A vizsgálat hatálya alól elsődlegesen természetvédelmi megfontolásokból kizártuk a nem erdővel borított országos jelentőségű természetvédelmi területeket, az erdőterületek esetében pedig csak az erdei fafajok (kivéve energetikai faültetvények) választását tettük lehetővé a program számára. Az őshonos fafajok által borított területeket meghagytuk hasznosításukban.

Alapvető korlátozó követelményünk az volt, hogy a biomassa energetikai hasznosítása nem okozhat zavarokat az élelmiszergazdaságban. A felhasználás – mely a belföldi lakossági, állattenyésztési, ipari felhasználás, valamint a veszteség összege – stabil, illetve jelentős változások esetén könnyen újraszámítható, és a programban módosítható.

A felhasználás szintjéig az adott mezőgazdasági növény számára a termőhelyeket fenntartottuk az élelmiszergazdaság céljára. A növények élelmiszer-termelésre elsődlegesen fenntartott mennyiségét szándékosan fölébecsültük. Az egyes, energetikai hasznosítás szempontjából is perspektivikus mezőgazdasági növényekhez kapcsolódó feltétlen élelmiszergazdasági felhasználás tehát az adatok alapján megállapítható, ezek a mennyiségek a következőképpen alakulnak:

- Búza: 3 100 ezer t/év
- Kukorica: 4 200 ezer t/év
- Árpa: 1 000 ezer t/év
- Rozs: 100 ezer t/év
- Triticale: 400 ezer t/év
- Burgonya: 580 ezer t/év
- Cukorrépa: 200 ezer t/év
- Silókukorica: 2 800 ezer t/év
- Zöldfü (gyep): 1 200 ezer t/év
- Napraforgó: 700 ezer t/év
- Repce: 100 ezer t/év

A dendromassa tekintetében is fontos figyelembe vennünk annak felhasználását a tartamos erdőgazdálkodás érdekében. A fa piacának stabilitása biztosítja ugyanis a hosszú távú, fenntartható erdőgazdálkodást, ennek egyik alapja pedig a fűrészáru és a tűzifa termelésének egyensúlya. A kihozatali arány azonban jelentősen eltérhet az egyes fajoknál fizikai tulajdonságaiktól, felhasználhatóságuktól függően (MOLNÁR és BARISKA, 2002). A modellt úgy kellett megalkotnunk, hogy az ipari fa igényeket kielégítse az erdőgazdálkodás, az energetikai célú dendromassa-termelés alapjai tehát a kitermelési tartalék, a tűzifa választék, illetve az esetleges új erdőterületek, energetikai faültetvények.

1. táblázat: A vizsgálat attribútumai

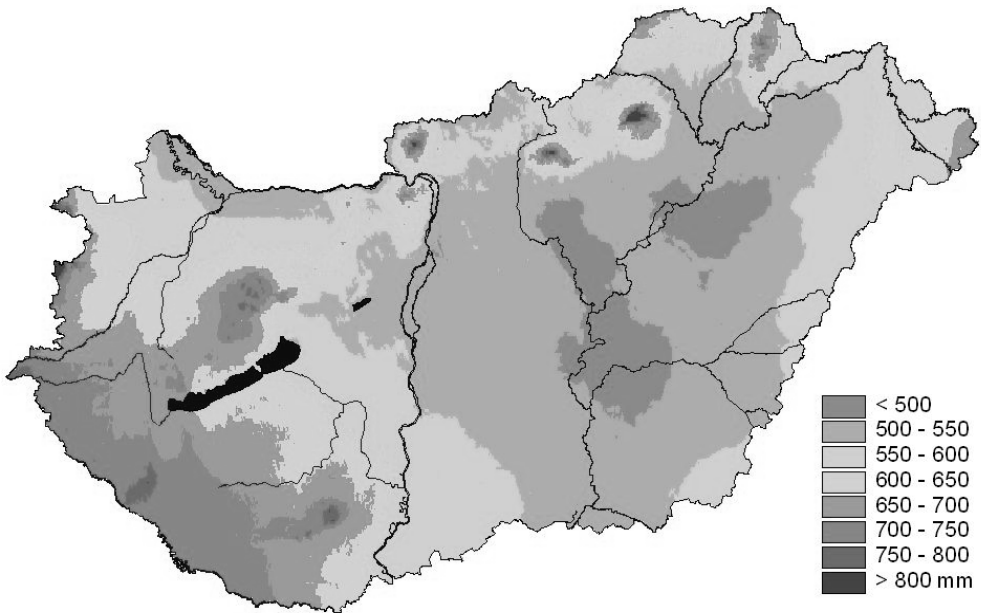
<i>Mezőgazdaság</i>	<i>Erdészet</i>
Évi átlagos hőösszeg	Júliusi relatív páratartalom
Évi átlagos csapadékmennyiség	
Évi átlagos középhőmérséklet	
Fizikai talajféleség	
A talaj vízgazdálkodása	
Kémhatás és mészállapot	
Szervesanyagkészlet	
Termőréteg mélysége	

Forrás: Saját szerkesztés

### Termőhelyi attribútumok

Az egyes termőhelyek jellemzésére több agroökológiai jellemzőt alkalmaztunk. Az 1. táblázat tartalmazza azon jellemzőket, melyeket a modell vizsgált adott termőhelyen.

Példaként Magyarország csapadékviszonyait (2. ábra) és fizikai talajféleség adottságait (3. ábra) prezentáló térképeket mutatjuk be. A talajminőséget jellemző térképek mind az AGROTOPO adatbázis térképei, melyek 1 hektár pontosságot biztosító felbontásban álltak rendelkezésünkre.



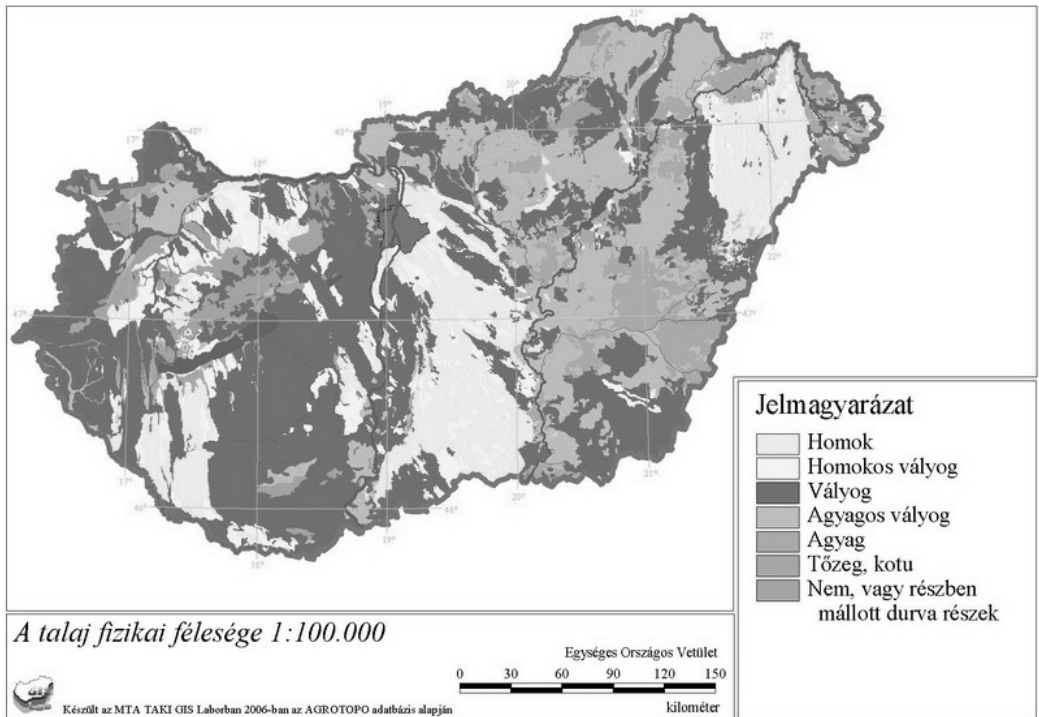
2. ábra: Az éves csapadékösszegek átlaga Magyarországon 1971-2000

Forrás: KONKOLYNÉ BIHARI Z. et al, 2008

Ezután meg kell határoznunk azok kapcsolatát a növényi hozammal. A szántóföldi növények termése és az időjárási elemek közötti korreláció 0,4-0,7, ha a talajhatás állandó (VARGA-HASZONITS in NAGY, 1999). A növények életfeltételeit és termesztési lehetőségeit adott helyen alapvetően a meteorológiai viszonyok befolyásolják (VARGA-HASZONITS et al, 2008). NAGY (1999) a talajminőség, a hőmérséklet, a csapadék, a relatív légnedvesség és a napfénytartam figyelembe vételével alkotott modellt, és megállapította, hogy az alábbi növények a következő termésszint-változással (t/ha) hatnak a tényezők hazai viszonyaink között:

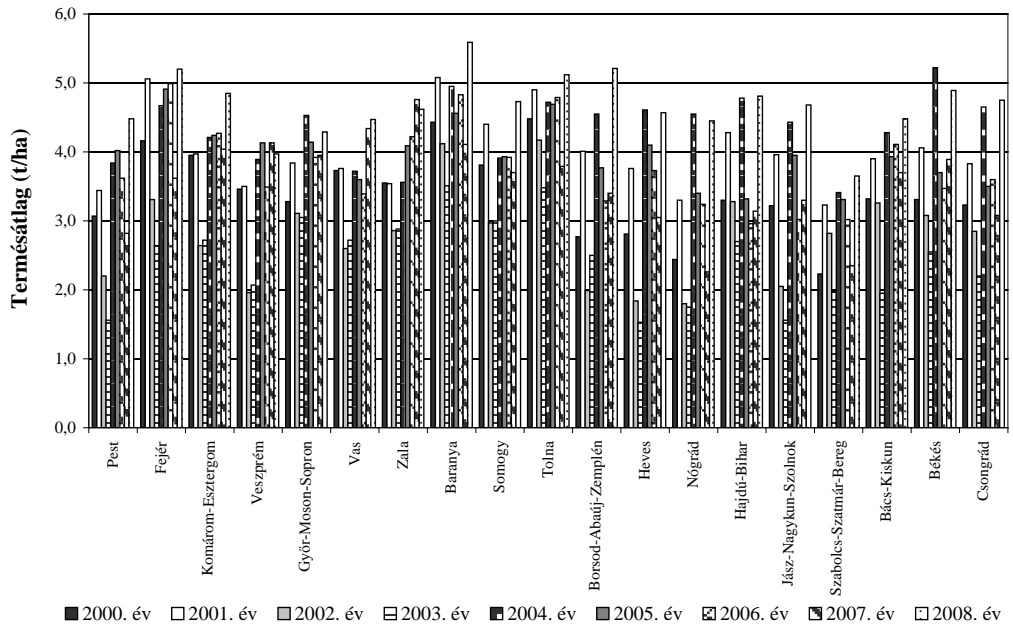
- Búza: 0,907-1,998
- Kukorica: 0,82-2,472
- Cukorrépa: -0,502-6,649
- Lucerna: -0,017-2,761

KUKOVICS és KULCSÁR (1973) vizsgálatai alapján a tíz legfontosabb szántóföldi növény tekintetében az időjárásnak a termésátlagokban mérhetően megjelenő hatása 76%. Nyilvánvaló, hogy az egyes kultúráknak az egyes attribútumok általi befolyásoltsága bizonyos határokon belül más és más. Ezek pontosítására a „növényi lapok” leírásakor került sor, az egyes fajok ökológiai igényeihez igazodva.



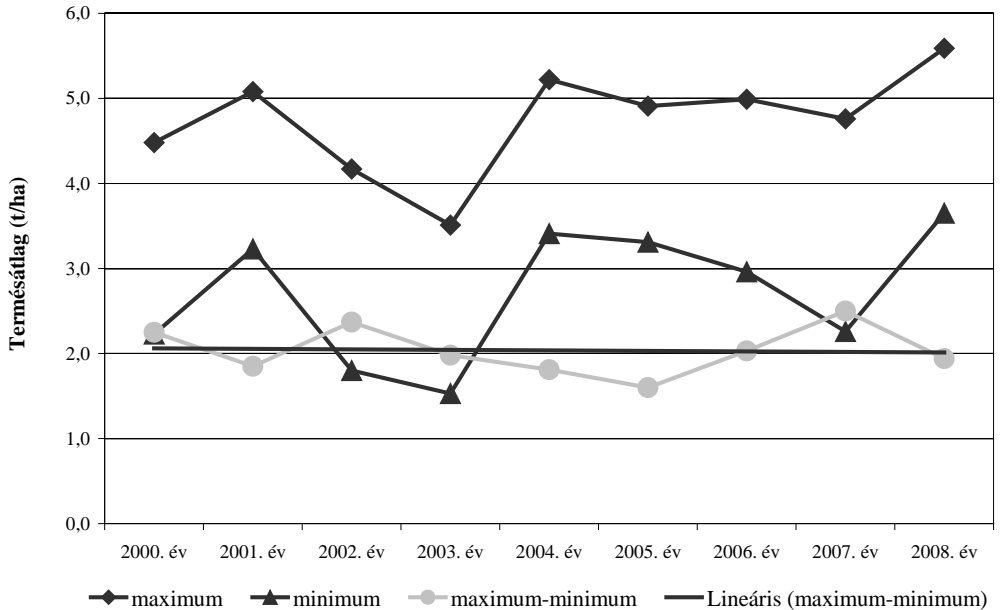
3. ábra: Fizikai talajféleség, Magyarország

Forrás: AGROTOPO adatbázis



4. ábra: Az őszi árpa termésátlaga az egyes megyékben

Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján



5. ábra: Az őszi árpa hozamának termőhely által befolyásolt hányada

Forrás: Saját szerkesztés a KSH adatai alapján

Az egyes mezőgazdasági növények hozamának agroökológiai érzékenységének számításakor feltételeztük – jelentős egyszerűsítéssel élve – hogy az egyes megyékben a termésátlagok ki-egyenlítik a gazdálkodók között fennálló különbséget a technológiai, tőkeellátottság terén, ezért a megyék átlagainak összehasonlítása során azok földrajzi fekvéséből adódó különbség kerül előtérbe. Minden évben megkerestük a megyék között az adott növény hozamának szélsőértékeit, és a köztük fennálló különbségre trendet illesztve a növényi kultúrák túlnyomó többségénél majdnem konstans értékeket kaptunk. Ez az érték jelenti az adott faj termőhely által befolyásolt hozamát. A folyamatot nyomon követhetjük az őszi árpa esetén a 4. és 5. ábrákon.

Az erdő a szárazföldi növénytakarások közül a legnagyobb vízigényű, a víz szabja meg a fa-termelés mértékét (SZODFRIDT, 1994). Mivel a hazai erdők 70-80%-nak a csapadékvíz az egyetlen vízbeviteli forrása, ez a legfontosabb, legnagyobb súllyal szereplő jellemzők az erdészet lehetőségeinek vizsgálata során. VARGA (2008) a csapadék mellett kiemeli a hőviszonyok determinisztikus jellegét, az egyes fafajokhoz továbbá egyértelműen köthető bizonyos légnedvesség-igény.

Az erdészeti gyakorlat a termőhelyeket fatermési képességük alapján jó, közepes és gyenge fatermő-képességűre osztja fel. Az egyes termőhely-kategóriák hozamai között legalább 25%-os különbség figyelhető meg, de általánosnak mondható az 50%-os, vagy nagyobb különbség.

#### Az egyes növényfajok hozama a termőhely függvényében – „növényi lapok”

Miután körvonalaztuk, hogy mely attribútumoknak milyen hatása van az egyes növényfajok termésére, valamint hogy a termés hányad része befolyásolt a termőhelyi tényezők összessége által, a fajok egyedi igényeihez igazodva megalkottuk a „növényi lapokat”. Ez tartalmazza a faj ökológiai igényeit az egyes termőhelyi jellemzőkkel szemben, illetve az optimális és negatív szélső érték hozamokat. A növényi lapok megszerkesztése során a következő munkákat vettük alapul: ÁNGYÁN (1987); BOCZ (1996); BAI és mtsai (2002); CSETE (2008); GRASSELLI és SZENDREI (2006); IVÁNYI és IZSÁKI (2007); JANOWSKY és JANOWSKY (2006);

KOHLHEB és mtsai (2005); KONDOR és LENTI, (2008); MÁTYÁS (1997); NAGY (1981); NAGY (2007); RADICS (2001); SZODFRIDT (1994); TAR, (2007); illetve VARGA (2008).

<i>Őszi búza</i>	
<i>Ökológiai igénye</i>	
<u>Évi átlagos hőösszeg:</u> Optimuma 1800-2000 °C	
<u>Évi átlagos csapadékmennyiség:</u> Gabonafélék között magasnak mondható, biztonságos kikeléséhez sok csapadék szükséges. Optimális 520-600 mm között, e felett veszélyes a gombás megbetegedések kártétele.	
<u>Évi átlagos középhőmérséklet:</u> Közepes hőigényű, de gabonák között magasnak számít. 9-10 °C	
<u> Fizikai talajféleség:</u> Elviseli a gyengébb szerkezeti talajokat is. A tápanyagban gazdagabb homok is alkalmas.	
<u>A talaj vízgazdálkodása:</u> A talaj vízgazdálkodására erylhén igényes, nagyobb víztároló képességű talajt igényel.	
<u>Kémhatás és mészállapot:</u> pH-tűrése széleskörű, optimuma 5,5-7,5-ig terjed.	
<u>Szervesanyagkészlet:</u> Tápanyagigénye kiemelkedik a gabonák közül, humuszban gazdagabb talajt kedvel.	
<u>Termőréteg mélysége:</u> Optimális a mélyebb termőréteg. A sekély termőréteg kizáró tényező.	
<i>Az attribútumok súlya</i>	
(1) Évi átlagos hőösszeg	20
(2) Évi átlagos csapadékmennyiség:	22
(3) Évi átlagos középhőmérséklet:	18
(4) Fizikai talajféleség:	7
(5) A talaj vízgazdálkodása:	7
(6) Kémhatás és mészállapot:	7
(7) Szervesanyagkészlet:	10
(8) Termőréteg mélysége:	9
<i>Átlaghozam (t/ha):</i>	
4,1	
<i>Termőhely-függő hozam (t/ha):</i>	
2	
<i>Optimum hozam (t/ha):</i>	
4,1 + 2/1 = 5,1	
<i>Optimum attribútumok értékei:</i>	
(1) „1801-1950” (2) „550-600” (3) „9-10” (4) „trágyog” (5) „Közepes vírcelési és vízvétő-képességű, nagy víztároló-képességű jó víztartó talajok” (6) „Felszíntől karbonátos talajok” (7) „300-400 t/ha” (8) „>100 cm”	
<i>Negatív szűző érték (t/ha):</i>	
4,1 – 2/1 = 3,1	

6. ábra: Növényi lap

Az attribútumok súlyát a termőhely-függő hozamban egyedileg határoztuk meg minden fajra. Mivel azonban az attribútumokat két csoportra bonthatjuk (éghajlati és talajtani), a modell egyszerűsítésének érdekében előre meghatároztuk, hogy az éghajlati-talajtani attribútumok összesített súlyának aránya a mezőgazdasági termelés esetén 60-40%, míg a fajok esetében 69-31%. Az optimum hozamhoz egyértelműen hozzárendelhetők a termőhelyi jellemzők optimum értékei, ez esetben az egyes súlyok teljes mértékben pozitív irányba hatnak. A negatív eset az attribútumok optimális értékétől legtávolabb eső eset teljesülése esetén következik be, mindez az skálák felosztásával egyértelműen adja a köztes esetek hozamértékét. Példaként a búza „növényi lapját” mutatjuk be (6. ábra).

### A termőhely optimális hasznosítása

A végleges növényi rangsort egy adott területen a program a szerint állítja fel, hogy mely növény esetén alkalmazható az a technológia, mely által a nettó energiahozam maximális lesz. A modellbe betáplálva az egyes növényekhez köthető, legnagyobb energiahozamú hasznosítási módok paramétereit megkapjuk a bruttó energiahozamot, ehhez pedig egy energiamérleget rendelve (BAI, 2002; BÜKI, 2007; KOHLHEB et al, 2005) megkaphatjuk az adott termőhelyen a legnagyobb nettó energiahozamú átalakítási módot. Alapvetően a közvetlen eltüzelést, biogáz előállítását, bioetanol és biodízel előállítását vettük figyelembe.

A nettó energiahozam az egyes termőhelyeken már összegezzhető, ehhez hozzáadva a nem termesztett biomasszát (kommunális hulladék, szennyvíziszap stb.) már megállapítható Magyarország fenntartható elméleti biomassza-energetikai potenciálja. A nem termesztett, független biomassza-eredetű energiamennyiség alapján évi 164,05 PJ (MAROSVÖLGYI, 2004).

### A szoftver

A szoftver elkészítésekor a legelső lépés az adatbázis feltöltése, tehát a képi adatok feldolgozása és integrálása a rendszerbe. Az adatbázis továbbá tartalmazza a növényi lapokat, a növényekhez tartozó technológiákat, és azok szorzóit.

A program egy PHP nyelven íródó web-alkalmazás. Alapvető feladata egy feltöltött adatbázis feldolgozása az adatbázisban szereplő formulák (növényi lapok) alapján. Az adatbázis feltöltése során megjelölésre kerülnek olyan területek, melyeket kizárunk a számítás alapjául szolgáló területek közül. Ilyenek például a lakott és környezetvédelmi területek, a folyók és tavak által elfoglalt területek, továbbá azon részek, melyek a növények alapvető szükségleteinek minimumát nem teljesítik.

A program a fennmaradó terület minden hektárjához a növényi lapok alapján kiszámolja a növények hozamát, és hogy ez hány százalékban tér el a növény optimum hozamától. Majd az energiahasznosítási formáktól függően ezekhez nettó energiahozamot, majd rangsort rendel. Ez a 3 lépéses szubrutin a későbbiekben bármikor meghívható, arra az esetre, ha az adatbázis, vagy a kiértékelés bármely szegmense változna.

A program feladata ezek után az ipari szükségletű növényeknek szükséges területek lefoglalása. A program egy növényhez azokat a területeket fogja hozzárendelni, amelyeknek termelési hozama legkisebb mértékben tér el a növény optimum hozamától. Az így lefoglalt területek kiszámolt nettó energia hozamai a további számításokban nem vesznek részt.

### EREDMÉNYEK, JAVASLATOK

A vizsgálatból kizárt területeket figyelembe véve előre láthatóan 400-500 PJ/év nettó energiahozam körüli eredményt várunk. A pontos végeredmény sajnos informatikai problémák miatt a későbbiekben várható. A legjelentősebb nettó energiahozammal a faültvények, a miscanthus, az energiapálya illetve a kukorica rendelkezik.



Célunk a továbbiakban a program felhasználói szempontú fejlesztése, mely által egy dinamikus modell jön létre, a bemeneti adatok, és a termőhelyi jellemzők is változtathatók, bővíthetők. Természetesen a most leírt módszer még számos pontosításra szorul. A modell kimeneti adatai azonban véleményünk szerint felettébb hasznosak lehetnek. Egyrészt gyarapítják – és ezáltal pontosítják, új látószögbe helyezik – az eddig kutatásokat, melyek arra voltak hivatottak, hogy elhelyezzék a bioenergetika valós szerepét a magyar energiakeverékben. Másrészt fontos gyakorlati segítséget nyújthat a jövőben egyes kisebb területi egységek energetikai fejlesztéseinek támogatására. Harmadrészt a modell fenntartja a mindenkori továbbfejlesztés lehetőségeit, a folyamatos pontosítás által, de nagyon fontos e tekintetben új aspektusok vizsgálata is: például gazdasági tényezők beépítése a modellbe. Jelentős fejlesztési lehetőség a hozamok és a különböző technológiák differenciálása például üzemméret, a ráfordítások mértéke, eszközellátottság stb. alapján.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) AGROTOPO adatbázis: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. <http://www.mta-taki.hu/hu/osztalyok/gis-labor/agrotopo> (2) Ángyán J. (1987): Agroökológiai hatások a kukoricatermesztésben: Az agroökológiai körzetek és a területfejlesztés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest. 210 p. (3) Bai A. – Lakner Z. – Marosvölgyi Béla – Nábrádi A. (2002): A biomassa felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 226 p. (4) Bocz E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 886 p. (5) Büki G. (2007): A biomassa energetikai hasznosítása. Bioenergia. 4-5-6. pp. 2-6. (6) Csete S. (2008): Lágyszárú energianövények és felhasználhatóságuk szilárd tüzelésű energetikai rendszerekben. Bioenergia. 2-3-4., 32-36., 19-24., 34-40. p. (7) Grasselli G. – Szendrei J. (2006): A tüzelési célú energetikai növények termesztésének jelentősége. Őstermelő. 6. 70-72. p. (8) Iványi I. – Izsáki Z. (2007): A szarvasi kenderkutatás eredményei. Acta agronomica Óváriensis. 2/2, 293-298. p. (9) Janowsky J. – Janowsky Zs. (2006): A „Szarvasi-1” energiafű-fajta – egy új növénye a mezőgazdaságnak és az iparnak. Őstermelő. 3, 78-79. p. (10) Kohlheb N. (2005): Energiaületvények termesztésének gazdasági jellemzői. In: Goczlik A. – Kazai Zs. – Kőrös G.: Új utak a mezőgazdaságban. Energia Klub, Budapest, 62 p. (11) Kondor A. – Lenti I. (2008): Az „energiafűz” (*Salix viminalis* L.) termőhelyigénye. Őstermelő. 12, 90-91. p. (12) Konkolyiné Bihari Z. – Lakatos M. – Szalai S. (2008): Magyarország éghajlatéről. Változékonyság térben és időben. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 23 p. (13) KSH: Tájékoztatósi adatbázis. Növénytermesztés. <http://www.mta-taki.hu/hu/osztalyok/gis-labor/agrotopo> (14) Kukovics S. – Kulcsár V. (1973): A mezőgazdasági termelés területi tervezése. Akadémiai Kiadó, Budapest (15) Marosvölgyi B. (2004): Magyarország biomassa-energetikai potenciálja. Energiagazdálkodás. 6, 16-19. p. (16) Mátyás Cs. (1997): Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 312 p. (17) Molnár S. – Bariska M. (2002): Magyarország ipari fáit. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. 210 p. (18) Nagy L. (1981): A búzatermesztés területi elhelyezkedése Magyarországon természeti tényezők alapján. Akadémiai Kiadó, Budapest. 121 p. (19) Nagy J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó, Budapest (20) Nagy M. (1999): Fontosabb szántóföldi növények termelésének agroökológiai modellezése. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem ATC, Debrecen. (21) Radics L. (2001): Alternatív növények termesztése I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 336 p. (22) Szodfridt I. (1994): Erdészeti termőhelyismeret-tan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 317 p. (23) Tar F. (2007): Az energiafű termesztése és hasznosítása. Őstermelő. 4., 28. p. (24) Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Enzsölné Gerencsér E. – Milics G. (2008): A talajok vízellátottságának hatása a gazdasági növények vízigényének alakulására. Agrokémia és talajtan. 1, 7-20. p. (25) Varga Sz. (2008): Erdészeti ismeretek. Mezőgazdasági Kiadó és Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Budapest-Sopron. 154 p.

