

OTDK-DOLGOZAT

Durkó Emília

2013

BIO-TÖMÖRÍTVÉNYEK BEN REJLŐ LEHETŐSÉGEK
- AVAGY MIVEL FŰTSÜNK A XXI. SZÁZADBAN?

OPPORTUNITIES IN BIOMASS
- WHAT KIND OF FUEL CAN WE USE FOR HEATING
IN THE 21TH CENTURY?

Durkó Emília

Kézirat lezárva: 2012. április 5.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	2
3. SZAKIRODALOM.....	4
3.1. ENERGETIKAI KITEKINTÉS.....	4
3.1.1. <i>A világ energiatermelése- és felhasználása.....</i>	4
3.1.2. <i>Az Európai Unió importfüggősége – kiűtkeresés.....</i>	6
3.1.3. <i>Magyarország energetikai helyzete.....</i>	8
3.2. MAGYARORSZÁG BIOMASSZA-POTENCIÁLJA	12
3.3. BIOMASSZA ALAPÚ FŰTÉS	15
3.3.1. <i>A szalma, mint fűtőanyag</i>	17
3.3.2. <i>Brikettálás</i>	19
3.3.3. <i>Pelletfűtés</i>	21
3.3.4. <i>A torrefied pellet, mint alternatíva a hőenergia-előállításban</i>	24
3.4. ZÖLD BERUHÁZÁSOK TÁMOGATÁSA.....	27
3.4.1. <i>Új Széchenyi Terv Zöld Beruházási Rendszer - “Mi otthonunk felújítási és új otthon építési alprogram”.....</i>	28
3.4.2. <i>Kazáncsere program</i>	29
3.4.3. <i>Környezet és Energia Operatív Program</i>	29
ANYAG ÉS MÓDSZER	31
EREDMÉNYEK.....	34
A KUTATÁS SORÁN TÁMASZTOTT HIPOTÉZISEK ÉS AZOK EREDMÉNYEI	37
H1: <i>Egy átlagos szigetelési viszonyokkal rendelkező 100m²-es családi ház éves fűtési energiaigényének biztosítása pelletfűtéssel 30%-kal olcsóbb, mint gázfűtéssel.</i>	37
H2: <i>A legolcsóbb pellettel a legolcsóbb fűteni.</i>	41
H3: <i>Faelgázosító kazán működtetése biobrikettal olcsóbb, mint hasábfával.....</i>	43
H4: <i>Szalmatüzelést akkor érdemes választani, amennyiben a szalma elszállításának távolsága legfeljebb 40 km.</i>	46
H5: <i>A biomasszával működő kazánok 12 éven belül megtérülnek.</i>	50
KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	53
ÖSSZEFOGLALÁS.....	55
IRODALOMJEGYZÉK.....	57
MELLÉKLETEK.....	I
1. MELLÉKLET: AZ EU-25 IMPORTFÜGGŐSÉGÉNEK ALAKULÁSA A PRIMERENERGIA-ELLÁTÁSBAN 2000 ÉS 2030 KÖZÖTT.....	II
2. MELLÉKLET: A LAKOSSÁGI FÖLDGÁZÁRAK ALAKULÁSA 2007 ÉS 2011 KÖZÖTT.....	II
4. MELLÉKLET: HOVAL BIOLYT BOILER 50 KW-OS PELLETKAZÁN	III
5. MELLÉKLET: VEGYESTÜZELÉSŰ KAZÁN PELLETFŐFEJJELE.....	IV
6. MELLÉKLET: A FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MŰKÖDÉSI ELVE	IV
7. MELLÉKLET: A PELLETKAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA	V
8. MELLÉKLET: A HASÁBFÁVAL MŰKÖDTETETT FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA.....	VI
9. MELLÉKLET: A BIOBRIKETTAL MŰKÖDTETETT FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA.....	VII
10. MELLÉKLET: A BÁTATÜZELŐ-KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA	VIII

TÁBLÁZAT- ÉS ÁBRAJEGYZÉK

1. táblázat: A hazai biomassza-potenciál (PJ)	13
2. táblázat: EEA előrejelzés a hazai biomassza potenciál nagyságára (PJ).....	14
3. táblázat: Az egyes energiahordozók értékelése különböző szempontok szerint	16
4. táblázat: A szalma legfontosabb termesztési adatai	18
5. táblázat: A torrefied pellet főbb tulajdonságai	26
6. táblázat: A vizsgált fűtőanyagok főbb paraméterei 2011. évi bruttó átlagárakon (Ft).....	36
7. táblázat: Az egyes energiahordozók energiaértéke növekvő földgázárak mellett.....	36
8. táblázat: A gázkazán és a pelletkazán költségeinek összehasonlítása	38
9. táblázat: A pelletégőfejes és a pelletkazán összehasonlítása.....	40
10. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok összehasonlítása.....	41
11. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok éves fűtési költségeinek összehasonlítása	42
12. táblázat: A hasábfűtés és a biobrikett-tűzelés éves fűtési költségeinek összehasonlítása.....	44
13. táblázat: A gazdaságos szállítási távolság meghatározásához szükséges adatok	47
14. táblázat: Szalmával való fűtés költségei (Ft)	49
15. táblázat: Az egyes kazánok megtérülési ideje (év).....	51
1. ábra: A világ energiafelhasználása 1971-2008 között (Mtoe).....	4
2. ábra: Az Európai Unió energiafelhasználása 2008-ban (%).....	7
3. ábra: A GDP (2000-es változatlan áron; milliárd euró) és az energiafelhasználás (PJ) kapcsolata	9
4. ábra: Magyarország megújuló energia felhasználása 2005 és 2020 között (PJ)	10
5. ábra: Háztartások energiafogyasztása és a fűtés energiahordozók szerinti megoszlása Magyarországon 2009-ben (%)	11
6. ábra: Szalmakazal és a belőle előállítható szalmabrikett.....	19
7. ábra: Biobrikett és tűzipellet.....	21
8. ábra: A fatűzelésű kazánok porkibocsátásának összehasonlítása.....	23
9. ábra: A torrefied pellet (TP) előállításának folyamatábrája	25
10. ábra: A torrefied pellet.....	27
11. ábra: A hazai erdőterület és az éves fakitermelés nagysága	35

1. BEVEZETÉS

Az emberiséget érintő globális kihívások egyike az energiagazdálkodás körüli gondok megoldása, mivel az egyre növekvő energiaigény és a fenntartható fejlődés elve megköveteli az energia optimális és gazdaságos hasznosítását. Az energia kezdetben az állatok erejének hasznosítását, a későbbiekben pedig a nyersanyagok és energiarendszerek kifejlesztését jelentette: az állatok ereje a földművelést könnyítette meg, illetve tette lehetővé, a szén széles körű felhasználása pedig alapjául szolgált egy fejlettebb gazdaság megteremtésének. Egy évszázaddal később terjedtek el az olajjal és földgázzal működtethető gépek és berendezések, majd követték őket a korszerűbb, még fejlettebbnek nevezhető energiaforrások, a nukleáris energiától a napenergiáig, melyek modernizálták az ipar világát és ezáltal megkönnyítik mindennapjainkat.

Az energiatermelés jelentősége tehát nemcsak alapvető szükségleteink kielégítését segíti elő, hanem különböző szolgáltatások révén kényelmesebbé teszi életünket. A problémát az jelenti, hogy a gazdaságosan kitermelhető fosszilis energiahordozók mennyisége – amelyek mindezen szolgáltatásokat biztosítják számunkra – egyre csökken. A fejlődő világ energiaigénye minden bizonnyal növekedni fog, azonban ezt a plusz mennyiséget Földünk nem lesz képes hosszú távon biztosítani a tudomány és a technika jelenlegi fejlettségi szintjén. Nyilvánvalóvá vált, hogy a fenntartható fejlődés a növekvő energiaigények, valamint a környezetvédelmi szempontok miatt kizárólag a megújuló energiák alkalmazásával valósítható meg, ezért az energiagazdálkodásban előtérbe kerülnek a megújuló energiaforrások, köztük a mező- és erdőgazdálkodási bioenergia.

Napjainkban a háztartások által felhasznált energia legnagyobb részét a fűtés képezi, a fűtési rendszerek több mint felét földgázzal működtetik. Az elmúlt évek nagymértékű és gyakori áremelései, valamint az ellátáskörüli bizonytalanságok indokoltá teszik olyan megoldások keresését, amelyek hosszú távon részben kiválthatják, vagy akár teljes mértékben helyettesíthetik a földgázt. Erre a feladatra a legalkalmasabb és a leginkább széles körben elérhető megoldást a biomassa jelenti.

A helyben rendelkezésre álló, megújuló energiaforrásoknak kiemelt szerepük lehet az energiaimporttól való függőség mérséklésének, alkalmazása pedig – különösen a biomassa esetében – a vidékfejlesztésben és a munkahelyteremtésben eredményezhet előrelépést.

2. TÉMAFELVETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Hazánk kiváló mezőgazdasági adottságainak köszönhetően jelentős biomassza potenciállal bír. A megújuló energiaforrások közül a biomassza az, amelyet jelenleg a legnagyobb mértékben és a leginkább költséghatékony módon lehet hasznosítani. A biomassza magában foglalja a Földön lévő valamennyi élő tömeget, míg megújuló energiaforrásként fogalma az energiatermelésre használható növényekre, élelmiszeripari- és mezőgazdasági melléktermékekre, szerves hulladékokra korlátozódik. A biomassza alapú fűtést vidéken a legcélszerűbb megvalósítani, ott, ahol az alapanyagot előállítják, mivel ilyen esetben a szállítás nem okoz környezetterhelést, valamint a helyi felhasználás is gazdaságosabb. A kifejezetten energetikai célú ültetvényfák vagy a különböző energiafűvek- és nádfélék mellett sok egyéb anyag, elsősorban olyan melléktermékek is alkalmasak lehetnek fűtésre, amelyek másra már nem használhatók. A gázfűtés alternatíváit jelentő, biomasszából készült tömörítvények versenyképes megoldást jelenthetnek a háztartások hőenergia-ellátására.

A fűtési rendszerek kiválasztásakor nemcsak azt kell eldöntenünk, hogy fosszilis- vagy megújuló energiahordozóval működtethető kazánt válasszunk, hanem az egyes biomasszát hasznosító megoldások között is. A felhasználónak gyakran kompromisszumot kell kötnie a kényelem és az olcsóság között, hiszen napjainkban még kevés olyan berendezés ismert, amely a gázfűtés nyújtotta komforttal versenyezni tudna. Jellemzően a jó hatásfokú, komfortos ellátást biztosító eszközök ára messze felülmúlja az alacsonyabb hatásfokkal működő, korszerűtlen berendezéseket. A biomassza alapú tüzelésre való átállás beruházási költsége a jelenleg elterjedt gázfűtéshez képest magasabb, de a megtakarítás belátható időn belül megtérül. Számos olyan lehetőség kínálkozik, amely komfort szempontjából ugyan némileg alulmarad a gázfűtéshez képest, viszont működési költsége is jóval alacsonyabbnak becsülhető.

Témafelvetésemet indokolja hazánk nagymértékű földgáz-importfüggősége, az ellátás körüli bizonytalanságok és az egyre dráguló fosszilis energiahordozók. Véleményem szerint mind a három tényező jelentősége elhalványulna, amennyiben a lakossági tüzelésben előtérbe kerülnének a tömörítvények. Eddig a gázszámlára kifizetett pénz a nagy gázszolgáltatókhoz jutott, ezáltal a többnyire külföldi tulajdonosokat és a gázt exportáló országokat támogatva. A megújuló energia alapú rendszerben viszont a tüzelőanyagot a fo-

gyasztó – vagy a helyi önkormányzat – maga állítja elő, illetve helyi vállalkozókkal termelteti meg, így a fűtésre szánt pénzösszeg a településen maradhat.

Tanulmányomban kiemelt szerepet szánok Európa és Magyarország energetikai helyzetének bemutatására. Külön tárgyalom a nemzetközi és a hazai megújuló energiaforrásokat, áttekintést nyújtok a támogatási rendszerről, valamint ismertetem hazánk biomassza-potenciáljában rejlő lehetőségeit. Dolgozatomban elsődleges célom, hogy meghatározzam egy átlagos szigetelésű, 100 m²-es gázfűtésű családi ház lehetséges fűtési alternatíváit, megállapítsam, hogy milyen feltételek mellett érdemes áttérni szalma-, hasábfa-, pellet- vagy biobrikett-tüzelésre. Ezen felül bemutatok egy új, hazánkban még egyáltalán nem elterjedt tüzelőanyagot- és előállítási módját, vagyis a torrefied pelletben (TP) rejlő potenciálokat.

További célom, hogy egy olyan tanulmányt készítsek, amely valós és átlátható képet nyújt a világról, az Európai Unió és hazánk energetikai helyzetéről, a biomasszában lévő kiaknázzható lehetőségekről, valamennyi olyan információt tartalmazva, amely akár egy fogyasztónak is segíthet kiválasztani a számára optimális fűtési rendszert.

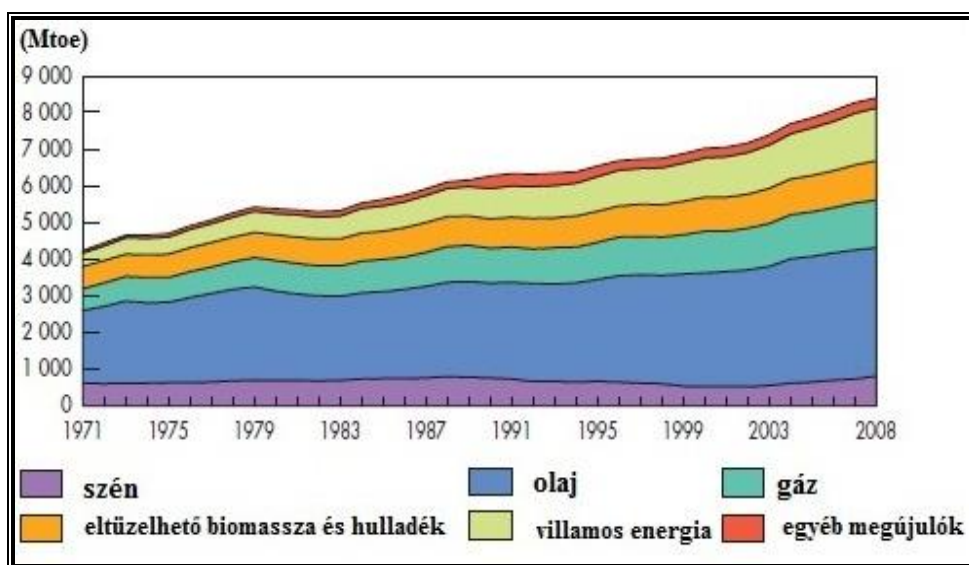
3. SZAKIRODALOM

3.1. ENERGETIKAI KITEKINTÉS

3.1.1. A világ energiatermelése- és felhasználása

A II. világháború óta hihetetlenül felgyorsult a tudományos- és a technológiai fejlődés. Az ipari termelés több mint az ötvenszeresére nőtt, napjainkban pedig évente csaknem annyi-val emelkedik, mint amennyi Európa teljes ipari termelése volt az 1930-as években. A világ évről évre egyre több energiát emészt fel. Manapság az ember szükségleteinek kielégítésére több energiát használ el környezetétől, mint amennyi a fennálló egyensúly megbonthatása nélkül elképzelhető lenne. (Buday-Sántha, 2006, p. 36.)

Az 1. ábrán látható, hogyan változott a világ energiafelhasználása 1971 és 2008 között. A növekedés szembetűnő: 1971-ben az energiafelhasználás 4676 Mtoe¹ volt, ez az érték 2008-ra csaknem megkétszereződött.



1. ábra: A világ energiafelhasználása 1971-2008 között (Mtoe)

Forrás: Saját szerkesztés a Key World Energy Statistics, 2010 alapján

A felhasznált energia szerkezetére jellemző, hogy az olaj még mindig vezető szerepben van, ezt követi a földgáz a 15% körüli aránya. A harmadik legelterjedtebb energiaforrás a

¹ millió tonna olajegyenértékben kifejezve, 1 toe = 41,868 GJ

szén, viszont egy harmaddal kevesebbet használtak energiatermelésre 2008-ban, mint a '70-es években. A fosszilis energiahordozókat az eltüzelhető biomassza követi 13%-os részesedéssel; a megújuló energiák egy másik csoportjának aránya – amely magában foglalja a geotermikus-, nap-, szén- és vízenergiát – megduplázódott. A világ energiafogyasztása 2001–2007 között évente átlagosan 2,6%-kal, ezen belül 2007-ben 2,4%-kal növekedett. A „Business As Usual” referencia forgatókönyv szerint 2030-ig évente mintegy 1,6%-al nő a világ energiaigénye (összesen 45%-al). A növekedést elsősorban Kína, India és a Közel-Kelet fogja adni. (KSH, 2008, p.2.). Más forgatókönyvek szerint (Reference Scenario. 2008 és 450 Policy Scenario, 2009) a világ energiaigénye 2030-ra megduplázódhat, a Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (REKK) és a Shell Hungary Zrt. becslése szerint pedig 2050-re a 2000. évi fogyasztáshoz képest megháromszorozódhat.

A növekvő energiaigény komoly problémát jelent a fosszilis energiahordozók fogyasztása, és a megújuló energiák viszonylag lassú terjedése miatt. A kőolaj- és földgázkészletek 2050-re a szakértői elemzések többsége szerint jelentős csökkenést mutatnak. Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy a nyersanyag-lelőhelyek száma szintén csökken, és egyre nehezebben elérhető a gazdaságosan kitermelhető földgáz és kőolaj. Ez azt jelenti, hogy egyelőre vannak még olajtartalékok, azonban a könnyen elérhető olaj mennyisége rohamosan fogy. *„Amikor azt kérdezzük, mennyi olaj maradt még a földben, akkor tulajdonképpen kétféle olajról beszélünk: a már felkutatott, illetve a még ismeretlen készletekről. Az előbbi kategóriába a már megtalált, de még ki nem termelt olajmezők tartoznak. Ezek a területek általában egy olajtársaság (pl. ExxonMobil) vagy egy olajország (Szaúd-Arábia) tulajdonában vannak. Az USA Geológiai Felügyelete (USGS) szerint a megtalált olajkészlet mintegy 1,7 billió hordónyi.² Az ismeretlen olaj ezzel szemben az, amelynek létezését próbafúrások még nem igazolták, de különböző geológiai jelekből következtetni lehet a létezésére. Az USGS ezt a készletet 900 milliárd hordónyira becsüli.”* (Roberts, 2004, p. 48.) Egyes pesszimistább jelentések szerint összesen ”csak” 800 milliárd hordónyi olajkincset lehet még feltárni.

Napjainkban a legnagyobb kőolajtermelő nemzet Oroszország (13%), Szaúd-Arábia (12%), és az Egyesült Államok (8,3%). Nagy probléma azonban a termelés és a felhasználás térbeli struktúrájának eltérése. Az Egyesült Államok az egyik legnagyobb

importőr, több mint másfélszer annyi kőolajat exportál, mint amennyit megtermel (Key World Energy Statistics, 2010, p. 21.). A világ kőolajfogyasztásának 26,7%-a jut az Egyesült Államokra és Kanadára, miközben a termelésben arányuk 11,8%. A földgáz esetében Európában a világtermelés 10,8%-át termelik és 19,4%-át fogyasztják. A kőolaj- és földgáz árak viszont az elmúlt évtizedekben jelentősen megugrottak. A kőolaj-exportáló országok szervezete, az OPEC kitermelési kvóta-emelése és az ázsiai pénzügyi válság 1998-ban erősen csökkentette az árakat, amelyek a 2003. évi, az Egyesült Államok által vezetett koalíció Irak elleni támadása idején megugrottak, és azóta is évről évre növekednek.

Az energiatermelés- és felhasználás zöme (6/7-e) fosszilis energiahordozókra épül, ezért meghatározó szerepe van a környezet szennyezésében. 2005-ben az energiafelhasználásból származó szén-dioxid-kibocsátás a világon összesen 28,1 milliárd tonnát tett ki. A kibocsátás, minden mérséklésre irányuló igyekezet ellenére, az új évezredben is évről évre növekedett, a 2000. évihez képest öt év alatt 19%-kal (KSH, 2008, p. 2.).

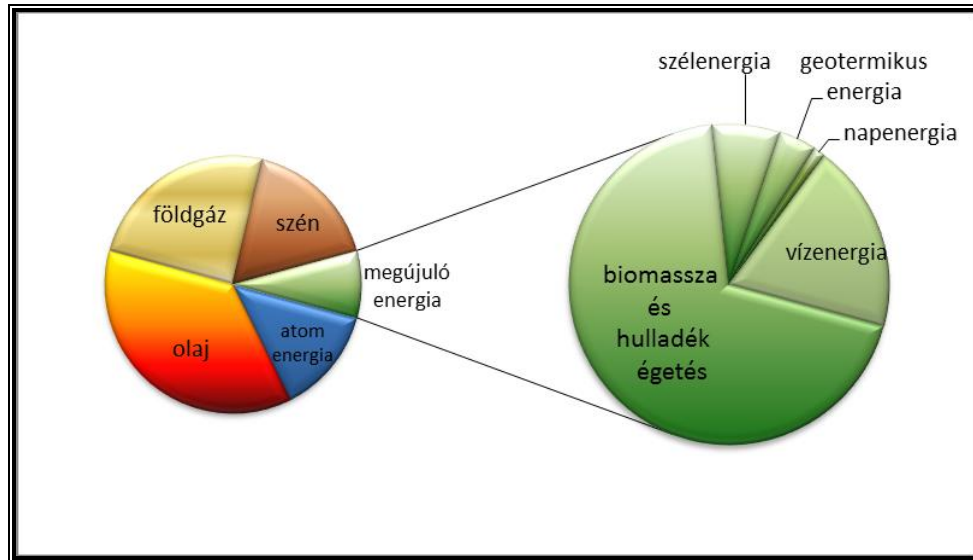
3.1.2. Az Európai Unió importfüggősége – kiútkeresés

Oroszországnak óriási szerepe van a világ energiapolitikájában. A világ földgázkészletének egy harmadával rendelkezik, földgáztermelése a világ termelésének egy negyedét, az olajkitermelése pedig egy nyolcadát teszi ki (KSH, 2010, p.6.). Az Európai Unió tagországainak gázellátásában nagyon jelentős, 60% körüli az orosz részesedés. Szakértői előrejelzések szerint az EU még hosszú évekig földgáz-behozatalra szorul, miközben saját fosszilis energiatermelése továbbra is folyamatosan csökken (*1. sz. melléklet*). Becslések szerint az EU energiafüggősége 2030-ra szilárd tüzelőanyagokból elérheti a 60%-ot, folyékony tüzelőanyagokból és földgázból pedig a 80%-ot. Ez az exportáló országoktól (elsősorban Oroszországtól) való nagyfokú függőséget jelent, ami egyrészt az ellátás biztonságát, másrészt az energiaköltségeket érinti. Az EU-27 energiafüggőségi rátája 2006-ban 54%-os volt, egy százalékkal magasabb, mint 2005-ben. 2009-ben a kivitel a behozatalt csak egy országban, Dániában haladta meg. Ettől eltekintve a legalacsonyabb, 20% körüli függőségi rátája Lengyelországnak volt, míg a legmagasabb, 100%-os rátát Luxemburgban, Málta és Cipruson mutatták ki. Ezekben az országokban gyakorlatilag nem termeltek bel-

² A világ napi olajkereslete 2004-ben 77 millió hordó volt, 2020-ra elérheti a 140 millió hordót is. Az olajkorszak kezdete óta 875 milliárd hordó olajat használt fel az emberiség. (Paul Roberts: Az olajkorszak vége egy bizonytalan világ kezdetén, 2004, p. 43.)

földön elsődleges energiát. Hazánkban a mutató értéke 62,5% volt, ezzel a 27 tagország közül a 14. helyet foglaltuk el (KSH, 2008).

A 2. ábráról leolvasható, hogy az EU energiafelhasználása 40%-ban kőolajon alapul, ráadásul leginkább kőolaj esetében van ráutalva behozatalra, energiafüggőségi rátája e termék esetében mintegy 80%.



2. ábra: Az Európai Unió energiafelhasználása 2008-ban (%)

Forrás: Saját szerkesztés KSH 2010 alapján

Az EU-ban évről évre növekszik a megújuló energiák aránya az energiafelhasználásban. 2008-ban meghaladta a 8%-ot, a 2020-ra kitűzött cél szerint el fogja érni a 20%-ot.³ A megújuló energia 70%-át, mint az ábra is mutatja, a biomassza és az éghető hulladék jelentette, 20%-át a vízenergia, a fennmaradó 10%-ot pedig a szél, nap, és a geotermikus energia tette ki. A megújuló energiaforrások felhasználásával előállított energia termelése 2000 és 2006 között évente átlagosan 2,2%-kal bővült, ennek eredményeképpen 2006-ban 59 millió tonna kőolaj-egyenértékre rúgott, az összes elsődleges energiafelhasználás 6,7%-ára (KSH, 2009).

Az EU-27-ek közül kiemelkedően magas arányban hasznosítja a megújuló energiát Svédország, mintegy 42%-ban. Említésre méltó még Lettország, és Ausztria teljesítménye is e téren, 2006-ban. A leginkább alulteljesítők között szerepel Málta, Luxemburg, és az Egyesült Királyság, Magyarország az EU-27-ek átlagának a felét nyújtotta.

³ European Commission, 2010, p. 36-37. http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/2020_en.htm (letöltve: 2011.09.14.)

Számos szakirodalmat, forrást, és különféle kutatói becsléseket lehetne még ismertetni, amelyek az energia világpiaci helyzetét elemzik. A nyelv, a forma, és a terjedelem különböző, azonban a tartalom valamennyi esetében megegyezik: a fosszilis energiahordókészletek vészesen fogynak, és elérkezett az idő, hogy komoly törekvések történjenek arra vonatkozóan, hogyan és miként lehetne ezeket helyettesíteni. A jövőben a legígéretesebb alternatívákat a megújuló energiák, azon belül is a biomassa jelenti.

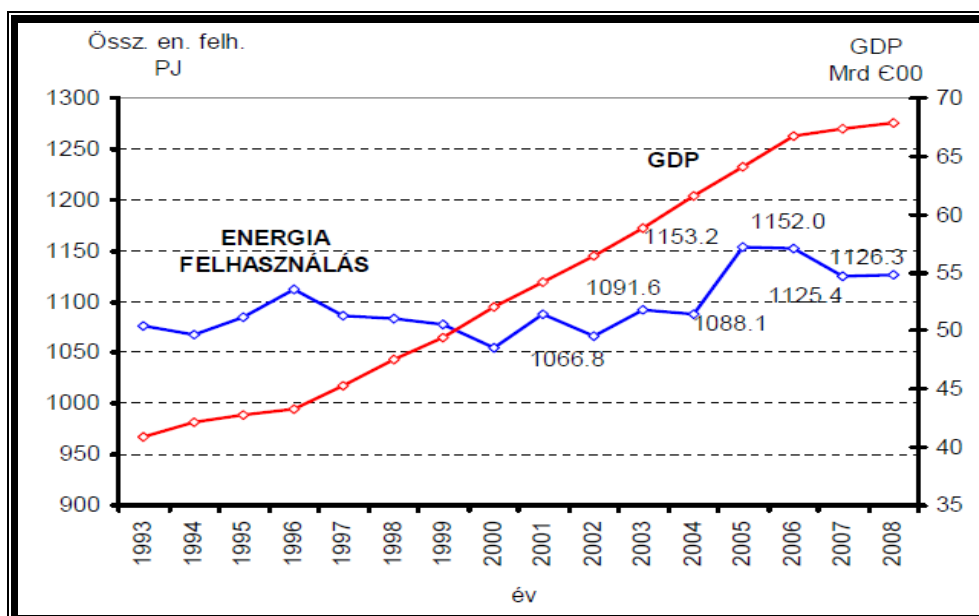
3.1.3. Magyarország energetikai helyzete

Magyarországon az energiaiimport folyamatosan nő, derül ki az Európai Bizottság statisztikájából. 2010-ben 1085PJ⁴ energiát használtak fel a nemzetgazdaságban, 29,4 PJ-lal, 2,8%-kal többet, mint egy évvel korábban. A termelés és a behozatal aránya a 2000. évi 42–58%-ról 2010-ig 38–62%-ra változott, energiafüggőségünk erősödött, és továbbra is magasabb az uniós átlagnál. Magyarország 2008. évi energiafelhasználásának négyötödét a fosszilis energiahordozók adták, ebből 39% a földgáz, 30% a kőolaj és 12% volt a szén részesedése.

A stagnáló energiafelhasználás a gazdaság 0,6%-os növekedése mellett ment végbe, így a gazdaság energiahatékonysága, az egységnyi GDP-re jutó energiafelhasználás 0,5 %-kal mérséklődött. A 3. ábra a GDP és az energiafelhasználás összefüggéseit mutatja a vizsgált években. Az adatok szerint az 1993-2008. közötti időszakban a GDP összesen 61%-kal növekedett. A vizsgált évek viszonylatában így 1%/év GDP növekedéshez 0,25%/év energiaigény-növekedés kapcsolódott. Ezt a regressziós összefüggést alapul véve több becslés is készült arra vonatkozóan, hogy ha a GDP az eddigi ütemben változik, *mekkora lesz hazánk energiaigénye 2020-ban*. Erre készült egy optimista, egy realista, és egy pesszimista scenárió. A különböző, vizsgált forgatókönyvek melletti – tagállami elvárásoknak megfelelő – 2020. évi megújuló energiahordozó felhasználás lehetséges célértékei így az alábbiak lehetnek:

- az optimista scenárió szerint 129 PJ/év,
- a realista scenárió szerint 133 PJ/év,
- a pesszimista scenárió szerint 135 PJ/év.

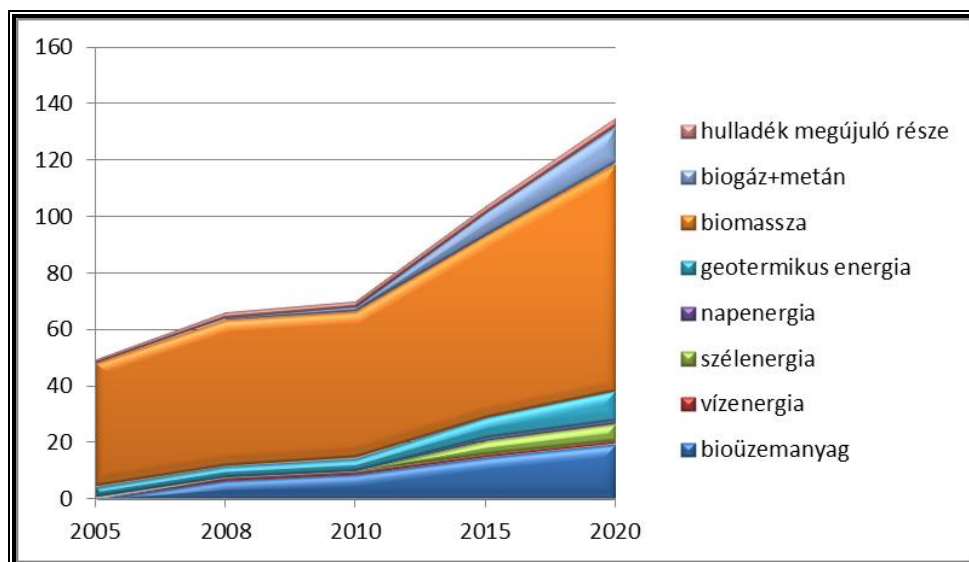
⁴ Évi 26 millió tonnányi olajnak felel meg, Greenfo, 2010, <http://zoldtech.hu/cikkek/20100824-biomassa> (letöltve: 2010.08.24.)



3. ábra: A GDP (2000-es változatlan áron; milliárd euró) és az energiafelhasználás (PJ) kapcsolata

Forrás: Energy Statistical Year-Book, 2008

A prognosztizált összenergia-igények mellett a 13%-os részarányt kitevő 2020. évi megújuló energiahordozó felhasználás így 129 PJ/év-135 PJ/év között alakulhat (European Commission, 2010, pp. 115-116). Az Előrejelzés a pesszimista scenáriót fogadta el, e szerint a 135 PJ/év megújuló energiahordozó felhasználás eléréséhez a 2005. évi 49,9 PJ/év megújuló energiahordozó felhasználást 2,7-szeresére kell növelni 2020-ra. A 4. ábrán látható Magyarország jelenlegi megújuló energia felhasználása és annak tervezett alakulása. Leolvasható, hogy hazánkban döntő többségben a biomasszának és a geotermikus energiatermelésnek van komolyabb részesedése, a biomassza energetikai célú hasznosításának jelentősége a teljes megújuló energia felhasználáson belül a jövőben is meghatározó marad. Ennek egyik oka, hogy a biomassza energetikai célú hasznosításához szükséges technológiák már jelenleg is rendelkezésre állnak, így a tüzelőanyag váltás viszonylag egyszerűen megoldható.



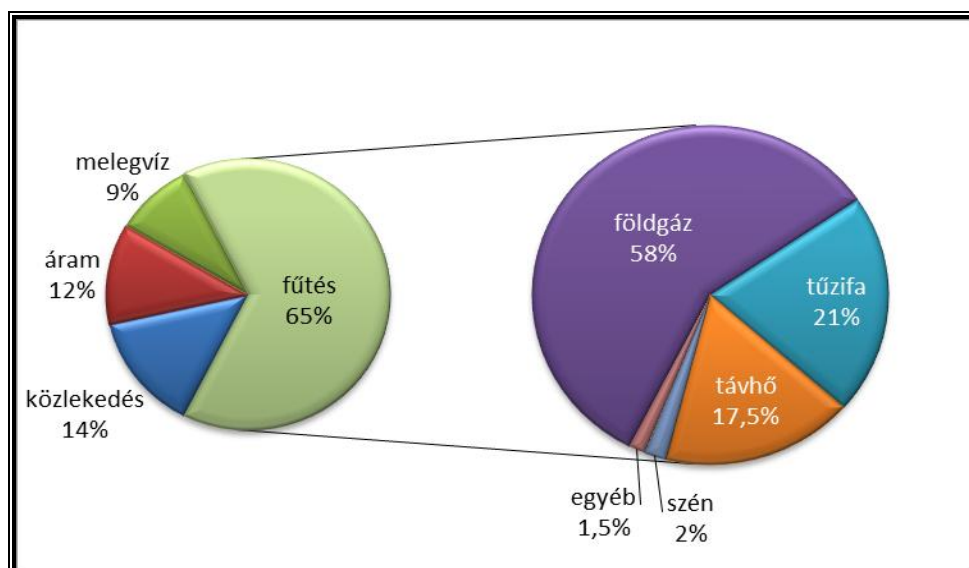
4. ábra: Magyarország megújuló energia felhasználása 2005 és 2020 között (PJ)

Forrás: Saját szerkesztés European Commission, 2010 alapján

A hazai ágazati energiafelhasználás szerkezetére jellemző, hogy a lakossági felhasználás több mint egy harmaddal részesül az összenergia-felhasználásból, másik egyharmadát pedig az ipar adja. Másik megközelítés szerint ez a megállapítás úgy is értelmezhető, hogy itt lehet a legnagyobb energiamegtakarító (ezáltal közvetetten környezetvédelmi) intézkedéseket megvalósítani. Ahhoz, hogy a lakossági célú energiafelhasználás átalakítását tárgyalni lehessen gazdasági szempontból is, fontos kitérni az energiafelhasználás eloszlására. Az erre vonatkozó statisztikai adatok elég nagy különbözőséget mutatnak, mely véleményem szerint egyrészt a családok eltérő anyagi körülményeivel, másrészt a különböző lokális lakhatási feltételekkel (város vagy vidék) magyarázható. Több forrást megvizsgálva (Energiaklub, 2009; Hujber, 2009; KSH, 2010) úgy gondolom, hogy az 5. ábrában kialakított eloszlás tekinthető reálisnak.

Az 5. ábra szemlélteti, hogy a háztartások energiafelhasználását 65%-ban a fűtés teszi ki. Annak ellenére, hogy nem fűtünk az év minden napján,⁵ ez jelenti a legnagyobb részarányt. A fűtés közel 60%-át 2009-ben, ahogy az előző években is, földgázból fedezte a magyar lakosság, amely elsősorban a '90-es években tapasztalt olcsósági, illetve kényelmi szempontok miatt lehet ennyire népszerű.

⁵ A fővárosi adatokat figyelembe véve 183 nap az összes éves fűtési napok száma. (Vajda György: Energiaellátás ma és holnap, MTA Társulat. közp., Budapest, 2004. p. 93-94.)



5. ábra: Háztartások energiafogyasztása és a fűtés energiahordozók szerinti megoszlása Magyarországon 2009-ben (%)

Forrás: Saját szerkesztés Energiaklub, 2009 alapján

Hazánkban 3125 településéből 2596 kapcsolódik földgáz hálózathoz, így csaknem az ország egész területét behálózza a gázvezeték rendszer. Jelentős arányt (17,5%) képvisel a távfűtés is, mely leginkább a városi panelházakra jellemző. 2009-ben hazánkban 93 településen 220 távfűtő rendszer működött, a távfűtött lakások száma kb. 650 ezer. A hagyományos tüzelési módok, mint például a tűzifa-, a szén- és a vegyes-tüzelés összesen csaknem megegyezik a távfűtés részarányával (Vajda, 2004, p. 94.). Az egyéb kategóriába soroltam az olajjal és elektromos árammal történő hőenergia-előállítást, amely csupán elenyésző százalékot képvisel (1,5%).

Miután megvizsgáltam egy átlagos magyar háztartás energia felhasználásának összetételét, egyértelműen arra a következtetésre jutottam, hogy a lakossági fűtésben rendkívül magas a földgáz-felhasználás. Ez nemcsak környezetvédelmi- és ellátásbiztonsági szempontból kedvezőtlen, hanem gazdasági szempontból is: a földgáz napjainkban az egyik legdrágább energiahordozó, árának emelkedése meghaladja a reálkeresetek növekedését (Energiaklub, 2009). Az elmúlt 4 évben összesen csaknem 50%-os áremelés történt, 2011 áprilisában 1 m³ lakossági földgáz 144 Ft-ba került (2. sz. melléklet).

A környezetvédelmi és a gazdaságossági szempontokat szem előtt tartva a legnagyobb energiamegtakarítás – a külső szigetelés és a nyílászárók cseréjével kiegészülve – a kor-

szerű fűtési rendszer megválasztásával érhető el. A biomasszával történő energia előállítás mind forrás, mind termelés oldalon jól tervezhető és szabályozható, így nem állnak fenn a szabályozhatóság olyan problémái, mint például a nap- vagy szélenergia hasznosítás terén. A biomassza alapú energiatermelés nemcsak hatékonyabbá teszi a mezőgazdaságban és állattartásban keletkező melléktermékek- és hulladékok hasznosítását, de a gazdaságok által termelt alapanyagok felhasználásának, valamint az előállított végtermékek értékesítésének lehetőségeit is bővíti.

3.2. MAGYARORSZÁG BIOMASSZA-POTENCIÁLJA

Nagy lehetőség rejlik a biomassza jellegű melléktermékek, hulladékok energetikai hasznosításában, azáltal, hogy a környezetbarát hulladékhasznosító technológiák egyre inkább előtérbe kerülnek. A szántóföldi növénytermesztés melléktermékei közül a különböző gabonafélék szalmája, a kukoricacsutka, kukoricaszár, valamint más növények szármaradványai használhatók fel tüzelési célokra. Az ültetvények melléktermékei közül a szőlővenyige és a gyümölcsfa-nyesedék jöhet számításba, valamint erdőgazdaságokban, fafeldolgozó üzemekben keletkező, további hasznosításra már alkalmatlan faaprítékok- és hulladékok.

Nem könnyű azt a kérdést megválaszolni, hogy jelenleg Magyarország mennyi biomasszával gazdálkodhat. Gögsös (2005) az *1. táblázatban* összefoglaltak szerint becsülte meg a potenciált. A szakirodalomból fellelhető potenciál felmérések rendkívül nagy változatosságot mutatnak: nemcsak az összegek eltérőek, hanem a számítási módszerek is. A biomassza a képződés szerint három csoportba osztható (Marosvölgyi, 2010, p. 42.):

- primer produkció: a növények által előállított szerves anyag mennyisége;
- szekunder produkció: a növények elfogyasztásával az állattenyésztésben képződő fő- és melléktermékek, főleg emberi táplálékként és állati takarmány formájában;
- terciér produkció: a primer és a szekunder biomassza létrejötte-, hasznosítása-, vagy átalakítása közben keletkező átalakult, kevert vagy szennyezett szerves anyagok valamely fajtája, vagy a biomassza-hasznosítás során létrejövő hulladékok.

Bai (2002) szerint hazánk teljes biomassza készlete hozzávetőleg 350-360 millió tonna, amiből 105-110 millió tonna évente újraképződik. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy az évente újratermelődő biomassza teljes mennyisége nem hasznosítható energetikai célokra, ehelyett inkább élelmiszer- és takarmányozási, valamint ipari-feldolgozási hasznosítások jönnek szóba.

1. táblázat: A hazai biomassza-potenciál (PJ)

BIOMASSZA	ENERGIATARTALOM (PJ/ÉV)
Dendromassza	55-61
▪ tűzifa	20-22
▪ energiaerdő	30-32
▪ vágástéri hulladék	5-7
Primer produktum	74-108
▪ gabonatermékek melléktermékei	10-12
▪ egyéb növényi melléktermékek	30-50
energianövények	30-40
▪ bio-hajtóanyagok	4-6
Szekunder produktum	7-13
▪ hígtrágya	0,7-1
▪ állati hulladékok, melléktermékek	1,3-5
▪ feldolgozási hulladékok	5-7
Tercier produktum	54-134
▪ élelmiszeripari hulladékok	3-5
▪ élelmezési hulladékok	6-9
▪ szennyvízkezelés iszapjai	15-40
▪ kommunális hulladékok	30-80
Összesen	200-320

Forrás: Saját szerkesztés Bai, 2002; Gögös, 2005 alapján

Lukács (2009) Magyarország elméleti energetikai biomassza-potenciálját 417 PJ értékben határozta meg, a technikai potenciált azonban már jóval kevesebbre becsli: „a *reálisan energetikai célra hasznosítható biomassza energiaértéke 95- 100 PJ*”. Bai és munkatársai (2007) hazánk biomassza-energetikai potenciálját 297 PJ/évben számították.

Az eddig ismertetett eredmények a technikai-gazdasági biomassza potenciált becsülték meg, az EEA ezektől eltérően a környezetbarát potenciált határozta meg, előrejelzése szerint hazánk biomassza-energetikai potenciálja 2010-ben 147 PJ, 2020-ban 189 PJ, 2030-ban pedig 231 PJ energia lesz. A szakértői becsléseken alapuló megújuló energia potenciál arra enged következtetni, hogy az EU által előírt 2020-as akár 20%-os megújuló részarány megfelelő stratégiával fokozatosan teljesíthető a 2. táblázatban bemutatott ütemterv szerint.

2. táblázat: EEA előrejelzés a hazai biomassza potenciál nagyságára (PJ)

BIOMASSZA FORRÁSAI	2010		2020		2030	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
<i>Mezőgazdaság</i>	50,4	34,3	94,2	48,9	130,2	56,4
<i>Erdőgazdaság</i>	8,4	5,7	8,4	4,4	16,8	7,3
<i>Hulladékok</i>	88,2	60	88,2	46,7	84	36,3
Összesen	147	100	189	100	231	100

Forrás: Saját szerkesztés EEA, 2006 alapján

A 2. táblázatból leolvasható, hogy 2030-ra a jelenleginek becsült potenciál a másfélszere-
sére növekedne, amely elsősorban a mezőgazdaságnak, azaz a szántóföldi növények meg-
növekedett tömegének, az energiafű- és nádféléknek, és a rövid vágásfordulójú faültetvé-
nyeknek lesz köszönhető. Az erdőgazdasági melléktermékekből származó biomassza-
tömeg megduplázódik, a hulladékhasznosításban viszont az előrejelzés szerint nem lesz
komolyabb változás.

Korábban a jóval kisebb kereslet és alacsonyabb árak mellett nem érte meg kiter-
melni az egyébként kitermelhető famennyiséget sem, ezért ez a famennyiség az erdőkben
maradt, veszélyeztetve nemcsak az erdészetek működését, hanem korhadás révén a kör-
nyezetet és az erdőben sétálók biztonságát is. A jelenlegi földgázárak még inkább indo-
kolttá teszik a környezetvédelmi szempontokon túl a faapríték, illetve a tűzifa használatát,
de jelenleg ez a megállapítás nem fenyegeti az erdőállomány csökkenését, hanem koncent-
ráltabb, hatékonyabb felhasználását jelenti annak.

A forrás-oldalról vizsgálva, a megújuló energiákra vonatkozó 13%-os célkitűzés
akár szerénynek is tűnhet – a különböző becsléseken alapuló hazai lehetőségek tekinteté-
ben –, azonban, ha figyelembe vesszük, hogy a megújulók aránya 1980-ban a hazai ener-
gia-felhasználásban 3%-ot tett ki a jelenleginél 20%-kal nagyobb összenergia-felhasználás
mellett, vagyis az elmúlt több mint 30 évben mindössze 3%-kal tudtuk növelni ezt az
arányt, akkor látható, hogy igen nagy feladat megvalósítása vár Magyarországra.

3.3. BIOMASSZA ALAPÚ FŰTÉS

A hasábfá és a faapríték jelentős hátránya, hogy nehezebben juttathatók az égéstérbe, ellenben a fosszilis tüzelőanyagok használatával. További feldolgozással viszont ez a kedvezőtlen tulajdonság a tömörítvények megjelenésével kiküszöbölhetővé vált. A tömörítvények közül a legnépszerűbb és a legkényelmesebb a pellet, amely árával és komfortjával a lakossági tüzelésben felveheti a versenyt a földgázzal.

Számos európai országban (Ausztria, Németország, Olaszország, Skandináv államok) egyre nagyobb teret hódít a különféle pelletek használata. Ausztriában 1997-ben hozzávetőleg 400, 2009-ben már több mint 71 000 pelletkazán működött. Finnországban 2008-ban 70 000 háztartás használt pelletet fűtésre.

Magyarország pelletpiacára kevésbé nagy számok mellett ugyan, de szintén dinamikus növekedés jellemző. 2007-ben csak érdekességként jelentek meg a pellet készülékek a fűtési berendezéseket forgalmazó cégek palettájában, 2009 végére már 1200-ra becsülhető a beüzemelt pelletkandallók- és kazánok száma. 2008 nyarán megalakult az ágazat szakmai szervezete, a Magyar Pellet Egyesület is 12 taggal. A pellet gyártó- és forgalmazó, pellet készülékeket gyártó- és forgalmazó vállalkozásokat, valamint tudományos kutatást végző szakmai, illetve civil szervezeteket tömörítő egyesület taglétszáma azóta folyamatosan nő (Magyar Pellet Egyesület, 2010).

A biomassza energetikai célú hasznosításának gazdaságosságát a beruházási költségek mellett döntően két tényező befolyásolja: a hagyományos energiahordozók árának és a felhasználás hatásfokának alakulása, valamint a bioenergia-hordozók hasznosításának költségei, melyek eltérő fajsúlyát a 3. táblázatban foglaltam össze. Ez persze egyrészt szubjektív, másrészt nehezen összehasonlítható, így a minősítések helyett inkább 1-től 5-ig pontokat használtam az egyes szempontok értékeléséhez:

1- minimális 2- alacsony 3- közepes 4- jó 5- kiváló/magas

Ezeket figyelembe véve úgy alkalmaztam az eltérő fajsúlyokat, hogy a *kiemelt* 3-as, a *fontos* 2-es, a *lényegeset* pedig 1-es szorzóval súlyoztam. Ezt követően a saját értékelésem és a megjelölt források alkalmazásával kaptam a 3. táblázatot. Az árak és a költségek természetesen fontosak, de napjainkban alapelvárás az, hogy komfortos legyen a fűtési rendszer használata, a lehető legkevesebbet kelljen vele törődni.

3. táblázat: Az egyes energiahordozók értékelése különböző szempontok szerint

SZEMPONTOK	"FAJSÚLY"	FÖLDGÁZ	SZÉN	TÚZIFA	PELLET	BIOBRIKETT	SZALMA
<i>beruházási költség</i>	3	9	9	6	15	15	6
<i>karbantartási költség</i>	2	6	4	4	6	6	4
<i>kényelem</i>	2	10	6	6	10	6	2
<i>ellátási biztonság</i>	2	6	8	8	10	10	10
<i>üzembiztonság</i>	3	12	9	9	12	12	12
<i>szabályozhatóság</i>	1	5	1	1	5	3	1
<i>elérhetőség</i>	2	8	2	6	10	10	8
<i>környezetvédelem</i>	2	6	6	8	10	10	10
<i>járulékos költség</i>	1	1	3	3	2	2	2
ÖSSZESÍTÉS	-	63	48	51	80	74	55

Forrás: Saját számítás Janzsó, 2011 alapján

A földgázzal kapcsolatban az elmúlt években előtérbe került az ellátásbiztonság. Ha már a biztonság kérdése felmerült, akkor az üzembiztonság sem elhanyagolható szempont. Ide tartozik az automatizálhatóság, szabályozhatóság kérdése is, ami ugyan részben kényelmi szempont, de mivel a tartósan magas hatásfok biztosításának is alapfeltétele, Janzsó (2011) külön szempontként veszi figyelembe. Fontos – esetenként kizáró – szempont az elérhetőség; azaz függetlenül bármilyen másról van-e egyáltalán lehetőségem használni a földgázt; van-e elosztóhálózat a közelben, amire rá lehet csatlakozni, de akár a pellet vonatkozásában is meg kell vizsgálni, hogy van-e stabil, megbízható gyártó vagy kereskedő a környezetünkben, akitől megoldható a beszerzés. Szintén nem elhanyagolható kérdés az önálló alkalmazhatóság vizsgálata sem, hiszen igaz, hogy a napenergia ingyen van, de figyelembe kell venni, hogy amikor legnagyobb szükség lenne rá, télen, akkor süt legkevésbé, legkisebb intenzitással a nap, ezért kell egy kiegészítő kazán, ami ilyenkor dolgozik a napkollektor helyett. Végül, de nem utolsó sorban ma már egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezetvédelmi szempont is. Sőt, a teljesség kedvéért megemlíteném a járulékos költségek kérdését is, azaz az adott technológia használata során felmerülő egyéb költségeket,

mint fatüzelésnél a favágás, gázfűtésnél az alapidj, pelletnél, brikettnél, szénél és esetleg szalmánál a szállítási költséget. A 3. táblázatból leszűrhetők a legfontosabb megállapítások, amelyek megerősítik azt, hogy érdemes elgondolkodni, hogy a gázüzemű fűtési rendszerünket lecseréljük-e olcsóbbra, vagy környezetbarátabbra, és/vagy egy hasonlóan komfortosra. A szempontok egyedi besorolás alapján történtek, személyes véleményemet és kutatómunkámat tükrözik.

A biomassza energetikai hasznosításának az energiamérleg szempontjából is kedvező változata az eredeti, vagy az ahhoz közeli állapotban történő felhasználás. Emellett azonban vagy az alapanyag tulajdonságai (pl. kis halmazsűrűségű melléktermék), vagy a felhasználás speciális technikái (pellettüzelő, látványkandalló) megkövetelik az energetikai tömörítvények előállítását. Valamennyi eljárás fő célja a térfogati sűrűség növelése, hiszen nagyobb térfogati sűrűség révén növekszik a fajlagos energiasűrűség (GJ/m^3) is. Ez azt jelenti, hogy 1 m^3 energetikai tömörítvény jóval több energiát tartalmaz koncentrált formában, mint ugyanennyi hagyományos, tömörítetlen biomassza. Az energia koncentrálásán kívül a tömörítés további előnye közé sorolható, hogy a tömörített anyagnak kisebb a hamu- és nedvességtartalma, a helyigénye, kedvezőbbek a rakodási feltételek, valamint egyszerűbb és könnyebben automatizálható az égéstérbe juttatása. Energetikai szempontból a tömörítés három formáját különböztetjük meg (Bai, 2002, p.82.):

- a bálázást,
- a brikettálást,
- és a pelletálást.

3.3.1. A szalma, mint fűtőanyag

A mezőgazdasági melléktermékek közül a szalma és a kisebb méretű szár (pl. repceszár), valamint az energetikai célú növények (pl. len, energiafűvek) bálázással tömöríthetők. Ez a legolcsóbb tömörítési mód, amely kiküszöböli az anyag terimés jellegéből adódó problémákat, megkönnyítve ezáltal a szállítást, a tárolást, és a lakossági speciális tüzelőberendezésekben való alkalmazást. A szalma olyan mezőgazdasági melléktermék, amely a haszonnövények, elsősorban gabonafélék termesztése közben keletkezik. Az eltüzelés szempontjából hasznosítható szalma mennyiségéhez a repce, és egyéb magtermelő növények szalmája is beleérthető, sőt tágabb értelemben ide sorolhatók a kukoricaszárból készült bálák is.

A keletkező szalmamennyiség csak kisebb hányada hasznosul hőenergiaként, nagyobb része a mezőgazdaságban, az állattenyésztésben alomként kerül felhasználásra. Egyes tanulmányok (Bai, 2002, p.80., Gyuricza, 2010, p.78.) szerint a mezőgazdaságban keletkezett összesen mintegy 45-46 millió tonna biomasszából évente 24-25 millió tonna az összes melléktermék, amiből az ipari és takarmányozási célú hasznosítás után a földeken 13-15 millió tonna biomassza marad, ami az ország energiamérlegében jelentős tartalékot testesít meg. Becslések szerint az eltüzelhető biomassza tömeg éves szinten 6-9 millió tonna között mozog. Évente több millió tonna szalma áll rendelkezésre, mint a 4. táblázat is mutatja, csak helyi döntés kérdése, milyen mennyiséget használnak fel brikettálásra vagy közvetlen tüzelésre.

4. táblázat: A szalma legfontosabb termesztési adatai

ÉV	SZALMA BETAKARÍTÁS		
	<i>ezer ha</i>	<i>ezer t</i>	<i>t/ha</i>
2007	1387	1992	1,44
2008	1119	2678	2,39
2009	1479	2345	1,59
2010	1219	2983	2,45

Forrás: saját szerkesztés, AKI 2009 alapján

Valamennyi biomassza fűtőértéke a nedvességtartalomtól függ, ezért a szalmát légszáraz állapotban kell betakarítani, különösen akkor, ha azt a továbbiakban brikettálni kívánják. A 6. ábrán látható egy szalmakazal és a belőle brikettálással előállítható szalmabrikett. Ezt követően a bálákat szögletes formájú kazalba rakják, majd fóliával takarják le. A többletköltség és a többletmunka megéri, mert így a szalma biztosan brikettálható lesz, illetve közvetlen eltüzelésnél is így érhető el a legmagasabb fűtőérték. A felhasználás céljától függetlenül fedett tárolóról kell gondoskodni, amelyben 3-5 napi készletet ajánlatos elhelyezni (Janzsó, 2011, p.6.).



6. ábra: Szalmakazal és a belőle előállítható szalmabrikett

Forrás: Internet 1

Szalmatüzelő-kazánok már egy ideje működnek hazánkban – pontosabban olyan vegyes tüzelésű kazánok, amelyekben szalma is égethető, bár nem kifejezetten e céllal készültek. Ezeket többnyire barkácsmódszerekkel alakították át a szalmabálák, kockára vágott szalmatéglák fogadására. Kizárólag szalmatüzelésre alkalmas kazánok még csak elvétve találhatók Magyarországon. A magyar környezetvédelmi szabvány ugyanis szigorúbb az uniósnál, így a legtöbb ilyen termék nem tudja teljesíteni a szén-dioxid-kibocsátásra vonatkozó előírásokat (Internet 2). Felkerestem néhány tüzelőberendezéseket forgalmazó céget, illetve honlapjukat, és lakossági tüzelésre a BIO-PAL 30KW-os típust ajánlották (3. sz. *melléklet*). Az ismertetett kazán ára bruttó 400 E Ft.

A nagyméretű tüzelőajtón keresztül könnyen az égéstérbe helyezhető egy egész bála, mely szabályozott égéssel órákon keresztül ég. A speciális égéstérnek köszönhetően begyújtáskor elegendő a bála kazánajtó felőli oldalát meggyújtani így a bála hosszirányban folyamatosan, szivarszerűen ég el. A kazán alkalmas fa tüzelésére is, azonban figyelembe kell venni, hogy a tűzifa fűtőértéke jelentős mértékben meghaladja a mezőgazdasági bálák fűtőértékét, ezért ebben az esetben fokozott figyelemmel üzemeltethető a kazán. Egyre több vállalkozás vállalja az új rendszer telepítését, meglévő kiváltását vagy bővítését, akár begyújtásra kész fűtési rendszert átadását. Igény szerint elvégzik a felmérést, tervezést, kivitelezést és a fűtési rendszer karbantartását is (Internet 3).

3.3.2. Brikettálás

A brikettálás olyan melléktermék nemesítési folyamat, melynek eredménye a minőségjavítás, a kezelhetőség, a fűtőérték és az anyag használati értékének növelése. A gyártási fo-

lyamat során befektetett villamos energia – amely mintegy 3%-a a brikett fűtőértékének – és a költségráfordítás jóval magasabb használati értékű végtermékben realizálódik (Janzsó, 2011, p.7.). A biobrikett egy rendkívül korszerű, környezetbarát tüzelőanyag. A tűzifa, a szén, a kokszt és a szénbrikett helyettesítésére ajánlott környezetbarát energiahordozó legfontosabb tulajdonságai a következők:

- nagy fűtőértékű: 18-18,5 MJ/kg
- kis nedvességtartalmú: 8-14%
- kis hamutartalmú: 0,8-7,5%
- közepes árfekvésű: ~3 ezer Ft/GJ

A biobrikett sokoldalúságát az adja, hogy gyártási mérete (átmérője 100-150 mm) révén alkalmazható minden fa- és széntüzelésre alkalmas tüzelőberendezésben, pl. kályha, kazán, kandalló. A biobrikett-gyártás céljára elsősorban a 20% alatti nedvességtartalmú melléktermékek vehetők számításba.

A brikettálásra ajánlott:

- mezőgazdasági üzemben keletkező melléktermékek: a kalászosok szalmája, a repce és szójaszalma, kukoricaszár, egyéb hulladék szalmafeleségek;
- az ipari feldolgozás során keletkező anyagok: nád, len és kender pozdorja, rizshéj és napraforgóhéj;
- erdészeti és faipari melléktermékek: fűrészpor, csiszolatpor, faforgács, fahulladék, fakéreg.

Magyarországon a biobrikett-gyártásra igénybe vehető szalma mennyisége mintegy 1 millió tonnára becsülhető anélkül, hogy a szalma hagyományos felhasználási területein – állattartás, talajerő-visszapótlás – hiány keletkezne. A szalmafelesleg elsősorban az Alföldön és az állattartással nem, vagy mérsékelten foglalkozó gazdaságokban keletkezik, éppen ott, ahonnan a legtávolabb esnek a szénbányák.

A brikett igen kedvező tulajdonságokkal rendelkező energiahordozó, de hátránya, hogy méretei miatt kis tüzelőberendezések esetén nem, vagy csak igen nehezen oldható meg a tüzelőanyag automatizált betáplálása. Erre a célra az igen kisméretű pellet sokkal jobban megfelel, mert csigás vagy cellás adagolóval igen pontos adagolással juttatható a tűztérbe, kis teljesítményű berendezések is jó hatásfokkal működtethetők vele. Kedvező paraméterei, a tüzelőberendezések magas automatizáltsága miatt az utóbbi időben igen nagymértékben terjed a tűzipellet-gyártás.

3.3.3. Pelletfűtés

A pelletet régebben főként takarmányozási céllal állították elő, de kedvező méretei miatt az utóbbi időben elterjedt a tűzipelletként való alkalmazása. A pelletálás tulajdonképpen apró szemcsés hulladék anyagoknak préseléses eljárással történő homogenizálása, vagyis olyan anyagok felhasználása energia előállítására, amelyek egyébként veszendőbe mennének (Gyuricza, 2010, p.79.). A fűrészpor- és egyéb faipari melléktermékek már önmagukban is alkalmasak lennének hőenergia előállítására, vagyis közvetlen tüzelésre, ám pelletálással kedvezően változik a hatásfok, a fűtőérték, könnyen adagolhatóvá válik mérete és formája miatt.

A tűzipellet tehát gyakorlatilag kisméretű biobrikett, ezáltal rendelkezik a biobrikett összes energetikailag előnyös tulajdonságával, valamint kisebb méreténél fogva lakossági méretekben könnyebben kezelhető, a megjelenésbeli különbségeket szemlélteti a 7. ábra.



7. ábra: Biobrikett és tűzipellet

Forrás: Internet 7 és Internet 8

A pelleteknek alapvetően két csoportját különböztetjük meg:

- fapellet,
- agripellet.

A fapellet alapanyagai faipari hulladékok, gazdaságilag szempontokat figyelembe véve felhasználási tartománya 0-100 kWh-ig terjed, míg az agripelletek biztosítják az ennél magasabb igényű energiaellátást is. Az agripelletek különböző lágyszárú növényekből készülnek, például szalmából, kukoricából, repceből, és olyan gyártási folyamatok mellék-

termékeiből, melynek alapanyaga ezen növények valamelyike. Mivel az alapanyag sokféle lehet, ezért az agripelletek szabványosítása nem egyszerű feladat. Tulajdonságai eltérnek a fapelletétől, például magasabb a hamutartalma, salakosodásra hajlamos, korróziós problémákat okoz a lágyszárú növényekben található halogén vegyületek miatt, viszont olcsóbb is, mint a fapellet (Internet 6). A fenyőből, vagy keményfából készült pellet igen jó fűtőértékkel rendelkezik, ára 50-60 Ft/kg között van. 2 kg jó minőségű pellet 1 m³ gáznak felel meg. Egy fűtési szezonban átlagosan 3000 kg (1500 m³ gázzal egyenértékű) pelletet használunk fel. A pellet tárolása nedvességtől védve, 1-2 évig lehetséges.

Elsősorban pelletkazánok ellátására használják, ugyanis ilyenkor csigás, vagy cellás adagoló segítségével igen pontosan szabályozható a pellet tüztérbe jutása. A fapellet elégetése speciális, fapellet-kazánokban lehetséges (4. sz. melléklet). Alaprendszerét tekintve hasonló, viszont sokkal hatékonyabb, mint a hagyományos fatüzelésű kazán. A pelletkazánban található hőcserélő rendszer lehetővé teszi, hogy a kilépő füstgáz hőmérsékletét igen alacsonyan tartsuk, így a füstgáz hője nagyobb részben hasznosul. Égés után, a minőségtől függően, 0,5–1 kg salakanyag keletkezik, amely a kazán salaktálcájára jut, így takarítására ritkán kerül sor és ez nem vesz igénybe többet tíz percnél. Abban az esetben, ha hőenergiára van szükségünk, a vezérlés automatikusan meghatározott mennyiségű tüzelőanyagot adagol az égőfejbe, ahol ezt egy elektromos fűtőszál segítségével begyűjtja. Ezt követően gondoskodik a hőigénynek megfelelő mennyiségű pellet folyamatos adagolásáról. Amennyiben elértük a megfelelő hőmérsékletet a vezérlés nem adagol több tüzelőanyagot és az égőfej tisztításra kerül, majd a pellet kazán leáll (Internet 7).

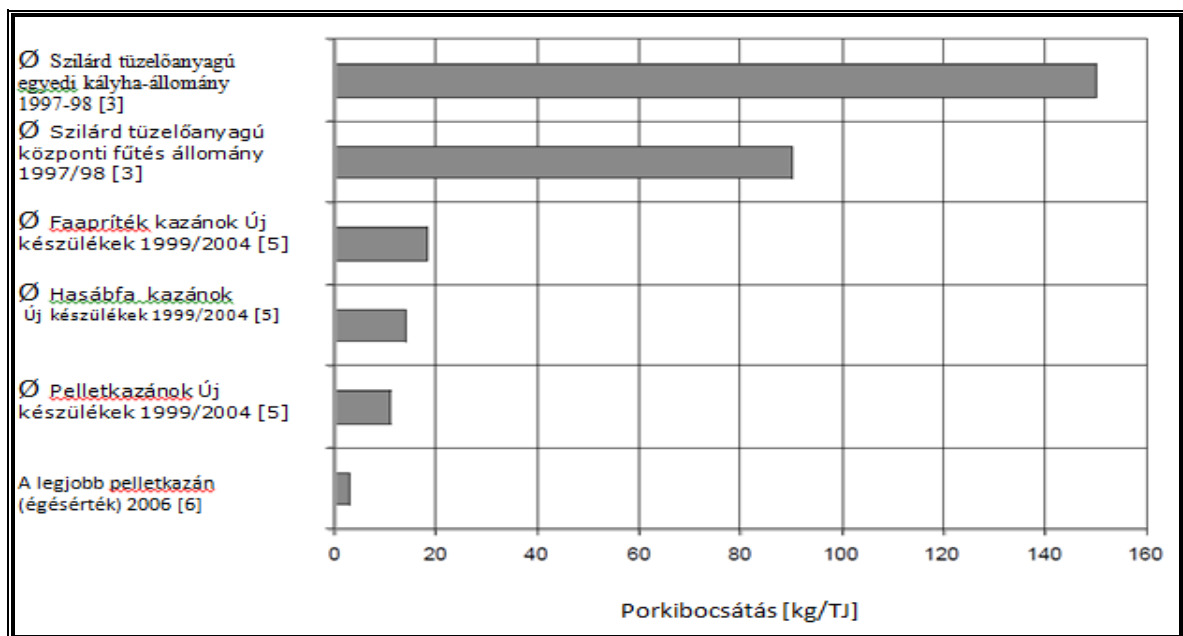
A kazán előtti hosszúkás rekesz a tüzelőanyag tárolására szolgál, kialakítása, mérete alapvetően meghatározza az üzemeltetésre fordítandó időszükségletet. Minden tárolóban közös az adagolószerkezet (adagolócsiga), amely a tárolóból az égőfejbe juttatja a pelletet. Családi házas környezetben általában 1m³-es tárolókat alkalmaznak, amely egy 30 kW-os kazán esetében hozzávetőleg négy hétig tudja biztosítani a szükséges tüzelőanyagot.

Gyártótól függően léteznek:

- kazánnal egybeépített tárolók, melyek 1-2 hétig biztosítják a tüzelőanyag-ellátást,
- kazán mellett elhelyezhető tárolók, melyekben 2-4 hétre elegendő pellet tárolható,
- külön pellet tárolásra készült helyiségek, aknák, melyek hónapokig is képesek kielégíteni a tüzelőanyag-szükségletet.

Míg a pelletfűtés Nyugat–Európában mintegy tizenöt–húsz éves múltra tekint vissza, addig Magyarországon csak 2008 második felétől beszélhetünk gyártásról és forgalmazásról. Ezért viszonylag kevesen ismerik ezt a kifejezetten környezetbarát technológiát. A magyar pelletpiac – a nyugat-európaihoz hasonlóan – dinamikusan növekszik: becsülhetően ma már 2000 fölött van az üzembe helyezett pelletfűtéses készülékek száma az országban.

Több olyan kritika éri a pelletet, miszerint nagy mennyiségű, egészségre ártalmas szállópor kerül a levegőbe elégetésekor. A rendkívül fejlett technológiával rendelkező, a szállópor-kibocsátás szempontjából is korszerű berendezéseket nem lehet egy kalap alá venni az elmaradottabb, múlt századi technológiai elven működő fatüzeléses rendszerekkel. A modern pelletkazánok Németországban együttesen az összes finompor-kibocsátások kevesebb, mint 1 %-át okozzák. A Németországban⁶ végzett felmérés eredményeit mutatja a 8. ábra.



8. ábra: A fatüzelésű kazánok porkibocsátásának összehasonlítása

Forrás: Internet 8

⁶ Ha ezeket az eredményeket alkalmazzuk arra a körülbelül 70.000 pellet fűtőberendezésre, amely 2006 végén Németországban üzemelt, akkor ez körülbelül 84 tonnát jelent. A németországi 184 kilotonnát kitevő összes finompor-szennyezésből a pellet fűtőberendezések kevesebb, mint 0,5 %-kal járulnak hozzá Németországban az összes finompor-szennyezéshez. (<http://www.panenerg.hu/biomassza/dilemmak-a-pellet-es-fafutes-finompor-kibocsatasaval-kapcsolatban>)

A pelletkazánok gyakorlati üzemelés közbeni kibocsátás-mérései a múlt évben azt igazolták, hogy a kibocsátások helyhez kötött teljes terhelésű üzemelés esetén (de részleges terhelésű üzemeléskor is) 11 és 13 mg/MJ között mozogtak, amelyek lényegesen jobb értéket értek el a kályha- és a központi fűtés berendezéseitől.

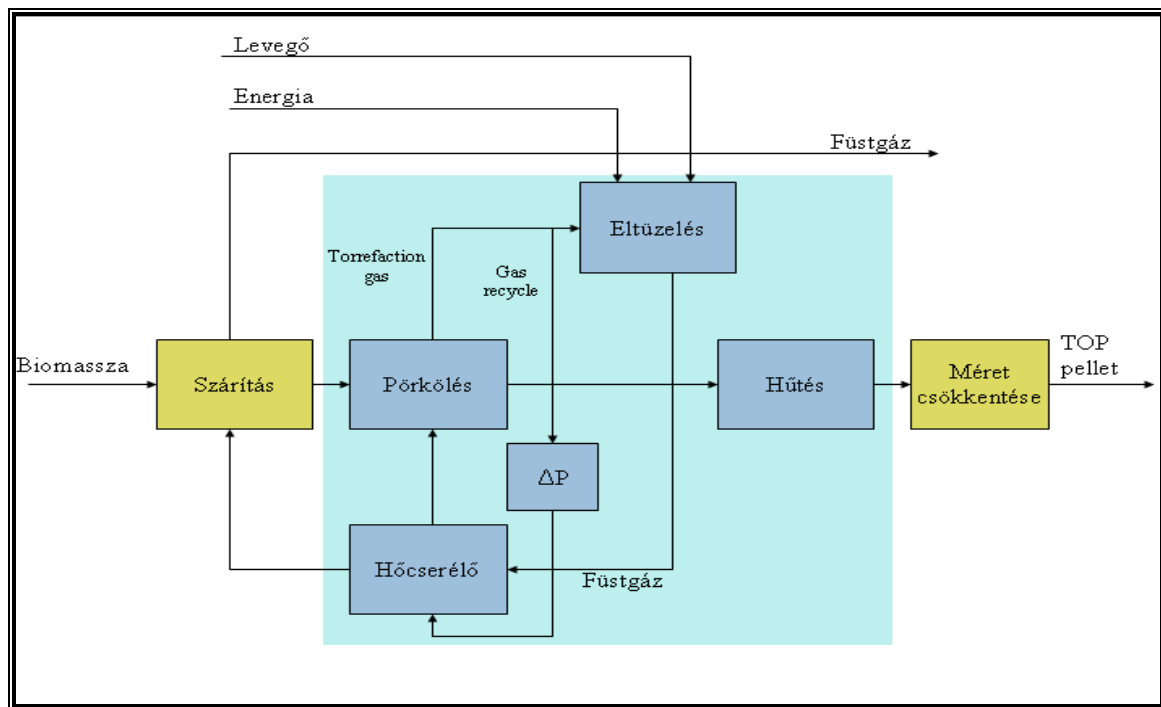
Gyakran illetik egy másik kritikával is a pelletet, miszerint több energia kell a gyártáshoz, mint amennyi az előállított tüzelőanyag energiatartalma. Az előállításához száraz anyagra és a préselésükhöz sok, általában villamos energiára van szükség. A pellet árát az alapanyag szárításának és a préselésnek az energiaigénye határozza meg. Egy kilogrammnyi pellet előállításához a szükséges elektromos energia 250 Wh, a szárításához pedig 280 Wh energia szükséges, ami azt jelent, hogy összesen 530 Wh energiát használunk fel a gyártás során egy átlagosan 18 MJ/kg, azaz 5 kWh fűtőértékű tüzelőanyag előállításához. Ebben a kalkulációban nincs benne az alapanyag és a késztermék logisztikai igénye, de ha feltételezzük, hogy érvényesül a megújuló energiák felhasználását hatékonyra tevő lokális hármas törekvés – helyben keletkező alapanyagból, helyi feldolgozással, helyi igények kiszolgálása –, akkor ez a költség minimálissá válhat (Kovács, 2010, p. 93.).

A pelletfűtés nemcsak azért fenntartható tüzelési módszer, mert egy emberöltőn belül újratermelődik az alapanyag, hanem azért is, mert a pellet elégetésekor a légkörbe éppen annyi szén-dioxid kerül, mint amit az alapanyagul szolgáló növény élete során megkötött, és ami akkor is a levegőbe jutna, ha felhasználás helyett hagynánk elrothadni. Mindezen túl, a szállópor-kibocsátása is kedvezőnek mondható.

3.3.4. A torrefied pellet, mint alternatíva a hőenergia-előállításban

Az elmúlt évtizedekben a pelletüzemek egyre inkább előtérbe kerültek, mivel az előállított pellet mennyisége átlagosan 20%-kal növekedett évente. 2001-ben Európában 1,26 millió tonnát állították elő, 2005-re ez az érték csaknem megháromszorozódott. Ami a termelés és felhasználás alakulását illeti, egyensúly alakult ki a világpiacon: annyit használtak fel Európában, amennyit termeltek, import-export viszonyokról ez esetben nem beszélhetünk. Mivel megújuló energia alapanyagú termékről van szó, ezért célszerű helyben megtermelni és a közelben értékesíteni az esetleges magasabb szállítási költségek elkerülése végett. Számításaim szerint, amennyiben helyben rendelkezésünkre áll elegendő faapríték vagy hasábfá, akkor annak ára nem tud versenyezni a pellettel, mert alacsonyabb fűtőértéke ellenére is olcsóbb lesz fával fűteni, noha jelentősebb komfortérzetet nyújtanak a

pelletkazánok. A jelenlegi piac leginkább Európa területe, de várhatóan Észak-Amerikában is el fog terjedni a pelletfűtés. Erre megoldás lehet egy új részfolyamat, ami a biomassza pörkölését jelenti (angolul: torrefaction). A pörkölés egy olyan biomassza-átalakítási folyamat, mely egyéb pirolitikus eljárásoktól jóval alacsonyabb (200-400 C) hőmérsékleten, közel atmoszférikus nyomáson és oxigénmentes környezetben játszódik le. A folyamat egyesíti a pörkölés és a pelletálás lépéseit, részletezve a 9. ábrán látható.



9. ábra: A torrefied pellet (TP) előállításának folyamatábrája

Forrás: Kiel, 2007

A technológia munkafolyamatai a következők:

- input: biomassza (erdészeti termékek, energia-növények, növényi és ipari melléktermékek),
- szárítás,
- pörkölés,
- méretcsökkentés,
- tömörítés,
- hűtés,
- végtermék: torrefied pellet.

A folyamat végeredménye a torrefied pellet, melynek tulajdonságai az 5. táblázatban láthatóak, összehasonlítva a faaprítékkal és a fapellettel. A torrefied pellet nedvességtartalma jóval alacsonyabb, mint a fapelleté, a faaprítéknál több mint tízszer kevesebb. Ez mindenképpen kedvező tulajdonság, mert minél alacsonyabb a nedvességtartalom, annál magasabb a tüzelőanyag fűtőértéke.

5. táblázat: A torrefied pellet főbb tulajdonságai

	FAAPRÍTÉK	FAPELLET	TORREFIED PELLET
<i>nedvességtartalom (%)</i>	35	10	3
<i>fűtőérték (MJ/kg)</i>	10,5	16	21
<i>sűrűség (kg/m³)</i>	550	600	800
<i>energia-sűrűség (GJ/m³)</i>	5,8	9	16,7
<i>higroszkóposság</i>	nedvesedik	megduzzad a nedvességtől	hidrofób
<i>tárolás</i>	penészesé válik	penészesé válik	tárolható

Forrás: Saját szerkesztés Kiel, 2007 alapján

Ezt az összefüggést igazolják a második sorban lévő értékek: a torrefied pellet fűtőértéke kétszer annyi, mint az aprítéké, és harmadával magasabb, mint a fapelleté. A sűrűségnek és az energiatartalomnak szintén kiemelt jelentősége van, mivel a szállítási költségeket és a tárolásra szánt helyigényt csökkenti. Nagyobb térfogati sűrűség révén növekszik a fajlagos energiasűrűség (GJ/m³) is. Ez azt jelenti, hogy 1 m³ energetikai tömörítvény jóval több energiát tartalmaz koncentrált formában, mint ugyanennyi hagyományos, tömörítetlen biomassza. A tárolás szintén fontos tényező. A torrefied pellet tulajdonsága lehetővé teszi, hogy egyszerre nagyobb mennyiséget vásároljunk, visszaszorítva ezzel a szállítási költségeket, hiszen az anyag hidrofób tulajdonsága miatt tárolása nem jár minőségromlással.

A kereskedelemben még nem kapható, jelenleg Hollandiában kísérleti fázisban van a fűtőanyag, amelyet a 10. ábra mutat. Az ott előállított torrefied pellet fűtőértéke (19-22 GJ/t) jóval meghaladja a fapelletét. Nemcsak a lakossági szférában, hanem - a szén helyettesítése révén – az ipari szinten is hasznosítható. A pörkölés során a bevitt anyag mennyisége mintegy 30%-kal, energiatartalma 10%-kal csökken, utóbbi nagy része a gáz-körfolyamatból visszanyerhető. A hőerőművek átlagos szén-dioxid-kibocsátása szén esetén: 760 g/kWh, ez a szám torrefied pellet esetén 61 g/kWh, így a megtakarítás a szénhez képest 699 g/kWh (Poldervaart, 2009, p.8.).



10. ábra: A torrefied pellet

Forrás: Internet 9

Hőenergia-felhasználás céljából történő előállítása nem veszélyezteti az élelmiszer-ellátást, a végtermék nagy potenciállal bír, ugyanakkor a technológia még napjainkban is fejlesztés alatt áll, hazánkban pedig szinte teljesen ismeretlen. A folyamat az egyéb pirolitikus eljárásoktól jóval olcsóbb, a torrefied pellet összköltsége egy GJ-ra vetítve 4,99 EUR, míg a fapellet esetében ez az érték 6,61 EUR/GJ. Az előállítási költségük megegyezik, a megtakarítás egyrészt az alacsonyabb szállítási költségekből (aminek alapja a magasabb energiasűrűség), másrészt az alacsonyabb termelési volumenből adódik. A köztes-termék energiatartalmát az előállítási folyamat hossza, az alkalmazott hőmérséklet és a felhasznált biomassa befolyásolja, eredetileg sűrűsége azonban alacsony, így tömörítéssel (torrefied pelletként) tehető gazdaságossá a szállítása és tárolása, vagyis a piaci értékesítése (Kiel, 2007, pp.10-11.).

3.4. ZÖLD BERUHÁZÁSOK TÁMOGATÁSA

A megújuló energiaforrások háztartási alkalmazásának és az energiahatékonyságot javító felújításoknak a legtöbb esetben komoly akadályát jelenti a magas kezdeti beruházásigény. Ezt igyekszik enyhíteni, anyagilag támogatni két program, amelyek 2011 nyarán léptek életbe. Ebben a fejezetben szeretném ismertetni röviden a két program célját, lehetséges résztvevőit, és a főbb gyakorlati tudnivalókat.

3.4.1. Új Széchenyi Terv Zöld Beruházási Rendszer - “Mi otthonunk felújítási és új otthon építési alprogram”

A nemzetközi szén-dioxid kvótaértékesítés bevételeiből finanszírozott ZBR keretében augusztus 15-től lehetett pályázatot benyújtani energiahatékonysági felújításokra, energiatakarékos épületek építésére. Az NFM által 1,6 milliárd forint keretösszeggel kiírt pályázat komplex energetikai korszerűsítésére kínált lehetőséget a pályázók számára. A támogatás célja meglévő lakóépületek szén-dioxid-kibocsátás csökkentését eredményező energiahatékonysági komplex felújítása, korszerűsítése, megújuló energiafelhasználás elősegítése, valamint új, energiatakarékos lakóépületek építése vissza nem térítendő támogatás formájában. Pályázhattak természetes személyek, lakásszövetkezetek, és társasházak. Fontos tudnivaló, hogy létezett ún. építési év korlát: 1992 előtt, azaz 1991. 12.31. után épült, illetve 1991.12.31. után megszerzett használatba vételi engedéllyel rendelkező épületek nem vehetnek részt a pályázatban. A támogatható tevékenységek közé tartozott többek között a nyílászárók energiamegtakarítást eredményező cseréje, beépítése, a homlokzatok és födémek hőszigetelése, meglévő, hagyományos energiaforrással működtetett (gáz, szén, elektromos áram) fűtési és használati melegvíz-rendszerek felújítása, korszerűsítése, átalakítása. Kiemelném, hogy a megvalósult állapotot igazoló energiatanúsítvány a támogatás kifizetésének feltétele. Felújítás esetén a kifizethető összeg lakásonként 3-5 millió Ft,⁷ új, energiatakarékos ingatlanok építése esetén⁸ 40-60.000 Ft/m².

A pályázatot 2011. augusztus 15-től 2011. október 30-ig vagy a rendelkezésre álló keret kimerüléséig lehetett benyújtani: a mintegy 550 beérkezett támogatási igény meghaladta a rendelkezésre álló forrást, ezért a pályázatot felügyelő Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2011. augusztus 17-től felfüggesztette a támogatási konstrukciót és a további pályázati dokumentumok befogadását. További információk elérhetők a témával foglalkozó, illetve a forrásként megjelölt honlapokon (Internet 10).

⁷Min. 50%-os fűtés és HMV fajlagos energiaigény megtakarításnál 40%-os támogatási intenzitás, max. 3 millió Ft/lakás támogatás; min. 60%-os fűtés és HMV fajlagos energiaigény megtakarításnál 50%-os támogatási intenzitás, max. 5 millió Ft/lakás támogatás.

⁸ ”A” energetikai minőségű épület építése esetén: 40 ezer Ft/m², de max. 4 millió Ft lakóegységenként; ”A +” energetikai minőségű épület építése esetén: 60 ezer Ft/m², de max. 6 millió Ft lakóegységenként.

3.4.2. Kazáncsere program

2011 nyarán meghirdetésre került a Kazáncsere Program, mely keretében lehetőség nyílik gázkazánok kiváltására vegyestüzelésű kazánokkal. A cél, hogy csak környezetkímélő, olcsó megújuló energiaforrást, azaz tűzifát használjanak fel a Program résztvevői.

A programban résztvevőknek segítséget nyújtanak a megvalósításban, pályázat esetén támogatás igénylésében, önerő hiányában a hitelfelvételekkel kapcsolatban is segítségre számíthatnak az érintettek. A csatlakozó a tüzelőanyag ellátásra hosszú távú szerződést köt, ezzel igazolva, hogy biztos forrásból, legálisan vásárolják a tűzifát, hogy garantálható legyen a programban résztvevőknek évtizedek elteltével is az olcsó tűzifa. A Kazáncsere Program keretében, fűtőérték alapon történik az elszámolás, azaz amennyit eddig felhasznált (pl.: gázból), annyit fog ezután megkapni tűzifából. Jelentkezés után egy, a program által minősített fűtésszerelő ingyenesen felméri a házat és megállapítja a végleges beruházási költséget. Így a pályázat beadása után azonnal elkezdődhet a beruházás. Ezután kikalkulálható a végső havidíj és az ajánlattal kiegészül a szerződés.

A Kazáncsere Program népszerűsítése kizárólag interneten történik, a program népszerűsítésének közreműködéséért nem marad el a jutalom: két ismerősnek történő ajánlás esetén – és amíg a programban vannak – minden évben egy havi tűzifát ingyen kap az ajánló. Lehetőség van arra is, hogy akár a teljes szükséges tűzifa mennyiséghez ingyen jusson hozzá a résztvevő, akkor további tíz ismerősének kell a programhoz csatlakoznia. További információk elérhetők a témával foglalkozó, illetve a forrásként megjelölt honlapokon (Internet 11).

3.4.3. Környezet és Energia Operatív Program

A Környezet és Energia Operatív Program fejlesztései megalapozzák és elősegítik Magyarország gazdasági versenyképességének erősödését és társadalmi jólétének növekedését. Ezekhez a fejlesztésekhez kapcsolódva tovább javítható számos termelő és szolgáltató szektor teljesítménye és bővíthető a foglalkoztatás. A bennünket körülvevő környezeti és természeti rendszerek megóvása és körültekintő fejlesztése az emberi életminőség javításának egyik alapfeltétele, és egyben a fenntartható gazdasági és szociális fejlődés meghatározó tényezője (Internet 12). A Környezet és Energia Operatív Program keretein belül megpályázható releváns támogatásai jogcímeik véleményem szerint az alábbiak lehetnek:

- KEOP-2011-4.2.0/B Helyi hő- és hűtési energiaigény kielégítése megújuló energiaforrásokkal
- KEOP-2011-4.3.0 Megújuló energia alapú térségfejlesztés
- KEOP-2011-4.9.0 Épületenergetikai fejlesztések megújuló energiaforrás hasznosítással kombinálva című
- KEOP-2011-5.4.0 Távhő-szektor energetikai korszerűsítése
- KEOP-2011-6.1.0 Fenntartható életmódot és az ehhez kapcsolódó viselkedésmintákat ösztönző kampányok (szemléletformálás, informálás, képzés)
- KEOP-2011-6.2.0 Fenntarthatóbb életmódot és fogyasztási lehetőségeket népszerűsítő, terjedésüket elősegítő mintaprojektek

Az utolsó két pontban ismertetett pályázatoknak komoly szerepük lehet a helyi lakosság szemléletformálásában. Elősegítheti a tudatos energiagazdálkodás kialakulását, és felhívja a figyelmet az erőforrások takarékos felhasználására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Hazai és külföldi szakirodalmakra, tanulmányokra támaszkodva ismertettem a gázfűtés alternatíváiként számba vehető fűtési módokat. Feltételezem, hogy versenyképes megoldást jelentenek a gázfűtéssel szemben a következő energiahordozók:

- pellet,
- biobrikett,
- szalma.

A bio-tüzelőanyagok megítélésének rendkívül jelentős eleme az ökonómiai értékelés, mivel a költségek meghatározásával lehetővé válik a gazdaságos alkalmazási területek kijelölése. A biomassza energetikai célú hasznosításának gazdaságosságát a beruházási költségek mellett döntően két tényező befolyásolja: a hagyományos energiahordozók árának és a felhasználás hatásfokának alakulása, valamint a bioenergia-hordozók hasznosításának költségei. Ezek figyelembe vételével készítettem el az összehasonlító analízist arra vonatkozóan, hogy jelenleg milyen kazánnal és melyik energiahordozóval érdemes fűteni. A beruházási költségekre is kitértem, hiszen egy jövőbeni fűtési beruházásnál meghatározóak lehetnek. Valamennyi számításomat Microsoft Office Excel-ben végeztem, képletekkel, táblázatok formájában. Az éves fűtőanyag költségeket az épület fűtéséhez szükséges energia mennyiségből kiindulva (80 GJ/év), a felhasznált tüzelőanyagok fűtőértékeinek és árának, az alkalmazott berendezések hatásfokának figyelembevételével kalkuláltam. Az éves fűtési költség nemcsak a fűtőanyag költségeket tartalmazza, hanem olyan tényezőket is figyelembe vesz, amit egy lakos nem mindig tenne, de gazdasági számításokhoz mindenképpen ajánlatos, például az amortizációt. Az amortizáció költség, de nem kiadás. Tulajdonképpen a vásárláskor fizetjük ki egyösszegben a hosszú évek alatt elszámolandó amortizációt. Ez esetben lineáris, évenkénti azonos összegű amortizációval számoltam, a berendezések élettartama 15 év. Emellett valamennyi egyéb költség felmerülésével is kalkuláltam, mint például a segédenergia, karbantartás, és a szállítási költségek. Utóbbi a földgáznál nem jelentkezik. Segédenergiára, azaz villamos áramra valamennyi kazán működéséhez szükség van, ennek mennyisége függ a kazán típusától, teljesítményétől. A karbantartás alatt elsősorban az éves kéményseprés díja, illetve gázkazán esetében az alapidj vehető figyelembe. A pelletet, brikettet, hasábfát, és a szalmát házhoz kell szállítani (nem

feltételeztem otthoni alapanyag termelést), ennek költségei az aktuális kilométerenkénti díjakkal van feltüntetve.

Amikor beruházásról esik szó, alapvetően kétféle helyzettel állhatunk szemben: vagy egy teljesen új építés-kivitelezés, vagy a már meglévő felújítása és korszerűsítése. Dolgozatomban már meglévő, működőképes fűtési rendszereket hasonlítok össze, illetve az amortizáció meghatározása miatt ismertetem a kezdeti beruházási költségeket, azaz egy-egy kazán árának és beszerelésének hozzávetőleges nagyságát. Ezeket számszerűsíteni nehéz feladat, mivel ahány vállalkozó, annyi beszerelési- és árajánlat, ahány típus és márka, annyiféle ára létezik ezeknek a fűtési rendszereknek. Igyekeztem a legismertebbeket összeszedni, és amennyire csak lehetett általánosítani a költségeket is. Személyes igényektől függően a mindennapi életben akár jelentős eltérések is jelentkezhetnek, mivel a pellet és a biobrikett lakossági ára alapanyagától és a vásárolt mennyiség volumenétől függően változik. A kazán típusának megválasztása sem könnyű, mivel a rohamosan fejlődő technikának köszönhetően napjainkban már nemcsak „egyszerű” vegyestüzelésű vagy pelletkazánról beszélhetünk, hanem már létezik ezeknek kombi változata is, sőt olyanok is, amelyek képesek napenergiából némi kiegészítő berendezés segítségével a melegvízellátást biztosítani. Ez esetben is az optimális választásra törekedtem.

A jelenlegi árak és a beruházási költségek mellett nem elhanyagolható egy-egy kazán megtérülési ideje sem. Figyelembe kell venni, hogy a gázkazán a legolcsóbb, annál csak drágább kazánok kaphatók a piacon, amelyek fűthetők pellettel, brikettel, vagy szalmával. Ajánlatos fűtőanyagra specializálódott kazánt választani, mert azzal érhető el a megfelelő hatásfok. A gázfűtés helyett alkalmazandó fűtőanyagokkal véleményem szerint megtakarítás érhető el, a nettó jelenérték (NPV) kiszámításával pedig meghatározható, hogy melyik kazán – a gázkazánhoz képest – mikor térül meg, illetve forintban kifejezve mennyivel járunk jobban, vagy esetleg rosszabbul, ha gáz helyett például pellettel fűtünk. Ha az NPV értéke pozitív, akkor mindenképpen érdemes gázkazán helyett a másik alternatívával fűteni, a számított érték pedig megmutatja, hogy 15 év alatt összesen hány Ft-tal járunk jobban, ha a másik alternatívát választjuk. Negatív érték esetén a gázfűtés a kedvezőbb. Amennyiben nullát kapunk, összességében a 15 év alatt ugyanannyiba kerül mindkét összehasonlított fűtési mód.

Mivel nehéz meghatározni a jövőbeli tendenciákat, érzékenységi vizsgálatokat is végeztem. Érdekesnek találtam megvizsgálni, például mekkora áremelés mellett érdemes még pellettel fűteni.

A gazdaságossági és érzékenységi számításaimon felül ismertetni szeretnék egy új, hazánkban még egyáltalán nem elterjedt tüzelőanyagot, és felhasználásának lehetőségeit.

Minta

Vizsgálataim alapjául egy 100 m²-es családi ház szolgál, melynek fűtési energia felhasználását átlagos időjárási körülmények között 80 GJ/év értékben határoztam meg. Számításom azon alapszik, hogy egy jó szigetelésű ház energiafogyasztása 64,8 GJ/év (Uth, 2007), rosszabb szigetelési viszonyok mellett 100 GJ/év.

Hipotézisek

A fűtési rendszerek kiválasztásakor nemcsak azt kell eldöntenünk, hogy fosszilis- vagy megújuló energiahordozóval működtethető kazánt válasszunk, hanem az egyes megújuló energiaforrásokat hasznosító megoldások között is. A gázfűtés alternatíváiként kínálkozó fűtési módok (szalmatüzelés, pellettüzelés, hasábfá- vagy biobrikett-tüzelés) versenyképes megoldást jelenthetnek a háztartások hőenergia-ellátására. Véleményem szerint egy-egy korszerű megoldás hasonlóan kielégítheti az igényeket alacsonyabb költségek mellett. Ezen megállapításomat kívánom alátámasztani számításaimmal. Hipotéziseim a következők:

H1: Egy átlagos szigetelési viszonyokkal rendelkező 100 m²-es családi ház éves fűtési energiaigényének biztosítása pelletfűtéssel 30%-kal olcsóbb, mint gázfűtéssel.

H2: A legolcsóbb pellettel a legdrágább fűteni.

H3: Faelgázosító kazán működtetése biobrikettal olcsóbb, mint hasábfával.

H4: Szalmatüzelést akkor érdemes választani, amennyiben a szalma elszállításának távolsága legfeljebb 40 km.

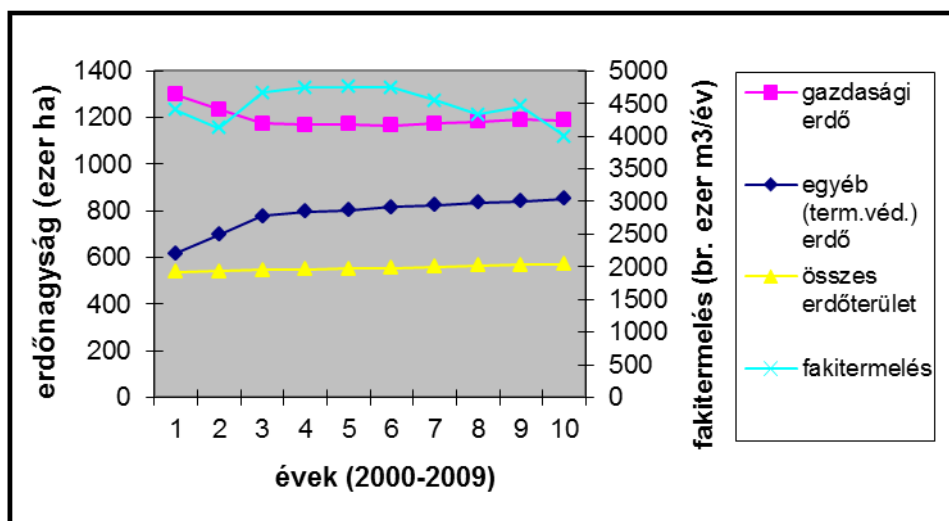
H5: A biomasszával működő kazánok 12 éven belül megtérülnek.

EREDMÉNYEK

A hazai éves gázfogyasztás 14-15 milliárd m³ körüli, évente körülbelül 11-12 milliárd m³ földgázt importálunk, több mint 1000 milliárd Ft értékben (KSH, 2011). Ezen összeg jelentős része megtakarítható lenne, ha a földgázimportot részben kiváltva a hazai, helyi lehetőségeket használnánk fel energiatermelésre és emellett energetikailag korszerűsíténénk épületeinket. A fogyasztók döntéseit az üzemeltetési költségek mellett nagymértékben befolyásolja a beruházás mértékének nagysága, az ehhez igényelhető támogatások, valamint az egyes berendezések automatizáltságának foka.

Napjainkban számos tévhit kering az erdőgazdálkodással kapcsolatban, miszerint az egyre növekvő fakitermelés veszélyezteti a hazai erdőállomány nagyságát. Mivel számításaim szerint gazdaságosnak mondható a fatüzelés, ezért érdekesnek találtam megvizsgálni, hogy biztosítható-e elegendő fa hőenergia előállítására.

2001-ről 2002-ra ugrásszerű növekedés volt tapasztalható a kitermelt fa mennyiségét illetően, csaknem 14%-kal több fát vásároltak fel az üzemek, mint korábban. Az erdőterület nagysága viszont továbbra sem csökkent, sőt, ugyanekkor 1,1%-kal nőtt. A hazai biomassa erőművek 2008-ban 25 313 TJ értékű szilárd biomasszát használtak fel, ami 2-2,5 millió m³ kitermelt fának felel meg. 2008-ban a kitermelt fa mennyisége összesen 4,5 millió m³ volt (Büki et al, 2010, p. 21.). Vizsgáltam, hogyan változott az elmúlt években az erdőnagyság és a fakitermelés, az eredményeket a 11. ábra ismerteti. A hazai erdőállomány nagysága a 2000. év adataihoz képest 6,31%-kal emelkedett, ami évente átlagosan több mint 1,5%-os növekedést jelent. A korábban növekvő, 2007-től csökkenő fakitermelés ellenére a gazdasági erdőállomány 10%-os csökkenésével párhuzamosan növekedett az egyéb, természetvédelmi erdők területe, ezt igazolja a számított korreláció értéke: -0,89. A 2000-2009-es adatokra alapozott, 2012-re előrevetített trendanalízisem szerint a hazai erdőállomány 2082 E ha lesz – ami a 2009-es adatokhoz képest 3%-os növekedést –, az állami erdőkből történő éves fakitermelés pedig 4337 E m³, ami a 2009-es adatokhoz képest 7%-os csökkenést jelent. A gazdasági erdők aránya 2005 és 2008 között 1167 hektárról 1191 hektárra növekedett. 2009-ben enyhe visszaesés történt, várhatóan növekedni fog az arányuk.



11. ábra: A hazai erdőterület és az éves fakitermelés nagysága

Forrás: Saját számítás

Az előzőekben bemutatott korrelációs és trendanalízisek egyértelműen bizonyítják, hogy a növekvő erdőterület tehát egyáltalán nem jelent fokozott fakitermelést, vagyis a hazai állami tulajdonban lévő erdővagyon nem fog eltűnni, sőt növekszik a természetvédelmi célú erdők területe és részaránya is. Az erőművi- és lakossági keresletet a hazai erdők jelenleg még képesek biztosítani a túlzott kitermelés veszélye nélkül, a sajnos létező és jelentős illegális fakitermelés ellenére is.

Mielőtt további számításaimat bemutatnám, lényegesnek tartom, hogy a napjainkban elérhető és a dolgozatomban vizsgált energiahordozók árára, hatásfokára kitérjek, hiszen a számításaim alapja, a legfontosabb tényezők közé tartozik a velük elérhető megtakarítás. A sorrend az energia egységára szerinti legolcsóbb (1) és legdrágább (6) tüzelőanyagokat mutatja. Megjegyezném, hogy a pellet paraméterei 10%-os nedvességtartalom esetén értendők, és egyik energiahordozó sem tartalmazza a szállítási költségeket. Összehasonlításképpen a szén is megemlítettem a táblázatban, mivel fosszilis tüzelőanyagnak számít, de az alternatív megújuló lehetőségek között éppen ezért nem szerepeltettem. A 6. táblázatban foglaltak szerint a legolcsóbb fűtőanyag a szalma, a legdrágább a földgáz.

6. táblázat: A vizsgált fűtőanyagok főbb paramétereit 2011. évi bruttó átlagárakon (Ft)

FÜTŐANYAG	fűtőérték (MJ/kg; MJ/m ³)	egységár (Ft/kg)	energiatart. ár (Ft/MJ)	hatásfok (%)	energia- egységár (Ft/MJ)	SORREND
szalma	12	10	0,83	70	1,19	1
tűzifa	15,5	30	1,94	90	2,16	2
szén	25,2	62	2,46	90	2,73	3
biobrikett	18,5	52	2,81	90	3,12	4
pellet	19	64	3,36	90	3,73	5
földgáz	34	144	4,23	95	4,7	6

Forrás: Saját adatgyűjtés és számítás

A legolcsóbb fűtőanyagnak a szalma bizonyult, melynek fogyasztói ára tájegységenként változik, jelenleg az alábbi árak a mérvadók:

- Bálázás nélkül: 3-4 E Ft/t,
- Nagybála: 6-7 E Ft/t (Nyugat- Magyarország: 8-10 E Ft/t),
- Kisbála: 10 E Ft/t.

A fogyasztói áron túl érdekesnek találtam megvizsgálni, hogy mennyi valójában a szalma forintban kifejezett értéke változó földgázárak mellett. A fűtőértéket figyelembe véve azt számoltam, hogy egyre növekvő földgáz árak mellett hány forint egy tonna szalma energetikai értéke. A teljesség kedvéért nemcsak szalmával, hanem pellettel, brikettal, és hasábfával is számoltam. Az eredményeket a 7. táblázat ismerteti.

7. táblázat: Az egyes energiahordozók energiaértéke növekvő földgázárak mellett

Földgázár (Ft/m ³)	Energiaérték (Ft/t szalma)	Pellet	Biobrikett	Hasábfá
100	24 706	51 412	46 250	41 029
110	27 176	56 553	50 875	45 132
120	29 647	61 694	55 500	49 235
130	32 118	66 835	60 125	53 338
144	35 576	74 033	66 600	59 082
150	37 065	77 118	69 375	61 544

Forrás: Saját számítás

A 7. táblázatban leírtak szerint a jelenlegi 144 Ft-os gázár mellett a szalma energiatartalom-szerinti értéke több mint 35 E Ft lenne, viszont piaci ára alig éri el a 7 E Ft-ot. Ebből is látszik, hogy mennyire olcsó energiahordozó a szalma. Nyilván a földgáz adta komforttal nem összehasonlítható, ebből ered olcsósága. A pellet komfortját tekintve megközelíti a földgázt, 74 E Ft az energetikai értéke. Napjainkban a legolcsóbb pelletek 70 Ft/kg körül vannak, látható, hogy a megtakarítás nem túl sok, de még mindig olcsóbb, mintha gázzal fűtenénk. A brikett energetikai értéke 66 600 Ft, amely a jelenlegi, 2011 őszén érvényes piaci árak mellett tonnánként 10-12 E Ft-tal olcsóbb. A hasábfá energetikai besorolás szerint a szalma és a brikett között helyezkedik el, a földgázhoz képest számításom szerint is jelentősen olcsóbb.

Ilyen ismeretek és feltételek mellett alkottam meg különböző hipotéziseket, melyek eredményességét további számításaimmal igazolom.

A KUTATÁS SORÁN TÁMASZTOTT HIPOTÉZISEK ÉS AZOK EREDMÉNYEI

H1: Egy átlagos szigetelési viszonyokkal rendelkező 100m²-es családi ház éves fűtési energiaigényének biztosítása pelletfűtéssel 30%-kal olcsóbb, mint gázfűtéssel.

A felvetett hipotézisek közül talán ez az, amelynek a megválaszolása a legnagyobb érdeklődést kelti. Napjainkban sokat hallunk arról, hogy ha a gázfűtést pellettel váltanánk ki, akár 30-40%-os megtakarítás is elérhető. Dolgozatom megírásakor ez a kérdés foglalkoztatott a legjobban. Valamennyi felmerülő költséget figyelembe vettem, de feltételeztem egy működőképes központi fűtési rendszer (radiátorok, csövek stb.) meglétét. A 8. táblázatban soronként feltüntettem a meghatározáshoz szükséges információkat. A gázkazán esetében 95%-os hatásfokkal, és az aktuális gázzal valamint pelletnél átlagárral és 90%-os hatásfokkal számolva az éves fűtőanyagköltség 357 E Ft amennyiben gázzal, és 300 E Ft, ha pellettel fűtünk. Ez 16%-os megtakarítást jelent. (Ha modernebb gázkészüléket feltételezünk, olyat, amelyik 100-110%-os hatásfokon képes működni, a fűtőanyag költség 308 illetve 338 E Ft, még mindig legalább 30 E Ft-tal drágább a pelletfűtésnél.) Ez a megtakarítás igen jelentősnek mondható, viszont sok múlik az értelmezésen, vagyis, hogy mit értünk fűtés-költség alatt: kizárólag a fűtőanyag költségét, vagy a vele járó egyéb költségeket is. Mindkét esetet vizsgáltam.

8. táblázat: A gázkazán és a pelletkazán költségeinek összehasonlítása

FŰTÉSI MÓD JELLEMZŐI	GÁZKAZÁN	PELLETKAZÁN
<i>Fűtőanyag</i>	földgáz	pellet
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	95	90
<i>Tüzelőanyag mennyiség (m³/év, t/év)</i>	2 477	4,7
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/m³, Ft/t)</i>	144	64 000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (MJ/m³, GJ/t)</i>	34	19
ÉVES FŰTŐANYAG KÖLTSÉG (Ft/év)	356 656	299 415
<i>Egyéb költség (Ft/év)</i>	21 456	26 736
<i>segédenergia</i>	5 683	8 125
<i>karbantartás</i>	15 773	3 773
<i>szállítás</i>	-	14 838
<i>Amortizáció (Ft/év)</i>	13 167	66 667
ÉVES FŰTÉSI KÖLTSÉG (Ft/év)	391 279	392 818

Forrás: Saját számítás

Sokan teszik fel a kérdést, vajon mi a biztosíték arra, hogy a pelletárak nem szabadulnak-e el ugyanúgy, mint a fosszilis energiahordozóké. A gázzal párhuzamosan a pellet egységára nem feltétlenül drágul, mivel a pellet árának meghatározása elsősorban önköltségi alapon (meghatározóan az alapanyag – és villamos áram- költség alapján) történik, valamint a lokalitás számít: főként helyben előállított, termelt, és értékesítésről beszélhetünk. A pellet esetében a járulékos költségek jelenthetnek komolyabb kiadásokat.

Most pedig nézzük azt az esetet, amikor az egyéb költségeket is figyelembe vesszük, véleményem szerint a realitáshoz ez sokkal közelebb áll. Az egyéb költségek tehát a segédenergia, karbantartás és a fűtőanyag-szállítás költségeinek összegéből adódnak.

Segédenergia: Napi 10 órás üzemidővel 183 napos (október 15. és április 15. közötti) fűtési időszakkal, 44,40 Ft/kWh villamos energia árral számolva a következők szerint alakul (Németh, 2011):

- Gázfűtés: átlagos terhelésnél az elektromos teljesítményfelvétel 70 W (Viessmann Vitopend-100 falikazán, 24 kW), 128 kWh x 44,40 Ft/kWh 5683 Ft/év.
- Pelletkazán: teljesítményfelvétel átlagos terhelésnél 100 W (Herz Pelletstar 30 kW), éves fogyasztás 183 kWh, 8125 Ft/év.

Karbantartás: A közszolgáltatási díjtételei településenként eltérőek lehetnek. Egy borsod megyei kistelepülés 2011-ben érvényes árai a következők: gáztüzelő berendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése, szükség szerinti tisztítása 3.773 Ft/év, ami (a tényleges fogyasztástól független) 12.000 Ft/év alapdíjjal egészül ki. Szilárd tüzelőberendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése és tisztítása szintén 3.773 Ft.

Szállítás: Költségei a szállítási mennyiségek és a távolságok függvényében változnak. Pellet és brikett kiszállítása 4-6 tonnás szállítókapacitással és 41-75 kWh teljesítményű erőgépet feltételezve 2011-es árakon 118,7 Ft/km (Gockler, 2011, p.51.). Vagyis 25 km-es szállítási távolságnál (feltételezve, hogy ilyen távolságban már beszerezhető a szükséges tüzelőanyag) 5 t pellet esetében, tonnánkénti kiszállítással 14.838 Ft-ot jelent. Feltételeztem, hogy egyszerre 1 t pellet elhelyezésére van lehetőség, hiszen fedett tároló biztosítása szükséges.

Az éves fűtési költség az egyéb költségekkel és az amortizációval kiegészülve adja meg egy-egy fűtési mód teljes éves költségét. Lineáris, évenként azonos összegű értékcsökkenés elszámolásával készítettem, a berendezések élettartama 15 év. A már említett típusú gázkazán bruttó ára 197.500 Ft, a pelletkazáné bruttó 1 millió Ft. Az amortizációt ezen összegekből számoltam. Összességében alig 10 E Ft különbség van a két fűtési mód között valamennyi tételt figyelembe véve éves szinten, ami mindössze 5%-os megtakarítást jelent. A segédenergia mindkét módot érinti, hiszen villamos áramra szükség van. A karbantartási költségek ugyan jóval magasabbak a gázkazánál, viszont ezt kompenzálja az a költség, amennyibe a pellet házhozszállítása kerül.

A hipotézist tehát az előzőek miatt elvetettem, mert a 16%-os megtakarítás bár meggyőzőnek mondható, de a 30%-os értéktől messze van. Amennyiben minden költséget figyelembe veszünk, a hipotézis szintén elvetésre kerül, mivel megtakarítás gyakorlatilag nincsen.

Egy másik oldalról is érdemes megközelíteni a kérdést. Fontosnak tartom kiemelni, hogy az egyik legmagasabb különbség az amortizáció, amely a pelletkazán esetén ötszöröse a gázkazánhoz képest. Ebből arra a következtetésre jutottam, hogy alacsonyabb amortizáció, azaz alacsonyabb kazánár mellett magasabb lehetne a megtakarítás. A probléma az, hogy a kazán ára adott, és olcsóbban nem kapható a piacon. Ezért valamilyen köztes megoldásra van szükség. A megoldás egyszerűnek tűnik, de vajon hatékony-e? A vegyes tüze-

lésű kazánhoz pelletégőfejet csatlakoztatunk. Ez gyakorlatilag bármilyen típusú vegyes tüzelésű kazánál kivitelezhető. Az átalakításhoz szükséges egy (itt SUN P7 típusú) olyan pelletégőfej, egy pellet tároló, amely szállítócsigát is tartalmaz, és egy kazánajtó, amelyre az égőfej rögzíthető, vagy a rendelkezésre álló kazánajtón némi átalakítás szükséges (5. sz. melléklet). A pelletkazán teljesen automata üzemű. Működése során egy csiga segítségével szállítja a pelletet a tárolóból az égőfejhez. Abban az esetben, ha hőenergiára van szükségünk, a vezérlés egy csigaadagoló segítségével automatikusan eljuttatja a tüzelőanyagot (pelletet) az égőfejhez. Ez a folyamat addig zajlik, míg a víz hőmérséklete el nem éri az általunk beállított értéket. Ez így 75%-os hatásfokon működik. Számításokat végeztem arra vonatkozóan, hogy mennyibe kerülne egy ilyen fűtési rendszer kialakítása és működtetése. A 9. táblázat rávilágít a fontosabb paraméterekre. Látható, hogy a kezdeti beruházás költsége kevesebb, mint fele egy pelletégőfejes kazánnak a pelletkazánhoz képest, és ami az éves fűtőanyag költséget illeti, az alacsonyabb hatásfok miatt 23%-kal kerül többbe. Kazánonként más pelletárral számoltam, aminek az az oka, hogy a pelletkazán fűthető ugyan az olcsóbb, magasabb hamutartalmúval, de az átalakított, pelletégőfejes kazánba csakis a legjobb minőségű, gyakorlatilag a legdrágább pellet kerülhet.

9. táblázat: A pelletégőfejes és a pelletkazán összehasonlítása

SZEMPONTOK	PELLETÉGŐFEJES KAZÁN	PELLETKAZÁN
<i>Fűtőanyag</i>	pellet	pellet
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	75	90
<i>Tüzelőanyag mennyiség (t/év)</i>	5,5	4,9
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/t)</i>	64 000	58 000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (GJ/t)</i>	19	18,5
ÉVES FŰTŐANYAG KÖLTSÉG (Ft/év)	359 299	278 679
<i>Egyéb költségek (Ft/év)</i>	21 456	26 736
<i>Amortizáció (Ft/év)</i>	29 792	66 667
ÉVES FŰTÉSI KÖLTSÉG (Ft/év)	410 547	372 082
<i>kazán ára</i>	166 890	1 000 000
<i>égőfej</i>	220 000	-
<i>tároló</i>	60 000	-
<i>beszerelés</i>	40 000	40 000
BERUHÁZÁS KÖLTSÉGE (Ft)	486 890	1 000 040

Forrás: Saját számítás

Hiába jobb minőségű és magasabb energiatartalma a pellet, az alacsonyabb hatásfok miatt több mint 10%-kal többet kell belőle vásárolnunk, ami miatt az éves fűtőanyag költsége megközelíti a gázfűtést (356 656 Ft).

Véleményem szerint hosszú távon mindenképpen megfontolandó az átállás, főként azok számára, akik jelenleg vegyes tüzelésű kazánnal fűtenek, hiszen a pellet kényelmesebb, és nem elhanyagolható összeggel olcsóbb a gázfűtésnél. Ami pedig a beruházást illeti, 300 e Ft-ba kerül – szemben az 1 millió Ft-os pelletkazánnal – és többé nem függünk a gázáremeléstől.

H2: A legolcsóbb pellettel a legolcsóbb fűteni.

Ha valaki egy kicsit jobban belemélyed az alternatív fűtési lehetőségekbe, számtalan-féle pellettel találkozhat. Más energiatartalom, más hatékonyság, más alapanyag, és természetesen eltérő árak. Felmerül a kérdés: melyiket válasszuk? Mivel nem csak egy begyűjtásról van szó, hanem éves szinten vizsgálódok, ezért számít a hatásfok legalább annyit, mint a pellet ára. Elsődleges célom, hogy megtaláljam az ideális megoldást: nem túl drága, de jó hatásfokú. Már csak azt kell kiderítenem, létezik-e ilyen megoldás a pelletpiacon. Az árak 48 Ft és 68 Ft között változnak, a 10. táblázatban fejttem ki részletesebben.

10. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok összehasonlítása

PELLET TÍPUSOK	SZEMPONTOK		
	fűtőérték (MJ/kg)	ár (Ft/kg)	energia fajlagos költsége (Ft/MJ)
<i>napraforgó pellet, hamutartalom max. 10%</i>	14	48	3,42
<i>fenyőfapellet 100% fenyő fűrészporból, hamutartalom max. 3%</i>	18	59	3,27
<i>nyárfapellet, 100% nyárfa fűrészporból, hamutartalom max. 1,5%</i>	19	63	3,31
<i>keményfa fapellet, DINPlus/Enplus szabvány szerinti, hamutartalom max. 0,7%</i>	19,5	68	3,53

Forrás: saját számítás

A 10. táblázat első sorában tüntettem fel a napraforgóból készült pelletet, amely abban különbözik a felsoroltaktól, hogy nem fapellet, hanem agripellet, ezáltal olcsóbb, de kedvezőtlenebb tulajdonságokkal bír: 4-5,5 MJ/kg energiatartalommal marad alul társainál.

A 20%-kal drágább, 4 MJ/kg-mal nagyobb energiatartalmú, közepes minőségűnek számító fenyőfapellet energiára eső fajlagos költsége mégis olcsóbb, mint az agripellet. Ez azt jelenti, hogy nem drágább annyival a fenyőfapellet, mint első ránézésre tűnik, és az agripellet sem olyan olcsó, mivel lényegesen alacsonyabb energiatartalma miatt jóval több szükséges belőle ugyanazon hőfok biztosításához. Kiszámoltam, hogy az egyes pelletekből mennyibe kerülne az éves fűtés, az eredményeket a 11. táblázat tartalmazza. A berendezések hatásfokát egységesen 90%-os értékkel vettem figyelembe, mivel a legtöbb pelletkázán ezt képes produkálni. Látható, hogy az eltérő energiatartalomnak köszönhetően eltérő mennyiség vásárlása szükséges éves szinten ahhoz, hogy egy 100 m²-es ház megfelelő hőmérsékletét biztosítani lehessen, amelyhez természetesen eltérő árak párosulnak. A legolcsóbbnak vélt agripellettel számításaim szerint szinte ugyanannyiba kerül a fűtés, mint a kilogrammonként 20 Ft-tal költségesebb keményfa fapellettel.

11. táblázat: A leggyakoribb pellet típusok éves fűtési költségeinek összehasonlítása

FŰTÉSI MÓD JELLEMZŐI	PELLET TÍPUSOK			
<i>Fűtőanyag</i>	<i>fenyő fapellet</i>	<i>nyárfa fapellet</i>	<i>keményfa fapellet</i>	<i>napraforgó pellet</i>
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	90	90	90	90
<i>Tüzelőanyag mennyiség (t/év)</i>	4,7	4,6	4,5	6,2
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/t)</i>	59 000	63 000	68 000	48 000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (MJ/t)</i>	18,5	19	19,5	14
<i>Energia fajlagos költsége (Ft/t)</i>	3 189	3 315	3 487	3 429
ÖSSZESEN (Ft/év)	277 321	288 330	307 692	298 137

Forrás: Saját összeállítás

Véleményem szerint ez esetben az ár-érték arányt jól tükrözik a számításaim: az olcsóbb pelletből többet kell vásárolnunk, a drágábból kevesebbet, de éves szinten csaknem ugyanannyiba kerül. Megállapítható, hogy nem a legolcsóbb pellettel kerül legkevesebbe a fűtés, mert a fenyőfa- és a nyárfa fapellet is - magasabb egységára ellenére - éves szinten 10, illetve 20 E Ft-tal kerül kevesebbe. A legolcsóbb napraforgó pellettel való fűtés költsége megközelíti a legdrágább pellettel való fűtést. Jobban járunk, ha középkategóriás pelletet választunk nemcsak az ár, hanem a fűtőérték tekintetében is. Ezért ez esetben a *hipotézist elfogadtam*.

H3: Faelgázosító kazán működtetése biobrikettel olcsóbb, mint hasábfával.

A faelgázosító kazánokban a fából kiválóan égő gáz keletkezik. A hagyományos kazánokhoz képest a faelgázosító kazánok lényegesen jobb hatásfokkal, 80-90%-ban hasznosítják a fában rejlő energiát. Működésük lényege, hogy ellentétben a hagyományos kazánokkal, itt teljesen szabályozott körülmények közötti égésről beszélünk, mely a hagyományos kazánokkal szemben fordított, úgynevezett lefelé égés. A következő ábra illusztrálja a folyamatot. A szabályozott égésnek köszönhetően a faelgázosító kazán méretétől, az adagolható fa mennyiségétől függően az égés akár 12 óráig is eltarthat folyamatos hőtermelés mellett, szemben a hagyományos kazánokkal, ahol az égési idő kb. 1-2 óra egy töltettel. A gázosítási eljárás a szerves és szervetlen anyagok zárt kamrában történő hőbomlásán alapul, amely a befűvőventilátor által létrehozott elsődleges levegő kismértékű túlnyomásánál megy végbe. A kazán belső terében egy gázosító kamra található, ahol a tüzelőanyag szárítása és gázosítása történik (6. sz. melléklet). A keletkező gázok összekeverednek az előfűtött szekunder levegővel és ezek alkotják az égési gázok elegyét a második fázisban. A gázok elégetése a kazán égésterében megy végbe és a harmadik fázisban az égéstermék a hőcserélő csövön keresztül távozik a kéménybe (Internet 13).

A faelgázosító kazánoknak több típusa van, én olyat választottam, amelyet hasábfával és biobrikettel is lehet üzemeltetni, és a lehető legkomfortosabb. A választásom a VIGAS 25S típusra esett. A VIGAS faelgázosító kazán új vezérlőegysége megkönnyíti a kazán kezelhetőségét. A vezérlés összeköti és összehangolja a keringtető szivattyút, a szobatermosztát és az elszívó ventilátor működését. Egy hétre előre be lehet programozni a fűtés módját és időbeosztását. Beállítható, hogy mely napokon milyen időszakokban fűtsön, illetve ne fűtsön a kazán (pl. éjszaka vagy napközben, amikor senki sem tartózkodik otthon). Kijelzi, ha kevés a tüzelőanyag, ha nem működik a kazán, illetve az esetlegesen előforduló hibát. A kazán túlhevülés elleni hűtő hurokkal rendelkezik, melyhez a TS szelepet kell felszerelni. A készülékek már ajándék füstgázérzékelő kémény modullal vannak ellátva.

A kazán fűthető hasábfával és biobrikettel is. A két tüzelőanyag között nemcsak megjelenésében különbözik. A fa fűtőértékét lényegesen meghatározza a víztartalom. Minél több vizet tartalmaz a fa, annál alacsonyabb a fűtőértéke, mert az égés folyamat alatt a víz elpárolog, és ez hőt vesz igénybe. A nedves fa égetése nemcsak gazdaságtalan, hanem az alacsony égetési hőmérséklet révén nagyfokú károsanyag-kibocsátáshoz és a kémény-

ben nagy mennyiségű kátrány lerakódásához is vezet. Brikettel való fűtés esetén feltehetően kevesebb mennyiség szükséges különösen a friss vágású, nedves tűzifához viszonyítva, mert a biobrikett nagy nyomás alatt préselt teljesen száraz fűrészporból és faforgácsból készül, ezáltal sűrűsége, tömörsége jóval nagyobb, mint a tűzifáé. A biobrikett kalóriatartalma 50%-kal nagyobb, mint a tűzifáé, hozzávetőleg a barnaszén energiatartalmának felel meg (18-19 MJ/kg, kb. 4500-5000 kalória). A brikett elégetése után kb. 1-2% hamu marad vissza, szemben a tűzifa 5-20%-os hamumennyiségével, a hamu a kertben beásható. A brikett mozgatása, szállítása, tárolása könnyebb, tisztább, mivel műanyag zsákokban van. További előnye, hogy nem kell vágni és hasogatni. A fűtőanyagok és az éves fűtés költségeinek paramétereit a 12. táblázat tartalmazza.

12. táblázat: A hasábfá és a biobrikett-tüzelés éves fűtési költségeinek összehasonlítása

FÜTÉSI MÓD JELLEMZŐI	FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN	
<i>Fűtőanyag</i>	hasábfá	brikett
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	90%	90%
<i>Tüzelőanyag mennyiség (m³/év, t/év)</i>	8,9	4,8
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/m³, Ft/t)</i>	24 000	52 000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (MJ/m³, GJ/t)</i>	6700	18,5
ÉVES FÜTŐANYAG KÖLTSÉG (Ft/év)	213 333	249 850
<i>Egyéb költség (Ft/év)</i>	33 818	24 916
<i>Amortizáció (Ft/év)</i>	31 852	31 852
ÉVES FÜTÉSI KÖLTSÉG (Ft/év)	279 003	306 618
<i>kazán ára</i>	477 813	
<i>beszerelés</i>	40 000	
<i>füstgáz szellőztető ventilátor</i>	75 000	
<i>biztonsági szelep</i>	20 625	
BERUHÁZÁS KÖLTSÉGE (Ft)	613 438	

Forrás: Saját számítás

A 12. táblázatban látható, hogy az éves fűtőanyag költsége 15%-kal magasabb, ha hasábfá helyett brikettel fűtünk. A kényelmesebb fűtési mód éves szinten 27 E Ft-tal kerül többbe, a gázfűtéshez képest a fűtőanyag költség 36 E Ft-tal olcsóbb, a pellethez képest pedig 50 E Ft-tal kell kevesebbet fizetni. Az egyéb költségek szintén alacsonyabbak a brikett esetében, ami főként a szállításnak köszönhető. Bármelyik tüzépen vagy hipermarketben lehet kapni brikettet, az ellátásbeli biztonság garantált, akárcsak a hasábfá esetében. A brikett

esetén átlagos árral számoltam, amennyiért többféle biobrikett közül választhatunk (Internet 13b):

- prémium 100% bükk keményfa fűrészporból készült téglá formájú biobrikett, DIN Plus szabvány minőségű, kéregmentes, hamutartalom 0,28%;
- prémium 6,5 cm átmérőjű, 28-29 cm hosszú keményfa henger biobrikett, 50% bükk + 50% tölgy fűrészporból, ENPlus-A1 szabvány minőségű, kéregmentes, hamutartalom max. 0,6-0,7%;
- prémium 100 % bükk keményfa fűrészporból készült 6,5 cm átmérőjű, 25 cm hosszú henger biobrikett, DIN Plus szabvány minőségű, kéregmentes, hamutartalom max. 0,5%.

Az egyéb költségek a segédenergia, karbantartás és a fűtőanyag-szállítás költségeinek összegéből adódnak.

Segédenergia: Napi 10 órás üzemidővel 183 napos (október 15. és április 15. közötti) fűtési időszakkal, 44,40 Ft/kWh villamos energia árral számolva a következők szerint alakul (Németh, 2011):

Faelgázosító kazán teljesítményfelvétele átlagos terhelésnél 81 W (VIGAS 25S 26 kW), éves fogyasztás 142 kWh, 6 305 Ft/év.

Karbantartás: A közszolgáltatási díjtételei településenként eltérőek lehetnek. Egy borsod megyei kistelepülés 2011-ben érvényes ára szilárd tüzelőberendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése és tisztítása 3.773 Ft.

Szállítás: Költségei a szállítási mennyiségek és a távolságok függvényében változnak.

- Pellet és brikett kiszállítása 4-6 tonnás szállítókapaacitással és 41-75kWh teljesítményű erőgépet feltételezve 2011-es árakon 118,7 Ft/km (Gockler, 2011, p.51.). Vagyis 25 km-es szállítási távolságnál (feltételezve, hogy ilyen távolságban már beszerezhető a szükséges tüzelőanyag) 5 t brikett esetében, tonnánkénti kiszállítással 14.838 Ft-ot jelent. Feltételeztem, hogy egyszerre 1 t brikett elhelyezésére van lehetőség, hiszen fedett tároló biztosítása szükséges.
- Hasábfá esetén egy fuvarral 2,5 m³ fát szállítanak ki, összesen 8 fuvarra van szükség, 25 km-rel és 118,7Ft/km-rel kalkulálva 23 740 Ft.

Az éves fűtési költség az egyéb költségekkel és az amortizációval kiegészülve adja meg egy-egy fűtési mód teljes éves költségét. Lineáris, évenként azonos összegű értéksökkenés elszámolásával készítettem, a berendezések élettartama 15 év. A már említett típusú

faelgázosító kazán bruttó ára 477 813 Ft. Az amortizációt ezen összegekből számoltam. Összességében mintegy 15 E Ft különbség van a két fűtési mód között valamennyi tételt figyelembe véve éves szinten. A segédenergia és a karbantartás költségei mindkét fűtőanyagot egyformán érintik. A szállítási költségek magasabbak a hasábfűtés esetén, mivel nagyobb mennyiség kiszállítására van szükség.

A hipotézist tehát az előzőek miatt *nem fogadtam el*, mert a hasábfűtés 15%-kal drágább, mint biobrikettel.

H4: Szalmatüzelést akkor érdemes választani, amennyiben a szalma elszállításának távolsága legfeljebb 40 km.

Magyarország, mint mezőgazdasági ország kiváló termőföldekkel és hatalmas mezőgazdasági területekkel rendelkezik. Az elmúlt években, évtizedekben viszont nagymértékben visszaesett az állattartás, így a keletkező szalma és egyéb mezőgazdasági melléktermékek kihasználatlanul maradtak. Hazánkban még nem lehet egységes szalmapiacról beszélni, azonban rövidesen kialakulnak a szabályok a kereslet növekedése miatt.

A fél Magyarországnyi területű és lakosságú Dánia régóta példaképe lehet a magyar gazdáknak. Magyarországon az elmúlt huszonöt évben volt néhány eredményes üzemi kísérlet szalma, kukoricaszár energetikai alkalmazására, sőt, szakmai berkekben tucatnyi kiadvány is keletkezett, de a mezőgazdasági melléktermékek energetikai hasznosítása helyett döntően a tűzifa erőművi alkalmazása lett a „honi biomasszaprogram gerince”. Holott a 2 millió t/év körüli tűzifa-kitermelés tovább már aligha fokozható, és a tűzifának háztartási energiahordozóként meglenne a helye, ugyanakkor ennek évente átlagosan négyszerese a szalma- és kukoricaszár-feleslegünk (ez energiaértékben kétszerese a hazai összes energiahordozó-termelésnek), amelyből beszántva a talajba hozzávetőleg ugyanannyi széndioxid keletkezik, mintha kazántüztérben, például hőszolgáltatásra felhasználva égetnék el (Nikolaisen, 2006, p. 8.).

A szalmának önmagában igen kicsi a trágyaértéke, a kukoricaszárnál ugyan ez az érték jobb, de a beszántott felesleg egy negyede a tarló- és gyökérmaradványokkal együtt elegendő lenne efféle talajerő-visszapótlásra. Becslések szerint az eltüzelhető („szalmaként értelmezhető”, és relatíve hatékonyan elégethető) biomassza tömeg éves szinten 6-9 millió tonna között mozog. A mai kisbálás szalmaárak átlagosan 12 Ft+ÁFA/kg körül alakulnak, és saját termelés esetén ennek 60-70%-át vesszük figyelembe bekerülési költségként (Internet 14).

Amennyiben magunk termeljük a szalmát, egyértelmű, hogy a legolcsóbb tüzelési mód alacsonyabb hatásfoka ellenére is, mivel 6-7 Ft bekerülési árat számolhatunk érte. Ez esetben az éves fűtési költség 70 E Ft körül alakul, és ha a szalmából több lenne, mint amennyire szükségünk van egyéb célra és energiát termelünk belőle, akkor számviteli költségek alig keletkeznek. Nyilván mindehhez szükséges egy bálátüzelő kazán, melynek ára bruttó 400 E Ft. A búzaszalma ára mintegy 10%-kal nagyobb a többi szalmánál. A nagybálázás önköltsége 3000 Ft/t-ra, a rakodásé 2500 Ft/t-ra becsülhető (Gockler, 2011, p. 51.), ami éves szinten kb. 42 E Ft többletkiadást jelent azoknak, akik saját maguk termelik a szalmát.

Amennyiben vásároljuk a szalmát, szállítási költséggel is kell számolnunk. Jól kihasznált, 41-75 kW-os traktorral és pótkocsival történő bálaszállítás esetén (25 l/100 km gázolajfogyasztást, 370 Ft/l gázolajárat feltételezve) számítottam a szállítási költséget. Az a távolság, amit érdemes bálázásra, rakodásra és szállításra fordítani, energetikai szempontból lényegesen hosszabb, mint gazdaságilag. Ez abból adódik, hogy a növénytermesztés energiaigénye a főterméket terheli, valamint, hogy értékesebb energiát (hajtóanyagot) használunk fel kevésbé értékes (jellemzően hő) energia előállítására (Bai–Tarsoly, 2011, pp. 46-47). A hipotézisem megválaszolásához számításokat végeztem arra vonatkozóan, milyen távolságra érdemes elszállítani a szalmát. Először összegyűjtöttem azokat az adatokat, amelyek segítségével kiszámolhatom az energetikai - és gazdasági határtávolságot, melyeket a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat: A gazdaságos szállítási távolság meghatározásához szükséges adatok

ADATOK	MÉRTÉKEGYSÉG	ÉRTÉK
<i>rakodás költsége</i>	Ft/t	2000
<i>bálázás költsége</i>	Ft/t	2500
<i>gázolaj ára</i>	Ft/l	370
<i>gázolaj fűtőértéke</i>	MJ/kg	42
FOGYASZTÁS⁹		
<i>földút</i>	nha/tkm	0,028
<i>műút</i>	nha/tkm	0,014
<i>traktor</i>	kg/nha	8,8
<i>tehergépkocsi</i>	kg/nha	9,6

Forrás: Saját adatgyűjtés

⁹ 1 nha= 1 ha középmező szántással egyenlő munka

1 nha/tkm fogyasztás= földúton vagy műúton 1 km megtételéhez szükséges gázolajmennyiség literben kifejezve

1 kg/nha fogyasztás= 1 kg gázolajjal megtehető távolság traktor vagy tehergépkocsi esetén

Hosszabb távolságot feltételezve a fogyasztás meghatározásakor tehergépkocsival való (41-71 kWh teljesítményű), műúti közlekedéssel kalkuláltam. A két érték szorzatából megkaptam a fogyasztást, amely 24,6 l/100 km. Egy tonna szalma fűtőértéke és ára adott volt, 1 tkm meghatározása viszont további számításokat igényelt: a fogyasztás nagyságát elosztottam a sűrűség és a fűtőérték szorzatával, így megkaptam, hogy 1 tkm szalma fűtőigénye 8,71 MJ. Ennek szállítási költsége 91 Ft/t, amely a fogyasztás nagyságának és a gázolaj egységárának szorzata. A következő lépés a bálázás és a rakodás tonnánként való gázolajigényének meghatározása volt. A gázolaj literre vetített árából és bálázás tonnára vetített árából kiszámoltam, hogy tonnánként hány liter gázolajat igényel a bálázás és a rakodás. A bálázás 6,8, a rakodás 5,4 l gázolajat igényel tonnánként. A kapott értékekből kiszámolható a bálázás és a rakodás energiaigénye, ami 239 és 191 MJ/t. A MJ/t értékekre azért volt szükséges az átszámítás, hogy meghatározható legyen az energetikai határtávolság:

$$(12\ 000\ \text{MJ/t} - 2 \cdot 191\ \text{MJ/t} - 239\ \text{MJ/t}) / 8,71\ \text{MJ/t} = 1306\ \text{km}$$

A szalma fűtőértékéből kivonásra került a bálázás és a fel-le rakodás energiaigénye, és ezt osztottam 1 tkm szalma fűtőértékével. Ebből adódik, hogy energetikai szempontból akár 650 km-re (oda-vissza 1300) is érdemes lehet elszállítani a szalmát. A gazdasági határtávolság meghatározásánál a költség-igényeket vettem sorra:

$$(10\ 000\ \text{Ft/t} - 2 \cdot 2\ 000\ \text{Ft/t} - 2\ 500\ \text{Ft/t}) / 91\ \text{Ft/t} = 38\ \text{km}$$

Egy bála szalma ára 10 E Ft, amelyből levonásra került a bálázás és a fel-le rakodás költségigénye, majd elosztottam 1 tkm szalma költségével. Eszerint gazdaságosan 19 km-re szállítható a szalma, ha oda-vissza útban gondolkozunk, ha csak egyszeri szállításról van szó, akkor pedig ez a távolság 38 km.

Bár a hipotézis megválaszolásához szorosan nem kapcsolódik, sorra vettem valamennyi tételt, amelyből kiderül, mennyibe kerül az éves fűtőanyag- és fűtési költség, valamint új kazán beruházása esetén mekkora összeggel kell kalkulálni abban az esetben, ha vásároljuk a szalmát. Számításaimat a 13. táblázat tartalmazza. A 14. táblázatban látható, hogy 70%-os hatásfokot és 12 MJ/kg energiatartalmat feltételezve, egy évben a fűtőanyag költsége valamivel több, mint 60 E Ft. Ez alulmúlja a vizsgált fűtőanyagok költségeit: hat-szor olcsóbb, mint gázzal, négy és félszer olcsóbb, mint pellettel, négyszer olcsóbb, mint hasábfával, és három és félszer olcsóbb, mint brikettal fűteni. Ami a beruházási költsége-

ket illeti, a pelletégőfejes megoldás után ez a 2. legolcsóbb. Az éves fűtési költséget viszont jelentősen megemelik az egyéb kiadások. A szállítási költségénél 25 km-es optimális távolságot feltételeztem, mivel számításom szerint 38 km-es távolság gazdaságos. Odavissza utat számolva 12 -12,5 km-rel kalkuláltam, amely ez esetben a gazdaságos kategórián belül van.

14. táblázat: Szalmával való fűtés költségei (Ft)

FŰTÉSI MÓD JELLEMZŐI	SZALMAKAZÁN
<i>Fűtőanyag</i>	szalma
<i>Berendezés hatásfoka (%)</i>	70%
<i>Tüzelőanyag mennyiség (t/év)</i>	9,5
<i>Tüzelőanyag bruttó ára (Ft/t)</i>	10 000
<i>Fűtőanyag energiatartalma (GJ/t)</i>	12
ÉVES FŰTŐANYAG KÖLTSÉG (Ft/év)	85 680
<i>Egyéb költség (Ft/év)</i>	16 901
<i>segédenergia</i>	7 193
<i>karbantartás</i>	3 773
<i>szállítás</i>	5 935
<i>Amortizáció (Ft/év)</i>	26 600
ÉVES FŰTÉSI KÖLTSÉG (Ft/év)	129 181
<i>kazán ára</i>	400 000
<i>beüzemelés</i>	30 000
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG (Ft)	430 000

Forrás: Saját számítás

Az egyéb költségek a segédenergia, karbantartás és a fűtőanyag-szállítás költségeinek összegéből adódnak. Nézzük részletesen.

Segédenergia: Napi 10 órás üzemidővel 183 napos (október 15. és április 15. közötti) fűtési időszakkal, 44,40 Ft/kWh villamos energia árral számolva: Szalmabála-tüzelő kazán teljesítményfelvétele átlagos terhelésnél 81 W (BIO-PAL 30 kW), éves fogyasztás 162 kWh, 7 193 Ft/év.

Karbantartás: A közszolgáltatási díjtételei településenként eltérőek lehetnek. Egy borsod megyei kistelepülés 2011-ben érvényes ára szilárd tüzelőberendezések egyedi kéményeinek ellenőrzése és tisztítása 3.773 Ft.

Szállítás: Költségei a szállítási mennyiségek és a távolságok függvényében változnak.

szalma esetén feltételezve, hogy egy fuvarral az összes szalmát el tudjuk hozni, 25 km-rel és 118,7Ft/km-rel kalkulálva 5 935 Ft.

Az éves fűtési költség az egyéb költségekkel és az amortizációval kiegészülve adja meg egy-egy fűtési mód teljes éves fűtési költségét. Lineáris, évenként azonos összegű értékcsökkenés elszámolásával készítettem, a berendezések élettartama 15 év. A már említett típusú bálakazán bruttó ára 400 E Ft. Az amortizációt ebből az összegből számoltam. Az éves fűtési költségek számbavételekor is a szalmatüzelés a legkedvezőbb, ám a legkevésbé komfortos, kényelmes mód mind közül. Abban az esetben, ha nem vásárolt szalmával számolunk, akkor a bálázás és a rakodás költségét önköltségként figyelembe kell venni. Fontos kiemelni, hogy ekkora mennyiségű szalma tárolására nagy tárolóhelyre van szükség, ami nem feltétlenül áll rendelkezésre családi házak udvarán. Ekkor szükséges felépíteni egy csarnokot, vagy egy melléképületet, ami jelentősen megnövelheti a beruházási költségeket. A *hipotézist elfogadtam*, mivel a gazdasági határtávolság 38 km.

H5: A biomasszával működő kazánok 12 éven belül megtérülnek.

Valamennyi, nemcsak fűtési módokat érintő beruházáskor az első kérdések között merül fel, hogy mennyi idő alatt térül meg, mennyivel lehet olcsóbb és gazdaságosabb, mint egy másik beruházás lenne. Jelen esetben a már ismertetett fűtési módok említett kazánjait hasonlítom össze a gázkazánhoz képest (7-10 melléklet). A megtérülés számításakor figyelembe kell venni a bevételeket és kiadásokat, most viszont nincsen bevétel, csak megtakarítás, ezért kellett egy kiinduló pont, ami egyértelműen a gázkazán és a gázfűtés lett. A vásárlás saját forrásból történik, nem pedig hitelből.

A vizsgált esetekben megtakarítás abból keletkezik, hogy a szükséges hőenergiát gáz helyett az egyes alternatívák valamelyike szolgáltatja. A 14. táblázat ismerteti az eredményeket. A beruházás többletköltsége a gázkazán árához képest jelenti azt az összeget, amennyivel adott kazán többbe kerül. A következő sor az első évben számított fűtési költséget tartalmazza, vagyis a fűtőanyag költségét (egységár és mennyiség szorzata), az egyéb költségeket (segédenergia, karbantartás, szállítás), és az amortizációt foglalja magában. Jól látható, hogy a gáz- és a pelletfűtés egyformán drága, a brikett olcsóbb 84 E Ft-tal, a hasábfűtés több mint 100 E Ft-tal a földgázhoz képest, a szalmatüzelés pedig messze a legolcsóbb valamennyi tüzelés közül. Ezt követően nettó jelenértéket számoltam a pénzforgalmi egyenlegekből, amely 15 évet érintett, mivel a berendezések élettartama 15 év.

15. táblázat: Az egyes kazánok megtérülési ideje (év)

<i>KAZÁNOK</i>	<i>GÁZ</i>	<i>PEL- LET</i>	<i>FAELGÁ- ZOSÍTÓ</i>	<i>FAELGÁ- ZOSÍTÓ</i>	<i>BÁLATÜ- ZELŐ</i>
<i>Fűtőanyag</i>	gáz	pellet	biobrikett	hasábfá	szalma
<i>Beruházási többletköltség (E Ft)</i>	-	802	280	280	203
<i>Fűtési költség az 1. évben (E Ft)</i>	391	394	307	279	129
<i>Költség-megtakarítás a földgázhoz képest (E Ft)</i>	-	-3	84	112	262
<i>NPV (pénzforgalmi egyenlegekből, 15 év, E Ft)</i>	-	539	1772	2105	4167
<i>Diszkontált megtérülési idő (év)</i>	-	11	3	2	1

Forrás: Saját számítás

Feltételezhető, hogy 15 év alatt megtérül egy-egy beruházás. Az amortizáció évenkénti azonos összegű, lineáris, az említettek miatt szintén 15 évre vonatkoztatva. Ezekből az értékekből következtettem a megtérülési időre. Ha az NPV pozitív lett, akkor mindenképpen érdemes gázkazán helyett a másik alternatívával fűteni, a számított érték pedig megmutatja, hogy 15 év alatt összesen hány Ft-tal járunk jobban, ha a másik alternatívát választjuk. Negatív érték esetén a gázfűtés a kedvezőbb. Amennyiben nullát kapunk, egyformán drága vagy egyformán olcsó mindkét összehasonlított módszer.

A gázkazánhoz képest a pelletkazánnal éves szinten nem keletkezik költségmegtakarítás. A költségmegtakarítás az összes fűtési költségek különbözete, amiből az derül ki, hogy a gázfűtés 2 E Ft-tal olcsóbb, mint a pelletfűtés. Ekkor minden számviteli költséget figyelembe veszünk, ha azonban az éves, tényleges kiadásokat nézzük (amortizáció nélkül), akkor 50 E Ft-tal olcsóbb a pelletfűtés. A nettó jelenérték számítására azért volt szükség, hogy összehasonlítható legyen az egyes kazánokkal elérhető megtakarítás. A számított érték azt jelenti, hogy 15 év alatt 539 196 Ft megtakarításunk lesz, ahhoz képest, mintha gázzal fűtenénk. Ha új beruházást szeretnénk megvalósítani, akkor a pelletkazán 11 éves megtérülési idejével kell kalkulálni, ekkor lesz az NPV pozitív. Tehát 2021-re térül meg az újonnan vásárolt pelletkazán, eszerint a hipotézisben meghatározott 12 évnél

kevesebb idő kell a megtérüléséhez. Számításaim szerint évi 5%-os gázár-emelést, 3%-os pelletár-emelést, és az egyéb költségek 6%-os emelkedését feltételezve készültek tekintettel az elmúlt évek tendenciáira. Ezt tekintettem kiinduló helyzetnek, és figyelembe vettem a pénz értékének változását, az inflációt is. Természetesen az áremelkedések becsült értékek, elképzelhető, hogy másként alakulnak az árak. Érzékenységi vizsgálatot végeztem, néhány lehetséges alternatíva:

Feltételezzük, hogy a gáz ára 5%-kal, a pellet ára 5,5%-kal nő. Ebben az esetben már nem éri meg pelletkazánt venni, mert a 15 év alatt majdnem 200 E Ft-tal többbe kerül, ha földgáz helyett pellettel fűtünk.

Amennyiben a gáz ára 15%-kal, a pelleté 9%-kal nő, 2017-re már megtérülne a pelletkazán, és több mint 4 millió Ft-tal járnánk jobban, ha gázkazán helyett pelletkazánt vásárolnánk.

A faelgázosító kazán brikettfűtés esetén 3 év alatt térül meg, 1,7 millió Ft „marad a zsebünkben” a 15 év alatt, hogy ha nem gázkazánal, hanem faelgázosító kazánal fűtünk. Több mint 9%-os brikettár-emelés lenne ahhoz szükséges, hogy inkább földgázzal érje meg fűteni. Abban az esetben, ha hasábfával fűtjük a faelgázosító kazánt, 2 év alatt megtérül, és az NPV értéke 2,1 millió Ft, vagyis a hasábfával való fűtés gazdasági (anyagi) szempontból még kedvezőbb a gázfűtéshez képest, mintha brikettal fűtenénk. Ez így is marad mindaddig, amíg legalább 10%-os tűzifaár-emelés nem következik be.

Az NPV értéke igen meggyőző lett azokban az esetekben, ha földgáz helyett brikettal, hasábfával, vagy szalmával fűtünk. A faelgázosító kazán esetén (hasábfával fűtve) a számított érték azt jelenti, hogy ha a faelgázosító kazán a jelenlegi bolti ár helyett közel 2,3 millió Ft-ba kerülne (az NPV és a gázkazán együttes értéke), akkor is elég lenne 15 év a megtérüléséhez. A bálátüzelő-kazán olcsósága és gyors, szinte azonnali megtérülési ideje megkérdőjelezhetetlen, hiszen 15 év alatt 4,16 millió Ft megtakarítással számolhatunk, ha gázkazán helyett szalmával fűtünk.

A hipotézist tehát elfogadtam, vagyis a kazánok megtérülési ideje mindegyik esetben 12 éven belül volt, a pelletkazán kivételével 3 év alatt megtérülnek.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Dolgozatomban a megújuló energiaforrások nyújtotta lehetőségek ismertetése után arra vállalkoztam, hogy összehasonlítom néhány biomassza alapú fűtés paramétereit. Nemcsak a hétköznapi tudnivalókat gyűjtöttem egy csokorba, hanem igyekeztem mindezek anyagi oldalát is elemezni, reális képet nyújtva az egyes fűtőanyagok használatával kapcsolatban. A legfontosabb, hogy felmérjük a lehetőségeinket, hiszen minél komfortosabb kazánt – vagy fűtési rendszert – választunk, annál magasabb beruházási költségekkel számolhatunk, viszont a fenntartási –és működési költségek ennek arányában csökkennek. A fűtési mód kiválasztásakor számolni kell a beruházásigény és a működtetési költségek nagyságával, és esetenként választani is ezek, valamint a kényelmes felhasználás között. Azok a berendezések, amelyek jó hatásfokkal és kisebb alapanyag-költséggel komfortos ellátást biztosítanak, jóval drágábbak a korszerűtlen berendezésektől. Használatuk csak évek múlva és nagyobb energiaigény esetén térül meg, ezért lakossági használatuk lassabban terjed, mint azon közintézmények esetében, amelyek élnek az állami támogatások és EU-s források adta lehetőségekkel. A választásunkat körültekintő „utánajárás” kell, hogy megelőzze, különben nem leszünk elégedettek az eredményekkel. Mindenképpen figyelembe kell venni, hogy mennyi időnk és energiánk van foglalkozni a fűtéssel. Sőt, azt is érdemes végiggondolni, hogy mennyire környezetbarát az a fűtési rendszer, amit választanánk, hiszen napjaink egyik kiemelkedő témája a környezettudatos életmódra való törekvés.

Egyik megállapításom, hogy hosszú távon mindenképpen megfontolandó az átállás földgázzal pellet-fűtésre, főként azok számára, akik jelenleg vegyes tüzelésű kazánnal fűtenek, hiszen a pellet is hasonlóan kényelmes. Ami pedig a beruházást illeti, 300 E Ft-ba kerül egy pelletégőfej felszerelése és beüzemelése – szemben az 1 millió Ft-os pelletkazánnal – és többé nem függünk a gázáremeléstől.

Számításaim szerint az éves fűtőanyag költség alacsonyabb, ha brikett helyett hasábfával fűtünk. A brikett elégetése után kb. 1-2% hamu marad vissza, szemben a tűzifa 5-20%-os hamumennyiségével. Ezen kívül azt is érdemes átgondolni, hogy míg a hasábfát fel kell vágni, be kell hordani egy tárolóba, majd viszonylag gyakran kell a tűzre rakni, és sok hamuja van, addig a biobrikett egy sokkal egyszerűbb módja a tüzelésnek, és sokkal kevesebb plusz munkával és bajlódással jár. Az anyagiakat félretéve lehetséges, hogy már ezen tulajdonságai miatt is megfontolandó az átállás brikett-fűtésre. A pellet pedig ennél

még komfortosabb, hiszen kisebb méreténél fogva sokkal inkább alkalmasabb lakossági tüzelésre, mint a biobrikett. Sokoldalúságát az adja, hogy a magas fűtőérték és alacsony hamutartalom mellett automatizálható a működtetése. Ha megfelelő kazánt választunk, akár 5-7 napig sem kell a tűzre tenni. A pellet-égőfejes „megoldás” szintén egy lehetőség a gáz- és a szintén fosszilis energiahordozón alapuló széntüzelés lecserélésére alacsonyabb beruházási költségek mellett, viszont drágább pellettel működtethető és a berendezés kényesebb, mintha pelletkazánnal fűtenénk. Természetesen az alacsonyabb komforthoz alacsonyabb ár is társul. Erre jó példa a szalma-fűtés, amely a legolcsóbb tüzelési mód alacsonyabb hatásfoka ellenére is.

Véleményem szerint érdemes elgondolkodni azon, hogy a jövőben melyik fűtési módot választjuk akár az esetleges változtatás lehetőségét fontolgatva, akár egy újépítésű fűtési rendszer esetén. Számos lehetőség kínálkozik, a pénztárcánk az, ami határt szabhat elképzeléseinknek.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap a megújuló energiaforrások és a belőlük nyerhető energia gazdaságos és környezetbarát hasznosítása. Talán a hétköznapi ember számára nem is tudatosul, hogy manapság a körülöttünk lévő világ zavartalan működéséhez mindenhez energiára van szükség. Az energiával való takarékoság- és gazdálkodás szintén egy korunk problémái közül, amely megoldása nem egyszerű feladat: az, hogy miből nyerünk energiát és milyen hatások mellett, az egyik legfontosabb tényezője az optimális energiafelhasználásnak. Manapság az ember szükségleteinek kielégítésére több energiát használ el környezetétől, mint amennyi a fennálló egyensúly megbontása nélkül elképzelhető lenne, ezért is elengedhetetlen, hogy a környezetszennyező fosszilis energiahordozókat a megújuló energiaforrások váltsák fel. Korunkban ennek környezetvédelmi szempontja, úgy gondolom, megkérdőjelezhetetlen.

Az energiafelhasználás jelentős részét képezi a lakossági energia. Az embereket a környezetvédelmi szemponton túl – vagy helyette? – leginkább az anyagi tényezők érdeklik: az ár, a befektetés nagysága, vagy megtérülése. Ezeket akkor tudhatjuk meg, ha elkezdünk körültekintően számolni. Nagyon sok területen elkelne a takarékoság, mivel a háztartások által felhasznált energia legnagyobb részét a fűtés képezi, ezért elsősorban ezzel foglalkoztam tanulmányomban.

A fűtési rendszerek több mint felét földgázzal működtetik. Időszerű tehát olyan megoldásokat keresni, amelyek hosszú távon is részben kiválthatják, vagy akár teljes mértékben helyettesíthetik a napjainkban egyre dráguló és az ellátás szempontjából bizonytalanabb földgázt. Erre a feladatra a legalkalmasabb és a leginkább széles körben elérhető megoldást a biomassza jelenti. A fűtési rendszerek kiválasztásakor nemcsak azt kell eldöntenünk, hogy fosszilis- vagy megújuló energiahordozóval működtethető kazánt választunk, hanem az egyes megújuló energiaforrásokat hasznosító megoldások között is. A felhasználónak gyakran kompromisszumot kell kötnie a kényelem és az olcsóság között, hiszen napjainkban még kevés olyan berendezés ismert, amely a gázfűtés nyújtotta komforttal versenyezni tudna.

A választék széleskörű, egyéni igényeinknek és lehetőségeinknek megfelelően kell választani, és eldönteni, mennyit vagyunk hajlandók a kényelmünkre áldozni. Ideális megoldás, amely egyszerre kényelmes, olcsó, környezetbarát és alacsony beruházással

megvalósítható, sajnos nincs még a gyakorlatban. Olcsóság szempontjából a szalmatüzelés, kényelem szempontjából rövidtávon a földgáz, középtávon pedig a pellet-tüzelés jelentheti az ideális megoldást, az elgázosító kazán egyfajta kompromisszum lehet a kényelem és az olcsóság között, amit számításaim szerint jelenleg biobrikett helyett hasábfával olcsóbb működtetni.

IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom

- Agroland (2009): Százezreknek adhatna munkát a zöldenergia.
<http://www.agroland.hu/?hir=6210> (letöltve: 2011. 07.04.)
- AKI (2009): Agrárgazdasági Tanulmányok: Kockázatok és kockázatkezelés a mezőgazdaságban.
<https://www.aki.gov.hu/ekpolc/reszletek/a:229/Kock%C3%A1zatok+%C3%A9s+kock%C3%A1zatkezel%C3%A9s+a+mez%C5%91gazdas%C3%A1gban/x:aHR0cHM6Ly93d3cuYWtpLmdvdi5odS9la3BvbGMvbWVudS9hOjEvdzrDiXYrw6lzK2PDrW0vZDpj8O2a2tlbsWRL3A6NC9nOjY=> (letöltve: 2011.07.04.)
- Bai, A.–Lakner, Z.–Marosvölgyi, B.–Nábrádi, A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 13-28, pp. 79-126, pp. 173-198.
- Bai, A.–Tarsoly, P.(2011): A hazai melléktermék hasznosítás. Agrárium, 21. évf., pp. 46-47.
- Baranyi, B. (2010): Bioenergetika-társadalom-harmonikus vidékfejlődés. MTA Regionális Kutatások Központja és Debreceni Egyetem Agrár-és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen, p. 19, pp. 39-43.
- Barcsik J. [2010]. Elveszett illúziók, elvesztegetett energiák-elszállt milliárdok. Agrár Unió 2010/2, pp. 22-23.
- Boenigter, H. (2006): Biomass pre-treatment by torrefaction. <http://www.ecn.nl/nl/> (letöltve: 2011. 07.02.)
- Buday-Sántha, A. (2006): Környezetgazdálkodás. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, p. 15, pp. 36-40.
- Bús, L. (szerk.) (2008): Energy Statistical Year-Book
http://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.energiakozpont.hu%2Fdownload.php%3Fpath%3Dfiles%2Fenergiastatisztika%2FEvkonyv08.pdf&ei=4PaBT7L_MoPStAa3la2aBA&usg=AFQjCNGWf08pYrlojuzq_L1VOU6-ntG1Ww&sig2=2eBJa6gOJ-4AX-ruYD5KoA (letöltve: 2011.05.08.)
- Büki, G. (2008): Megújuló energiák hasznosítása.
<http://www.amjk.eu/sites/default/files/documents/energetika.pdf> (letöltve: 2011.05.08.)
- Csipkés Margit (2010): Biomasszára alapozott energiatermelés az Észak-alföldi régióban. In. Agrárinformatikai tanulmányok III. (Szerk.: Rózsa, T.–Szilágyi, R.)
<http://tamop.magisz.org/poldoc/docstore/tanulmany/AT-III.pdf> (letöltve: 2011.08.05.)
- Dinya, L. (2009): Fenntarthatósági kihívások és a biomassza-alapú energiatermelés. Gazdálkodás, 4. évf. 53.sz. pp. 311-324.
- EEA (2006): How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?

- <http://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEMQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.energiakozpont.hu%2Fext%2Fdownload.php%3Fid%3D145&ei=HqaAT5GxK4nGtAbihqyuBA&usg=AFQjCNGc1qysQ0n0UTdmt45gzzaS9O3NA&sig2=m4zuxGhRarzMcYhrh-YTSg> (letöltve: 2010. 07.18.)
- Energia Klub (2009): Lakcímke –avagy hogyan nyerhet otthonunk az energiatanúsítvánnyal? <http://laccimke.hu> (letöltve: 2011. 03. 05.)
- European Commission (2010): State of play in the EU energy policy http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/2020_en.htm (letöltve: 2011. 09.14.)
- Gockler, J. (2010): Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2010-ben. LII. évfolyam, Mezőgazdasági technika FVM, p. 51.
- Gyuricza, Cs. (2010): Szántóföldi biomassza energetikai célra. Poppy Seed 2002 Bt, Ház, Budapest, pp. 77-84, pp. 93-94. In: Megújuló Energia Kézikönyv, (Szerk.: Kovács, R.)
- Hujber, D. (2009): Country Study on Political Framework and Availability of Biomass. http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/outputlib/4biomass_country_study_Hungary.pdf (letöltve: 2011. 09. 05.)
- IEA (2009): Oil market report. <http://omrpublic.iea.org/currentissues/full.pdf> (letöltve: 2011.08.12.)
- IEA (2010): Key World Energy Statistic http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf (letöltve: 2011.
- Ingo, G. (2009): Az épületgépészet energiatakarékos korszerűsítése. Cser Kiadó, Budapest, pp. 23-27.
- Jámbor, A. (2010): A Közös Agrárpolitika 2013 után: a szakmai és társadalmi vita összefoglalása. http://www.umvp.eu/files/KAP_jovoje_hatteranyag_0.pdf (letöltve: 2010.08.12.)
- Janzsó, J. (2011): Fűtés biomasszával a kistérségekben, Energiagazdálkodás, 1. sz. pp. 6-7.
- Kiel, J. (2007): IEA Bioenergy Task 32 Workshop „Fuel storage, handling and preparation and system analysis for biomass combustion technologies. Berlin, <http://www.ecn.nl/nl/> (letöltve: 2011. 06. 15.)
- Kovács, S. (szerk) (2008): Megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák élet-tartamának hasznosítása. www.energiakozpont.hu/ext/download.php?id=145 (letöltve: 2011.07.02.)
- KSH (2008): Az energiatermelés és –ellátás néhány jellemzője a XXI. század elején <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyorjel/jel308091.pdf> (letöltve: 2011.07.19.)
- KSH (2010): A magyar-országi gazdasági kapcsolatok a XXI. század elején <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyorjel/jel31006.pdf> (letöltve: 2011.07.19.)
- Lukács, G. S. (2007): Zöldenergia kézikönyv. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 23-41.
- Magyar Pellet Egyesület (2009): A pelletgyártás helyzete és fejlődési irányai. <http://www.mapellet.hu/images/page/content/file/sopron.pdf> (letöltve: 2011.07.04.)
- Marosvölgyi, B. et al.(2009): A potenciális energiaforrások. In: A biomassza felhasználása (Szerk: Bai,A.), Bp. Szaktudás Ház,Budapest, pp. 86-127

- Marosvölgyi, B.–Horváth, B.(2010): Biomassza előállítás és -hasznosítás, FVM VKSZI, Budapest, pp. 95-104.
- Németh, K. (2011): Dendromassza-hasznosításon alapuló decentralizált hőenergia-termelés és felhasználás komplex elemzése c. PhD értekezés, pp. 65-71.
- Nikolaisen, L. (2006): A szalma, mint energiaforrás, Cser Kiadó, Budapest, pp. 12-23.
- Pappné, V.J. (2010): A biomassza, mint energiaforrás hasznosítási lehetőségei, különös tekintettel Magyarországra. PhD. értekezés,
http://teo.elte.hu/minosites/ertekezes2010/pappne_vancso_j.pdf (letöltve: 2011. 09.08.)
- Pintér, G. (2009): A szőlővenyige és a fanyesedék biomassza erőművi beszállításának elemzése. Gazdálkodás, 4. évf. 53. sz., pp. 357-363.
- Poldervaart, J. (2009): Guideline for safe and eco-friendly biomass gasification.
http://www.gasification-guide.eu/gsg_uploads/documenten/D20b%20-%20European%20workshop%20Sept%202009.pdf?PHPSESSID=6e9ad2e9a5f38682239df28a966c7805 (letöltve: 2011. 04.12.)
- Popp, J. – , Aliczki K.(2011): A biomassza energetikai célú termelése Magyarországon. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, p. 13-21.
- Roberts, P. (2004): Az olajkorszak vége egy bizonytalan világ kezdetén. HVG Kiadói Rt., Budapest, pp. 28-12, pp. 23-51.
- Schlagitweit, C. (2009): Pelletheizungen in Europa.
- Sembery, P.–Tóth, L. (2004): Hagyományos és megújuló energiák. Szaktudás Kiadó, Budapest, pp. 13-15, pp. 239-243.
- Unk, J.né (2010): Magyarország 2020-as megújuló energiahasznosítási kötelezettség vállalásának teljesítési ütemterv javaslata. Pylon Kft, Budapest, pp.34-39.
- Uth, J. (2007): Marktübersicht, Scheitholz-Pellet-Kombinationskessel, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. Gülzow, p.10.
- Vajda, Gy. (2004): Energiaellátás ma és holnap, MTA Társut. közp., Budapest, p. 93-94.

Internetes források

- Internet 1: www.ebrikett.hu (letöltve: 2011. 06.02.)
- Internet 2: www.demokrata.hu/ujsagcikk/mire_jo_a_szalma (letöltve: 2011. 06.02.)
- Internet 3: www.naturenergia.hu (letöltve: 2011. 08.12.)
- Internet 4: www.pelletitalia.org (letöltve: 2011. 09.09.)
- Internet 5: www.fabrikettbolt.com (letöltve: 2011.06.02.)
- Internet 6: www.ph-magazin.hu (letöltve: 2011. 05.17.)
- Internet 7: www.naturenergia.hu (letöltve: 2011. 06.22.)
- Internet 8: www.panenerg.hu/biomassza/dilemmak-a-pellet-es-fafutesfinompor-kibocsatasaval-kapcsolatban (letöltve: 2011. 06.22.)

Internet 9: www.energyboom.com/biofuels/sea-2-sky-poised-operate-using-torrefied-wood-coal-substitute (letöltve: 2011. 05.17.)

Internet 10: <http://palyazatok.org/mi-otthonunk-felujitasi-es-uj-otthon-epitesi-alprogram/#more-17671> (letöltve: 2011. 08.22.)

Internet 11: www.kazancsereprogram.hu (letöltve: 2011. 09.02.)

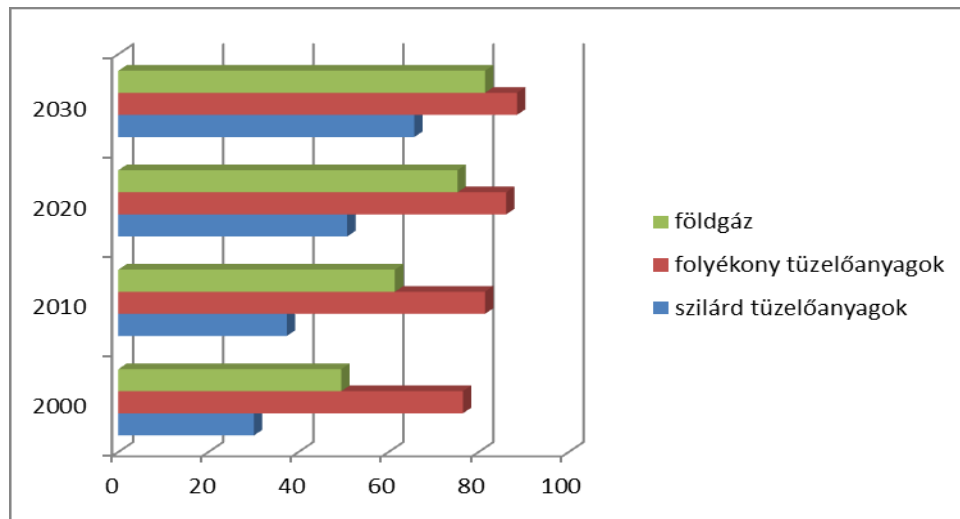
Internet 12: www.nfu.hu (letöltve: 2011. 09.15.)

Internet 13a: <http://globalstone.hu/?modul=oldal&tartalom=1122523> (letöltve: 2011.06.08.)

Internet 13b: <http://globalstone.hu/?modul=oldal&tartalom=1188527> (letöltve: 2011.06.02.)

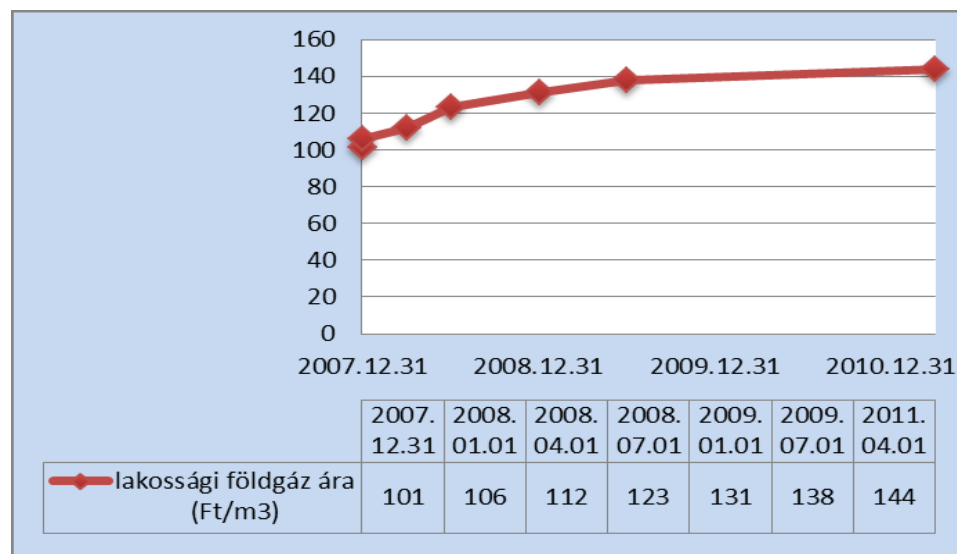
MELLÉKLETEK

1. MELLÉKLET: AZ EU-25 IMPORTFÜGGŐSÉGÉNEK ALAKULÁSA A PRIMERENERGIA-ELLÁTÁSBAN 2000 ÉS 2030 KÖZÖTT



Forrás: Saját szerkesztés Eurostat 2008 alapján

2. MELLÉKLET: A LAKOSSÁGI FÖLDGÁZÁRAK ALAKULÁSA 2007 ÉS 2011 KÖZÖTT



Forrás: Saját szerkesztés KSH 2011 alapján

3. MELLÉKLET: SZALMABÁLA-TÜZELŐ KAZÁN



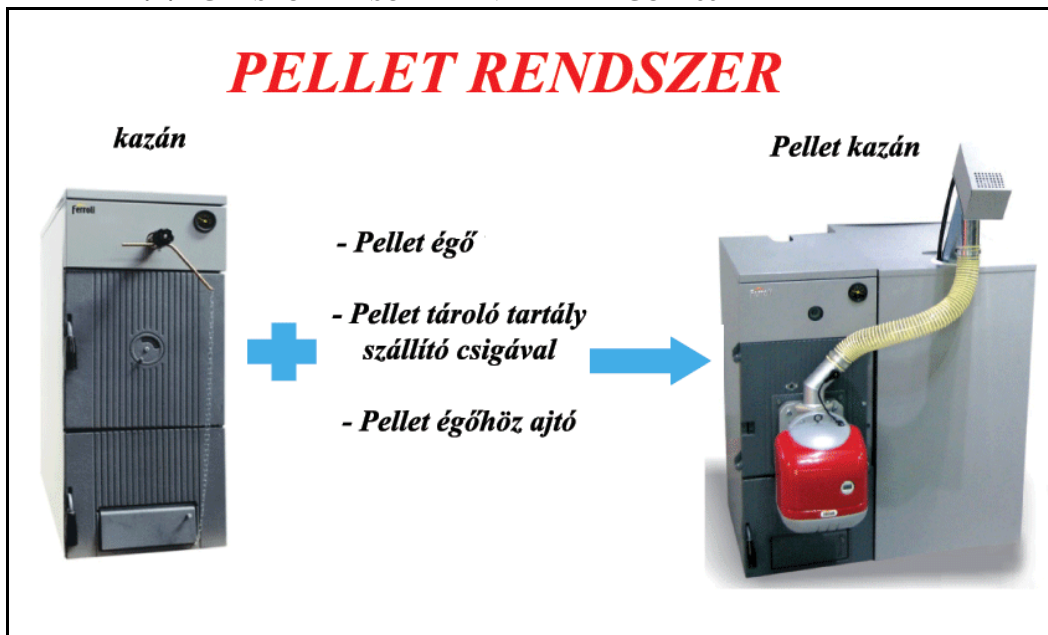
Forrás: www.naturenergia.hu

4. MELLÉKLET: HOVAL BIOLYT BOILER 50 KW-OS PELLETKAZÁN



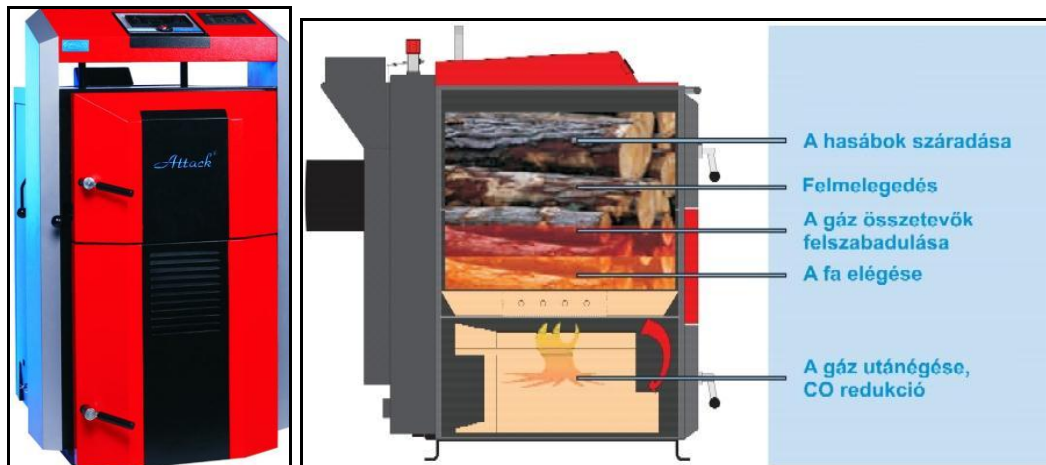
Forrás: www.alternativ-energia.eu

5. MELLÉKLET: VEGYESTÜZELÉSŰ KAZÁN PELLETEGŐFEJJELE



Forrás: www.futesuzlethaz.hu

6. MELLÉKLET: A FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MŰKÖDÉSI ELVE



Forrás: www.wagnersolar.hu

7. MELLÉKLET: A PELLETKAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA

	M.E.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
gázkazán ára	eFt	197 500														
pelletkazán ára	eFt	1 000 000														
Felár	GJ/év	-802 500														
hőigény	m3/év	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Gázfogyasztás	Ft/m3	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0
gázár	Ft/év	144	151	159	167	175	184	193	203	213	223	235	246	259		
gázktsg.	Ft/év	356 688	374 522	393 249	412 911	433 556	455 234	477 996	501 896	526 991	553 340	581 007	610 058	640 560	672 588	706 218
egyéb ktsg.	Ft/év	21 456	22 743	24 108	25 554	27 088	28 713	30 436	32 262	34 198	36 249	38 424	40 730	43 174	45 764	48 510
összes fűtési költség (gáz)	Ft/év	391 311	410 433	430 523	451 632	473 811	497 114	521 599	547 325	574 355	602 757	632 599	663 954	696 901	731 520	767 895
ebből kiadás	l/év	378 144	397 266	417 356	438 465	460 644	483 947	508 432	534 158	561 188	589 590	619 432	650 787	683 734	718 353	754 728
pelletfogyasztás	Ft/év	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
pelletár	Ft/év	64 000	65 920	67 898	69 935	72 033	74 194	76 419	78 712	81 073	83 505	86 011	88 591	91 249		
pelletktg.	Ft/év	300 800	309 824	319 119	328 692	338 553	348 710	359 171	369 946	381 044	392 476	404 250	416 378	428 869	441 735	454 987
egyéb ktsg.	Ft/év	26 736	28 340	30 041	31 843	33 754	35 779	37 926	40 201	42 613	45 170	47 880	50 753	53 798	57 026	60 448
összes fűtési költség (pellet)	Ft/év	394 203	404 831	415 826	427 202	438 974	451 155	463 763	476 814	490 325	504 313	518 797	533 797	549 334	565 428	582 102
ebből kiadás	Ft/év	327 536	338 164	349 159	360 535	372 307	384 488	397 096	410 147	423 658	437 646	452 130	467 130	482 667	498 761	515 435
Költségmegtakarítás	Ft/év	-2 892	5 602	14 697	24 430	34 838	45 959	57 835	70 511	84 031	98 444	113 801	130 157	147 567	166 092	185 793
Pénzforgalmi egyenleg	Ft/év	-751 892	59 102	68 197	77 930	88 338	99 459	111 335	124 011	137 531	151 944	167 301	183 657	201 067	219 592	239 293
Pénzforgalmi egyenleg jelen-	eFt	-751 892	55 235	60 128	64 820	69 978	75 036	80 765	86 500	93 137	99 901	106 794	113 820	120 980	128 278	135 715
Kumulált pénzforgalmi egyenleg		-751 892	-696 657	-636 529	-571 709	-501 731	-426 695	-345 930	-259 429	-166 292	-66 392	40 402	154 222	275 202	403 480	539 196
amortizáció pelletkazán		66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667	66667
amortizáció gázkazán		13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167
diszkontláb			0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
kumulált diszkontláb		1	1,07	1,1342	1,202252	1,262365	1,325483	1,378502	1,433642	1,476651	1,520951	1,566579	1,613576	1,661984	1,711843	1,763199

Forrás: Saját számítás

8.MELLÉKLET: A HASÁBFÁVAL MŰKÖDTETETT FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA

	M.E.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
gázkazán ára	eFt eFt	197 500														
faelgázosítókazán ára	eFt	477 810														
Felár	GJ/év	-280 310														
hőigény	m3/év	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Cázfogyasztás		2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0
gázár	Ft/m3	144	151	159	167	175	184	193	203	213	223	235	246	259		
gázktsg.	Ft/év	356 688	374 522	393 249	412 911	433 556	455 234	477 996	501 896	526 991	553 340	581 007	610 058	640 560	672 588	706 218
egyéb ktsg.	Ft/év	21 456	22 743	24 108	25 554	27 088	28 713	30 436	32 262	34 198	36 249	38 424	40 730	43 174	45 764	48 510
összes fűtési költség (gáz)	Ft/év	391 311	410 433	430 523	451 632	473 811	497 114	521 599	547 325	574 355	602 757	632 599	663 954	696 901	731 520	767 895
ebből kiadás	Ft/év	378 144	397 266	417 356	438 465	460 644	483 947	508 432	534 158	561 188	589 590	619 432	650 787	683 734	718 353	754 728
hasábfafogyasztás	t/év	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
hasábfáár	Ft/év	24 000	24 720	25 462	26 225	27 012	27 823	28 657	29 517	30 402	31 315	32 254	33 222	34		
hasábfaktg.	Ft/év	213 600	220 008	226 608	233 406	240 409	247 621	255 050	262 701	270 582	278 700	287 061	295 672	304 543	313 679	323 089
egyéb ktsg.	Ft/év	33 818	35 847	37 998	40 278	42 694	45 256	47 971	50 850	53 901	57 135	60 563	64 197	68 048	72 131	76 459
összes fűtési költség	Ft/év	279 270	287 707	296 458	305 536	314 955	324 729	334 873	345 403	356 335	367 686	379 475	391 721	404 443	417 662	431 400
ebből kiadás	Ft/év	247 418	255 855	264 606	273 684	283 103	292 877	303 021	313 551	324 483	335 834	347 623	359 869	372 591	385 810	399 548
Költségmegtakarítás	Ft/év	112 041	122 726	134 065	146 096	158 856	172 385	186 726	201 922	218 020	235 070	253 123	272 233	292 458	313 857	336 494
Pénzforgalmi egyenleg	Ft/év	-149 584	141 411	152 750	164 781	177 541	191 070	205 411	220 607	236 705	253 755	271 808	290 918	311 143	332 542	355 179
Pénzforgalmi egyenleg jelen-	Ft/év	-149 584	132 160	134 677	137 060	140 642	144 151	149 010	153 879	160 299	166 840	173 504	180 294	187 212	194 260	201 440
Kumulált pénzforgalmi egyenleg	Ft	-149 584	-17 424	117 252	254 313	394 954	539 106	688 116	841 994	1 002 293	1 169 133	1 342 637	1 522 931	1 710 143	1 904 402	2 105 843
amortizáció faelgkázán		31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852
amortizáció gázkazán		13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167
diszkontláb			0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
kumulált diszkontláb		1	1,07	1,1342	1,202252	1,2623651	1,325483	1,3785021	1,4336421	1,47665149	1,520951041	1,566579572	1,613576961	1,6619841	1,7118441	1,7631991

Forrás: Saját számítás

9. MELLÉKLET: A BIOBRIKETTEL MŰKÖDTETETT FAELGÁZOSÍTÓ KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA

	M.E.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
gázkazán ára	eFt	197														
faelgázosítókazán ára	eFt	477														
Felár	eFt	-280														
hőigény	GJ/év	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Gázfogyasztás	m3/év	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0
gázár	Ft/m3	144	151	159	167	175	184	193	203	213	223	235	246	259	272	285
gázktsg	Ft/év	356	374 522	393 249	412 911	433 556	455 234	477	501 896	526 991	553 340	581 007	610 058	640 560	672 588	706 218
egyéb ktsg	Ft/év	21 456	22 743	24 108	25 554	27 088	28 713	30 436	32 262	34 198	36 249	38 424	40 730	43 174	45 764	48 510
összes fűtési költség	Ft/év	391	410 433	430 523	451 632	473 811	497 114	521	547 325	574 355	602 757	632 599	663 954	696 901	731 520	767 895
ebből kiadás	Ft/év	378	397 266	417 356	438 465	460 644	483 947	508	534 158	561 188	589 590	619 432	650 787	683 734	718 353	754 728
brikettfogyasztás	t/év	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
brikettár	Ft/év	52 000	53 560	55 167	56 822	58 526	60 282	62 091	63 953	65 872	67 848	69 884	71 980	74 140		
brikettktg	Ft/év	249	257 088	264 801	272 745	280 927	289 355	298	306 977	316 186	325 671	335 442	345 505	355 870	366 546	377 542
egyéb ktsg	Ft/év	24 916	26 411	27 996	29 675	31 456	33 343	35 344	37 464	39 712	42 095	44 621	47 298	50 136	53 144	56 333
összes fűtési költség	Ft/év	306	315 351	324 648	334 272	344 235	354 550	365	376 293	387 750	399 618	411 914	424 655	437 858	451 542	465 727
ebből kiadás	Ft/év	274	283 499	292 796	302 420	312 383	322 698	333	344 441	355 898	367 766	380 062	392 803	406 006	419 690	433 875
Költségmegtakarítás	Ft/év	84 943	95 082	105 875	117 360	129 576	142 564	156	171 032	186 605	203 138	220 684	239 300	259 043	279 977	302 168
Pénzforgalmi egyenleg	Ft/év	-176	113 767	124 560	136 045	148 261	161 249	175	189 717	205 290	221 823	239 369	257 985	277 728	298 662	320 853
Pénzforgalmi egyen-	Ft/év	-176	106 324	109 822	113 159	117 447	121 653	126	132 332	139 024	145 845	152 797	159 884	167 106	174 468	181 972
Kumulált pénzforgalmi	Ft	-176	-70 358	39 464	152 623	270 070	391 724	518	651 043	790 067	935 912	1 088 710	1 248 593	1 415	1 590	1 772
															168	
amortizáció faelgázán		31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852	31852
amortizáció gázkazán		13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167
diszkontláb			0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
kumulált diszkontláb		1	1,07	1,1342	1,202252	1,262365	1,325483	1,378502	1,433642	1,476651	1,520951	1,566579	1,613576	1,661984	1,711844	1,763199

Forrás: saját számítás

10. MELLÉKLET: A BÁLATÜZELŐ-KAZÁN MEGTÉRÜLÉSI IDEJE ÉS AZ NPV SZÁMÍTÁSA

	M.E.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
gázkazán ára	eFt	197														
bálatüzelőkazán ára	eFt	400														
Felár	eFt	-202														
hőigény	GJ/év	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Gázfogyasztás	m3/év	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0	2 477,0
gázár	Ft/m3	144	151	159	167	175	184	193	203	213	223	235	246	259	272	285
gázktg.	Ft/év	356	374 522	393 249	412 911	433	455 234	477	501 896	526 991	553 340	581 007	610 058	640 560	672 588	706
egyéb ktsg.	Ft/év	21 456	22 743	24 108	25 554	27 088	28 713	30 436	32 262	34 198	36 249	38 424	40 730	43 174	45 764	48 510
összes fűtési költség	Ft/év	391	410 433	430 523	451 632	473	497 114	521	547 325	574 355	602 757	632 599	663 954	696 901	731 520	767
ebből kiadás	Ft/év	378	397 266	417 356	438 465	460	483 947	508	534 158	561 188	589 590	619 432	650 787	683 734	718 353	754
szalmafogyasztás	t/év	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
szalmaár	Ft/év	9 000	9 270	9 548	9 835	10 130	10 433	10 746	11 069	11 401	11 743	12 095	12 458	12 832	13 216	13 600
szalmaktg.	Ft/év	85 500	88 065	90 707	93 428	96 231	99 118	102	105 154	108 309	111 558	114 905	118 352	121 903	125 560	129
egyéb ktsg.	Ft/év	16 901	17 915	18 990	20 129	21 337	22 617	23 974	25 413	26 938	28 554	30 267	32 083	34 008	36 049	38 212
összes fűtési költség	Ft/év	129	132 580	136 297	140 158	144	148 335	152	157 167	161 846	166 712	171 772	177 035	182 511	188 208	194
ebből kiadás	Ft/év	102	105 980	109 697	113 558	117	121 735	126	130 567	135 246	140 112	145 172	150 435	155 911	161 608	167
Költségmegtakarítás	Ft/év	262	277 853	294 227	311 475	329	348 779	368	390 158	412 509	436 045	460 827	486 919	514 390	543 311	573
Pénzforgalmi egyenleg	Ft/év	73 243	291 286	307 660	324 908	343	362 212	382	403 591	425 942	449 478	474 260	500 352	527 823	556 744	587
Pénzforgalmi egyen-	Ft/év	73 243	272 230	271 257	270 249	271	273 268	277	281 514	288 451	295 524	302 736	310 089	317 586	325 231	333
Kumulált pénzforgalmi	Ft	73 243	345 473	616 730	886 979	1 158	1 432	1 709	1 990	2 279 363	2 574 887	2 877 622	3 187 711	3 505	3 830	4 163
						019		911						528		
amortizáció		26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600	26600
amortizáció gázkazán		13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167	13167
diszkontláb			0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
kumulált diszkontláb		1	1,07	1,1342	1,202252	1,2623651	1,325483	1,3785021	1,433642	1,476651496	1,520951041	1,566579572	1,61357696	1,6619841	1,7118441	1,763199

Forrás: saját számítás