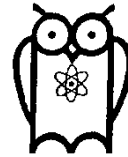




**MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
DOLGOZAT
3515 MISKOLC Egyetemváros**



A biomassza környezetbarát hasznosítási feltételei kistelepülésen

Készítették:

Mentes Dóra

Molnár Lucia

Konzulens:

Dr. Szemmelveisz Tamásné

Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszék

2014.november

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	2
1. ENERGIASZEGÉNYSÉG	3
1.1 Energiaszegénység meghatározásakor figyelembe vett értékek	4
1.2 Energiaszegénység Európában	4
1.3 Energiaszegénység Magyarországon	5
2. MAGYARORSZÁG KISTELEPÜLÉSEINEK GÁZELLÁTÁSA	6
3. A BIOMASSZÁBAN, MINT HELYBEN RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ ENERGIAHORDOZÓBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK	12
3.1 A biomassa, mint energiaforrás	13
3.2 Biomassa alapú energiafelhasználás gazdasági és társadalmi hatása	14
3.3 Energetikai hasznosításra alkalmas fő biomassa típusok	15
3.3.1 Növényi eredetű biomasszák	16
3.3.2 Kommunális hulladékból származó biomassa	19
4. BIOMASSZÁBÓL TÜZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁSA	21
4.1 Brikett előállítása és tulajdonságai	22
4.2 Pellet előállítása és tulajdonságai	23
4.3 Tüzelőanyag előállítása háztartási és kommunális hulladékokból	25
5. BIOMASSZA KAZÁNOK	27
5.1 Hagyományos, fahasáb tüzelésű kazánok	27
5.2 Faelgázosító kazánok	28
5.3 Pellet kazánok	29
6. EGY PÉLDA A FÖLDGÁZ KIVÁLTÁSÁRA ALTERNATÍV BIO TÜZELŐANYAGOKKAL	31
ÖSSZEGZÉS	38
IRODALOMJEGYZÉK	39

BEVEZETÉS

Az energiaszegénység mind Európában, mind Magyarországon egy megoldásra váró probléma. Ez a fogalom nem nagyon ismert, mégis mindenhol jelen van. Ez a jelenség az energiahordozó lelőhelyekben gazdag országokat is egyre jobban fenyegeti, ezért egyre több tudományos fórumon foglalkoznak vele és a probléma lehetséges megoldási lehetőségeivel. Mivel a Földön az eddig ismert energiahordozók lelőhelyei kifogyóban vannak, ezért alternatív megoldásokat kell keresni, amelyek az energiaéhség csökkentésére is lehetőséget kínálnak.

Hazánkban a kiépített földgázhálózatnak köszönhetően szinte minden háztartás számára elérhető energiaforrás a földgáz. Azonban az elmúlt évtizedben jelentős mértékben növekedett a földgáz ára. A lakosság a földgázt fűtési és főzési célokra használja fel. Lakossági szinten a legnagyobb problémát a kistelepüléseken történő fűtés jelenti. A növekvő árak miatt a jellemzően alacsony jövedelmű, elsősorban kis településeken élők egyre nagyobb számban térnek vissza a szilárd tüzelésű berendezések használatához. Az ilyen berendezésben hasznosítható egyik tüzelőanyag a tűzifa, de emellett a különféle erdő-, és mezőgazdaságból származó melléktermékek vagy háztartásból származó hulladékok újrahasznosításával előállított tüzelőanyag is szóba jöhet. A felsorolt alapanyagokból tüzelőanyagokat állíthatunk elő többféle módon, többféle technológiával, melyekkel a földgázt és hosszabb távon esetleg a tűzifát is kiválthatjuk. A dolgozatnak a célja ennek vizsgálata, elemzése.

Az újrahasznosítással nem csak a fent említett problémákat tudjuk csökkenteni, illetve az előállított tüzelőanyag felhasználásával csökkenthetjük a Föld környezeti szennyezését is.

1. ENERGIASZEGÉNYSÉG

Az elmúlt években egyre többen foglalkoznak az energiaszegénység témakörével. Azonban még nem alkották meg az általánosan elfogadott definícióját. A szakirodalomban többféle definíciót is találhatunk, melyek lényegét tekintve hasonlóak, azonban számos ponton eltérnek egymástól. A definíciók közös jellemzője, hogy háztartásra vonatkoznak és nem személyekre.

A leggyakrabban használt értelmezés szerint egy háztartás akkor tekinthető energiaszegénynek, ha az nem képes megfelelő szintre fűteni lakását (általában 21 °C nappaliban és 18 °C a többi helyiségben), illetve bevételeinek egy meghatározott százalékánál többet költ energiaszámláira [1].

Az angol nyelvű szakirodalomban az energiaszegénységre két fogalmat használnak, a fuel poverty-t és az energy poverty-t. Az angol fuel szó jelentése tüzelőanyag, s mivel az energiaszegénységet a háztartás megfelelő fűtöttségével kapcsolatban határozták meg, nem meglepő, hogy a név is ezt az elemet hangsúlyozza. A másik kifejezés az energiaszolgáltatásokhoz való hozzáférés hiányát, nehézségeit jelenti, tehát alapvetően infrastrukturális problémát takar [1].

Az angol tanulmányokban Brenda Boardman meghatározását tekintik az energiaszegénység alap definíciójának, amely szerint akkor beszélhetünk energiaszegénységről, ha a jövedelem 10 százalékánál többet kell az otthon melegen tartására fordítani. Az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bank (EBRD) szakemberei a 10 százalék helyett 25 százalékot állapítottak meg. Boardman 2010-ben javított az energiaszegénységről szóló meghatározásán. Nem köti százalékhoz, mert ha rögzítik az értéket, akkor a gyakori áremelkedések és csökkentések sűrűn változtatják az energiaszegénységben élők számát. Vagyis hamis statisztikai értékeket eredményez [2].

A Department of Energy & Climate Change a 2013 májusában az energiaszegénységről szóló beszámolójában egy újabb definíciót publikált, amelynek az alapját a Low Income High Costs (LIHC) Indicator adja meg, magyar fordításban azt jelenti: alacsony jövedelem és magas árak mutatója. Az új meghatározás szerint, az energiaszegénységben lévő háztartásoknak az energiaköltsége nagyobb az országos átlagnál. Továbbá a szükséges energiaszámlák kifizetése után a maradék jövedelem a szegénységi küszöbérték alatt marad [2].

Az energiaszegénységről kiadott tanulmányok többsége Európa területére koncentrálódik. Európában szinte minden országban problémát jelent a szegényebb rétegeknek a házak fűtése. A problémát elsősorban a magas energia árak és a házak nem megfelelő szigetelése okozza, melyek fűtése nagy hő veszteséggel jár. Fontos kiemelni azt is, hogy az energiaszegénység problémája elsősorban a nagy alapterületű családi házakkal rendelkező egy-két személyes háztartásokat érinthet főként (a leginkább kitett csoport tehát nem a panelekben élő lakosság, amelynek problémái sokkal jobban benne élnek a köztudatban) [3].

1.1 Energiaszegénység meghatározásakor figyelembe vett értékek

Az energiaszegénység mértékét több tényező is befolyásolja, a legfontosabbak a következők:

- háztartások alacsony jövedelme,
- lakó épületek rossz energiahatékonysága,
- magas energiaárak.

Továbbá befolyásolja még a lakóhely energiával való ellátottsága, a környéken lévő energiaforrások elérhetősége és minősége, és az ország energiapolitikai helyzete. Ezeken kívül egyes definíciók még figyelembe veszik a háztartás összetételét, az építési szabványokat, és azt hogy az épület vidéken vagy városban található [1].

1.2 Energiaszegénység Európában

Európában 50 és 125 millió közé tehető azoknak a száma, akiket energiaszegénység sújt. Azonban ez az érték (pénzügyi és gazdasági válság, bérek csökkenése, energiaárak emelkedésének hatására) a közeljövőben tovább emelkedhet. Bulgáriában, Portugáliában, Litvániában, Romániában, Cipruson, Lettországon és Máltán már a lakosság 30%-a nyilatkozott úgy, hogy nem képes lakását megfelelően fűteni, és aránytalanul magas energiaszámlák befizetésére kényszerül. Továbbá a lakosság 20%-a küszködik hasonló problémákkal Görögországban, Lengyelországban, Olaszországban, Magyarországon és Spanyolországban. A jövedelmek alakulásához képest erősen dráguló energiaárak miatt félő, hogy az energiaszegénység a lakosság további rétegeire is áttérjed [4].

Az Európai Unió államai közül az Egyesült Királyságban már több mint 15 éve foglalkoznak az energiaszegénység problémájának megoldásával. A hivatalos definíció elfogadása mellett több stratégiát is kidolgoztak. Angliában jelentős összegeket fordítottak a probléma

kezelésére, az elmúlt 10 évben több mint 20 milliárd fontot költöttek erre a célra. A nagy pénzüsszegek ellenére sem csökkent az energiaszegények száma, a kétezres évek közepe óta számuk folyamatosan növekszik (2009-ben 4 millió háztartást érintett, ami az összes háztartás 18%-a). A 2001-ben kiadott The Uk Fuel Poverty Strategy 2010-re kitűzött céljait (mint például: az energiaszegénység megszüntetése, visszaszorítása) a védendő háztartásoknál nem sikerült elérni. Az új célokat 2016-ra tűzték ki [1].

1.3 Energiaszegénység Magyarországon

Az Energiaklub javaslata az energiaszegénység hazai definíciójára: azokat a háztartásokat tekintjük energiaszegénynek, amelyekben a következő három tényező egyszerre áll fenn:

- a háztartás éves összjövedelme elmarad a magyar háztartások jövedelmi mediánjának 60 % -tól,
- a lakás 20 °C-ra történő fűtéséhez és a meleg víz előállításához elméletileg szükséges energia éves költsége, valamint a háztartás összjövedelmének aránya meghaladja az összes háztartás tényleges, bevallott adataiból képezett középérték kétszeresét, azaz 34%-át,
- az épület energetikai besorolása F-nél rosszabb [1].

Az Eurostat 2013-mas adatai szerint Magyarország lakosságának 11,7%-a (több mint 1 millió ember) él olyan háztartásban, melyet anyagi okok miatt nem tudnak kellőképpen felfűteni. (Ezt az 1. ábra szemlélteti.) Egy korábbi, energiaszegénységre vonatkozó kutatás szerint a legveszélyeztetettebb helyzetben az mediánjövedelem 60%-a alatti jövedelemmel rendelkező egyszemélyes (főleg egyedülálló idősök, betegek) háztartások voltak. Körükben minden harmadik háztartás nem tudott megfelelő fűtést biztosítani [5].



1. ábra: Fűtési nehézségek [6]

2. MAGYARORSZÁG KISTELEPÜLÉSEINEK GÁZELLÁTÁSA

Hazánkban a kistelepülések egyre nehezebb helyzetbe kerülnek. A kiváltó okai elsősorban a gazdasági erőforrások hiánya, vagyis nincsen megfelelő számú vállalkozás, ahol a környéken élőket foglalkoztatni tudnák. A tanult fiatalok máshol keresnek megélhetést.

Hazánkban 2010-ben összesen 3177 település volt, melynek 75,7%-a 2000 fő alatti és 55,77%-a 1000 fő lélekszám alatti település (1. táblázat). Ez az érték a halálozások és születések számát tekintve ma is érvényesek.

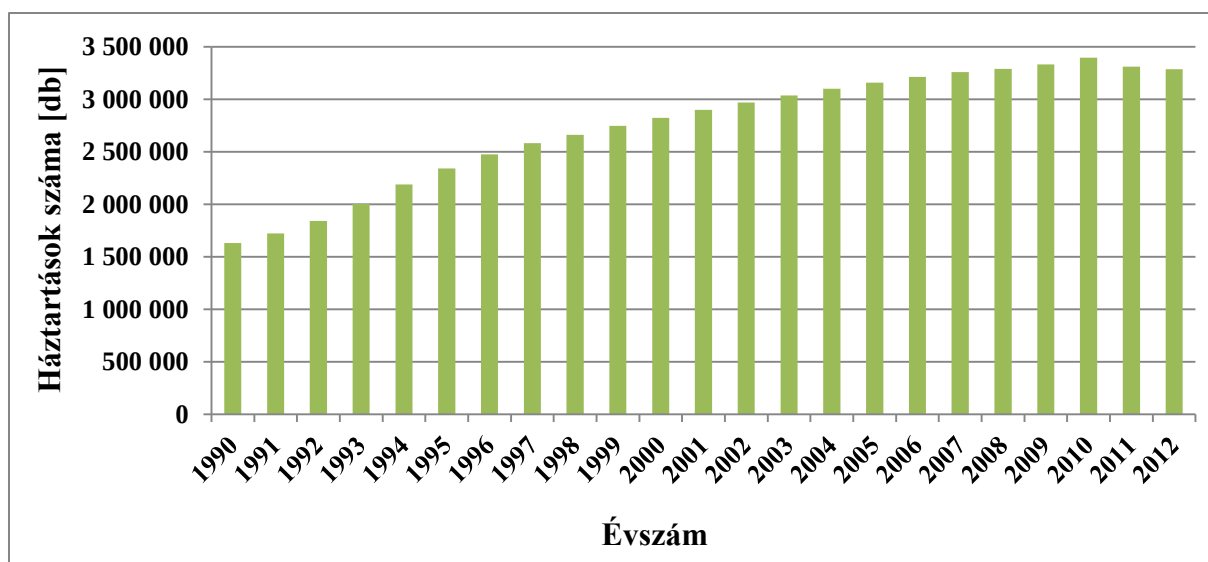
1. táblázat: A kétezer fő alatti kistelepülések száma és megoszlása megyénként [7]

Megye	-199 fő		200-499 fő		500-999 fő		1000-1999 fő		Összes	
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%
Bács-Kiskun	2	3,10	6	9,23	20	30,76	37	56,92	65	100
Baranya	85	30,14	123	43,61	49	17,37	25	8,86	282	100
Békés	1	2,56	7	17,94	11	28,20	20	51,28	39	100
Borsod-Abaúj-Zemplén	56	18,66	88	29,33	80	26,66	76	25,33	300	100
Csongrád	-	0	9	34,61	5	19,23	12	46,15	26	100
Fejér	1	1,78	2	3,57	20	35,71	32	57,14	56	100
Győr-Moson-Sopron	18	12,16	40	27,02	45	30,40	45	30,40	148	100
Hajdú-Bihar	2	5	4	10	14	35	20	50	40	100
Heves	1	1,20	14	16,86	26	31,32	42	50,60	83	100
Jász-Nagykun-Szolnok	1	2,63	4	10,52	11	28,94	21	55,26	38	100
Komárom-Esztergom	-	0	6	13,63	15	34,09	23	52,27	44	100

Megye	-199 fő		200-499 fő		500-999 fő		1000-1999 fő		Összes	
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%
Nógrád	11	9,56	23	20	44	38,26	37	32,17	115	100
Pest	1	1,75	5	8,77	14	24,56	37	64,91	57	100
Somogy	38	17,04	79	35,42	64	28,69	42	18,83	223	100
Szabolcs-Szatmár-Bereg	9	5,38	29	17,36	65	38,92	64	38,32	167	100
Tolna	6	7,05	25	29,41	30	35,29	24	28,23	85	100
Vas	41	20,39	93	46,26	51	25,37	16	7,96	201	100
Veszprém	34	17,70	71	36,97	54	28,12	33	17,18	192	100
Zala	83	33,87	76	31,02	55	22,44	31	12,65	245	100

A megyéket tekintve az 2000 fő alatti települések száma Borsod-Abaúj-Zemplén megyében a legnagyobb, közel 300 település.

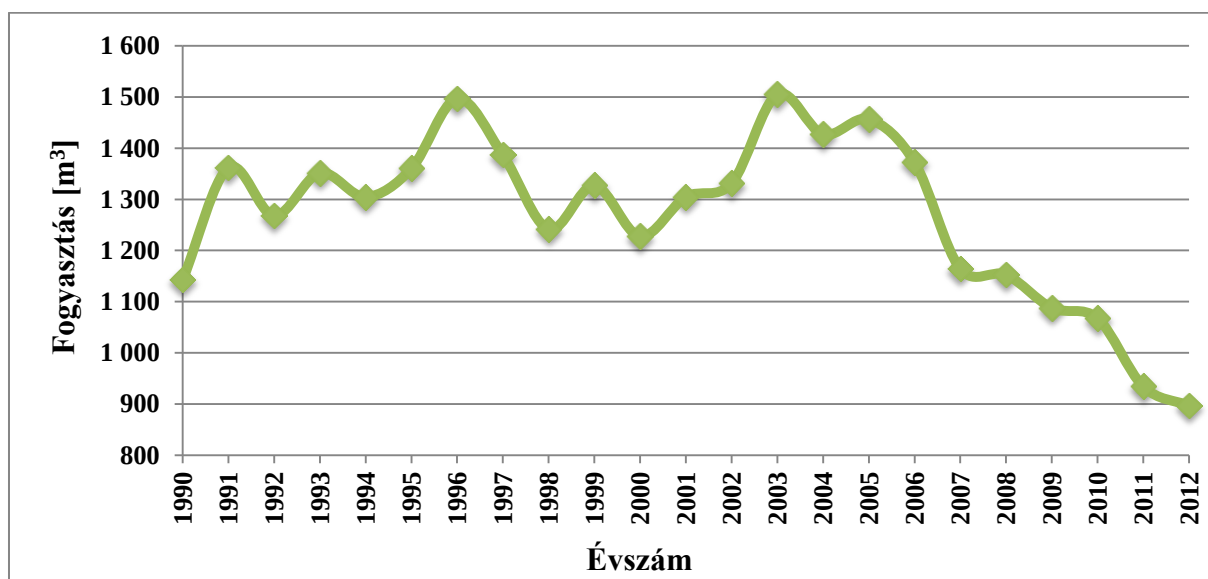
Magyarországon 2013-ban vezetékes gáz 2878 településen volt, mely az összes település 91,2%-át jelentette. Az 2. ábrán jól látható hogy 1990-2012 között milyen mértékben változott a vezetékes gázzal ellátott háztartások száma. Szemmel látható a növekedés 2010-ig, majd az utána lévő években látható a csökkenés, 2012-ben 3 287 683 háztartás használta a vezetékes gázrendszert.



2. ábra: Vezetékes gázzal ellátott háztartások száma 1990-2012 között

Forrás: saját szerkesztés a KSH adatai alapján

A vezetékes gázt fogyasztó háztartások számának bővülésével nem nőtt jelentős mértékben az egy fogyasztóra jutó évi vezetékes gázfogyasztás (3. ábra). A fogyasztás 2003-ban érte el maximumát, amikor az egy háztartási fogyasztóra jutó évi vezetékes gázfogyasztás 1505 m^3 volt, amely fokozatosan csökkent a következő években, s 2012-ben már csak $896,7 \text{ m}^3$. A gázszolgáltatók csaknem 3,3 millió háztartás szükségletét fedezték. A háztartási fogyasztók több mint 84%-a használt gázt fűtési célra.



3. ábra: Egy háztartás évi gázfogyasztása [m^3]

Forrás: saját szerkesztés a KSH adatai alapján

Az észak-magyarországi régióban a vezetékes gázzal való ellátottság terén hasonló arányok és értékek figyelhetők meg, mint országos szinten. A kistelepüléseken a vezetékes gázt fogyasztók aránya az országos átlag alatt marad (2. táblázat).

2. táblázat: Az észak-magyarországi régió településeinek vezetékes gázzal való ellátottsága 2009-ben [7]

A település lakosainak száma, fő	Vezetékes gázt fogyasztó háztartás a lakásállomány %-ában	Egy háztartási fogyasztóra jutó vezetékes gázfogyasztás, m³/év
- 199	26,9	727
200 - 499	47,0	889
500 - 999	57,3	1 034
1.000 - 1.999	67,2	1 135
2.000 - 4.999	77,0	1 231
5.000 - 9.999	76,1	1 356
10.000 - 19.999	75,1	1 112
20.000 - 49.999	74,3	964
50.000 - 99.999	97,6	925
100.000 - 199.999	89,8	788
Régió összesen	74,1	1 051

A háztartások energiaszolgáltatásának szerkezetét és annak hatékonyságát vizsgálva, megállapítható a kistelepülések vonatkozásában, hogy:

- a vezetékes gázellátás a háztartások döntő hányadának rendelkezésére áll;
- a 2000 fő alatti lélekszámú településeken átlagosan csak a háztartások fele használja a vezetékes gázt;
- a vezetékes gázzal lemondó háztartások száma évről-évre nő;
- a földgáz kiváltására fát (biomasszát) és ahol ennek van hagyománya, szénét használnak a fogyasztók;
- az újra használatba vett elavult szilárd tüzelőanyagú berendezések energia hatékonysága rossz;

- a földgázról szilárd tüzelőanyagra való átállás, ha az nem korszerű- vagy korszerűsített berendezésekkel- és szakszerű tüzelési technológiával valósul meg, környezetszennyezéshez vezet;
- a gáz tüzelőberendezésekhez képest a biomassza és szén tüzelésére alkalmas berendezések energia hatékony és környezetbarát üzemeltetése nagyobb szakértelmet igényel a felhasználótól.

A fenti megállapítások gyakorlatilag változtatások nélkül elmondhatók a települések önkormányzati intézményeinek energiaellátásáról is.

Napjainkra nyilvánvalóvá vált, a vidék, azon belül is a kistelepülések boldogulásához előbb alapvető szemléleti, majd új alapokra helyezett cselekvési terven és annak következetes megvalósításán keresztül vezet az út. A nehéz helyzetben lévő településeken az állapot kritikus, amely halogatást nem tűrő intézkedések sorozatát kell, hogy indukálja. A kistelepülések „szomorú” helyzetükből való kilábalása azonban csak a gondokban közvetlenül érintettek (lakosság, önkormányzat), és a közvetetten érintettek (állam, gazdasági szereplők) együttműködésével veheti kezdetét [7].

A világgazdaságot, az Európai Uniót és benne Magyarországot is sújtó elhúzódó válság, több mint a gazdasági lehetőségek szűkülése, több mint a növekedés lassulása. Mára nyilvánvalóvá vált, hogy a válság hatásait legjobban elszenvedők a gyenge gazdasági teljesítménnyel rendelkező régiók. Ezekben a térségekben a gazdasági és társadalmi különbségek tovább nőnek a lakosság különböző rétegei között, és a hátrányos helyzetben lévők leszakadása a mélyszegénységbe süllyedésüket eredményezi.

A vezetékesgáz-ellátásának változását 2000-2012 között a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat: Vezetékesgáz-ellátás változása 2000-2012 között Magyarországon [8]

Év	Az értékesített gáz mennyisége, millió m ³		Gázfogyasztók száma ezer		Egy háztartási fogyasztóra jutó havi átlagos gázfelhasználás m ³ /hó	Vezetékes gázzal rendelkező települések aránya %
	összesen	ebből: háztartásoknak	összesen	ebből: háztartási		
2000	8415	3466	2984	2824	102,3	80,0
2001	9213	3782	3068	2899	106,7	84,1
2002	9182	3954	3149	2970	111,0	85,8

2003	10227	4571	3223	3037	125,4	88,6
2004	10159	4425	3299	3101	118,9	89,9
2005	10457	4600	3366	3158	121,4	90,5
2006	10015	4413	3429	3215	114,4	90,5
2007	9081	3796	3479	3260	97,0	90,8
2008	9118	3794	3513	3292	96,0	91,1
2009	8544	3625	3552	3333	90,6	91,1
2010	9580	3625	3600	3396	89,0	91,2
2011	7846	3094	3537	3308	77,9	91,2
2012	8756	2948	3516	3288	74,7	91,2

A földgáz továbbra is meghatározó szerepet játszik a hazai energiaellátásban. Hazánkban 2012-ben 2876 településen volt vezetékes gázszolgáltatás, ami 91,2 %-os ellátottságnak felel meg. A fogyasztók száma a 2011-es évhez képest csökkent 3288 ezer volt, részükre 2948 millió m³ gázt értékesítettek. A 2012-t megelőző években a fogyasztás általában 9 milliárd m³ felett alakult. A lakásállomány 75%-nak energiaszükségletét fedezték a gázszolgáltatók. Az előző évhez képest nőtt az összes gázfogyasztás, azonban nem a háztartások fogyasztottak többet, hanem az ipari vállalatok. Magyarországon az épületek fűtését mintegy 2/3 arányban gázfűtéssel oldják meg.

Az egy háztartásra jutó gázfogyasztás a 2003. évi 125,4 m³/hó csúcsponttól lassuló ütemben, minimális kilengéssel csökkent 2012-ben 74,7 m³/hóra. A gázár folyamatos növekedése a felhasználás alakulásának fő oka. Ahol a földgáz helyettesítése lehetséges, ott elsősorban fatüzelést alkalmaznak.

3. A BIOMASSZÁBAN, MINT HELYBEN RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ ENERGIAHORDOZÓBAN REJLŐ LEHETŐSÉGEK

A kistelepüléseken a növekvő árak miatt egyre kevesebben használnak vezetékes földgázt fűtésre. Ezért nagyon sokan más alternatív energiaforrást vesznek igénybe.

Magyarországon gazdasági és természeti adottságok miatt a leginkább használt megújuló energiaforrás a biomassza. A 4. táblázat értékei közül kimagasló a napenergia értéke, ez egy elméleti érték, amely megmutatja az ország területére beérkező napenergiának mennyiségét. Ezt a mennyiséget csak akkor lehetne felhasználni, ha minden háztartás rendelkezne napenergiát hasznosító berendezéssel. Az ilyen berendezések ára nagyon drága, melyet az energiaszegény háztartások nem tudnának megvenni, valamint megtérülési ideje is nagyon hosszú lenne.

4. táblázat: Magyarország megújuló energiapotenciálja [9]

Megújuló energia	MTA által meghatározott potenciál (PJ)
Napenergia	1838
Vízenergia	14,4
Geotermikus energia	63,5
Biomassza	203-328
Szélenergia	532,8
Összesen	2600-2077

A biomassza energiahordozóként való hasznosítása

- az ellátásbiztonság területén:
 - csökkenti a függőséget,
 - csökkenti a hazai fosszilis készletek felhasználását,
 - megfizethető energiahordozóhoz juttatja a felhasználókat,
 - csökkenti a vidék energiafüggőségét,
 - növeli a szociális biztonságot,
- a versenyképesség területén:

- az energiahordozók piacán folyó árversenyben sikerre számíthat,
 - növeli a vidék gazdasági erejét,
 - új munkahelyeket, iparágakat teremthet,
 - a fosszilizseknél olcsóbb energiahordozó versenyképességi előnyt jelent a kistelepülések hőtermelésében,
- a fenntarthatóság területén:
- csökkenti a fosszilis energiahordozók hőtermelés célú felhasználását,
 - felhasználása nem növeli a légkör CO₂ terhelését, sőt az erdősítés növelésével, energiaültetvények telepítésével nőhet a légkörből megkötött széndioxid mennyisége.

3.1 A biomassa, mint energiaforrás

Mielőtt részletesebben kitérnénk a biomassa ismertetésére és jellemzőire, fontos kitérni arra is, hogy biomassa kifejezésen mit is értünk pontosan.

A legáltalánosabb megfogalmazás szerint a biomassa biológiai eredetű szerves anyag, amely a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok, mikroorganizmusok) tömege. Továbbá létre jöhet biotechnológiai iparágak termékei és melléktermékeiként is [10,11].

A biomassa tehát valamely élettérben, egy adott pillanatban jelenlévő szerves anyagok, és élőlények összessége. Az ökoszisztémában létrejövő szerves anyag mennyiség a zöld növények által a fotoszintézis során a Nap sugárzóenergiájából átalakított és megkötött kémiai energia. Ez az energia áll rendelkezésre a növényben a saját életfolyamataira, valamint az állatok számára. A biomassa tehát transzportált napenergia. Környezeti és energetikai szempontból kiemelt szerepe abból adódik, hogy alkalmazása szén-dioxid semleges, ugyanis felhasználásakor csak annyi szén-dioxid keletkezik belőle, amennyit korábban fotoszintézise során felhasznált, ezáltal alkalmazása nem növeli az üvegházhatású gázok kibocsátását [10,11].

A termelési-felhasználási láncban elfoglalt helye alapján a biomassa lehet:

- elsődleges: mező- és erdőgazdasági hulladékok, melléktermékek;

- másodlagos: állattenyésztés melléktermékei illetve hulladékai;
- harmadlagos: a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparágak melléktermékei, hulladékai, települések szerves eredetű hulladékai.

A megújuló energiatípusok közül a biomassza, csaknem minden országban hozzáférhető, az egyik leginkább hasznosítható, és a legkönnyebben kiaknázzható energiaforrás. A biomasszán alapuló energiatermelés beruházási költségei lényegesen kedvezőbbek lehetnek, mint a többi megújuló energiaforrás esetében, hiszen a régi széntüzelésű erőművek viszonylag kis költséggel átalakíthatók, míg egy új szélerőmű park, egy vízi erőmű, vagy egy korszerű és nagyméretű naperőmű létesítése jelentős költségekkel jár.

3.2 Biomassza alapú energiafelhasználás gazdasági és társadalmi hatása

A biomassza alapú energiaellátás megvalósításával, nem csak az energiaszegény háztartások fűtési problémáit lehetne megoldani, de társadalmi és gazdasági hatása is kedvező lenne számunkra. A hasznosítás várható eredményeit a következő pontokban fogjuk ismertetni.

A biomassza hasznosításának várható közvetlen eredménye [12]:

- az energiaellátás biztonságának növelése,
- az energia importfüggőség mérséklése,
- takarékoság a fosszilis energiaforrásokkal,
- a mezőgazdaság a jelenlegi energiafogyasztó szerepből részben energiatermelő szerepkörbe léphet át,
- a termőföld térségi adottságokhoz igazodó hasznosítása,
- megfelelés a nemzetközi környezetvédelmi elvárásoknak.

A biomassza hasznosításának várható közvetett eredményei [12]:

- környezetvédelmi szempontoknak megfelelő agrártermelés kiterjesztése,
- racionális földhasználat kialakítása, különösen a nem okszerűen hasznosított térségekben,
- élelmiszer túltermelési válságok kialakulásának csökkentése,

- a vidék népesség-megtartó erejének a növelése,
- megújuló energiaforrás fejlesztésre épülő térségi gazdasági fejlesztés elősegítése, az erre épülő szolgáltatási rendszerek kialakítása.

3.3 Energetikai hasznosításra alkalmas fő biomassza típusok

Energetikai célú hasznosítás során fontos tudnunk, hogy a tüzelőanyag milyen biomassza típusokból tevődik össze, hiszen nem mindegy, hogy a tüzelőanyag milyen fűtőértékkel rendelkezik. Ebben a fejezetben a fő biomassza típusokat fogjuk ismertetni.

A biomasszákat felhasználásukat tekintve két nagyobb csoportba sorolhatjuk. Az egyik csoport a melléktermékek, melyek a mező- és erdőgazdálkodás, a ráépülő feldolgozóipar, kommunális szilárd- és folyékony hulladékkezelés területéről származhatnak. A legfontosabbak (4. ábra):

- gabonaszalma, kukorica- és napraforgószár, kukoricacsutka, napraforgó maghéj, szőlővenyige, gyümölcsfanyesedék, nádhulladék stb.
- tűzifa, erdei apríték, fűrészpor, forgács, kéreg, hancs, stb.
- parkok, fasorok karbantartásának hulladékai, különböző bomló szerves anyagok, illetve a belőlük keletkező biogázféleségek.



4. ábra: Mező- és erdőgazdálkodási melléktermékek [13,14,15,16]

A másik csoport az energianyerés céljából termesztett növények, ezek közül a legfontosabbak:

- szántóföldi növények: teljes-növény, repce, magkender, és mindazon növényfélések, amelyek valamilyen átalakításával energiahordozó nyerhető,
- fás energetikai ültetvények.

Az 5. ábrán az energetikai ültetvényeken termesztendő növények képeit láthatjuk.



5. ábra: Energiaültetvények (energianád- és nyár) [17,18]

A legnagyobb tömeget a fás anyagok és lágyszárú növények maradványai képezik. A keletkező és tényleges energiacélra felhasználható mennyiségek között jelentős különbség van, ezért beszélünk elméleti- és technikai potenciálról [19].

3.3.1 Növényi eredetű biomasszák

Növényi eredetű biomasszáknál tisztában kell lennünk azzal, hogy csak akkor lesz biomasszának való mezőgazdasági melléktermék, ha folyamatosan gondoskodunk az utánpótlásról és nem hagyjuk, hogy a földterület termőképessége csökkenjen.

Erdészeti- és mezőgazdasági melléktermékek beltartalmi értékeit és egyéb fizikai-kémiai tulajdonságaikat tekintve semmiben sem különböznek a főterméktől. Ezen melléktermékeknek csak egy részét kell újrahasznosítani, mert azok jelentős részére szüksége van annak a területnek, ahonnan származnak. Így az erdők megújulásához, vagy a szántóföldek tápanyagellátásához szükséges a növényi maradványok egy részének visszaforgatása. Az intenzív állattenyésztéssel rendelkező területeken az energetikai célok legnagyobb vetélytársa az almozás és a takarmányozás.

Fontos mezőgazdasági melléktermékek közé tartozik: szalma, kukoricacsutka, kukoricaszár, napraforgószár.

A növényi eredetű biomasszák fűtőértékeit az 5. táblázat mutatja.

5. táblázat: Növényi eredetű biomasszák fizikai jellemzői [20]

Melléktermék	Szalma- bála	Kukorica- csutka	Kukorica- szár	Napraforgó venyige	Nyesedék venyige	Fa- hulladék
Termelt mennyiség [10⁶ t/év]	4,5–7,5	10,–13,0	1,0–1,2	0,4–1,0	1,0–1,2	1,0–1,5
Eltüzelhető mennyiség [10⁶ t/év]	1,5–2,0	3,0–4,0	0,4–0,6	0,3–0,4	0,5–0,7	0,5–0,7
Nedvességtartalom betakarításkor [%]	10–20	40–65	30–40	30–35	30–45	20–45
Nedvességtartalom tárolás után [%]	13–15	22–43	12–20	18–25	15–20	15–25
Fűtőérték [MJ/kg] (18% nedvességtartalom mellett)	13,5	13,0	13,5	11,5	14,8	15,0

Láthatjuk, hogy a fahulladékok fűtőértéke nagyobb, mint a mezőgazdasági melléktermékek fűtőértéke.

Erdészeti melléktermékeknél az alábbi részeket hasznosítjuk: erdei tűzifa, szálfák letisztítása során marad vissza, vagy a lehulló ágak, gallyak [21].

A fenti 6. táblázatban jól látható hogy a legkeresettebb tüzelőfák közé az akác, tölgy, nemes nyár és a fenyő tartozik. A fakitermelési arány magas, az elkövetkezendő években ez az érték valószínűleg növekedni fog. Azonban az erdőknek időt kell hagyni, hogy a facsemeték kellő nagyságra növekedjenek, hiszen több tíz évet vessz igénybe a folyamat. Vegyük példaként az akácot, ez az egyik legkedveltebb tűzifa, ez annak köszönhető, hogy 20-25 év alatt már eléri a vágási nagyságot.

6. táblázat: Fakitermelés bizonyos fatípusok szerint 2008 és 2012 között Magyarországon [22]

Fakitermelés fajokcsoportok szerint (2008-2012) [1000m³]					
<i>Megnevezés</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
Tölgy	1166	1052	1102	1104	1055
Cser	930	936	940	946	879
Bükk	692	745	916	780	698
Gyertyán	321	324	275	321	306
Akác	1427	1480	1628	1857	1793
Egyéb kemény, lombos fajok	201	208	220	249	253
Nemes nyár	921	699	980	1212	1113
Hazai nyár	183	164	171	242	225
Fűz	60	48	43	61	66
Egyéb lágy, lombos fajok	244	233	240	289	279
Fenyő	879	885	910	1018	1065
Összesen	7024	6774	7424	8080	7732
Fakitermelési arány %	53,6	51,5	56,5	61,8	59,3

A biomassa erdészeti- és mezőgazdasági melléktermékek mellett energianövényekből is állhat. Az energianövény elnevezés is mutatja, hogy ezeket a növényeket az energetikai célú hasznosításra termesztik. Ezekre a növényekre jellemző, hogy kedvező a növekedési ütemük, viszonylagos igénytelenségük mellett, olyan termőterületeken is megélnek, ahol más növény csak nehezen, túl sok ráfordítással lennének termesztethetők [23].

Évelő lágyszárú növények közé tartoznak a következők: energiafű, kínai nád, elefántfű, japánfű, amerikai bársonymályva, orvosi és fehérvirágú somkóró csicsóka, zöldpántlika fű, réti ecsetpázsit, nádképű csenkesz, évelő rozs, olasz nád.

Az egy éves lágyszárú növényekhez tartoznak a cirokfélék, cukorcirok/ takarmánycirok, szemescirok, szudánifű, rostkender, repce, napraforgó, gabonafélék, kukorica [24].

A leggyakrabban termesztett fajták hazánkban energetikai célból: fűz, nyír, nyár és akác, illetve ültetvények esetében ezek hibridjei.

3.3.2 Kommunális hulladékból származó biomassa

Kommunális hulladékokból bizonyos frakciókat szelektíven gyűjtve és szortírozva másod-tüzelőanyagot állíthatunk elő.

Kommunális hulladéknak nevezzük mindazokat a településeken (háztartásokban) keletkező szilárd- és folyékony hulladékokat, szennyvizet, amelyek a közvetlen emberi tevékenység révén képződnek. Összetétele és mennyisége a lakosság életszínvonalától és fogyasztási szokásaitól függ, évszakonként periodikusan változhat [25].

Kommunális hulladékokból az általunk hasznosítható anyagok: a papír, többféle anyagból készült háztartási eszközök dobozai, és a különféle szerves anyagok [26].

Az ily módon létrehozott tüzelőanyagok elsősorban közösségi épületek fűtésére lehetnének alkalmasak, valamint a 2015. január 1.-től érvényes rendeletre is megoldás lehetne, hiszen a lerakott hulladékért fizetnie kell majd a szolgáltatóknak.

Évente körülbelül 5 millió tonna települési hulladék keletkezik, melynek elhelyezéséről gondoskodni kell.

7. táblázat: A magyarországi települési szilárd hulladék mennyiségének alakulása tonna mennyiségben [27]

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lakosságtól elszállított összes hulladék	2 691 475	2 676 032	2 549 797	2 464 756	2 349 249	2 212 883
Ebből szelektív gyűjtéssel elszállított hulladék	35 503	44 827	57 711	85 738	90 559	116 147
Egyéb szervektől elszállított összes hulladék	1 062 867	935 265	827 787	644 364	657 282	578 735
Ebből szelektív gyűjtéssel elszállított hulladék	132 867	118 727	93 686	64 282	90 990	55 438
Közterület tisztításból származó elszállított hulladék	123 439	111 093	109 174	92 171	92 278	78 386
Közterületen szelektíven gyűjtött hulladék	95 293	103 675	95 080	108 743	98 822	89 330

A 7. táblázatban feltüntetett értékek alapján elmondhatjuk, hogy a szelektív gyűjtéssel elszállított hulladékok mennyisége 2011-ig növekedett. 2012-ben az összhulladék mennyisége visszaesett, de a szelektív hulladékok mennyisége a visszaesett értékhez képest is jelentős. Az így összegyűjtött hulladékokat, tüzelőanyagként felhasználhatjuk.

A hulladék összetétele folyamatos változásban van (ahogy ezt a 8. táblázat is mutatja) – megfigyelhető egy évszakos ritmus és egy éveken átívelő tendencia egyaránt. Az utóbbi évtizedekben egyre nő a papír, fémek és a műanyagok aránya, ennek eredménye a szemét gyors térfogat-növekedése. Sajnos a veszélyes alkotók is egyre gyarapodnak, a reklámok túl sok vegyszert és mérget (tisztító- és illatszert, piperecikket) „erőltetnek ránk”. A veszélyesnek minősülő összetevők – elhasznált vegyi anyagok, gyógyszermaradékok, kémiai áramforrások stb. – részaránya átlagosan 0,7-1 tömegszázalék, ami a hulladék kezelésénél különös gondosságot igényel [28].

8. táblázat: A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele [29]

A közszolgáltatás keretében elszállított települési hulladék összetétele (2009–2012) [%]				
Hulladék / Év	2009	2010	2011	2012
papír	18,8	14,8	14,7	13,2
textil	3,7	3,5	3,5	3,5
műanyag	19,1	15,6	15,5	15,9
üveg	4,0	4,4	4,1	4,3
fém	2,9	3,1	3,3	3,3
bio	20,7	19,2	19,0	20,3
lomtalanítási	3,5	3,1	2,9	2,6
veszélyes hulladék	0,2	0,4	0,6	0,4
egyéb	27,1	35,8	36,5	36,5
összesen	100	100	100	100

4. BIOMASSZÁBÓL TÜZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁSA

Lakossági szinten a legkönnyebben beszerezhető biomassza tüzelőanyag a brikett, a pellet és a tűzifa. A tűzifa a legelterjedtebb kistelepüléseken élők számára. Ebben a fejezetben a brikett és pellet tüzelőanyagok előállításra térünk ki.

A tüzelőanyag létrehozása során az előkészületi műveletek és maga az előállítás azt a célt szolgálja, hogy a tüzelőanyagnak megfelelőek legyenek a fizikai tulajdonságai. Ezáltal a felhasználóhoz könnyebb eljuttatni, és magát a felhasználást (eltüzelést) is komfortosabbá teszi.

A megtermelt biomassza keletkezési formájában és helyén, csak kivételes esetekben használható fel energetikai célokra. A felhasználáshoz különböző előkészítő műveleteket igényelnek [11]:

- betakarítás
- szárítás: a letermelt növények a betakarítástól függően különböző, de mindenképpen magas, 30-60% nedvességtartalommal rendelkeznek; a tüzelési célú felhasználásnál, viszont az alacsony nedvességtartalom, 15-20% a követelmény,
- szállítás: a szállítás módja és munkaerőigénye a bála formájától és fajtájától függ,
- aprítás, nemesítés: a különböző fajta biomasszákat speciálisan kialakított aprítógépekkel aprítják; az aprításra a tüzelőberendezésbe történő adagolás miatt van szükség,
- manipulálás, tárolás, stb.

4.1 Brikett előállítása és tulajdonságai

Az energetikai tömörítvények egyik fontos változata a brikett, amelyet mező- és erdőgazdasági melléktermékekből állítanak elő. Brikettnek nevezzük az 50 mm vagy ennél nagyobb átmérőjű, kör, négyszög, sokszög, vagy egyéb profilú tömörítvényeket, ahogy ezt a 6. ábra is mutatja.

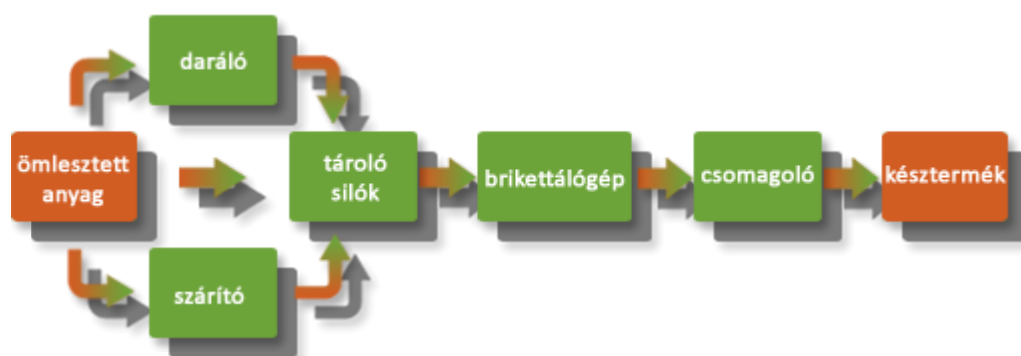


6. ábra: Különböző alakú brikett termékek [30]

Brikett égetéséhez nincs szükség speciális tüzelőberendezésre. Alacsony nedvességtartalma miatt jobb hatásfokkal ég, mint a hagyományos tűzifák.

A brikettálás olyan folyamat, amely során bizonyos típusú anyagok térfogata nagy nyomás alatt csökken, így a brikettált anyag fizikai jellemzői (például felhasználási szempontból) előnyösen változnak. Ezt a folyamatot az 7. ábra szemlélteti. Fa alapanyag brikettálása, préselése esetén a nagy nyomás alatt felszabaduló lignintartalom biztosítja az elkészült biobrikett szilárdságát [31].

A tömörítendő hulladékok (pl.: faporok, finomforgácsok, maghéjak, fa-, szalma, energianövény őrlemények stb.) összes mennyisége nem túl nagy, de a keletkezés helyén jelentős is lehet, mellyel akár technikai zavart is okozhatnak. A faiparban keletkező porok és forgácsok brikettálása új energiahordozó előállítása mellett, hulladékhasznosítást és egyben technológiai zavarok megelőzését is jelentheti [32].



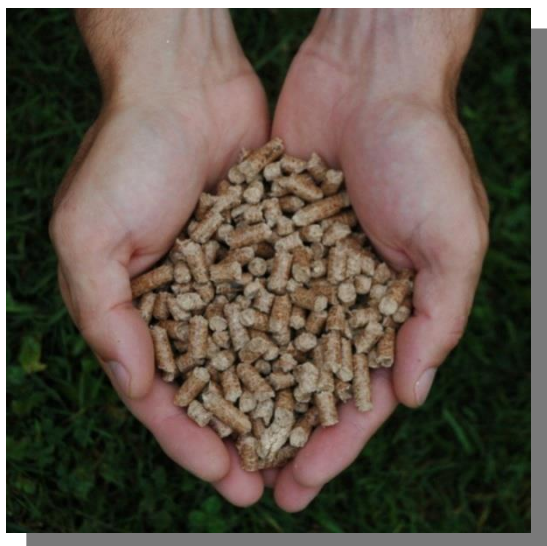
7. ábra: A brikettgyártás elvi folyamata [31]

A brikettálásra alkalmas alapanyag megfelelő előkészítéssel (szükség esetén aprítással és szárítással) kerül feldolgozásra. A brikettálandó alapanyagot a tömörítéshez mechanikai úton apró részekre bontják, majd szárítják. Erre csak akkor van szükséges, ha az alapanyag nem a kívánt nedvességtartományban van, illetve mérete nem megfelelő. Egyes anyagfajták esetén a darálás szükségtelen (például fűrészpor). Az így előkészített anyag a tárolósilókba kerül, majd onnan csigás szállítással kerülhet tovább a brikettáló berendezéshez [33].

A tömörítést présgépekkel és kötőanyag felhasználása nélkül végzik. Célszerű lehet azonban különböző melléktermékek összekeverése, illetve bekeverése is. A szalmához fűrészpor, fenyőfakéreg, viasz adalékanyagként való hozzáadása javítja a biobrikett szilárdságát, de az adalékanyagoknak lehet kondicionáló (nedvességtartalom csökkentő) szerepe is [32]. A prés gépben a nyomás 800-1600 bar körüli. A préselés közben képződő vagy bevitt hő és a túlnyomásos vízgőz hatására megfelelő hatásidő alatt a farészecskék kapcsolatba kerülnek egymással, miközben az alapanyag térfogata csökken, a térfogati sűrűsége nő, amely meghaladja a természetes fa térfogatsűrűségét ($0,8-1,4 \text{ g/cm}^3$). Végül az alapanyag a kívánt idomú briketté alakul.

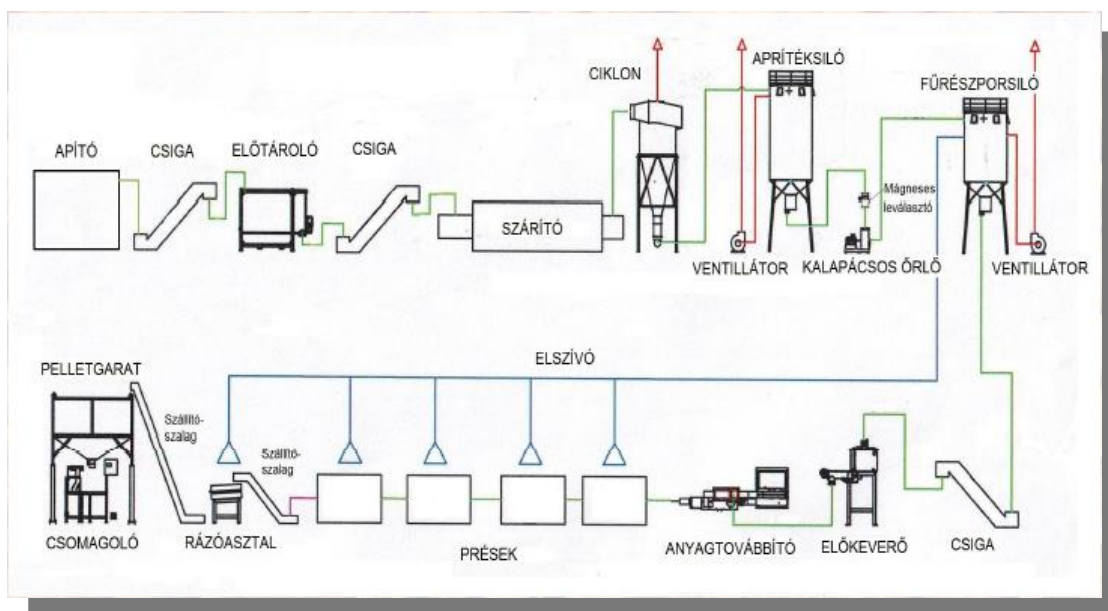
4.2 Pellet előállítása és tulajdonságai

A pelletálás a biobrikettgyártás speciális változata. Pelletnek nevezzük a körcellás görgős préseken készített 3-25 mm átmérőjű tömörítvényt, melyet termelékenyen állíthatunk elő. A görgős prések préselés közben őrlést is végeznek.



8. ábra: Pellet [34]

Korábban takarmányozási célra állítottak elő pelletet (8. ábra), de kedvező méretei miatt az utóbbi időben igen nagymértékben terjed a tűzipellet-gyártás. Jó automatizálhatósága miatt vetekszik a földgázzal. A felhasználók azért döntenek a pellet mellett, mivel környezetbarát, és automatizálhatósága révén használata ugyanolyan kényelmes, mint a földgázé.



9. ábra: Pellet előállításának folyamata [35]

A termelési ciklus folyamán a fűrészpor, gyaluforgács vagy faapríték egy dobszáritóban állandó nedvességet ér el, amit a darálókban homogén, apró méretűvé őrlnek. Ezek után egy

ventilációs rendszeren keresztül az aprított, száraz nyersanyag a présbe jut, ahol szintetikus kötőanyag hozzáadása nélkül, nagy nyomáson kis rudakká préselik és létrejön a nagy sűrűségű és keménységű fapellet. Kötőanyagként a fában eredetileg megtalálható lignin szolgál, de gyakran használnak olaj magvakat, különböző típusú liszteket, amelyek a szilárdságát is növelik. A tömörítési eljárás előnye, hogy tiszta, jól kezelhető, csomagolható és gazdaságosan szállítható anyagot eredményez (9. ábra).

Kondicionálás után a termék csomagolása következik, melyet 15 kg-os műanyag zsákokban, 850 kg-os big-bag zsákokban vagy raklapon árulják (800-1200 kg is lehet egy raklapon). Szinte minden anyagot lehet pelletálni, amely apró méretűre darálható, illetve amelynek szemcseszerkezete és nedvességtartalma megfelelő [36].

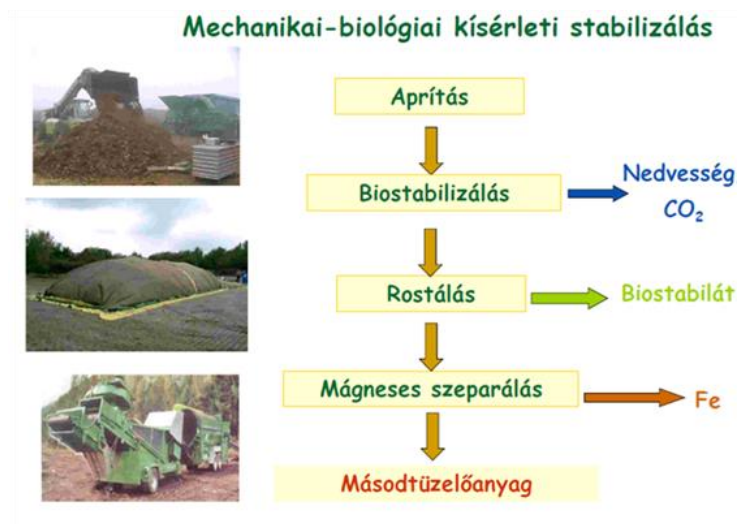
4.3 Tüzelőanyag előállítása háztartási és kommunális hulladékokból

Tüzelőanyagot előállíthatunk háztartási és kommunális hulladékokból is, azonban fontos megjegyezni, hogy ezen tüzelőanyag felhasználása közintézmények szempontjából lényeges. Az így előállított tüzelőanyagokat, inkább kistelepüléseken levő közintézmények felfűtésére alkalmazhatók.

A hulladék égetése előkezelés nélkül környezet szennyező hatású, továbbá megfelelő berendezés szükséges az általa létrehozott tüzelőanyag eltüzelésére.

Hulladékok újrahasznosítása során az elsődleges nyersanyagokat újból felhasználjuk. Ez a folyamat magába foglal egyéb technológiákat is, úgymint komposztálás és anaerob bomlás.

A település szilárd hulladékában (TSZH-ban) lévő biológiailag lebontható rész nedvesség tartalmának csökkentésével viszonylag jó minőségű másod-tüzelőanyagot állíthatunk elő. Ezt az eredményt stabilizációs kezeléssel érhetjük el, melynek módszere a mechanikai, biológiai vagy termikus eljárások kombinált alkalmazásából tevődik össze [37].



10. ábra: Települési szilárd hulladékok (TSZH) hulladékok kezelése [38]

Az aprítás előtt a hulladékot osztályozzák, az oda nem illő anyagokat eltávolítják (fémleválasztás). Az aprítást követően egy biostabilizáláson megy keresztül, amely a komposztáláshoz hasonló aerob lebontású folyamat. A stabilizált anyagból szitálással nyerik ki a nagy fűtőértékű komponensekben gazdag frakciót. Majd ismételten egy mágneses fémleválasztás következik. Az így létrejött másodtüzelőanyagot a felhasználás szempontjából megfelelő formára kell alakítani [37].

A körülbelül 30-45 % nedvességtartalmú 3000-6000 kJ/kg fűtőértékű nyers hulladékból 11000-16000 kJ/kg fűtőértékű és 10 % körüli nedvességtartalmú másod-tüzelőanyagot állíthatunk elő [39,40,41].

5. BIOMASSZA KAZÁNOK

Ahhoz, hogy a földgázt kiválthassuk, az alternatív tüzelőanyagon kívül szükségünk van egy tüzelőberendezésre, melyben el lehet tüzelni őket. Az erre a célra alkalmas berendezések a hagyományos és korszerű szilárd tüzelőanyaggal működő háztartási tüzelőberendezések, a kazánok.

A biomassza kazán rendszerek technikai felépítése és működtetésük módja nagymértékben különbözik egymástól attól függően, hogy a kazánban hasábok, apríték, pellet vagy esetleg fűrészpor formájában tüzelhető-e el a fa. Kiépítésük során fontos tényezőként kell figyelembe venni a megfelelő minőségű kémény elhelyezését, a tüzelőanyag beszerzési lehetőségeit, tárolását, utántöltését (adagolás), valamint a hamuürítés lehetőségének és feltételeinek biztosítását [42].

A biomassza eltüzelésekor a szén-dioxid-kibocsátás összességében nem terheli az élővilágot, hiszen amennyi CO₂-t leköt egy fa az élete során, ugyanannyi szabadul fel belőle az égésekor, de lényegesen nagyobb koncentrációban.

5.1 Hagyományos, fahasáb tüzelésű kazánok

Hagyományos tüzelés esetében csekély a tüzelés szabályozhatósága, emiatt a kéményen át rengeteg hő távozik. Energetikailag ezért a fahasáb tüzelésű kazán hatékonysága hagy kívánnivalót maga után.

A biomassza kazán rendszer esetében a tüzelőanyag viszonylag alacsony ára az a szempont, ami a magasabb bekerülési összeget és az alacsonyabb tüzeléstechnikai hatásfokot kompenzálja [42].

Egy fatüzelésű kazán működése alapvetően 3 részre bontható:

1. a fa hevítése és szárítása
2. gázok képződése és elégetése
3. a keletkező faszén elégetése.

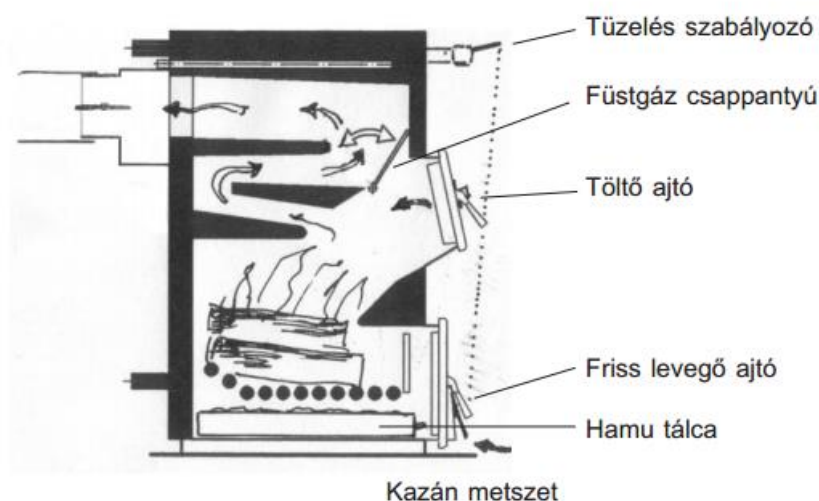
Mindhárom fázis más-más feltételeket (levegő, hőmérséklet) igényel az égési folyamat során.

A hagyományos egy tűzteres fatüzelésű kazánoknál az égés egyetlen szabályozási lehetősége az égési levegő elvétele vagy hozzáadása a huzatszabályozóval (kazánajtó nyitása/zárása). Az ajtó éppen aktuális nyitottságától függően a fent említett három folyamat közül valamelyiknek

túl sok lesz a levegő, másik folyamatnak pedig túl kevés, ez ugyanígy a hőmérsékletre is igaz. Így a három művelet egyike se tud tökéletesen végbemenni.

A számunkra nem optimális égési feltételek és a tökéletlen szabályozás eredményeként rengeteg éghető anyag távozik a kéményen át vagy hátra marad salakként és hamuként a kazánban. Emiatt a kazán környezetkárosító, illetve alacsony hatásfokkal (körülbelül 65-75%) fog rendelkezni [43].

A 11. ábrán egy hagyományos, fahasáb tüzelésű kazán működése látható.



11. ábra: Hagyományos, fahasáb tüzelésű kazán működési elve [44]

Viszont előnyei közé tartozik az, hogy könnyen kezelhető és viszonylag olcsón beszerezhető.

5.2 Faelgázosító kazánok

A faelgázosító kazán – ahogy neve is jelzi – a fa elgázosításából nyert, úgynevezett fagáz elégetésével fűt. Ez a típusú kazános fűtési mód környezetbarát, a gázfűtéshez képest átlagosan 40% feletti megtakarítást biztosít. A jelentős mértékű megtakarítás oka a tüzelőanyag alacsony ára és kitűnő hatásfoka.

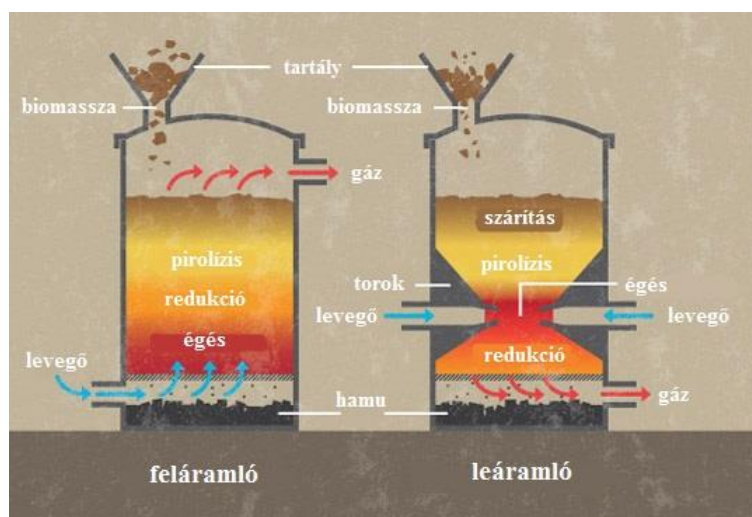
Míg a hagyományos fatüzelésnél az égést a levegő adagolásával szabályozzák (vagyis tökéletlen égés jön létre és szennyező füstgáz termelődik), addig a faelgázosító kazán esetében az égés tökéletes: a kazán a fagázt magas hőfokon, megfelelő mennyiségű levegővel keverve égeti el. Ez a fajta szabályozott égés a két tűzterű kazánban kétszer hatékonyabb,

mint a hagyományos fatüzelés, a fa égési ideje pedig 4-5-ször hosszabb, mint a hagyományos kazán esetében.

A faelgázosító kazán használatával a maximális hőenergia kinyerhető a fából, éppen ezért kevesebb fára van szükség, csökkenthető a fűtési kiadás összege. Ezen túlmenően a faelgázosító kazán nem igényel gyakori feltöltést, és nagyméretű fahasábok is betehetőek hasogatás nélkül.

A faelgázosító kazán működése során az égési folyamat minden fázisának optimális feltételt biztosít, ezáltal érhető el 85% feletti hatásfok. A tökéletes égésnek köszönhetően lényegesen kevesebb hamu képződik és a károsanyag-kibocsátás is jelentősen csökken [43,45].

A 12. ábrán a faelgázosító kazán működési elve látható.



12. ábra: Faelgázosító kazán működési elve [46]

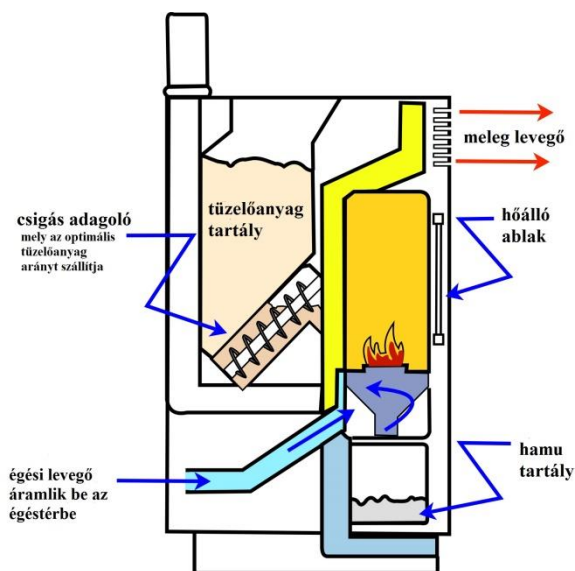
5.3 Pellet kazánok

A pellet kazán automata, szabályozott égésű, szilárd tüzelésű kazán. A pellettel történő fűtés a gázfűtéshez hasonló komfortfokozatot biztosít. A kazánok automatagyújtással rendelkeznek. Igénytől és konstrukciótól függően, rendelkezhetnek automata hamukihordással, automata hőcserélő tisztítással, automata égőfej tisztítással és különböző fejlettségű, modulokkal kiegészíthető vezérlési rendszerrel. Bizonyos kazánok lambda szondával is rendelkeznek, így a tökéletes égéshez szükséges levegő mennyiségének szabályozása teljesen automatikus.

A pelletkazánok mellett mindig található napi, heti pellet tároló, melyből egy adagolórendszer biztosítja az égőfej folyamatos pellet ellátását. A pellet ily módon történő tárolása és adagolása lehetővé teszi, hogy akár több napra is magára hagyjuk rendszerünket, anélkül, hogy leállna a fűtés.

A pelletes fűtés az egyik legjobb alternatíva környezetbarát fűtési módok között, hiszen fűtési hatékonysága akár 90% feletti is lehet. CO₂ semleges, mivel a pellet égésekor csupán annyi CO₂ szabadul fel, amennyit a fa élete során megkötött (ez természetes korhadása során amúgy is felszabadulna). A kazán üzemeltetése felhasználóbarát, könnyen kezelhető. A kazán működése, karbantartásának és tisztításának gyakorisága nagyban függ a pellet minőségétől [45,47].

A 13. ábrán a pellet kazán működési elve látható.



13.ábra: Pellet kazán működési elve [48]

6. EGY PÉLDA A FÖLDGÁZ KIVÁLTÁSÁRA ALTERNATÍV BIO TÜZELŐANYAGOKKAL

A kutatómunkánk során a vizsgálatunk tárgya egy 100 m²-es az 1960-as években épített téglaház volt, melynek fűtése, használati melegvíz ellátása és gáztűzhely fogyasztása földgázzal történik.

A havi gázszámlák alapján a következő adatok adottak voltak:

- földgázfogyasztás m³-ben,
- fogyasztásra költött pénzösszeg Ft-ban,
- az elfogyasztott gáz hőmennyisége MJ-ban.

Az alábbi táblázatokban (9. 10. 11. táblázat) ezt mutatjuk be.

9. táblázat: A lakóház 2012-es földgázfogyasztásának alakulása

Idő	Fogyás [m³]	Hőérték [MJ]	Fizetett [Ft]	Földgáz [Ft/MJ]
2012.01.26.	330	11336	48668	4,293
2012.02.07.	441	15296	67414	4,407
2012.03.30.	296	10254	45179	4,406
2012.04.26.	120	4142	18937	4,572
2012.05.29.	50	1749	8907	5,093
2012.06.29.	29	1015	5668	5,584
2012.07.26.	31	1087	6029	5,546
2012.09.27.	63	2203	12195	5,536
2012.10.27.	78	2700	12421	4,600
2012.11.28.	245	8279	36260	4,380
2012.12.27.	282	9575	41914	4,377

10. táblázat: A lakóház 2013-as földgázfogyasztásának alakulása

Idő	Fogyás [m³]	Hőérték [MJ]	Fizetett [Ft]	Földgáz [Ft/MJ]
2013.01.28.	399	13473	53614	3,979
2013.02.27.	381	12781	49958	3,909

Idő	Fogyás [m³]	Hőérték [MJ]	Fizetett [Ft]	Földgáz [Ft/MJ]
2013.04.02.	344	11589	46554	4,017
2013.04.26.	161	5528	22776	4,120
2013.05.29.	35	1223	5805	4,747
2013.06.28.	22	774	4126	5,331
2013.07.25.	57	2009	6045	3,009
2013.09.26.	61	2129	10660	5,007
2013.10.24.	104	3546	14804	4,175
2013.11.28.	171	5743	19795	3,447
2013.12.30	318	10906	38170	3,500

11. táblázat: A lakóház 2014-es földgázfogyasztásának alakulása

Idő	Fogyás [m³]	Hőérték [MJ]	Fizetett [Ft]	Földgáz [Ft/MJ]
2014.01.28.	363	12184	41490	3,405
2014.02.26.	289	6497	32677	5,030
2014.04.02	242	8091	28061	3,468
2014.04.28.	73	2449	8616	3,518
2014.05.28.	34	1192	4723	3,962
2014.06.27.	122	4154	15061	3,626
2014.07.25.	28	985	4162	4,225
2014.09.26.	71	2507	10164	4,054

Az földgáz átlagos egységnyi hőenergia költségének változását a 14. ábra szemlélteti.



14. ábra: Földgáz átlagos egységyi hőenergia költsége Ft/MJ-ban
Forrás: saját szerkesztés

A 14. ábrából látható, hogy az évek során csökkent a földgáz ára, ez az állam rezsicsökkentés programjának köszönhető, amit a világpiacon bekövetkező 20% körüli gázárscsökkenés tett lehetővé.

A földgáz és az alternatív tüzelőanyagok összehasonlításához, az egyes megújuló biomassza tüzelőanyagokra is ki kellett számolnunk az egységyi hőenergia költséget. Ehhez tudnunk kellett az egyes tüzelőanyagok fűtőértékét MJ/kg-ban, illetve a körülbelüli piaci átlagárakat Ft/kg-ban. A 12-es táblázat ezeket az adatokat mutatja.

12. táblázat: A biomassza tüzelőanyagok fűtőértéke és piaci átlagára 2014-es adatok alapján

Tűzifa	Pellet	Brikett	Faapríték
15 MJ/kg	18,5 MJ/kg	18,5 MJ/kg	13 MJ/kg
21 Ft/kg	65 Ft/kg	55 Ft/kg	25 Ft/kg

A biomassza tüzelőanyagok árát a különböző erdészeti oldalakon levő árakból átlagoltuk. Az árakba nem számoltuk bele a szállítási költséget, melyet a megtakarítással ki tudunk küszöbölni. Az adott tűzép, vagy erdészet csak bizonyos távolságra szállít tüzelőanyagokat, így az árak erősen függenek attól, hogy az adott kistelepülési háztartás hol található.

A 12-es táblázat adataiból az egységnyi hőenergia költséget úgy számoltuk ki, hogy az egy kg-ra jutó költséget, elosztottuk a fűtőérték 90%-os hatásfokával [49, 50].

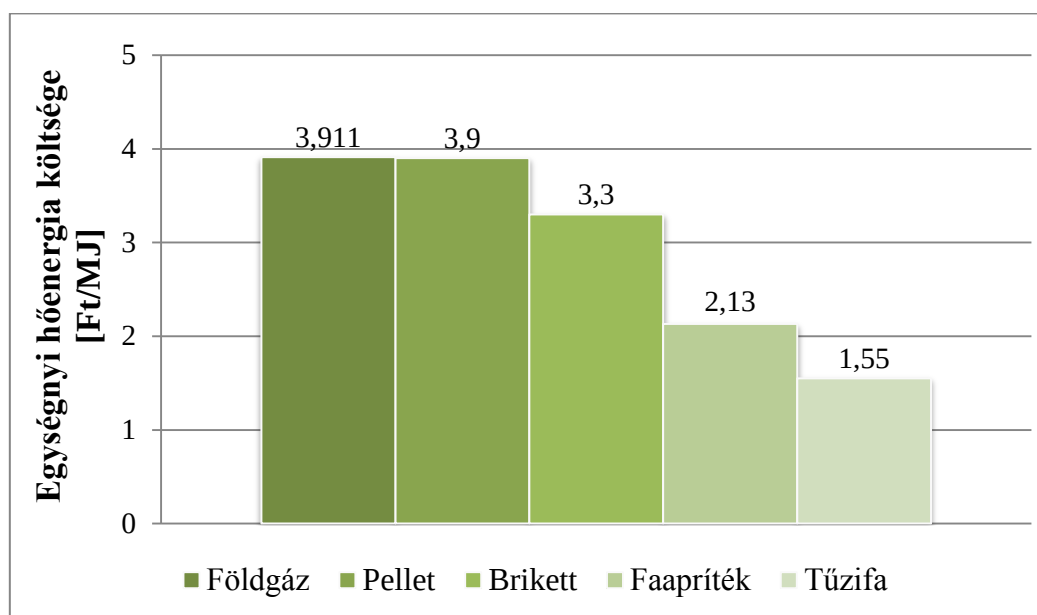
A kapott eredményeket a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat: Alternatív tüzelőanyagok egységnyi hőenergia költsége [51]

Tűzifa [Ft/MJ]	Pellet [Ft/MJ]	Brikett [Ft/MJ]	Faapríték [Ft/MJ]
1,55	3,9	3,3	2,13

Ez előbbi táblázat alapján a legolcsóbb fűtőanyag a tűzifa, amelyből 1 MJ energia előállítása 1,55 Ft-ba kerül. A pellet ára közel azonos a földgázzal, melyeket a legdrágábbnak tekinthetünk.

A 13. táblázat adatait a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: Egységnyi hőenergia költsége tüzelőanyagoként Ft/MJ-ban
Forrás: saját szerkesztés

A biomassza tüzelőanyagok ára mellett, azt is fontos figyelembe venni, hogy az adott tüzelőanyag felhasználásával mennyi lenne az évenkénti nyereség. Mivel nem minden háztartásban van tüzelőberendezés, ezért sokan szilárd tüzelésű kazán megvételére kényszerülnének, tehát nem mindegy, hogy az alternatív tüzelőanyag használatából fakadó nyereségből, mennyi idő alatt térülne meg az adott kazán ára.

14. táblázat: Biomassza kazán árak

Korszerű és hagyományos tüzelésű kazán		Pellet kazán		Faelgázosító kazán	
<i>Teljesítmény [kW]</i>	<i>Költség [Ft]</i>	<i>Teljesítmény [kW]</i>	<i>Költség [Ft]</i>	<i>Teljesítmény [kW]</i>	<i>Költség [Ft]</i>
68	1 539 240	68	2 538 730	70	1 075 999
48	956 310	48	1 602 740	50	746 999
29	600 710	29	1 083 310	32	577 499
23	566 420	23	1 005 840	22	464 000
17	544 830	17	985 520	18	402 999

Az 14. táblázat az 5 fejezetben említett biomassza kazánok árait szemlélteti teljesítményeik alapján. A táblázatból kiderül, hogy a pellet kazán a legdrágább. Ez azt bizonyítja, hogy a pellet kazán technológiája a legfejlettebb. A fogyasztók nem a gyors megtérülése miatt választják, hanem mert környezetkímélő, valamint alkalmazása ugyanolyan kényelmes, mint a földgáznak.

Az 15. táblázatból kiderül, hogy évente átlagosan 69 000 MJ hőmennyiségre van szüksége egy 100 m²-es lakásnak. Fontos megjegyezni, hogy a nyári időszakban a földgáz használati melegvíz és gáztűzhelyfogyasztásra fordítódik.

15. táblázat: Egy 100 m²-es lakás átlagos hőigénye évszakonként

Téli időszak átlag	36 000 MJ
Tavaszi időszak átlag	16 500 MJ
Nyári időszak átlag	4 500 MJ
Őszi időszak átlag	12 000 MJ
Összesen	69 000 MJ

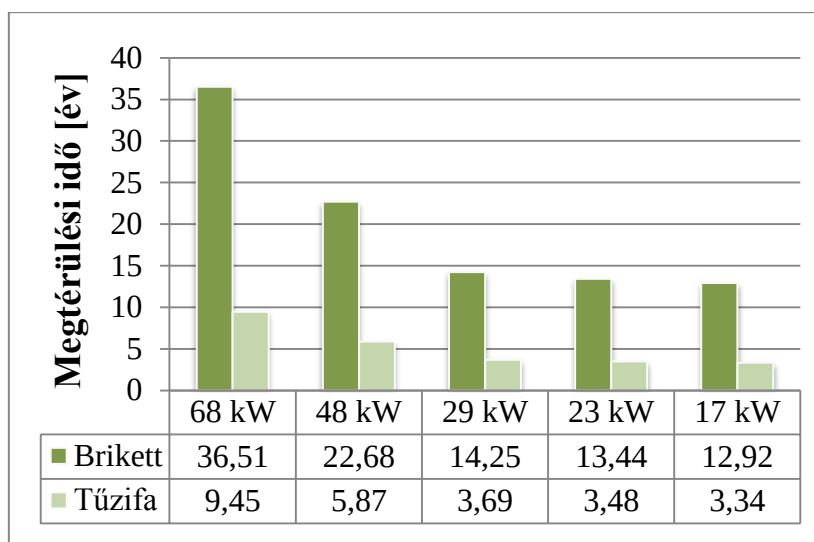
Ha a 2014-es földgáz egységnyi hőenergia igényének a költségét vesszük alapul (3,911 Ft/MJ), akkor az évenkénti költség a következő táblázat adja meg.

A 16. táblázatban az évenkénti költségen kívül, az évenkénti megtakarítást is feltüntettük. Ez alapján az egyes tüzelőanyagokra kiszámolhatjuk a megtérülési időt.

16. táblázat: Tüzelőanyagok évenkénti költsége és megtakarítása

	Földgáz	Pellet	Brikett	Faapríték	Tűzifa
Évenkénti költség [Ft]	269 859	269 100	227 700	146 970	106 950
Évenkénti megtakarítás [Ft]	-	759	42 159	122 889	162 909

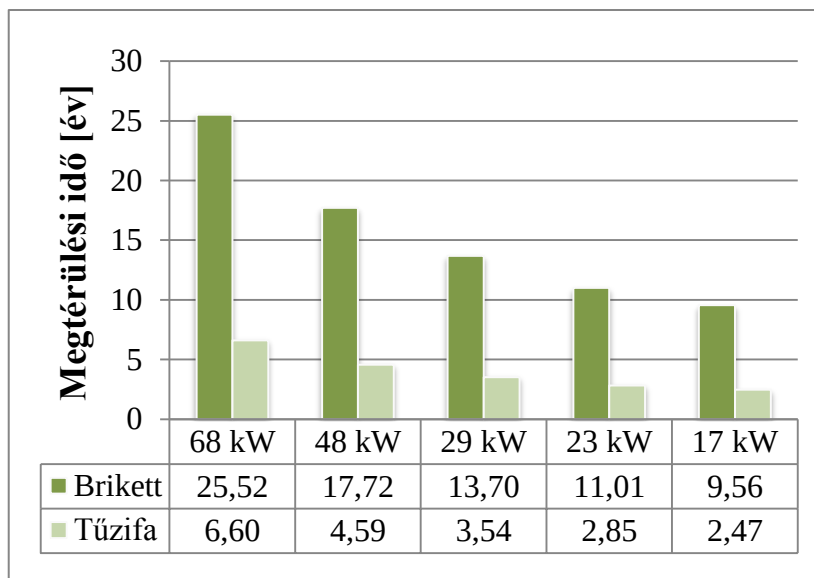
Az adott kazán árát osztva az évenkénti megtakarítással, megkapjuk a megtérülési időt. A pellet esetében a megtérülési időt nem tüntetjük fel, mivel a legolcsóbb pellet kazán megtérülési ideje is 1300 év körül lenne. Fentebb már említettük, hogy ezt a fajta kazánt a felhasználók milyen okokból választhatják.



16. ábra: Megtérülési idő hagyományos, fahasáb tüzelésű kazán esetén

Forrás: saját szerkesztés

A 16. ábrán látható egy hagyományos tüzelésű kazán megtérülési ideje. A leghosszabb megtérülési idő 68 kW-os kazán használata mellett, brikett tüzelése esetén áll fenn. A leggyorsabb megtérülési idő tűzifa esetén 17 kW-os kazánban való eltüzelése során lesz. A két megtérülési idő közötti különbség 33 év.



17. ábra: Megtérülési idő faelgázosító kazán esetén

Forrás: saját szerkesztés

A 17. ábrán egy faelgázosító kazán megtérülési ideje látható. A leghosszabb megtérülési idő 68 kW-os kazán használata mellett, brikett tüzelése esetén áll fenn. A leggyorsabb megtérülési idő tűzifa esetén 17 kW-os kazánban való eltüzelése során lesz. A két megtérülési idő közötti különbség 23 év.

A két ábra jól szemlélteti, hogy a tüzelőanyag és a tüzelőberendezés kiválasztása igen fontos szerepet játszik a gazdasági szempontok tekintetében. Egy energiaszegény háztartás a leggyorsabb megtérülési idejű alternatívát fogja választani.

ÖSSZEGZÉS

Az energiaszegénység nem csak Magyarországon, hanem Európában is egy megoldásra váró probléma, melynek fő okai az egyre fogyatkozó, és ezért dráguló fosszilis energiahordozók. Számtalan háztartás (Magyarországon minden harmadik) nem tudja kifizetni a drága fűtőanyagok árát, így a lakását se tudja kellő hőmérsékletre felfűteni.

Hazánkban a kiépített földgázhálózatnak köszönhetően szinte minden háztartás számára elérhető energiaforrás a földgáz. Azonban az elmúlt évtizedben jelentős mértékben növekedett a földgáz ára, mely az energiaszegény háztartások számának növekedését eredményezte.

A kistelepüléseken élő emberek számára a legnagyobb problémát házának fűtése jelenti. A növekvő árak miatt a jellemzően alacsony jövedelmű, elsősorban kis településeken élők egyre nagyobb számban térnek vissza a szilárd tüzelésű berendezések használatához.

Az energiaszegénység nehézségeire megoldást nyújthatnak a biomassza tüzelőanyagok. Eredetüket tekintve két nagyobb csoportba sorolhatjuk. Az egyik csoport a melléktermékek, melyek a mező- és erdőgazdálkodás területéről származhatnak. A másik csoportba az energianyerés céljából termesztett növények tartoznak.

Ezen alternatív tüzelőanyag népszerűsítése nem csak azért fontos, hogy az energiaszegénységet kiküszöböljük, hanem hogy a kifogyóban lévő energiahordozóktól való függést csökkenteni tudjuk.

A kutatásunk során a különféle biomassza tüzelőanyagokat vizsgáltuk, és a hozzájuk tartozó legfőbb kazán típusokat. A tanulmányból kiderült, hogy a brikett, a faapríték és a tűzifa egységnyi hőenergia költsége sokkal kevesebb, mint a földgáz, vagy a pellet költsége.

A számításokból az is nyilvánvalóvá válik, hogy a kistelepüléseken élők a földgázfűtésű rendszerüket jelenleg gazdaságosan fatüzelésű kazánokkal vagy elgázosító kazánokkal válthatják ki, melynek legrövidebb megtérülési ideje két és fél év lenne. Azonban kevés ember tudja teljesen önerőből az új korszerű tüzelőberendezéseket megvenni, szükség van támogatásra is. A támogatások segítségével több háztartás át tudna állni biomassza tüzelőanyaggal működő kazánok használatára.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Fellegi Dénes, Fülöp Orsolya: SZEGÉNYSÉG VAGY ENERGIASZEGÉNYSÉG? Az energiaszegénység definiálása Európában és Magyarországon, 2012;
http://energiaklub.hu/sites/default/files/energiaklub_szegenyseg_vagy_energiaszegenyseg.pdf
- [2] Department of Energy & Climate Change, Fuel Poverty Report – Updated, August 2013;
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/226985/fuel_poverty_report_2013.pdf
- [3] Energiapedia: Energiaszegénység;
<http://energiapedia.hu/energiaszegenyseg>
- [4] Régiók Bizottsága: VÉLEMÉNYTERVEZET; Megfizethető energia mindenki számára; 2014. április. 2-3.;
https://toad.cor.europa.eu/ViewDoc.aspx?doc=cdv%5Cenve-v%5Cdossiers%5Cenve-v-042%5CHU%5CCOR-2013-08068-00-00-PAC-TRA_HU.doc&docid=2975822
- [5] Habitat for Humanity Magyarország; Koltai Luca: Kihűlés és fagyhalál, Gyorsjelentés 2012;
http://www.habitat.hu/files/Habitat_kihules2013.pdf
- [6] Mule, Passing the buck on fuel poverty, 2012. február 10.; Kép
<http://manchestermule.com/article/passing-the-buck-on-fuel-poverty>
- [7] Szemmelveisz Tamásné–Vincze Tamás: Kistelepülések hőenergia-ellátásának kihívásai, és az ezekre adható válaszok. Magyar Energetika, 2012. Különszám
- [8] KSH, A települések infrastrukturális ellátottsága, 2011;
<http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/telepinfra/telepinfra11.pdf>
- [9] Somoskői Soma: Megújuló energia alapú projektek gazdaságföldrajzi vizsgálata Magyarországon a területi differenciák tükrében, Duna Stratégia – zöld minikonferencia, 2014. 03.10.;
http://www.nemzetikivalosag.hu/documents/10179/10073011/03_DRS_Somoskoi_Soma_Meg%C3%BAjul%C3%B3%20energia+alap%C3%BA%20projektek.pdf/52dba50d-e72c-46a6-9f26-8f4fb1a0e321
- [10] Dr. Barótfi István: Energiafelhasználói kézikönyv, Környezettechnikai Szolgáltató Kft. Budapest, 1993. p. 627T904.
- [11] Dr. Bai Attila: A biomassza felhasználása, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2002. p.225.
- [12] Lukács G. S.: Megújuló energiák könyve. Budapest, 2010, Szaktudás Kiadó Ház
- [13] Kép,
http://www.piacprofit.hu/images/ups/5722_small.jpg

- [14] Kép,
<http://hidroszallkft.hupont.hu/2/arlistak>
- [15] Kép,
http://archiv.magyarso.com/arhiva/2006/11/29/images/10_csutka.jpg
- [16] Kép,
http://www.biokontroll.hu/cms/images/stories/Biokultura/2007/2007-3_oltott_tragya.jpg
- [17] Kép,
http://www.ujenergiak.hu/_kepek/cikk-0301-0600/0407-az-energianad-hazankban-is-olcson-termesztheto.jpg
- [18] Kép,
<http://foerdesz.hu/energiaultetveny.html>
- [19] Dr. Sembery Péter, Dr. Tóth László: Hagyományos és megújuló energiák, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2001. p. 240, 243-244
- [20] Biomassza erőművek egyesülése, BEFEKTETÉS MEGÚJULÓ ENERGIÁBA, Biomassza - Mezőgazdasági termékek;
http://www.biomasszaeromuvek.hu/biomassza/mezogazdasagi_termek
- [21] Bilski Veronika, Kazai Zsolt: A Mezőgazdasági, erdőgazdálkodási és a feldolgozóiparból származó biomassza melléktermékek energetikai felhasználásának lehetőségei, 2010;
http://www.zdruzeniesepare.eu/separe/files/studia/3S_Moznosti_vyuzitia_produkto_v_biomasy.pdf
- [22] KSH, Fakitermelés fajtájcsoportok szerint;
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ome003b.html
- [23] Energiacentrum, Energianövények, 2009. július 11.;;
<http://www.energiacentrum.com/biomassza/energianovenyek-energianad-energiafuenegiafuz-vagy-mas-energetikailag-hasznosithato-termesztett-kulturak>
- [24] Digitális Tankönyvtár, Prof. Tamás János, Prof. Blaskó Lajos: Environmental management, 2008;
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezettechnologia/ch02.html
- [25] Digitális Tankönyvtár, "B" Tételű modul - Fenntartható mezőgazdasági rendszerek és környezettechnológia, Szaktudás Kiadó Ház ZRt., 2008;
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_mg_rendszerek_es_kornyezettechnologia/ch18.html
- [26] Sulinet, Hulladékok csoportosítása;
<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kornyezeti-neveles/hulladekok-a-haztartasban/hulladekok-csoportositasa-keletkezes-szerint/hulladekok-csoportositasa>

- [27] KSH,
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ur009.html
- [28] Települési hulladékok,
<http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/szelektiv/eredet1.htm>
- [29] KSH forrás
- [30] Energia.ma, Biomassza felhasználása brikett vagy pellet formájában, 2012. november 22.;
<http://energia.ma/megujulo/biomassza/20121122-biomassza-felhasznalasa-brikett-vagy-pellet-formajaban/>
- [31] Brikettáló.hu, A brikettálásról általában;
<http://brikettalo.hu/cikkek/sajat-irasok/a-brikettalasrol-altalaban.html>
- [32] Baros Zoltán: BIOGÉN EREDETŰ MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ÉS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEIK, 2003. november;
<http://meteor.geo.klte.hu/old/oktatas/segedanyag.pdf>
- [33] BIO-INFO KFT, Brikett – Előállítása;
http://www.bio-info.hu/brikett_eloallit
- [34] Kép,
<http://www.newtonpellet.com/>
- [35] Burján Zoltán: Pelletgyártás, gyakorlati tapasztalatok, Budapest, 2010. április;
<http://www.mapellet.hu/images/page/content/pelletgyartas.pdf>
- [36] BIO-INFO KFT, Pellet – Előállítása;
http://www.bio-info.hu/pellet_eloallit
- [37] Nagy Sándor, Cseppely Vivien: A NAGY FŰTŐÉRTÉKŰ MBH TERMÉK TOVÁBBI NEMESÍTÉSÉNEK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA;
http://epa.oszk.hu/02000/02099/00003/pdf/EPA02099_Hulladek_Online_2012_01_NAGY_CSEPPELY.pdf
- [38] Dr. Tóth Péter, Dr. Bulla Miklós, Dr. Nagy Géza: Energetika, 2011;
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch05.html
- [39] Csőke B: A hulladék, mint nyersanyag. BKL. Bányászat, 2004.6.sz.(november-december), 415-430;
- [40] Csőke, B.- Alexa, L.-Olessák, D.-Ferencz, K.-Bokányi, Lj. :Mechanikai-biológiai hulladékkezelés kézikönyve. Profikomp könyvek. Global Kiadó Kft., 2006, Gödöllő;
- [41] Csőke, B.: Másodlagos tüzelőanyagok előállítása szilárd települési hulladékból. Biohulladék.2005. I.évf., 1.szám., 18-20
- [42] Magyar Épületgépészek Szövetsége, A biomassza kazán fajtái és tüzelőanyagai;
<http://epuletgepesz.eu/epuletgepeszeti-tudastar/item/11-a-biomassza-kazan-fajtai-es-tuezeloanyagai>

- [43] Natúrenergia, Faelgázosító kazán;
<http://www.naturenergia.hu/faelgazosito/faelgazosito.htm>
- [44] Strebel, Ökotec 25, Telepítési és kezelési útmutató, Termékinformáció;
http://www.strebel.at/fileadmin/content/oekotec/Bedienungsanleitung_OEkotec_Ungarisch.pdf
- [45] Tiszta energiák a Földért és az emberért, Kazán bemutatás;
<http://www.tisztaenergiak.hu/kazan>
- [46] Kép,
http://www.ashden.org/files/technologies/Gasifier_2_0.jpg
- [47] BOKOPRI, A biomassza tüzeléstechnika, EG DUO Multi;
<http://www.biomasszakazan.hu/?q=content/agripellet-kazanok>
- [48] Kép,
http://www.woodburnerfireplace.com/wpcontent/uploads/2012/10/pellet_stove.jpg
- [49] Páger Szabolcs: Biomassza kazánok tervezési feladatai, feltételei; HERZ Armatúra Hungária Kft.; <http://www.megsz.hu/megsz/images/stories/pdf/meguj2012/HERZ.pdf>
- [50] <http://www.terrenum.net/biogas/PDF/biogascost.pdf>
- [51] Gegererdő.Zrt, Árjegyzék lakossági tűzifa termékekre;
<http://client4.springmedia.hu/index.php?tpl=page&cID=59>