



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

BIOENERGIA ALAPÚ FALUFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK FARKASLAKÁN

Bioenergy-Based Village Development in Farkaslaka

BÁLINT Melinda – SEBESTYÉN Tihamér

Összefoglalás

Tanulmányunk helyi biomassza-potenciálbecslést céloz meg Farkaslaka községben, amely Romániában, Hargita megye délnyugati részén fekszik. Az adatok az Országos Statisztikai Hivatal, a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal, Állategészségügyi Hivatal, Erdészeti Hivatal és az RDE Kft. hulladékgyűjtő vállalat adatbázisából származnak és integrált számításokat eredményeznek. A tanulmány vizsgálja egy kérdőíves felmérés alapján a megújuló energiákkal (főként biomassza), illetve a hasznosítási lehetőségekkel szemben támasztott helyi társadalmi hozzáállást. A kutatás eredményeit tekintve a helyi fahulladékok adják biomassza energia potenciál negyedét, a legelők, kaszálók szárazanyag mennyisége pedig egyötöd részt, továbbá említésre méltó a helyi szarvasmarhafarmok biogáz termelési lehetőségei is, miközben a helyi lakosság egyöntetűen támogatná a bioenergia hasznosítási projekteket. A legmodernebb biomassza technológiát alkalmazva a CO₂ kibocsájtásnak előrelátható mennyiségi csökkentését is kiszámoltuk. Végezetül a tanulmány megvalósítási javaslatokat sorakoztat fel, illetve azok gazdasági/megtérülési számításait mutatja be:

1. Farkaslaka község 11 közintézményében faapríték/fahulladék alapú fűtésrendszerek kiépítése
2. Falufűtőmű létrehozása Farkaslaka településen: egy 2.1 MW-os fatűzelésű, 1.1 MW szalmatűzelésű hőerőmű és egy 500 kW-os biogáz kogenerációs üzem

Kulcsszavak: biomassza-potenciálbecslés, kérdőíves felmérés, biomassza hasznosítás

JEL kód: Q41

Abstract

The paper focuses on the quantification of biomass potential on Farkaslaka (Ro: Lupeni) municipality, situated in Romania, Hargita county. The calculations are based on data sets coming from the County Statistical Office, from Local Mayor's Office, from the Local Agriculture Office, from the local Veterinary Office, from RDE Ltd. waste management company and from local Forestry Office. The calculations of the amount of the local biomass energy potential shown that 25% of potential comes from wood waste source, 20% of the potential comes from solid hay waste of grasslands, furthermore there is a significant energy potential, namely the biogas potential of local beef farms. This study based on questionnaire survey analyzed the local public attitude about renewable energy, especially of biomass energy. The outcome of the questioner survey shown that the local public acceptance of biomass utilization is promising and positive. Using the latest biomass technology we have also calculated the mitigation volume of the carbon mitigation. In the end the paper it recommends two implementation options for biomass utilization, including the return on investment calculations:

3. Installing (wood chips based) biomass boilers in 11 public institutions of Farkaslaka municipality
4. Installing two biomass heating systems (2.1 MW waste wood boiler and a 1.1 MW straw boiler) and a 500kW biogas cogeneration system

Key words: biomass, potential, questioner survey, biomass utilization.

Bevezetés

A megújuló energiák hasznosítása Romániában az ezredforduló után indult el, a 220/2008-as törvényt 2010-től ültették gyakorlatba, amivel államilag meghatározott, úgynevezett „zöld bizonylatos” rendszerrel támogatottá vált a megújuló villamos energia. Így Románia az elmúlt 6 évben Európa egyik legdinamikusabban fejlődő zöldenergia piaca volt. Eközben az EU-2020-as megújuló energiahasznosítási célt Románia már 2015-re teljesítette, ugyanis a megújulókból származó villamos energia termelése meghaladja a 24%-ot. Ezt a növekedést kezdetben az igen kedvező zöld bizonylatok támogatási rendszere által keltett konjunktúra tette lehetővé, mindennek hatása azonban a villamos energia árnövekedésben csapódott ki, ami késedelem nélkül a lakossági villanyszámlán jelent meg. Hillebrand (2006) két gazdasági hatást különböztet meg ebben a helyzetben, az első a „kiterjeszkedési hatás” amikor a megújulók hasznosítása termelési és foglalkoztatási növekedést von maga után és sikeressége társadalmi támogatástól függő. Második hatás a „zsugorodási hatás”, amikor a megújuló energiák hasznosítás miatt a megnövekszik a villamos energia ár, miközben csökkenthetik a befektetések mértékét, sőt erőmű leállítások történhetnek a konvencionális energiatermelésben.

Annak ellenére, hogy az országos szintű potenciálokat tekintve a biomassza a megújuló energiák több, mint 50%-át adja, a tényleges biomasszára kiépített villamos energiatermelési kapacitás 1,7%-ot tesz ki a megújuló energiákon belül (TRANSELECTRICA, 2016). Viszont miközben a statisztikákban kimutatható a zöld energiák szerepének növekedése a villamos energiatermelésben, a helyi lakosság a mindennapjaiban nem érintkezik ezzel a váltással, ugyanis ezek többnyire magánbefektetések (BARTHA, 2015). Így a társadalom aktív szerepet nem tölt be az energiatermelésben és lakosság energiafogyasztásban mutatkozó magatartása sem változott, mindezekhez hosszabb időintervallumra lesz szükség. A megújuló energiák hasznosításában ennek ellenére a helyi közösségek szerepe válik egyre fontosabbá (BAI, 2015), ahol az energiatermelés - és fogyasztás helyi szinten valósulhat meg, mindegyik már vannak nagyon jó példák Romániában is, de mindez még a kezdetet jelenti.

Pablo del Río és Burguillo (2008) kutatási eredményeire alapozva elmondhatjuk, hogy a megújuló energiaforrások hasznosítása elősegíti a helyi fenntartható fejlődést, jótékony hatásukat főképp társadalmi, gazdasági és környezeti területeken érezhető.

A helyi megújuló energia hasznosítás számos területen érezteti hatásait:

- fékezheti a vidéki térségek lakosságának elvándorlását (del RÍO, 2008),
- elősegíti a helyi foglalkoztatottságot (HILLEBRAND, 2006), (MORENO, 2006),
- alternatívát jelent a transzmissziós válságot megelőző térség fejlődésében (MURPHY 2013),
- teljesíti a fenntartható fejlődés alapfeltételeit (BUNDLAND, 1987),
- csökkenti a globális felmelegedést okozó gázok kibocsátását (KLEVAS 2009),
- csökkenti a környezeti szennyezések mértékét (PANWAR, 2011)
- növeli az energia hatékony technológiák elterjedését (GIELEN, 2015)
- elősegíti a helyi lakosság tudatos energia hasznosítását és a növeli a közösségi érzést a megnövekedő helyi együttműködések során (WÜSTENHAGEN, 2007)

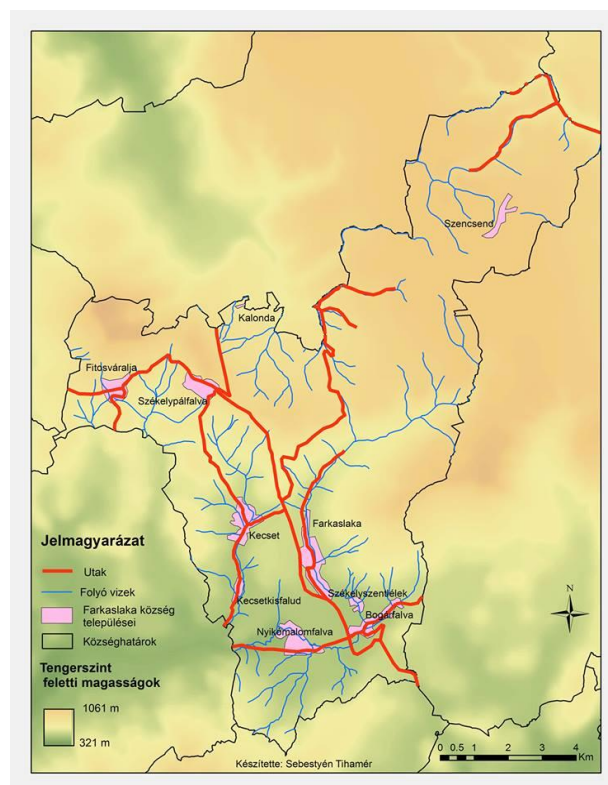
A civil szféra aktív tagjai azon fáradoznak, hogy a megújulók hasznosításával közösségi hasznot hozó beruházások jöjjenek létre. Az elmúlt évben indult Romániában az „1 falu 1 MW” program a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster kezdeményezésére, ami támogatja a helyi decentralizált energiaellátást célzó projekteket.

A tanulmányunk egy Hargita megyei (romániai) községben, Farkaslakán több forrású biomassza potenciálbecslést tartalmaz, majd az eredményekre alapozva összesen háromfajta hasznosítási utat jelöl meg helyi adottságok hasznosítására. A kutatás ezen kívül reprezentatív mintavételű kérdőíves felméréssel a megvalósításokhoz való helyi lakossági hozzáállás vizsgálatát is tartalmazza. A kivitelezési lehetőségek bemutatása tartalmaz két elképzelést: a helyi közintézmények fűtésének faapríték alapú biztosítása, valamint egy falu-fűtőmű és biogáz termelő rendszer kiépítése németországi „Bioenergiedorf” mintára. A tanulmány kivitelezési költség és megtérülési számításokat is tartalmaz, amely megvalósíthatósági tanulmányként szolgálhat.

Anyag és módszer

Farkaslaka rövid bemutatása

Farkaslaka Romániában, a Hargita megyéhez tartozó Görgényi – Hargita-fennsík és az Udvarhelyi-dombvidék találkozásánál fekszik (1. ábra). A község a Felső Nyikó-mente legnagyobb községe 4421 lakossal (VOFKORI, 1998; RECENSAMANT, 2011). A község falvaira, Farkaslaka kivételével előregedés jellemző (VARGA, 1998). A Székelyudvarhelyet és Szovátát összekötő 13A jelzésű megyei út mentén található, Székelyudvarhelytől északnyugatra 11 km-re. Az 1. ábrán megtekinthető a Farkaslaka községhez tartozó kilenc település: Farkaslaka (községközpont), Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva, Kecset, Kisfalud, Székelypálfalva, Firtosváraja és Szencsend.



1. ábra: **Farkaslaka község**

Az éghajlat az udvarhelyi dombvidék időjárásának megfelelően változatos. Évi átlaghőmérséklet 6-8 °C közé tehető. Uralkodó szélirány északnyugat-délkelet. Éves csapadékmennyiség 700-900 mm (JAKAB et al. 2000).

Farkaslaka községben a mezőgazdasági összterületek nagysága 8 764 ha (INS, 2015). A nyilvántartott szántóterület nagysága 2 504 hektár, legelő 3 418 ha, a kaszálók nagysága 2677 ha, 3238 ha erdő, a gyümölcsösök területe pedig 165 hektár.

A felhasznált adatok az Országos Statisztikai Hivatal (Institutul Național de Statistică, továbbiakban INS), a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal (FPH), a Farkaslaki Közbirtokosság (FK) és a Farkaslaki Állatorvosi Hivatal (FÁH) részéről érkeztek.

A kutatás a legfrissebb szakirodalmi áttekintést követően, összesen három típusú módszert alkalmazva valósul meg:

1. Kvantitatív elemzési módszerekkel helyi környezet-energetikai potenciál elemzés,
2. Kvantitatív elemzési módszerrel, kérdőíves helyi lakossági attitűd vizsgálat
3. Kvalitatív elemzési módszerrel interjúkészítés.

A kutatás felméri a helyi biomassza energiaforrások éves energiapotenciálját. A primér adatok alapján megvalósult helyi mezőgazdasági, erdőgazdálkodási, hulladékgazdálkodási elemzés után a hozam adatok energetika számítása történik.

A módszereink alkalmazásával három csoportra osztható a kutatás folyamata:

1. Helyi biomassza energia potenciál és helyi villamos-és hőenergia igény felmérése
 - 1.1. Községszintű biomassza potenciál felmérés
 - 1.2. Háztartások és közintézmények villamos - és hő energia igényének felmérése
2. Lakossági attitűd vizsgálat a helyi biomassza hasznosítás tekintetében
 - 2.1. Kérdőíves felmérés
 - 2.2. Helyi döntéshozókkal való interjúkészítés
3. Biomassza hasznosítási javaslatok:
 - 3.1. Falu-fűtőmű és biogáz üzem
 - 3.2. Faapríték-alapú hőenergia ellátás a közintézményekben
 - 3.3. Gazdasági megtérülés számítások

A biomassza energetikai potenciálvizsgálat tartalmazza: a gyümölcsösök, erdők éves fahulladékának becslését, az állatállomány biomassza energiahozamának kiszámítását, a községben keletkező földművelési melléktermékek mennyiségének becslését, a degradálódott területekre energiapotenciált számoltunk energianövény telepítésével, végül a kommunális hulladék égetéséből származó energia potenciál kerül kiszámításra. Végző lépésben a felsorolt forrásokat integráljuk egy energiahozam értékben (J).

Az biomassza potenciál számításokat a következő lépésekben végeztük el:

1. Erdők vágástéri fahulladékából származó energia:

$$E_p = (A_h \cdot Q \cdot \rho \cdot L_\epsilon) \cdot 0,20 \quad (1)$$

ahol az E_p (MJ/év) az erdőkitermelési és fafeldolgozási hulladék energia potenciálja, A_h (ha) a helyi erdő területek nagysága, Q (m³/ha/év) a fakitermelés mennyisége, ρ (kg/m³) a fafajok átlagosan számolt testsűrűsége, L_ϵ (MJ/kg) 15 MJ/kg (18%-os nedvességtartalmú) lehetséges energiatartalom (BARÓTFI, 2000), 0,20 a fahulladék részaránya (DOMINEK, 2008).

2. Gyümölcsösök nyessedékéből származó energia:

$$Gy_p = A_h \cdot Q \cdot L_\epsilon \quad (2)$$

ahol az G_{yp} (MJ/év) a gyümölcsös fahulladékainak éves energia potenciálja, A_h (ha) a helyi gyümölcsös területeinek nagysága, Q (t/év) az évenként képződő nyesedékek mennyisége, L_e (MJ/kg) 14,8 MJ/Kg (18%-os nedvességtartalmú) lehetséges energiatartalom [ECO-CORTEX, 2010].

3. Gabonatermelés melléktermékből (külb. gabonaszalmák, kukoricaszár) származó energia:

$$AY_i = Y_i^{0.5} \cdot L_e \quad (3)$$

ahol AY_i (MJ/év) a földművelési melléktermék éves energia hozama, i az adott év, Y_i (t/ha) a helyi gabonaszalma átlagos hozama az adott évben, L_e a szalma átlagos fűtőértéke MJ/kg-ban, az Y_i 0,5-ös kitevője (a szalma 40%-a az állatállomány ellátásához szükséges és 10%-ot a talajerő pótlás). (KOCSIS, 1992; SÉRINGER, et al. 2001; LEITNER, 2015).

4. Gyepterületek energiahozamát az állatállomány ellátásán felüli takarmányra számoltuk:

$$FY_i = \sum(J \cdot Y_i) \cdot L_e \quad (4)$$

ahol FY_i (MJ/év) az energiahozam, J (ha) a terület, Y_i (t/ha) a takarmány átlagos hozama, és L_e (MJ/kg) az átlagos fűtőérték (KURIHARA, 1999; FOGARASSY, 2001; ROCKY, 2009).

5. Energianövényből kinyerhető energiát a degradált területekre számoltuk:

$$EY_i = \sum(J \cdot Y_i) \cdot L_e \quad (5)$$

ahol EY_i (MJ/év) a helyi energianövények energiahozama, J (ha) a helyi degradálódott területek, amely megfelelő energianövény termesztéséhez, L_e (MJ/kg) az átlagos fűtőérték.

6. Állati hígrágyából kinyerhető energia értéke:

$$LY_i = L_f \cdot Y_f m_N^3 \cdot L_e \quad (6)$$

ahol LY_i (MJ/év) a helyi farmok technikai energia potenciálja, L_f a helyi farmok állatállománya, Y_f (m^3) napi hígrágyamennyiség és L_e (MJ/ m^3) a biogáz átlagos fűtőértéke (SHELFORD, 2012; MUNKÁCSY, 2013).

7. Kommunális hulladékból származó energia:

$$GY_i = P \cdot Y_a \cdot L_e \quad (7)$$

ahol GY_i (MJ/év) a helyi kommunális hulladék energia potenciálja, P a lakosok száma, Y_a a helyi átlagos hulladéktermelés/fő és L_e (MJ/kg) átlagos fűtőérték (FAZEKAS, 2006).

Kutatásunk második részében kérdőíves felméréssel, személyes lekérdezés során 47 kitöltött kérdőívvel 47 háztartást kerestünk fel, ez a 654 háztartás 7%-át jelenti. A minta kiválasztása listás módszerrel történt, a lépésszám: 13, a kiinduló érték: 1. A kérdőíves felmérés mintavétele reprezentatív a lakosság korfájára, nemére, iskolázottsága és foglalkozása tekintetében, így a község lakosságára nézve az eredmények kivetíthetők és elfogadhatóak. Megbízható adatokkal a társadalmi hozzáállást vizsgáljuk a biomassza hasznosítása tekintetében. A feltett kérdések célja megtudni, hogy milyen fűtésrendszert használnak a háztartásokban, mennyire vannak megelégedve azzal, illetve támogatnának-e egy falu-fűtőmű vagy közintézmények hő ellátását biztosító beruházást. A lekérdezés 2015. november 10.-december 22. között zajlott. Az adatokat SPSS 16.0 program segítségével dolgoztuk fel.

A tanulmány utolsó lépésében két fejlesztési scenáriót vetít elő a helyi lakosság számára: az egyik falu-fűtőművek létrehozása: két hő-központ illetve egy kogenerációs üzem. A második javaslat a közintézmények hőenergia ellátását célozza meg: 8 iskola, óvoda, kultúrotthon, sportcsarnok valamint a Polgármesteri Hivatal. Ezt követően vizsgáljuk a beruházás várható gazdasági megtérülését.

Eredmények

Technikailag hasznosítható biomassza potenciál felmérés

Mezőgazdaságból származó lágyszárú hulladékok energetikai potenciál vizsgálata

Farkaslaka talajtakarója nagyrészt a dombvidéki barna erdőtalajok övezetéhez tartozik, mezőgazdasági területeire podzolos barna és a savanyú barna hegyi talajok jellemzőek. A talaj alacsony fertilitási tulajdonsága miatt a szántó területek elenyészőek, a községre nem jellemző kifejezetten a mezőgazdasági tevékeny [JAKAB et al 2000). 2010-2015 között átlagosan a községben 230 hektáron termesztettek gabonát és 210 hektáron kukoricát (1. táblázat).

1. táblázat: **A farkaslaki gabona és kukorica termelés melléktermékeinek energiahozama 2000 és 2015 között**

	Terület (ha)	Hozam (t/év)	Nedvességtartalom kiszáradva (%)*	Fűtőérték GJ/év
Gabonaszalma	230	345-805	10-15	5278-13041
Kukorica	210	735-1155	15-18	7497-17787

*BAI, 2002; PECZNIK, 1997

Forrás: INS, 2015

Kaszálókról, legelőkről származó szálatakarmány energia potenciálja

A község területén elsősorban természetes gyepnövényzet található. A község kaszálóin a vadon növe lágyszárúakra jellemző energiatartalommal lehet számolni. A vadon növe növényeknél szerényebb, 15-20 t/ha/éves mennyiségre tehető a zöldanyag hozam, valamint 4-5 t/ha/évre tehető a szárazanyag hozam (SZERMÁN 2006). Ezeket az értékeket az időjárási viszonyok nagyban befolyásolják, hisz ettől függ a betakarítás mennyisége/minősége, így a sikeressége is. A helyi viszonyokat tapasztalva külön kell biomassza-potenciált számolni a nagykiterjedésű legelőkre is, melyeknek szárazanyag hozama már kevesebb: 1,5-2 t/ha/év, ilyenkor meg kell elégednünk, ha évi egyszeri kaszálást elérünk ezeken a területeken (FOGARASSY 2001).

A község 6095 hektár gyepterülettel rendelkezik, amelyből 3418 ha kaszáló, illetve 2677 ha legelő. A gyepterületekről betakarított takarmány felét a helyi állatállomány ellátására kell fordítani, az e fölött megmaradó takarmányok mennyiségére már energia termelésre bocsájtható, így csak ez az utóbbi mennyiség kerül az energiapotenciál számításainkba (2. Táblázat).

2. táblázat: **Gyepterületekről származó szálatakarmány energiahozama Farkaslakán**

	Terület (ha)	Száraz biomassza (t)	Energia érték (TJ/év)	Állattartás után fennmaradó égethető takarmány (TJ/év)
Kaszáló	3418	13 672	54,6	27,3
Legelő	2677	4015	16	8
Összesen			70,6	35,3

Forrás: INS, 2015, saját számítás

Biogáz termelésére alkalmas források vizsgálata

Állati eredetű szerves anyagból nyerhető biogáz potenciálja

A községben 2111 szarvasmarha volt 2015 végén bejegyezve a helyi Állatorvosi Hivatal nyilvántartásába, ebből 1583 szarvasmarha, és 528 növendék állat. A község területén három nagy tehénfarm működik, a legkisebb 60 db, a legnagyobb a helyi tejgyár farmja, több mint 300-as állománnyal. A megkeresésünkkor mindhárom farm nyitott volt a biomassza energetikai hasznosítására (FÁH, 2015) (3. táblázat).

3. táblázat: **Hígtrágyából nyerhető biogáz Farkaslakán**

	Egy számosállatra	Számosállatok	Borjak	Összesen
Állatok száma	1	1583	528	2111
Napi trágyamennyiség (kg)	6,4	10131	2230	12361,4
Éves trágyamennyiség (t)	2,336	3697	814	4511
Biogáz mennyiség (m³/t)	408,8	647130	142458	789588
Villamosenergia egyenértéke (kW)	31,47	49829	10969	60798
Hőenergia egyenértéke (GJ)	8,58	13589	2991	16580

Forrás: FÁH, 2015; TÓTH et al. 2011

Szennyvíziszap energetikai lehetőségei

A lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező 1 m³ szennyvízből kb. 12-20 liter iszap keletkezik (SZABÓ, 2011). Az iszaptömeg (szárazanyag tartalom) iszaptérfogatra történő átszámolásánál általánosan 1kg/l sűrűség vehető figyelembe, de a pontosabb számításoknál az iszap sűrűségét 1,01 és 1,213 kg/l értékkel kell figyelembe venni (KÁRPÁTI, 2002), jelen esetben a számításainkban az alsó értékkel számolunk, a minimális energia potenciál érték meghatározása érdekében. A fermentálás előtt álló iszap 16 MJ/kg fűtőértékkel rendelkezik, a kinyerhető energiatartalom pedig 13,4 MJ/kg-os értéket jelent (TAKÁCS, 2013). A községben négy településen (Farkaslaka, Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva) van kiépítve szennyvízgyűjtő hálózat, viszont szennyvíztisztító állomása még nincs, tehát ebben egyelőre lappangó energia potenciálról beszélhetünk, hasznosítását a szennyvíztisztító állomás kiépítése kell megelőzze.

A négy faluban (Farkaslaka, Székelyszentlélek, Bogárfalva, Nyikómalomfalva) egy év alatt 25 500 m³ szennyvíz termelődik. Figyelembe véve, hogy 1 m³ szennyvízből 12 liter szennyvíziszap keletkezik (SZABÓ, 2011), akkor 306 000 liter iszap termelődik egy év alatt, amelynek a sűrűsége 309 tonnát tesz ki, ha átlagosan a fent említettek tükrében 1,01 kg/l-el számolunk, így 4 TJ energia potenciállal számolunk (4. táblázat).

4. táblázat: **Farkaslaka szennyvíziszap felhalmozása**

	Szennyvíz	Iszap mennyisége	Sűrűség	Fűtőérték
Szakirodalom szerint		12-20 l/m ³	1,01-1,21 kg/l	13,4 MJ/kg
Községre vonatkozó érték	25500 m ³	306000 l	309060 kg	4141,4 GJ

Forrás: SZABÓ, 2011; KÁRPÁTI, 2013; TAKÁCS, 2002 alapján, GOSCOM LUPENI SRL.

Fás biomasszából származó energia potenciál

Farkaslaka község területének 20,5%-a erdő (3238 ha), az éves erdei fakitermelés átlagosan 14 571 m³, ennek közel 67%-a bükk, 28% tölvelű, illetve 5% puha fafaj [FEH 2015]. Az erdőgazdálkodásban a kitermelt faanyag 22%-a tekinthető mellékterméknek, ami leggyakrabban vágástéri apadékként a kitermelő pontokon halmokban hátramarad majd elkorhad. A nettó fakitermelés 41%-a tűzifa, 59%-a ipari fa.” [DOMINEK 2008]. Különböző fafajok szakirodalomban meghatározott energiatartalmával számolva az erdei fahulladék energiahozama 207 TJ/év. A fafajta eltérő testsűrűségét, fűtőértékét, és az éves kitermelt fa mennyiségét figyelembe véve végeztük a számításokat. A melléktermék **45 TJ** energiatartalmat képvisel (5. táblázat).

5. táblázat: Farkaslaka község fakitermelése

Fafaj	Éves fakitermelés m ³	Energiatartalom ²⁰ MJ/kg ²¹	Testsűrűség kg/m ³	Figyelembe vehető energia (GJ)
Tölvelű	4079,88	13,8	740	9166
Bükk	9762,57	15,6	1040	34845
Puha fafajok	728,55	13,4	800	1718
Összesen	14571			45729

Forrás: FEH, 2015

A község 165 ha gyümölcsösrel rendelkezik, nyesedéke szintén jelentős energiahozammal rendelkezik (6. Táblázat). A gyümölcsösök évenként megismétlődő nyesési hulladéka is energiát hordoz, az éves átlagos fahulladék hozam hektáronként 4,5-5 tonna. A biomassza várható fűtőértéke 14,4 MJ/kg, 18%-os nedvességtartalom esetében [ECO-CORTEX, 2010].

6. táblázat: Farkaslaka község gyümölcsös nyesedéke

	Egységnyi érték	Gyümölcsös
Terület (ha)	1	165
Nyesedék (t)	4,5	742,5
Fűtőérték (GJ)	64,8	106,9

Forrás: TÓTH et al. 2011; INS, 2015

Degradálódott területek energetikai célú hasznosítása

Az energiaerdőt célszerű termelésből kivont területre telepíteni. Farkaslakán 62 ha degradálódott terület van nyilvántartva (INS, 2015). Romániában a legelterjedtebb energianövény az energiafűz, amely a helyi klimatikus jellegzetességekhez igen jól társítható. Az eddigi Hargita megyei energiafűz ültetések és betakarítások szerint a 62 hektár éves hozama az első három év után növekedne, elérve az 500-620 t/év-es zöldhozamról tovább növekedhet elérve a 2800-2900 t/év-et, így energiahozama pedig a 62 hektáron első években 8-10 TJ-ról akár 37-43 TJ/év energia hozamot is jelentene.

Kommunális hulladékból származtatható energia lehetőségek

Romániában megközelítőleg 272 kg szemetet termel egy átlagos állampolgár évente (EUROSTAT, 2013). Farkaslaka községben a hulladékot a székelyudvarhelyi RDE Kft.

²⁰ 18%-os nedvességtartalommal számolva

(Reciclare Depozitare Ecologică Harghita) gyűjti össze és szállítja a Cekend-tetőn létrehozott lerakóba. A szelektív gyűjtés és újrahasznosítás még gyerekcipőben jár a megyében, ugyanis csak néhány százalékát préselik össze és hasznosítják újra. (RDE Kft. 2016)

A jelenlegi helyzetet tekinthetjük úgy is, mint óriási lehetőséget hulladékgazdálkodás és energiatermelés szempontjából. Előre látható, hogy hosszútávon a települési hulladékok mennyisége tovább fog növekedni egyenesen arányosan a növekvő életszínvonalal. A szemétagdálkodás fenntarthatóbb lenne, ha a felhalmozott hulladékot energiatermelés céljára hasznosítanánk fel. Az így termelődő szemét mennyiséget ebben az értelmezésben „megújuló energiaforrásnak” tekinthetjük (GERGELY, 1997).

A hulladékkezelés egy formája a hulladék- és szemétegető erőmű. A hulladék fűtőértéke, ha nem válogatják szét 8-10 MJ/kg. A villamosenergia termelés ezen módjának hatékonysága 22-28% (FAZEKAS, 2006). A község lakossága által felhalmozott éves hulladékmennyiségének értéke átlagosan 10,9 TJ lesz az éves energiatermelés (7. táblázat).

7. táblázat: **Farkaslaka kommunális hulladék felhalmozása**

	Mennyiség (kg)	Fűtőérték (MJ)
Egységnyi érték	1	8-10
Román állampolgár	272	2 176-2 720
Község	1 216 656	9 733 248-12 166 560

Forrás: INS, 2015

Potenciál összegzés

A potenciál számítások összegzése a 8. táblázatban tekinthető át, azzal a megjegyzéssel, hogy az energiapotenciál lehetséges alsó értékét határoztuk meg, Farkaslakán a különböző fafajok energiahozama 207 TJ/év, a fahulladék 45 TJ/év energiataralmat képvisel, mindez a teljes hasznosítható helyi biomassa potenciálnak az egynegyedét teszi ki. A gyümölcsösök nyesedéke 742-825 t/év, amelynek a fűtőértéke 106 GJ. A gabonatermelésből származó szalma hozam a helyi biomassa energetikai szempontból a potenciál 12 %-át teszi ki, Mivel a község több ezer hektáros gyepterülettel rendelkezik az itt képződő, a helyi állatállomány ellátásán felüli takarmány energiapotenciálja eléri a 21%-ot a teljes helyi biomassa potenciálból. A 62 hektáros energiaültetvény (energiafűz) esetében a harmadik évtől 2480-2790 t/év hozamra számíthatunk, amelynek a fűtőértéke 37 TJ/év érték ad, így a potenciál összegzésben a második legnagyobb energia potenciál értékkel rendelkezik. A községben tenyésztett állatok éves trágya mennyiségéből legkevesebb 789588 m³ biogáz nyerhető a jelenlegi technológiai berendezésekkel, mindez a helyi bioenergia potenciál 10%-át jelenti. A helyi kommunális hulladék fűtőértéke a potenciálok 5%-t jelenti.

8. táblázat: **Farkaslaki környezetenergetikai potenciál összegzés**

	Energiahozam GJ/év	Energiahozam %-ban
Erdei fahulladék	45 720	28,25
Gyümölcsösök nyesedéke	106,9	0,1
Gabona melléktermék	12 775	7,84
Kaszáló/legelő szárazanyag	35 375	21,72
Állati eredetű biogáz	16 581,36	10,1
Kommunális hulladék	9 733	5,97
Szennyvíziszap	4 141	2,54
Energianövény	37 392,5	22,96
Összesen	161 824,76	100%

A helyi energiafogyasztás

A háztartások éves energiaigénye melegvíz és fűtés tekintetében

A hő- és melegvíz előállítását kizárólag fatüzelésből állítják elő a községben, ennek energiaértékét számoltuk ki, mivel nincs gázvezeték a faluban. A kérdőíves felmérés során külön kérdések voltak megfogalmazva a jelenlegi hő, illetve melegvíz előállításához szükséges energiamennyiségről és jelenleg használt energiaforrás típusáról. Az eredmények szerint egy háztartás egy év alatt átlagban 13 m³ fát használ el fűtésre és melegíz előállításra. 654 háztartás van Farkaslakán, amely mintegy 8502 m³ fát használ el egy év alatt, amely a szakirodalmi összefüggéseket ismerve [TÓTH 2011; BARTHA 2015) ez megfelel **94,3 TJ/év-nek**.

Közintézmények éves energia igénye

A farkaslaki iskola 37 m³ fát használ el egy év alatt, amely 26344 kg fának, energiában kifejezve pedig **411 GJ**-nak felel meg. A Polgármesteri Hivatal fűtésére és a Kultúrotthon egy év alatt 74 m³ fát használnak, ez **821 GJ**-t tesz ki. A kultúrotthon fűtésére egy év alatt 10 m³ fát használnak, amely **112 GJ**. A sportsarnok fűtésére 24 m³ fára van szükség, amely 17088 kg-ot jelent, így fűtőértékét számolva **267 GJ** energiát tesz ki. Az intézményekben hagyományos fűkazánokkal fűtenek.

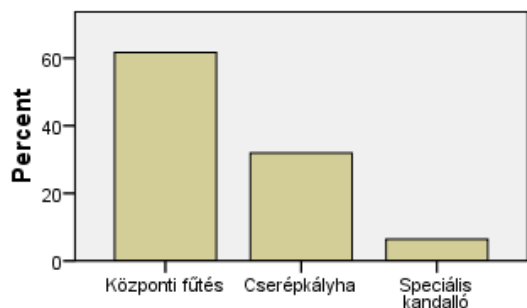
A közintézményekkel együtt összesen **96 TJ/év** energiamennyiséget használnak fel a községben lévő háztartások, figyelembe véve a hőenergia szolgáltatásnál a szállítási hőveszteséget, átlagosan egy 10%-os többlet hőenergia termelésre van szükség egy esetleges falu-fűtőmű működtetése során. A rendelkezésre álló helyi biomassza hulladékok mennyisége közel a szükséges energiának kétszerese. A **167 728 TJ/év biomassza potenciállal** a fűtés- és melegvíz ellátást teljesen mértékben fedezni lehet, figyelembe véve még a technikai lehetőségeket és a működés során fellépő hőveszteségeket is.

A Polgármesteri Hivatal, a kultúrotthon, az iskolák és az utcai világítás éves energiaigénye összesen: 421,33 MW, napra, órára lebontva 52,51 kWh. [FPH 2015). A farmokon három biogáz-üzem létrehozásával, a biogáz energiáját kogenerációs üzemben villamos- és hőenergia termelésére lehet hasznosítani, mindez fedezni tudja a közintézmények és helyi vállalatok elektromos energiaigényét.

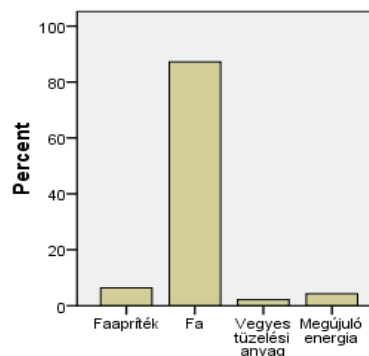
A lakosság a biomassza hasznosításhoz való hozzáállása

A kérdőíves felmérés során a biomassza energiaforrások lakossági ismeretét és azok hasznosításának társadalmi elfogadottságát vizsgáltuk. A kérdőív kitér egy falu-fűtőmű és a közintézmények biomassza alapú energiaellátását célzó befektetésekre, az erről alkotott lakossági véleményt kutatva.

A felmérés alapján kiderült, hogy a háztartások átlagban 10-15 m³ fát használnak el egy év alatt. A háztartások 60%-a saját központi fűtést, 35 %-a cserépkályhát, illetve 5% kandalló használnak a fűtésre (2. ábra).

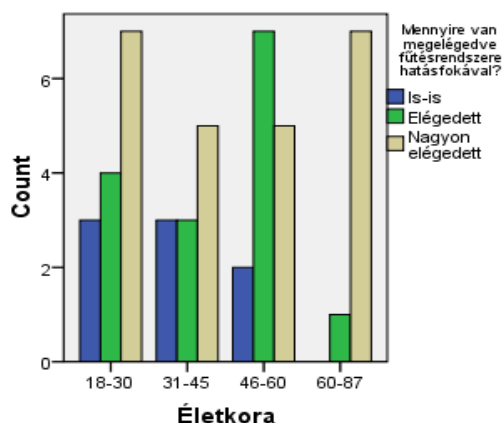


2. ábra: A Farkaslakán használt fűtésrendszerek

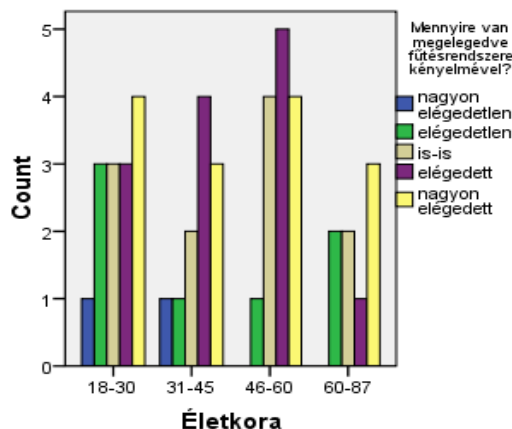


3. ábra: Fűtésre használt energiaforrás

A lakosság 80%-a meg van elégedve a jelenlegi fűtésrendszere hatásfokával, de a berendezések használatát kényelmetlennek tartják, hiszen 40% van megelégedve ebben a tekintetben (4. ábra). Látható, hogy míg a fiatal lakosság és az idős lakosság elégedett a fűtési rendszerrel, addig a középkorúak már fele arányban van megelégedve illetve nem tudja eldönteni a megelégedettség kérdését. Ez azzal magyarázható, hogy míg a fiatal lakosságra nem jellemző a háztartások fenntartása, így nem is foglalkoztatja őket a téma. Az idős korosztály pedig saját háztartásukban a megszokott fűtési szokásokat és berendezéseket már nem is szívesen cserélné ki. A középkorú válaszadókra jellemző a háztartások fenntartása, fűtésrendszerük kialakítása és mindennapi működtetése, így ez a korosztály már nyitottabb a változtatásra, alternatívákra (5. ábra).



4. ábra: A megelégedettségi fok a fűtésrendszerekkel kapcsolatban

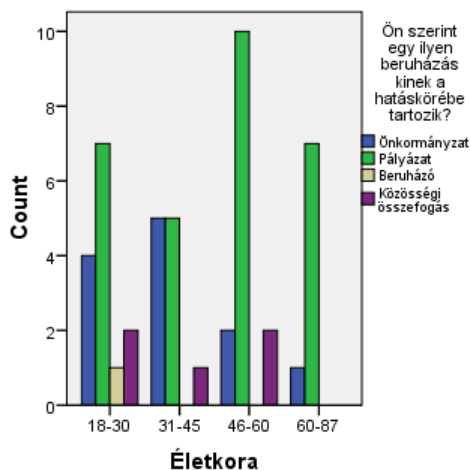


5. ábra: Mennyire kényelmes a fűtésrendszerük a háztartásban?

A válaszadók 56%-át nem foglalkoztatja a fűtésrendszerének átalakítása, miközben 44% nyilatkozta, hogy újítna a fűtésrendszerén. A véleményüket arról, hogy szerintük fenntartható lenne-e egy falufűtőmű helyi biomassza alapanyagból, 52%-a szerint fentartható lenne, viszont 48% azt válaszolta, hogy nem elképzelhető. Mindez a biomassza hasznosítás és falufűtőmű működésének ismeret hiánya okozza.

A megkérdezettek közel 66%-a csupán részben használná a falufűtőmű által termelt energiát, a lakosokon észlelhető egy bizonyos fokú bizalmatlanság az ilyen berendezésekkel szemben, mely főként az információ hiánnyal magyarázható, ez a fajta félelem az újtól az idősök körében volt kiemelkedő. Több mint 27%-a válaszolta, hogy teljesen igénybe venné, 6% egyáltalán nem használná a távfűtést, mert úgy gondolja drága lenne.

A válaszadók 61%-a szerint vissza nem térítendő támogatással, pályázat útján lehetséges kivitelezni ezt a befektetést (6. ábra). A lakosok egy közhasznú egyesület létrehozásával lehet működtetni egy ilyenfajta erőművet. A lakosság 26%-a úgy gondolja, hogy az önkormányzat feladata, 10%-a szerint közösségi összefogással lehet elérni. A lakosság csupán 2%-a tartja úgy, hogy egy magán beruházó tudná létrehozni a falu-fűtőművet. Az ábrán látható, hogy a fiatalok véleménye jobban megoszlik az alternatívákat illetően, ez annak tudható le, hogy sokkal nyitottabbak, illetve több információval rendelkeznek, mint az idősebb korosztályok. Látható az is, hogy a fiatal lakosság nagyrésze az önkormányzatot jelöli meg, mint kompetens helyi intézményt, akinek a megvalósítás a hatáskörébe tartozik.



6. ábra: A beruházás kivitelezője

A lakosság ismerete a biomassza-tüzelés témakörben meglehetősen alacsony. 80%-a nem ismeri a biomassza-tüzelés kifejezést, viszont 80%-a ismeri a pelletet. Ennek az oka az, hogy a településen két pelletgyártó cég is működik. A megújuló energiaforrások közül a megkérdezettek 97%-a ismeri a napenergiát, a vízenergiát több mint 53%-a, illetve szélenergia közel 49%-a ismeri. A biomassza-féleségek közül ismert a pellet (80%), biobrikett (34%), valamint a biogáz (38%), faapríték vagy szalmahulladék égetését nem ismerik a lakosok. Ebben a tekintetben tehát szükségét érezzük egy átfogó ismeretterjesztő fórum elindítását a lakosság felvilágosítása érdekében.

A megkérdezettek 51%-a támogatná a fűtőmű ellátását saját fahulladékával is, több mint 36% mezőgazdasági melléktermékeket tudna felajánlani, valamint közel 45%-a a legelő takarításból származó hulladékokat begyűjtené erre a célra.

Megvalósítási javaslatok

Falufűtőmű és biogáz üzem kiépítése

A fentiekben vizsgált fitomassza forrásokat érdemes felhasználni égetéses technológiával falu-fűtőművekben, mindez Romániában egyedi és úttörő kezdeményezésnek számítana. A tanulmány ezen a téren egy újszerű megoldási lehetőséget mutat be, megalapozott környezet energetikai vizsgálatattal alátámasztva.

A fent részletezett energiaszükséglet-számítással kiderült, hogy a 96 TJ/éves hőenergia szükséglete van a településnek. A hőhordozó közeg szállítási, elosztási és felhasználási veszteségét figyelembe véve 105 TJ/év hőenergia előállítására van szükség Farkaslakán. Ennek a hőenergia mennyiségnek az előállítására számításaink szerint egy **3,1 MW**-os

teljesítményre van szükség. Figyelembe véve a település hosszan elnyúló szerkezetét, a szükséges vezetékek hosszúságát, illetve a három típusú biomassa forrás meglétét (lágyszárú, fahulladék és hígtrágya) célszerű három különböző technológiai berendezéssel létrehozni egy decentralizált hő- és villamos energia ellátó rendszert.

A fás szárú biomassa potenciál a községben a legnagyobb, ugyanis a vágástéri fahulladékok elérik az évi 1923 t-ás hozamot, a gyümölcsösök nyesedéke pedig közel 800 t/éves hozamot biztosítanak, így erre alapozva fűtőértéküket figyelembe véve elegendő alapanyagot biztosítanak egy egy 2 MW-os teljesítményű faapríték alapú hőközpont működtetésére. A 2 MW-os hőerőmű működtetésére megközelítőleg 38-40 TJ/év input fűtőértékű alapanyag kell, aminek biztosítására 3100 t/év-es faaprítékra van szükség.

A második hőközpont egy 1,1 MW-os lágyszárú növényi alapanyagú fűtőmű felépítése, ami a helyi kaszálók fölösleges takarmányát és a helyi szalmát használná fel. Ennek az erőműnek a műszaki paramétereit tekintve lágyszárú növényi tüzeléssel az óránkénti input anyagmennyiség 3,5-4 tonna, üzemi hőmérséklete 540-600 C^o, az éves fűtőanyag felhasználás 32519 tonna szalma és legelőkről betakarított szálas takarmány lehet. A harmadik beruházás egy biogázt előállító fermentor és egy 500 kW-os turbinatelep üzembe helyezése javasolt. Ez utóbbit villamos-és hőenergia előállítására is lehet hasznosítani, amivel biztosítani lehetne a település közintézményeinek a villamos energia ellátását és a közvilágítást. Fent vizsgált három tehénfarm egymás szomszédságában helyezkednek el, így a farmokon rendelkezésre álló hígtrágyát könnyedén lehet egy központi fermentorba irányítani. A rendelkezésre álló hígtrágya mennyisége és az abból származtatható energia előállítás megközelítőleg 16 581,36 GJ energiát jelentene, amely 525,77 kWh-nak felel meg, így egy 0,5 MW-os teljesítményű gázmotor működtetésére alkalmas.

A helyben előállított biomassa alapanyagokból termelt energia közel CO₂ semlegesnek tekinthetjük, ha az energiatermelési folyamat idején kibocsájtott üvegházhatású gázok nem haladják meg a biomassa élet-ciklusa alatt megkötött gázok mennyiségét (BRACMORT, 2016).

A szakirodalom számos eredménnyel rendelkezik az energiatermelés CO₂ kibocsájtása g/kWh-ra vetített értékeit alapul véve. A romániai energiatermelési viszonyok között, figyelembe véve a primér energiaforrások élet-ciklusa alatt kibocsájtott CO₂ mennyiséget, elkészítettünk egy olyan összehasonlítást, amely a különböző energiaforrások használatával a farkaslaki lakosság hő-és villamosenergia előállításának CO₂ kibocsájtási mennyiségeit mutatja be (9. táblázat). Az összehasonlításban láthatjuk a különböző konvencionális fűtőanyagokból előállított 1 kWh-ra eső CO₂ kibocsájtás értékét, valamint az általunk vizsgált biomasszából származó energiatermelés CO₂ kibocsájtását. A biomassa alapú intézményi és falu-fűtőmű működtetésével a helyi CO₂ kibocsájtásnak mennyiségét radikálisan lehet csökkenteni a fent részletezett technológiai kiépítés segítségével. Így lehet elérni a helyi lakosság környezetre gyakorolt hatásának csökkentését, vagyis a település CO₂ lábnyomának jelentős csökkentését.

9. táblázat: CO₂ kibocsájtás a különböző energiaforrások energiahasznosítása során

Primér fűtőanyag	CO ₂ kibocsájtás g/kWh	Farkaslaka éves teljes energiafogyasztása MWh****	Teljes energia előállítás esetén kibocsájtott CO ₂ (t/év)
Barna kőszén	930*	29 166	27 125
Lignit	950*	29 166	27 708
Kőszénbrikett	860*	29 166	25 083
Földgáz	380*	29 166	11 083
Nyersolaj	742**	29 166	21 641
Biomassza	46***	29 166	1 341

*IEA 2015; **ABECPO 2011; ***BURTON RICHTER, 2012; **** Saját becslés

Közintézmények hőenergia ellátása biomassza kazánokkal

Az alábbiakban ismertetjük a község közintézményeinek hőenergia ellátásához szükséges faapríték igényét és azt, hogy az ellátásra mekkora teljesítményű biomassza kazánokra lenne szükség. A kazánok hozzávetőleges értékét Bartha Sándor gépészmérnök, az ErPék Ind. Kft. Tulajdonosa, a Green Energy Romániai Innovációs Biomassza Klaszter alelnöke szolgáltatta a kutatásunk részére (10. táblázat).

A biomassza kazánok által biztosított hőenergia termelést számos helyen CO₂ semlegesnek tekintik, amennyiben a fűtőanyag helyi származású és nem volt szükség nagyobb távolságból szállítani. Amennyiben elfogadjuk, hogy a helyi fűtőanyaggal működtetett biomassza hőközpontok semleges karbon kibocsájtást érnek el, elmondható, hogy évente a farkaslaki közintézmények fűtése során az új technológia segítségével 1784,41 tonna CO₂ kibocsájtást csökkentünk.

10. táblázat: Farkaslaka község közintézményeinek fűtése

Település	Épület	Alapterület (m ²)	Belmagasság (m)	Kazán ára (Euro)	CO ₂ kib. csökkentés (t/év)	Kazán (kW)
Farkaslaka	Általános Iskola	840,25	4	6722	625,12	336
Farkaslaka	Elemi iskola	430,3	3,2	2753,9	228,22	138
Farkaslaka	Óvoda	194,85	3	584,55	47,16	29
Farkaslaka	Polgármesteri Hivatal	300	2,8	1680	138,92	84
Székelypálfalva	Iskola	268	3,2	1715,2	142,22	86
Firtosváralja	Iskola	168	4	1344	110,8	67
Kecset	Iskola	270	2,8	756	62,84	38
Székelyszentlélek	Iskola	592	3,2	3788,8	312,56	189
Nyikómalomfalva	Iskola	406	3,2	1299,2	107,49	65
Bogárfalva	Iskola	290	3,2	928	76,07	46
Összesen		3758		21571,67	1784,41	1079

Forrás: ErPék Ind, saját készítés

Gazdasági megtérülés számítás

Hőközpont és kogenerációs üzem

A számításaink szerint az energia önellátáshoz szükséges befektetések költsége közel 1.8 millió euróba kerül, a kivitelezés mellett a telephely vásárlás és engedélyeztetés során

felmerülő költségekkel, pedig 2 millió eurót meghaladó költségekkel kell számolni (11. és 12. táblázat). Következtetésként elmondhatjuk, a projekt gazdaságilag kivitelezhető, annak ellenére, hogy nagy befektetéssel járna. A fenntartás költsége főképp a helyi biomassza melléktermékek begyűjtése, beórlése, tárolásából származik, viszont maga az alapanyagok mivel eddig hulladékként voltak kezelve, így könnyen elérhetőek és szimbolikus költséggel járnak (13. Táblázat). A távfűtés ára háztartásonként fűtési szezonokra leosztva 300 eurós költséget jelentene, ami a jelenlegi tűzifa költségeit tekintve háztartásokként 10-15%-os költségcsökkentést jelentene. A nemzeti vidékfejlesztési támogatások 70-80%-os támogatási programot hirdetett meg a 2014-2020-as tervezési időszakra azon megújuló energiákat hasznosító projektekre, amelyek közellátást biztosít vidéki településeken. Ezen program támogatásával megvalósíthatónak látszik az jelen bemutatott befektetés.

Környezeti és gazdasági szempontból nézve, ha fa alapanyagú hőközpontot kiépítésre kerül és a rendelkezésre álló fahulladékokat a helyi közbirtokossági erdőből biztosítanánk, nagyobb hatékonyságot érnenk el, minthogy minden háztartás külön fűtsön.

11. táblázat: **Hőközpontok és biogázüzem költségei**

Berendezések	Teljesítmény/méret	Költség (€)
Faapríték alapú biomassza hőközpont	2 MW	131 000
Szalma égetésű hőközpont	1,1MW	174 000
Fermentor építése	3000 m ³	25 000
Gáztározó	6 m ³	5 000
Turbinatelep	500 kW	1,5-1,8 M

ErPék Ind. Kft alapján

12. táblázat: **Falu-fűtőmű kivitelezési költség táblája**

Munkafázis	Egységár €/m	Aszfaltozott út (7110 m)	Földút (7880 m)
Aszfalt felvágása	3,5 €/m	24 000	–
Gépesített ásás	11,5 €/m	79 890	88 540
Kézi ásás	13,5 €/m	95 865	106 250
Cső ára	45 €/m	319 550	354 160
Cső lerakása	8 €/m	55 920	62 000
Út helyreállítása	47-102 €/m	718 990	371 900
Összesen	128,5-183,5 €/m	1 294 215 €	982 850 €

Forrás: www.isopolus.de alapján

13. táblázat: **Az alapanyag és távfűtés kiadásai az erőművek működése alatt**

Alapanyag	Mennyiség	Költség (€/év)	Megjegyzés
Faapríték, fűrészpor	3 206 m ³	30 000	Erdőgazdálkodás, legelőtakarítás, fűrésztelepi hulladékok
Energiafűz	26 ha	62 500	Harmadik évtől kezdődően két évenként betakarítás
Szalma hulladék	8 843,75 t	84 375	Szalma, kaszáló és legelőtakarítás
Higtrágya	4 512 t	1600	Három farm alapanyaga
Alkalmazott bérezése és karbantartás	3 fő	26 363	Teljes éves foglalkoztatás
Adók, illetékek		1000	
Összesen		205 838	
Távfűtés	97 700 GJ/év	205 838	1 GJ fűtési energia költsége 2,1 €
Háztartások átlagos fűtési költsége		309,06	666 háztartással számolva

Intézmények fűtése

Ahogy a 10. táblázatban megtekinthető, a helyi közintézmények fűtésének vizsgálatakor 8 iskola és egy óvoda épület és a polgármesteri hivatal épületére történtek számítások. Amennyiben figyelembe vesszük azt, hogy a helyi éves fahulladékból származó energia potenciál 45,82 TJ, miközben a közintézmények fűtésére mindössze 6,9 TJ/év-es hőenergia szükséges, kijelenthetjük, hogy az hőellátás a helyi potenciáloknak csupán 15 %-át igényli. A távfűtési rendszer teljes kiépítése révén és a község lakosságának teljes körű rácsatlakozása esetén 97,7 TJ/év-es hőenergia igényre számíthatunk. Ez az energia igény a számításunkba szereplő biomassa melléktermékek kétszeresét teszi ki, így ebben az esetben szükség lenne a fűtőművek ellátására helyi fakitermelésre, energianövények telepítésére, avagy a szomszédos községek területén szintén biomassa hulladékok betakarítását célzó tevékenységek elindítására. Az éves fűtési költségek 5 427 € -t jelentene a helyi költségvetés számára. Az általunk javasolt faapríték-alapú fűtőközpontok költsége támogatás nélkül 21571,67 €. Ezekhez a hőközpontokhoz alapanyag tárolóhely kialakításának költsége még hozzá adódik, az egyes épületek hely-és kivitelezési adottságitól függően. A helyi erdőgazdálkodás fahulladékait beörölve ellátási láncot alakíthatnának ki helyi energiaforrásból, helyi intézmények energia ellátását elérve. A fűtési költségek tekintetében az új beruházás során csak a fahulladékok beörölési és szállítási díjával kell számolni, mindez az eredményezné, hogy az éves „fűtési számla” erőteljesen csökkenne, a beruházás pedig 5-6 év alatt megtérülne.

Az önkormányzat vezetősége pályázati kérelmet kíván benyújtani a farkaslaki iskolákat felújítására, illetve egy napköziotthon felépítésére. 2016 áprilisában kapcsolatba lépett a Green Energy klaszter a helyi döntéshozókkal, amelynek következtében első lépésben egy 500 kW teljesítményű biomassa tüzelésű kazán beépítésén gondolkodnak. A beruházás 15 000 euróba kerül, fűtené a falu központjában lévő két iskolát, az óvodát, valamint az éppen épülő napköziotthont.

Keret a megvalósításokhoz: Bioenergia Mintafalu projekt

Farkaslaka község bőséges helyi biomassa potenciállal rendelkezik, továbbá a társadalmi hozzáállás a helyi lakosok között egy bioenergia alapú helyi energia ellátó infrastruktúra tekintetében is pozitív. A jelenlegi kutatás előtanulmányként értelmezhető a jövőbeni megvalósítások érdekében.

A „Horison 2020 Programme for Research and Innovation” program támogatásával nemzetközi együttműködés innovációs együttműködés indul egy „Bioenergy Village (BioVill)” mintafalu kialakítása. A projekt beindítása 2016 márciusában történt a célterületek, illetve Ausztria és Németország 9 partnerének együttműködésével. A programot a németországi „Deutsche Gesellschaft Fur Internationale Zusammenarbeit (Giz) GmbH” irányítja. A nemzetközi együttműködésben Szlovénia, Szerbia, Horvátország, Macedónia és Románia vesz részt Ausztria és Németország vezetésével. Cél, hogy a felsorolt országokban a német és osztrák mintára minden országban kijelöljenek egy mintatelepülést, ami a következő 2016-2019 közötti időszakban az adott ország részére egy energetikailag önálló település stratégiáját építse ki. Időközben elinduljanak a helyi megújuló energiák hasznosítása és a helyi lakosságnak az információ átadás folyamata. Az együttműködési program romániai képviselője a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster. A szervezet már benyújtotta a csatlakozási felkérést a Farkaslaki Polgármesteri Hivatalba. Az első találkozókra és bemutatókra kialakult a helyi döntéshozók bizalma és nagy érdeklődéssel jelentkeztek a projektbeni részvételre. Így a hároméves innovációs és kutatási program

keretében belül Farkaslaka lehet Románia első „Bioenergy Village” minta faluja. Első technológiai váltásról egyeztetések folynak a Green Energy Klaszter szakemberei és a helyi döntéshozók között biomassza tüzelésű kazánok beszerzéséről, amik a helyi közintézmények fűtésének biztosítását szolgálná.

A bioenergia-falu olyan falu vagy község, amely a helyi biomasszából, illetve más megújuló energiából megtermeli a saját energiaszükségletét kielégítő energiát. Az erdei fahulladékot, nyesedéket, mezőgazdasági mellékterméket valamint a kommunális hulladékot hő- és elektromos energia ellátására hasznosíthatjuk. A németországi, ausztriai, svédországi dániai vagy norvégiai bioenergia falvak fejlesztésének egyik fő célkitűzése az energia szektor környezetbarátabbá tétele. Kiemelkedő példa Jühnde Németországban, Güssing Ausztriában és Samsø Dániában. Jelenleg ezekben az országokban már néhány száz bioenergia-falu működik.

Jó példa Németországban

Jühnde, Alsó-Szászország déli részén fekszik, 1000 háztartást számlál. A Göttingeni Egyetemmel és a Kasseli Egyetemmel együttműködve a falunak 2005-ben sikerült elérni, hogy Németország első bioenergia-falujává váljék. A projekt a lakosok döntésén és kezdeményezésén alapult. A német állam 5,4 millió eurós összköltség egyharmadát állta.

A település az elektromos energiafogyasztását és hőigényét biogázból fedezi. A mezőgazdaságban keletkező hígtrágyát és megújuló nyersanyagokat tartályokban tárolják és fermentálják. A szagterhelés elkerülése céljából légmentes rendszereket használnak. Az erjesztés után az alapanyag magas metángáz tartalma biztosítja a gáztüzelésű elektromos generátor üzemanyagát, amely a hőenergiát termel. A kogenerációs üzem által termelt hőt a helyi fűtőhálózatba táplálják be, a háztartások 70%-ának biztosítanak fűtést és elektromos áramot. Télen az ezen felül keletkezett hőigény faapríték eltüzeléséből fedezik. A háztartások éves megtakarítása eléri az 500 eurót. A község a megtermelt áram felét használja fel, a felesleget a villamosenergia hálózatba küldik [NICOLE PAUL 2016).

Jó példák Romániában

Esztelnek

A településen 2016. március 20.-án biomasszával működő, norvég alapból (European Economic Area – EEA and Norway Grants) finanszírozott hőközpontot adtak át. A létesítmény a községházat, a művelődési otthont, az ifjúsági klubot és az Angustia Egyesület székhelyét fűti. A teljes projekt értéke 219 ezer euró, amelynek 87%-át a Norvég Alap biztosította. A projekt részeként az önkormányzat aprítógépet, energiafűz telepítésére alkalmas háromhektáros területet vásárolt, és a sepsibodoki ErPékInd Kft. cég segítségével kazánházat építettek.

A szilárd biomassza előállítását energiaültetvényekre, illetve a helyi fahulladékokra alapozzák. Patakmeder, valamint zöldövezet, gyümölcsösök vagy erdőgazdálkodás után visszamaradó fahulladékot is használhatnak (GREEN ENERGY 2016).

Lókod

Az Udvarhelyszéken található falu főleg a hátrányos helyzetű fiatalok felkarása miatt vált ismertté. A Lókodi Ifjúsági Alapítvány és a Wolter Alapítvány célul tűzte ki a sérült és

szociálisan hátrányos helyzetű gyermekek és fiatalok megsegítését. Otthont, munkahelyet és szakképzési lehetőséget biztosítanak a fiatalok számára. 2004-ben létrejön a Homoródmente első biomassza tüzelőanyag-gyártó üzeme, valamint létrejön az ezt hasznosító fűtési rendszer beüzemeltetése. A norvég kormány támogatásával elindult a „Fenntartható zöldhulladék-gazdálkodás” projekt, amelyben a környezetvédelem mellett a hátrányos helyzetű fiatalok foglalkoztatása is fontos (GREEN ENERGY 2016).

Céljaik:

1. biomasszával működő fűtési rendszer kialakítása a Lókodi Ifjúsági Alapítvány műhelyeiben
2. zöldhulladék gyűjtő szolgáltatás építése
3. fahulladékból származó termékek előállítás és értékesítése.

A berendezés alkalmas fűrészpor, faforgács, aprított fahulladék elégetésére. A kazánház mellett aprítéktároló berendezés is található, amelyet egy nagyteljesítményű traktor működtet. Továbbá beszereztek két utánfutót, amivel a faapríték szállítását látják el. A fűtéshez Homoródmente közel 5 falujának több mint 100 ha erdőjének karbantartásával, legelőinek zöldhulladékát, valamint mezőgazdasági melléktermékeket használják fel, ennek köszönhetően a környezet is rendezettebbé válik (LIA Alapítvány, 2016).

Következtetések

Az általunk választott községben a biomassza hasznosításra bőséges helyi alapanyag áll rendelkezésre, miközben a felhasználásra ezekben az években fejlesztettek ki ugyancsak a régióban fellelhető automatizált, utolsó generációs berendezéseket. Ezen hasznosítások stimulálják a mezőgazdasági termelést, így az agro-energetikai tevékenység plusz jövedelemforrás a vidéki térségek számára, valamint a biomassza CO₂-semlegesége klímavédelmi és fenntarthatósági kérdéseket válaszol meg. Mindez új technológiát és szerkezetváltást követel úgy a termelő, ahogy a fogyasztó részéről is, – állítják a megújuló energiagazdálkodásban előrehaladott német kutatóközpontok –, és mindezt a 21. században a megújuló energiák intenzívebb alkalmazásával érhetjük el. Az energiatermelést és fogyasztást új rendszerben kell, működtetni az új technológiák alkalmazása révén, miközben új, decentralizált energiatermelési és fogyasztási struktúrák kiépítése valósul meg, növelve az energiaellátás biztonságát.

Az általunk kutatott községben a kilenc település kiterjedt területén található a potenciálemelésben szereplő biomassza források. Emiatt a hasznosításkor fontos hangsúly helyeződik a biomasszáknak fenntartható begyűjtésére. A begyűjtési infrastruktúra és kapacitás kiépítésekor számos munkahely képződhet, miközben a helyi technológiai felszereltség színvonala növekszik és sokoldalúvá válik. Ez idő alatt az üvegházhatású gázok kibocsátását minimalizálni kell ahhoz, hogy a biomassza hasznosítás CO₂ semleges tevékenység vagy kvázi semleges maradjon. Mindezek fényében érvényesül helyi szinten az EU hosszú távú irányelvei a fenntartható és inkluzív fejlődés terén. A megújuló energiaforrások hasznosítására épülő közösségi beruházások sikerességében a helyi lakosság támogató hozzáállása kulcsszerepet tölt be (WÜSTENHAGEN, 2007). Ennek felkutatására is vállalkoztunk és az eredményekben azt látjuk, hogy a helyi lakosság érdeklődő és nyitott az alternatív fejlesztési projektre.

A helyi hő- és villamosenergia termelés egyszeri, viszont nagy méretű beruházást igényel. A decentralizált energiatermelés új technológiai beruházást követel, aminek legkedvezőbb hatása

a helyi intézmények hő ellátásában nyilvánulhat meg. A helyi iskolák és közintézmények biomassza alapú fűtésével, ha csak a beruházás értékét tekintjük, 15-20%-os fenntartási költségcsökkenés esetén 6-7 év alatti megtérülést érhetünk el. Emellett tekintettel kell legyünk arra, hogy helyileg számos új munkahelyet hozhat létre, ami a helyi gazdasági élet élénkülését, változatosságát gyarapíthatja. Mivel elsősorban hulladék fa, szalma és más mezőgazdasági szilárd biomassza a bemenő nyersanyag, a technológia működtetése a helyi környezet rendbe tételét, tisztántartását és egy magasabb szintvonalú karbantartását eredményezné. Farkaslaka, mint közkedvelt turisztikai célpont attraktivitását így tovább növelheti a helyi környezet, községi zöld övezetek parkok és fás területek folyamatos takarításával. A falu-fűtőmű kiépítése a jelenlegi fűtési költségek 10-15%-os csökkenését érhetik el. A komplex falu-fűtőmű rendszer kiépítése nagyságrendileg meghaladja az intézmények fűtésrendszerének retechnológizálását. Mindennek a befektetésnek a megtérülése hosszabb távon értelmezhető, ami 12-14 évet vesz igénybe. Ebben az esetben legalább 10 új helyi munkahely képződik, felélénkül a helyi bioenergia alapanyagok üzleti forgalma, így kialakulhat a helyi bioenergia piac, mint új helyi gazdasági szféra.

Biomassza hasznosítás terén már vannak kiemelkedő példák az általunk vizsgált község közelében, ilyen a háromszéki Esztelnek, illetve az udvarhelyszéki Lókod, de a meg kell említeni a homoródalmási kisméretű biogáz előállító rendszert is. A farkaslaki megvalósítás túlmutatna a helyi energia önellátáson. A Horison 2020-as kutatói és innovációs keretprogram segítségével egy olyan pilóta projekt megvalósítására van lehetőség, amely főként az egész országban egy, a bioenergiák hasznosításának demonstrációs szerepét vállalhatja fel (SEBESTYÉN, 2016).

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki ezúton a Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster elnökének és az ErPék Ind. Kft tulajdonosának a kutatásban nyújtott szakmai segítséget. Köszönet ezenkívül a Farkaslaki Polgármesteri Hivatal munkatársainak, az Állategészségügyi Hivatal, az Erdészeti Hivatal és az RDE Kft. hulladékgyűjtő vállalatnak a rendelkezésünkre bocsájtott adatbázisokat, ami alapján megvalósulhatott a kutatásunk.

Hivatkozott források

ABECPO (2011): Biomass-Coal Co-firing Power Generation Becoming Popular in Japan, Asia Biomass, 2/2011

BAI A. (2002): A biomassza hasznosítása, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest

BAI A. et al. (2015): Social and economic possibilities for the energy utilization of fitomass in the valley of the river Hernád, Renewable Energy 85, pp . 777-789.

BARÓTFI I. (2000): Környezettechnika kézikönyv, Mezőgazda Kiadó, Budapest, digitalis tankönyvtár

BARTHA S. (2015): A biomassza tüzelésű kazánok előállítása, Sepsiszentgyörgy, <http://greenenergycluster.ro/index.php?language=en&page=42>, letöltés: 2016. október 9.

BRACMORT K. (2016): Is Biopower Carbon Neutral? Congressional Research Sercive, CRS Report, R41603, Washington, pp. 1-15

BURTON R. (2016): Seeing energy in three dimensions, Bulletin of the Atomic Schintist Volume 68, Issue 4

- BUNDLAND G. (Ed.) (1987): Our common future: the world commission on environment and development, Oxford University Press, Oxford
- DEL RIO P. (2009): An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 13 (2009), pp. 1314–1325
- DOMINEK D. (2008): A biomassza szükségesszerűsége és felhasználási lehetőségei Magyarországon. A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát medencében Nemzetközi Konferencia. Pécs: PTE
- GÖNDÖCS I. (2010): Megújuló energiára alapozott komplex kistérségi energetikai modell, Eco-Cortex Tanácsadó Iroda, Pécs
- FAZEKAS I. (2006): Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I., Akadémia Kiadó, Budapest, pp. 543
- FOGARASSY I. (2001) *Energianövények a szántóföldön*, Szent István Egyetem, Gödöllő <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kornyezettechnika-eloszo/index.html>, letöltés: 2016. február 8.
- GIELEN at al., (2015): Synergies between renewable energy and energy efficiency, Working Paper, International Renewable Energy Agency (IRENA), Copenhagen and Abu Dhabi
- VAJDA L. (2015): Energy Independence in Romania, Sustainable Energy Week Conference, Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster, Sfantu Gheorghe
- HILLEBRAND B (2006): The expansion of renewable energies and employment effects in Germany *Energy Policy*, 34 (18), pp. 3484–3494
- IEA (2015): CO₂ Emissions from Fuel Combustion, International Energy Agency Source, Edition 2015, pp. 111
- JAKAB CS. et al. [2000] *Farkaslaka múltja és jelene*, Kalota Könyvkiadó, Kolozsvár, pp. 11-21
- KÁRPÁTI Á. (2002): Lakossági szennyvizek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Ismeretgyűjtemény, Veszprém, Magyarország. 2015. március 20
- KLEVAS V. (2009): Sustainability assessment of the energy projects implementation in regional scale, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(1), pp. 155-166.
- KOCSIS K. (1992): A biomassza energetikai hasznosítása az agrárgazdaságban. I. Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia. Budapest.
- KURIHARA M. et al. (1999): Methane Production an energy partition of cattle ind the tropics. *British Journal of Nutrition*, Volume 81., pp. 227-234.
- LEITNER VIKTORIA, LINDORFER JOHANNES (2016): Evaluation of technology structure based on energy yield from wheat straw for combined bioethanol and biomethane facility, Elsevier, *Renewable Energy*, Volume 87, pp. 193-202, doi:10.1016/j.renene.2015.09.037
- MORENO B. (2008): The effect of renewable energz on employment. The case of Asturias (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 12, Issue 3, pp. 732-751.
- MUNKÁCSY B. (2013): A fenntartható energiagazdálkodás földrajzi összefüggései szemelvények az energiaföldrész tudományterületéből, Kiadó: ELTE-TTK, Budapest

- MURPHY J. D. (2004): Technical, economic and environmental analysis of biogas utilisation. In J. D. Murphy, Technical/economic/environmental analysis of biogas utilisation (old.: 407-427). Cork, Ireland: Applied Energy.
- NICOLE P. (2016): Jühnde 2.0 wird effizienter und flexibler, Energie- und Ressourcenwende, Alternativ Kommunalpolitik 1/2016, pp. 38-39.
- PABLO del R. – BURGUILLO M.: Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework, 2008, pp.1325–1344, doi:10.1016/j.rser.2007.03.004
- PANWAR N. L. et al. [2011]: Role of renewable energy soruces in environmental protection: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 3, pp. 1513-1524.
- PECZNIK P. – KÖRMENDI P. (1997): Hőenergia gazdálkodás, biomassza tüzelés, FM Műszaki Intézet, Gödöllő.
- RECENSAMANT (2011): Population and Housing Census in the county of Harghita in 2011, Online: www.harghita.insse.ro, Downloaded: 03.02.2016.
- ROCKY L. AND DAVID J. PARRISH (2009): Herbaceous corps with potential for biofuel production in the USA, CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2009 4, No. 057, doi: 10.1079/PAVSNNR20094057
- SÁRINGER-KENYERES T. (2001): Pannon Központ., forrás: Növénytermesztési Technológiák: búza, rozs, árpa, zab, Online elérhető: www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/001_1_1_-buza_arpa_rozs_zab_triticales_term.pdf, letöltés dátuma: 2014. március 16.
- SEBESTYÉN T. (2016): Bioenergy Village Porject in Romania, Energy Independence Conference, Building the Energy Union Together, Sfantu Gheorghe, Romania
- SHELFORD T. (2012): Estimating Farm Size Required to Economically Justify Anareobic Digestion on Small Dairy Farms. Enhancing Economic and Environmental Sustainability, Cornell University, New York.
- SZABÓ A. (2011). Szennyvízkezelés. Budapest, Magyarország.
- SZEMÁN L. (2006): Gyepgazdálkodási alapismeretek. Gödöllő: Gyepgazdálkodási Tanszék, MKK NTTI.
- TAKÁCS J. (2013): Kommunális Szennyvizek tápanyagtartalmának csökkentési lehetősége. Hulladék Online Elektronikus Folyóirat.
- TIAN, Y.Q et al. (2001): Agricultural and Forest Meteorology vol. 109 issue.
- TÓTH P. et al. (2011): Energetika, Digitális Könyvtár, Budapest, pp. 47-75.
- TRANSELECTRICA (2016) Capacity of Electric Energy Production from Renewable Energy Sources, Online: <http://transelectrica.ro/web/tel/home>, Downloaded: 13.02.2016.
- VARGA E. Á. (1998): Erdélye etnikai és felekezeti statisztikája I., Kovászna, Hargita és Maros megye Népszámlálási adatok 1850-1992 között, Pro-Print Könyvkiadó, Csíkszereda, pp. 200-201
- VOFKORI L. (1998): Székelyföld útikönyve I., Cartographia Kiadó, Budapest, pp. 335-340.
- WÜSTENHAGEN et al, (2007): Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept, Energy Policy, Elsevier, Volume 35, Issue 5, pp. 2683-2691.

INSS (2015): Cultivated Areas and Plant Species on the National and Local Level, National Statistics Institute, Bucuresti, Online: <http://statistici.INSSE.ro/shop/>, Downloaded: 19.11.2015.

INSS (2015): Crop Production of the Main Crops, on the Counties and Localities Level, National Statistics Institute, Bucuresti, Online: <http://statistici.INSSE.ro/shop/>, Downloaded: 16.11.2016.

INSS (2015): Use of Land Fund, on the Counties and Localities Level, National Statistics Institutes, București, Online: <http://statistici.INSSE.ro/shop/>, Downloaded: 19.11.2015.

Megújuló energia Esztelneken, online elérhető: <http://www.erdely.tv/hirek/megujulo-energia-esztelneken?page=7>

Korszerű hőközpont Esztelneken, online elérhető:
http://www.3szek.ro/load/cikk/89876/korszeru_hokozpont_esztelneken

LIA A. (2016): Lókodi Ifjúsági Alapítvány, Általános tudnivalók, online elérhető:
www.lialokod.ro

Energy Turnaround Part 5. Bioenergy village, a successful model, 2013, online elérhető:
<https://www.deutschland.de/en/topic/business/innovation-technology/bioenergy-village-a-successful-model>

www.biovill.eu

www.deutschland.de

Population and Housing Census in the county of Harghita 2011, National Statistics Institute,

Szerzők

Sebestyén Tihamér

Kutató, Green Energy Romanian Innovative Biomass Cluster
Sepsiszentgyörgy RO-520064, Sajtó utca 4., Románia
Phd Hallgató, Babeş-Bolyai Tudományegyetem,
Földrajz Kar, Regionális Fejlesztések Doktori Iskola
Kolozsvár, RO 400006, Str. Clinicilor, nr. 4-7.
sebesten_tiha@yahoo.com

Bálint Melinda

MSc Hallgató
Babeş-Bolyai Tudományegyetem,
Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet
Kolozsvár, RO 400006, Str. Clinicilor, nr. 4-7.
balint.melinda93@gmail.com