

**32. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK),
Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció (FöFiMa),
Kolozsvár, 2015. április 15-18.**

Biomassza erőforrások és ezek vidékfejlesztési hatása Kovászna megyében

Szerző:

Sebestyén Tihamér-Tibor

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, turizmus és területi fejlődés szak,
mesterképzés, II. év

Témavezető:

dr. Bartok Blanka tanársegéd

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet

Tartalomjegyzék

I. Biomassza potenciálbecslés Kovászna megye közigazgatási egységein	2
1. Módszertan	2
2. Kovászna megye energetikai szempontú vizsgálata	4
2.1. Kovászna megye mezőgazdasági területei	4
2.2. Kovászna megye községeiben a lakosság gabonaellátáshoz szükségesterületnagyság meghatározása.....	5
2.3. Községek szántó területéhez mért gabonafogyasztás.....	6
2.4. Az energetikai célú biomassza lehetséges forrásai, mennyisége	7
2.4.1. Erdők.....	10
2.4.1.1. Jó példa a közelben	12
2.4.2. Gyümölcsösök nyessedéke	13
2.4.3 Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek.....	14
2.4.3.1 Gabonaszalma.....	14
2.4.3.2 A cukorrépa feldolgozása	17
2.4.3.3. Állati trágya	19
2.4.3.4 Érdemes biogáz üzemet építeni Lemhényben?.....	20
2.4.3.5 Biogáz-üzem telepítésére alkalmas települések	22
2.4.4. Legelők, kaszálók energetikai számbavétele	24
2.4.5. Energiafűz telepítés.....	26
2.5. Hulladékkezelésből származó energia lehetőségek.....	27
2.6. Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek	29
2.7. Potenciálösszesítés	31
2.8. Javaslatok.....	35
II. A biomassza vidékfejlesztő hatása Kovászna megyében	37
1. A vidék fogalmának körüljárása Kovászna megyében	37
2. A helyi humán fejlettségi index vizsgálata Kovászna megyében	38
3. Megújuló energiák szerepe Kovászna megye vidékfejlesztésében.....	41
4. Helyi energiatermelési lehetőségek és fejlesztő hatásuk	43
4.1. A biomassza erőművek multiplikátor hatásai helyi szinten	44
4.2. Megújuló energiák hasznosításának társadalmi-gazdasági hatásai Kovászna megyében	46
Következtetések, lehetőségek a jövőre nézve	48
Idézett forrásmunkák	49
Függelékek	51
Mellékletek	54

I. Biomassza potenciálbecslés

Kovászna megye közigazgatási egységein

A következő környezet-energetikai potenciálbecslés lépcsőről lépésre veszi azokat a mezőgazdasági, erdészeti, közfenntartási szempontból fontos anyagokat, amelyek, mint folyamatosan képződő anyagok megújulóknak számítanak Kovászna megyében. A következőkben leírt eljárást a budapesti ELTE megújuló energiákkal és környezetvédelemmel foglalkozó szakemberei fejlesztették ki az Ister-Granum Eurórégió megújuló energiakutatás hasonló kutatására (Kazai, 2008), amely Szlovákia és Magyarország között, mint határon átnyúló közösségi támogatást élvező projektként futott. Ennek a kutatásnak lehettem utólagos tanúja 2011-ben. Később ezt a módszert továbbfejlesztve alkalmaztuk, kezdetben Kovászna megye megújuló energiáinak számbavételére, majd kiterjesztettük a módszert a gyepterületek számbavételére, a hulladék- és szennyvíziszap hasznosítására, valamint a megyénkben igen nagy mennyiségben termelt cukorrépa melléktermékeinek a számbavételére. Ezenkívül, Kovászna megye kiterjedt kaszáló és legelő területekkel is rendelkezik, nem hagyhatjuk tehát ezt ki a potenciálbecslésekből. Tekintsük tehát át a kezdetben 4-5 lépést tartalmazó, de jelen kutatásra már 10 lépésben kiterjedt, integrált biomassza-potenciál becslést, amely Kovászna megye községi szintjeire készült el.

A biomassza, mint megújuló energiaforrás potenciáljának a meghatározásakor alapvető, hogy mindenekeelőtt meghatározzuk az adott területen élők élelmiszerszükségletének kielégítéséhez szükséges terület nagyságát, és csak az ezen felül maradó területekre tervezzünk energetikai célú növénytermesztést. További kompromisszumot kell kötni a védett természeti területekkel kapcsolatosan is, melyet első körben érdemes kivonni a vizsgálat alól. Megjegyezzük, hogy a természet közeli gazdálkodás és az élőhely védelmi szempontok szigorú betartása mellett a védett területek is szóba jöhetnek, mint energetikai célú biomassza források (Kazai, 2008).

1. Módszertan

A megye területén lévő öt város, negyven község, ezen belül összesen 128 település biomassza-potenciál felmérését végeztük el. A végső eredményeket az ArcGIS 10.1 térinformatikai program segítségével térképeken interpretáltuk. Ezen túlmenően Kovászna megye felszínborítási térképe is elkészült, adatbázisként az EU egész területét lefedő Corine felszínborítási adatbázist használtuk. A Corine adatbázis műholdfelvételek digitális feldolgozásával készült. Hazánk teljes területére a 2000-ben készített változat állt rendelkezésünkre, mindez 1:50.000-es méretarányban.

Módszertani lépések:

1. lépésben: A felszínborítottság adatbázisból térinformatikai módszerekkel leválogattuk azokat a területeket, melyek jelenleg is valamilyen mezőgazdasági művelés alatt állnak és semmilyen fokú védettség alá nem tartoznak. Célunk az volt, hogy első körben a már művelés alatt álló területek biomassza hozamáról kapjunk képet, a védett területeket pedig, mint tartalékterületeket vettük figyelembe.

2. lépésben: Meghatározható a vizsgálatban szereplő községekben élő lakosság gabonaellátásához szükséges minimális szántóterületek nagysága, melyeket szintén levontunk az energetikai célra potenciálisan hasznosítható szántókból.

3. lépésben: A fennmaradó területekre vonatkozóan különböző alapanyagok potenciális hozamadataira támaszkodva, meghatározható az energetikai célra hasznosítható biomassza mennyisége és annak energiatartalma.

4. lépésben: A községekben a földművelés és gyümölcsösök melléktermékeinek, valamint egyéb szerves hulladékok mennyiségének felbecslése, majd ennek a potenciális energiatartalmának meghatározása.

5. lépésben: A megye községeiben az utóbbi évek, valamint a jelenlegi állatállomány nyilvántartásaiból ugyancsak számítható biogáz alapú potenciális energia kihozatal.

6. lépésben: A községek területéhez tartozó erdők nagyságának figyelembe vétele után, (összevetve az elmúlt tíz év fakitermelési adataival), „fenntartható fakitermeléssel” számolva kiszámolható az erdőgazdálkodási hulladék mennyisége. Ezeket az értékeket, a helyi biomassza-potenciál mennyiségbe szintén beleszámítottunk.

7. lépésben: A megyében az utóbbi években nyilvántartott szemétgyűjtési adatok alapján számolható energiahozam. A hulladékégetésből származó energiamennyiségre ugyancsak kitérünk, lebontva ezt községi/települési szintre.

8. lépésben: A települési csatornahálózatok kiépítettségét és azoknak az input volumenét tekintjük át. A szennyvíztisztítás alatt keletkező települési szennyvíziszap energetikai kezelésével további folyamatosan keletkező megújuló energia potenciálra találunk.

9. lépésben: Összegezni kell az egyes alapanyagokra becsült potenciál értékeket.

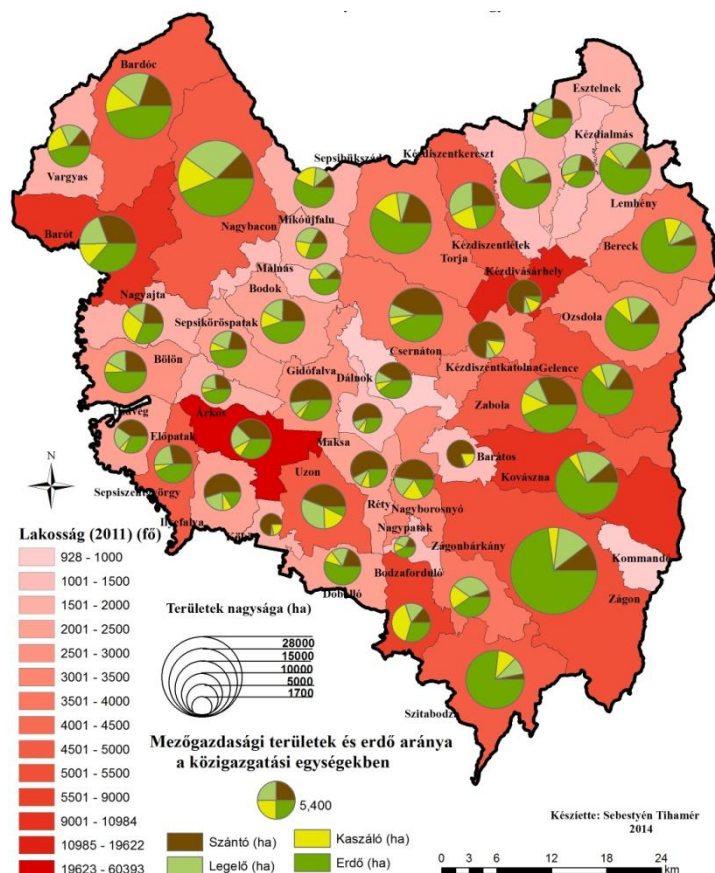
Végezetül a dolgozat kiegészítéseként javaslatokat vagy éppen követendő példákat mutatunk be, amelyek a helyi biomassza hasznosítás tényleges lépéseit írják le. Ezen példák alapot képeznek a helyi szintű biomassza hasznosításra épülő településfejlesztési stratégiák kialakításához.

2. Kovászna megye energetikai szempontú vizsgálata

2.1. Kovászna megye mezőgazdasági területei

Jelen alfejezet kimutatásait az Országos Statisztikai Intézet (Institutul Național de Statistică, továbbiakban INS) adataira támaszkodva végeztük el. A 2013-as adatok alapján Kovászna megyében a mezőgazdasági összterületek nagysága 186 067 ha volt. A mezőgazdasági összterületnek 44,75 %-át teszik ki a szántó területek. A nyilvántartott összes szántóterület 83 251 hektár. A többi legelő (60 928 ha), a kaszálók nagysága 2009-es adatokkal összevetve 1000 hektárral gyarapodott (41 296 ha). A gyümölcsösöket - miközben az ezredfordulón még közel 1900 hektárra terjedtek ki-, az évek során folyamatosan felszámolták a községekben, főként 2010 után gyorsult fel ez a folyamat, az utolsó évben már csak valamivel több, mint 870 hektár volt számon tartva. A megyében a szántók területét meghaladja a gyepes mezőgazdasági területek nagysága, arányuk a mezőgazdasági területekből 45-55%.

A nem mezőgazdasági területek a megye területének felét teszik ki, ebből 89 %-a erdő, tehát Kovászna megye teljes területének 44,5 %-a erdő, ezen belül lombhullató-, tűlevelű- és vegyes erdők dominálnak. A legelső terület-adminisztratív egységeket tekintve részletekbe menő információkat az 1. ábra mutat.



1. ábra: Közigazgatási egységek lakossága és a hozzá tartozó területek osztályozása Kovászna megyében, Forrás: INS, saját készítés

2.2. Kovászna megye községeiben a lakosság gabonaellátáshoz szükséges területnagyság meghatározása

A községek lakosságának gabonafogyasztására vonatkozó számításainkat meg kell előzzé az a körütekintés, amely Romániában a napi kalóriabevitelt illeti, mindez a legfrissebb statisztikák alapján. Egy negyven országra kiterjedő kutatás, - amit az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete végzett 2011-ben -, statisztikai alapján egy átlagos román állampolgár 3510 (INS, 2013) kcal-t fogyaszt naponta. Feltételezve, hogy nem térnek el nagyban a vizsgált terület étkezési szokásai a romániai átlagtól, a továbbiakban ezzel az értékkel számolunk. A napi átlagos élelmiszer bevitel nagyrésztét 1407 kcal/fő/nap értéket a liszt és gabonaőrlemény adja, amelyet közvetlen gabonafogyasztásnak veszünk esetünkben (FAO ENSZ, 2011).

A 1407 kcal/fő/nap értéket átszámolva 5890 kJ-t kapunk (ha $1 \text{ J} = 0,2388 \text{ kalória}$). Ezt megszorozva az adott helység lakosság számával, valamint az év napjaival ($223\,364 \text{ fő} \times 5890 \text{ kJ} \times 365 \text{ nap}$) megkapjuk, hogy a településen élő lakosság mekkora energiaigénnyel rendelkezik a gabonafogyasztást illetően.

Az 1 kg 14%-os nedvességtartalmú búza 15,74 MJ energiatartalmához viszonyítva megkapjuk, hogy a lakosság ellátásához a helyi szinten mekkora mennyiségű gabonára van szükség évente.

Ezen kívül közvetett gabonafogyasztással is számolnunk kell, az állati termékek (hús, tej, tojás stb.) előállításához felhasznált takarmány-szükséglet miatt.

A továbbiakban a húsfogyasztással számolunk (beleértve az állati termékeket is), mely a 2013-as felmérés szerint Romániában 60 kg/fő-re tehető.

Amennyiben elfogadjuk, hogy 1 kg húst átlagban 10 kg növényi alapanyag felhasználásával állíthatunk elő (Kazai, 2008), akkor a fenti húsfogyasztáshoz 600 kg gabonára van szükség fejenként. Továbbá ebben az értékben kifejezhetjük a más élelmiszerekkel egyenértékű energiákat is, melyet a táplálkozás során a szervezetünkbe juttatunk.

A gabonaigény fedezésére a számítások szerint 9442,19 hektár szántóföldre van szükségünk, mégis a Kovászna megyei Mezőgazdasági Szaktanácsadó Hivatal (Direcția pentru Agricultură a Județului Covasna, továbbiakban DAJC) legutolsó adatai alapján, az utóbbi évben 18635 hektáron termeltek kizárólag búzát a megyében.

Megállapíthatjuk tehát, hogy Kovászna megye lakossága összesen mintegy 162 677 t gabonát fogyaszt, ill. használ fel évente más élelmiszerigényeinek kielégítésére. Ennek a mennyiségnek a termőterület-igényének kiszámításához Kovászna megye búzatermés átlagát vettük alapul 2005 és 2012 között, köztudott ugyanis, hogy amíg például a 2013-as évben rekordterméseket hozott a mezőgazdaság, a 2012-es év ebből a szempontból nem volt ennyire kedvező. Fontos tehát egy átlagos terméssel kalkulálni. Ezen az évenkénti hozamfluktuációk elkerülése érdekében az utolsó hét év átlagolt terméseit vettük figyelembe. Ez idő alatt a legjobb átlagtermés 4094 kg/ha volt 2008-

ban, és a leggyengébb év 2563 kg/ha-ral a 2012-es év volt. Így egy átlagos 3195 kg/ha értékkel számolva megkapjuk, hogy a fenti gabonamennyiség megtermeléséhez, mintegy 50 906,38 ha területre volt szükség.

2.3. Községek szántóterületéhez mért gabonafogyasztás

A megye szántóterületeiből (84 853 ha) a lakosság ellátásához csupán 61,15 %-ra van szükség. Következő lépésben vizsgálat alá helyeztük a helyi szántóterületeket megnézve, hogy melyek azok a községek, amelyek további nagy szabad területekkel rendelkeznek a lakosság ellátáshoz szükséges területek után, valamint hol találhatóak a számítások után kiterjedt szántóterületek „szabadon” (2. ábra).

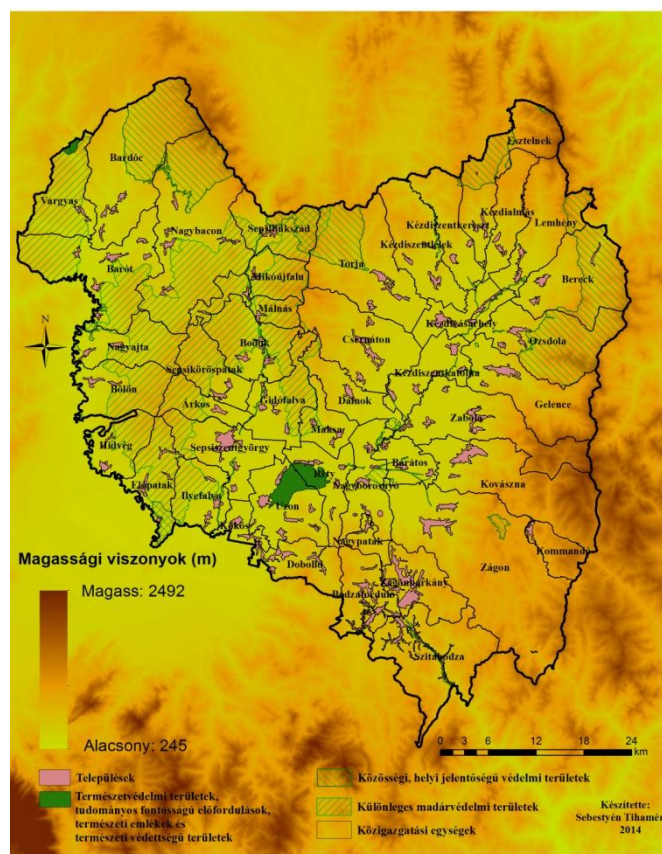
Számottevő többlettermelés csak krumpliból figyelhető meg, ez a kultúrnövény évente közel kétszázezer tonnát terem a megyében, melynek döntőrészét úgymond „exportálja” a megye. Tény, hogy nem lehet a települések közélelmezését leszűkíteni a helyben megtermelt, illetve megtermelhető élelmiszerekre. A lakosság élelmiszerellátás szempontjából nemzeti, sőt hadd ne emelkedjünk globális, de legalább közösségi szintű élelmiszerellátás-rendszerre is lehet gondolni, elég ha csak a multinacionális hipermarketek helyi jelenlétét hozzuk fel példának. Jelen fejezet célja csupán kideríteni, hogy azt az élelmiszer mennyiséget, amelyre szükség van a községekben, elő lehet-e állítani a helyi mezőgazdasági adottságok között. Ha igen, akkor mekkora az a mezőgazdasági terület többlet, amire energetikai célú termelést lehet alapozni? Az egyes községekben (csak a legkirívóbb példákat említve), mint: Barátos, Maksa, Ilyefalva, Dálnok, Szentkatolna, Réty a hozzájuk tartozó szántóterületek negyede sem szükségeltetik a lakosság ellátására. Természetesen a fennmaradó területeken piacra termelő mezőgazdaságot folytatnak. A tapasztalatok, meglátások szintén a fent megállapított tényt támasszák alá, egyben felhívják a figyelmet arra, hogy a bioenergia termelésre lehetőség van, hiszen még mindig kihasználatlan a földterületek nagy százaléka. A Green Energy¹ biomassza klaszter vezetője, Vajda Lajos 15 000 hektár olyan megműveletlen területet említ a megye területén, amely azonnali energianövény termelésére fogható a megyében.

¹**Green Energy Egyesület:** 2009-ben alakult 14 alapító taggal. Célja a megújuló energia hasznosításának népszerűsítése, érdekképviselő kialakítása. 2011 februárjában hozta létre Romániában az egyetlen biomassza klaszterjét. A nyitott tömörülés célja a biomassza, mint energiaforrás termelésének, értékesítésének és felhasználásának fejlesztése és terjesztése. A partnerségi alapító okiratban jelenleg 34 kompetens vállalkozó, befektető és szakembergárda vesz részt.

jelenség a közösségi és állami területre szóló mezőgazdasági támogatásoknak is köszönhető, amelynek kitétele a megművelés. Emellett megfigyelhető egy retechnologizált mezőgazdaság felerősödése is. A helyi igények feletti földművelés ezután is a piaci helyzettől függően fog alakulni: kereslet-kínálat által befolyásolt. Amennyiben az energiafűz telepítésének jövedelmezősége bebizonyosodik, mint potenciális energetikai célú növénytermesztés, az alkalmas területeket igénybe lehet venni. Elsősorban, mivel a lakosság élelmezése magasabb prioritást élvez, ez egy másodlagos földhasznosítási formát jelent majd a termelésben.

A továbbiakban meg kell néznünk esetlegesen milyen egyéb területekkel számolhatunk még. A 3. ábrán és a 1. táblázatban Kovászna megye azon területeit határoltuk le, ahol országos fontosságú természetvédelmi területek találhatóak.

A 3. ábra azokat a területeket is tartalmazza, amelyeket a helyi lakosság vagy legtöbb esetben megyei tanácshatározat védelmi területeknek nyilvánított. Bár ezek a területek szerepelnek a nyilvántartásban, a kiterjedt területek gyakorlatban semmilyen megkülönböztetést nem élveznek még a velük szomszédságban lévő területekkel szemben sem (pl: Nemere-hegység természetvédelmi terület). Fontos a jövőben figyelmet fordítani arra, hogy az esetleges erdőgazdálkodás maradjon fenntartható és ne okozzon a természetes növény- és állatvilágban egyensúlyzavart. A megye területén összesen 30 helyi fontosságú védelemre szoruló terület van, mindez 17 község területén, összesen 26372.35 hektár kiterjedésben (Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, 2010). Részletes lista ezekről a 2. Mellékletben található.



3. ábra: Különböző természeti védettséget élvező területek Kovászna megyében
 Forrás: Ministerului Mediului și Schimbărilor Climatice, saját készítés

1. táblázat: Országos szintű természetvédelmi területek Kovászna megyében

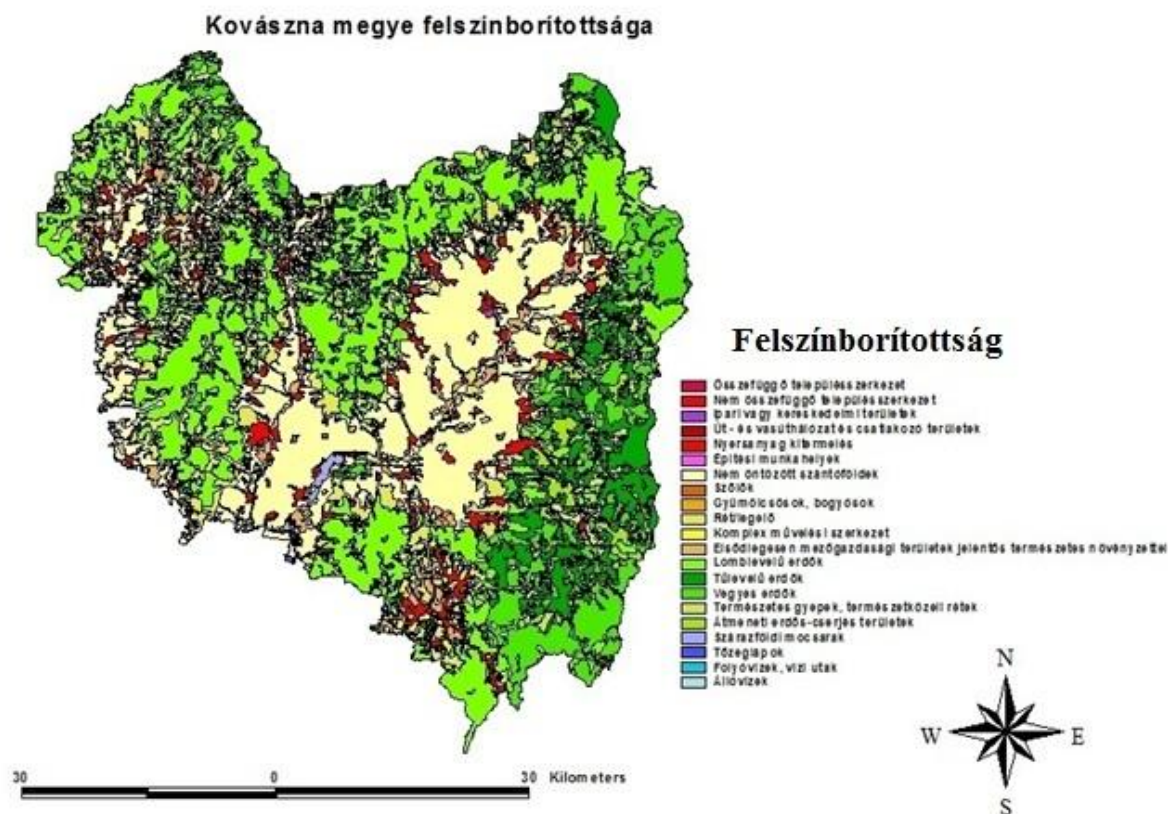
Országos szinten védett természetvédelmi területek	Elhelyezkedése (község)	Kiterjedése (Ha)
Csokár-Veczer	Erősd (falu)- Előpatak	977
Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalvi tavak	Réty és Uzon	2112,6
Vargyasi-szoros	Vargyas	2970
Veresvízi-tőzezláp	Kézdialmás és Kézdiszentkereszt	66
Rozsdás-tőzezláp	Zágon	355
Összesen: 5	7	6480,6

Forrás: (Monitorul Oficial al României, 2007), saját készítés

A 4. ábrán a Corine felszínborítási adatai alapján megkülönböztethetők azok a területeket, melyek különböző típusú mezőgazdasági, erdészeti, település vagy más infrastruktúra célú területborítással bírnak.

Természetesen mindezen területeknek csak egy része állítható át energetikai célú növénytermesztésre. A fentiekben láttuk, hogy az élelmiszerellátás magas prioritása mellett a szántóterületek megművelését gyakorlatilag a változó piaci igények befolyásolják, viszont ehhez külön, folyamatosan frissítendő helyzetelemzést kell végezni. A további területeken is inkább csak

mozaikosan lehet számítani fás- vagy lágyszárú energetikai célú ültetvény telepítésével, hiszen a maradék területeken igen sokfajta felszínborítást találunk, amely nagy eltéréseket eredményezhet akár a hozam adatokban is. Egy adott területen az élelmiszer-, energetikai- vagy ipari célú növénytermesztés kérdését elsősorban a mindenkori piaci viszonyok döntik el.



4. ábra: Kovácszna megye felszínborítottsága Forrás: Corine Land Cover, CLC50, saját készítés

2.4.1. Erdők

Kovácszna megye rendkívül jó adottságokkal rendelkezik az erdők kiterjedését tekintve, hiszen a megye 44%-át erdő borítja. A megye területén található erdőkből megközelítően pár ezer hektár fekszik olyan védelem alatt, amelyet egy gondnokság felügyel, és ahol ténylegesen az emberi „háborgatás” jelensége leszűkül (3. ábra). Az erdős területeken azonban erdőgazdálkodás folyik, melynek kitermelési adatait az alábbi 2. táblázatban foglaltuk össze, 2000-2012 közötti időszakra vonatkozóan. Ezen kívül, ahogy azt már a felszínborítási adatokban is láttuk (4. ábra), vannak nem védett erdős területek, melyek további energetikai potenciált jelentenek (ezekre a következő fejezetekben részletesen kitér a kutatás). A 2. táblázatban a védett területeket leszámítva, kizárólag az ettől mentes területek kitermelésének adatai vannak feltüntetve.

2. táblázat: Kovászna megye fakitermelése, 2000-2012 között

Fafajták	Éves átlagos kitermelés 2000-2012 között (m ³)	Energiatar- talom (18%-os nedvességtarta- lomnál) MJ/kg ²	Testsűrűség kg/m ³	Átlag kitermelés kg-ban (2000-2012)	Összesen kitermelt famennyiség (2000-2012) energia tartalma MJ-ban	Általunk figyelembe vehető energia MJ- ban, a mennyiség 22%-a
Tülevelű	216484.62	13.8	740	160198615.4	2210740892	486362996.3
Bükk	193492.31	15.6	1040	201232000	3139219200	690628224
Tölgy	23092.31	16.5	1040	24016000	396264000	87178080
Kemény fafajok	30484.62	14.1	1040	31704000	447026400	98345808
Puha fafajok	15069.23	13.4	800	12055384.62	161542153.8	35539273.85
Összesen	478623.08			429206000	6354792646	1398054382
					6.35 PJ	1.39 PJ

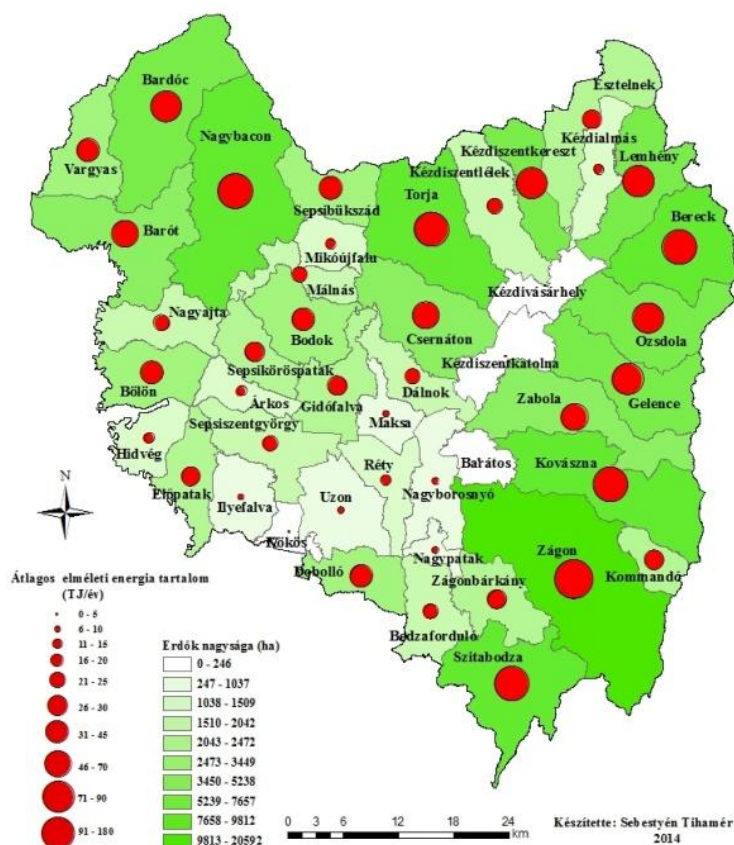
Forrás: INS, Saját számítások

A vizsgált időszak (2000-2012) alatt Kovászna megyében az erdészeti fakitermelés átlagosan évente 478 623 m³ volt. Azért volt fontos, hogy egy hosszabb időintervallum adatsorát vegyük figyelembe, hogy áthidaljuk az egyes évek eltérő erdőgazdálkodási jelenségeit. Miközben a '95-96-os nagy széldöntések felgyorsították a megye fakitermelését, 2000 után stabilizálódott a helyzet. Különböző fafajok szakirodalomban megadott energiatartalmával számolva ez a mennyiség mintegy **6,35 PJ/év** energiatartalmat képvisel a teljes megyére vonatkozóan. A különböző fafajták eltérő fűtőértékét és a kitermelt fa mennyiségét figyelembe véve történtek a számítások. Ha ezt a mennyiséget nem is használjuk kimondottan energiatermelésre, mert ebből a faipar különböző termékeket állít elő, akkor is ebből számolható még az ún. vágástéri apadék (ágak, gallyak, kéreg, faapríték, vágási hulladék), nyesedék, melynek nagy része ma a helyszínen elégetésre kerül vagy elkorhad. Ezt követően a rönkfák nagy részét helyben szalagfűrész telepeken dolgozzák fel, itt készítenek elsődleges alapanyagot a fa- és papíripar számára. Az elő-feldolgozással a fűrészkorpa és más fahulladék szintén jelentős fűtőértéket képvisel. „Az erdőgazdálkodásban az összes kitermelt faanyag 22%-a tekinthető mellékterméknek. A nettó fakitermelés 41%-a tűzifa, 59%-a ipari fa.” (Dominek D., 2008). A vágástéri fahulladék tehát a megyénkben megfelel **1,39 PJ/év**-es energiamennyiségnek.

A megye erdeinek környezetenergetikai helyzete után vizsgáljuk meg, hogy helyi szinten hogyan alakulnak ezek az adottságok. Az 5. ábrán a községekhez tartozó erdők nagyságát mutatjuk be. A megyei átlagos kitermelésből kiindulva, a helyi erdők nagyságával súlyozva kiszámolunk egy elméleti fakitermelést. Ez a mennyiség az utóbbi 12 év (2000-2012) erdőgazdálkodásához mért éves

² Barótfy I. (2000): Környezettechnika, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

átlag famennyiséget tartalmazza. Ez a famennyiség pedig, egy bizonyos energiamennyiséget jelent, amivel mi konkrét energiamennyiségi adatokat számolhatunk. A helyi kitermelések számításánál - mivel nem áll rendelkezésre olyan adatbázis, amely rámutatna arra, hogy a fafajok mekkora kiterjedésben vannak helyileg jelen-, ezek az értékek átlagolva vannak. A számítások a jelenlegi valós folyamatokból kiindulva születtek. Helyi szinten az utóbbi évek fontos jelensége, hogy egyre nehezebben jutnak a helyi lakosok fakitermelést engedélyező papírok birtokába.



5. ábra: Erdészeti hulladék, mint biomassza forrás Kovászna megyében, Forrás: INS, saját készítés

Ennek következtében a patakok, de főként a Feketeügy mentén az ár- és hullámtéri fiatal erdőkben, helyileg csak „bokrosnak” titulált területeken egyre intenzívebb a fakitermelés. A másik fontos helyi, erdészeti jelenség a korábban kataszteri nyilvántartásban csak legelőként szereplő területek fiatal felnövésektől való megtisztítása, ahol ugyancsak a fiatal erdőket irtják szabadon, céljuk a korábbi helyzetet visszaállítani. Az utolsó években pedig a Mezőgazdasági Intervenciós és Kifizetési Ügynökség (Agenția de Plăți și Intervenție pentru Agricultură – továbbiakban APIA), legelő takarításra és karbantartásra támogatásokat is biztosít a helyi gazdáknak, területre szólóan. Ezzel magyarázható tehát, hogy miközben 2006-ban $9\,800\text{ m}^3$ puhafa kategóriájú fát termeltek ki megye szinten, 2012-re ez a mennyiség $21\,000\text{ m}^3$ -re gyarapodott (INS, 2013).

2.4.1.1. Jó példa a közelben

A megye délkeleti részén fekvő Bodzafordulón, már több éve működik egy magas hatásfokot elérő faapríték fűtőerőmű, mely a környező erdészeti és faipari melléktermékekre (fűrészkorpa, faforgács, fahéj és más hulladéokra) alapozva állít elő hőenergiát (lásd: 3. táblázat). A felhasznált alapanyagok a környező fakitermelő és fafeldolgozó telepekről származnak, ennek a fahulladéknak a mennyisége eléri a 120 ezer tonnát. A városban közel háromezer embernek biztosít fűtést és továbbá egy ipari parkot is ellát hőenergiával. A beruházás közel 2,7 millió euróba került, aminek 58%-át az uniós támogatások fedezték, továbbá egy 14%-os részt Dánia Minisztériuma vállalta, aki mellett Románia egy 18%-os, míg a helyi költségvetés egy 10%-os részel szállt be a megvalósításba. A hőközpont 80 éves működésre volt építve. A kiváltott fosszilis energiaforma a földgáz volt, ezzel párhuzamosan a távfűtés ára Gcal-hoz mérten 20%-al lett olcsóbb – az ország egyik leghidegebb szögeltében – az országos átlaghoz képest. Ez méretében és működési elvében is mintaként szolgálhat Kovászna megye települései számára, amennyiben biomasszán alapuló energiatermelésbe fognak.

3. táblázat: Bodzafordulói biomassza komplexum

Teljesítmény	7.5 MW
Felhasznált alapanyag (fahulladék, fakéreg, apríték)	120.000 t/év
A fűtő-erőmű által termelt energiát felhasználók száma	3000 fő + 1 ipari park
Beruházási költség	2.7 M.€
Kiváltott energiahordozó	Földgáz

Forrás és további részletes információ: www.culturienenergetice.ro

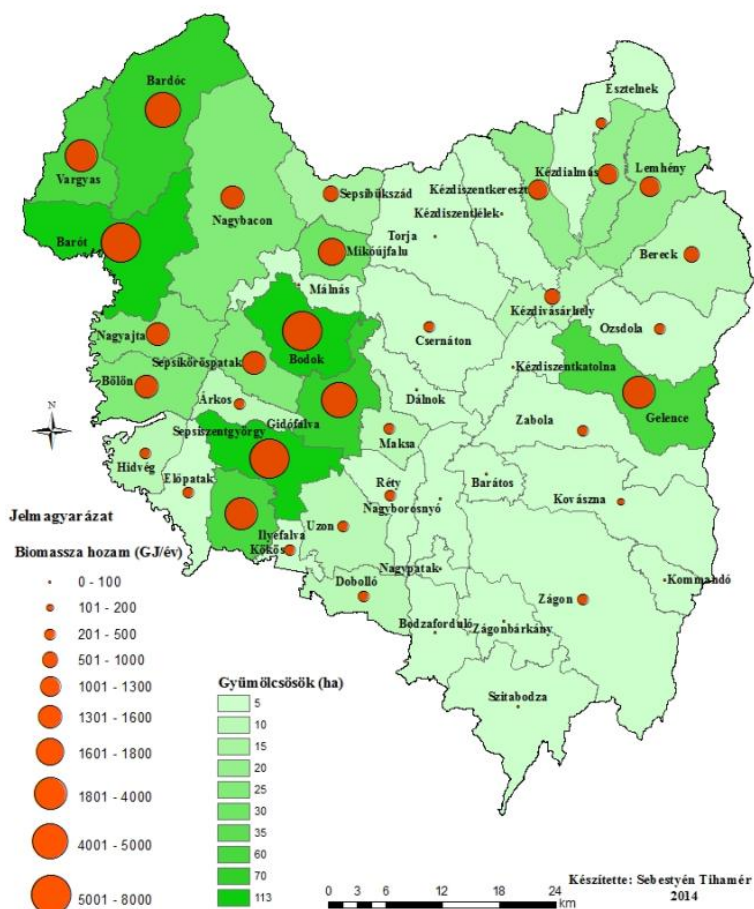
2.4.2. Gyümölcsösök nyesedéke

Kovászna megye településein található gyümölcsösök területéről a jelenlegi INS kimutatások azt mutatják, hogy az 1990-ben számon tartott 1384 hektárból 2012-re csupán 592 hektár maradt fenn. Ezzel szemben a DAJC (amely 2005 óta az Országos Szaktanácsadó Ügynökség és Mezőgazdasági Minisztérium alárendeltségébe tartozik), 2013-as évben 742 hektár gyümölcsöst tartott számon a megye különböző településein.

Megnehezedik tehát a munka, amely a tényleges helyzet kiderítésére irányul. A kézdivásárhelyi Mezőgazdasági Szaktanácsadó Iroda agrármérnökei véleményére támaszkodva fontos, hogy a településekhez „legközelebb” talált adatokra hagyatkozzunk, ugyanis azok még nem szenvedhettek „sérüléseket”. Tény tehát, hogy csökkent a gyümölcsösök területe, de nem esett vissza ez a '90-es évek egyharmadára. Azzal a ténnyel is kell számolnunk, hogy a magántulajdonban lévő gyümölcsösök jelenlegi állapotáról nehéz reális adatokat szerezni. Magyarázható továbbá ez azzal is, hogy az ültetvények nagyrésze már életciklusuk lehajló

szakaszában van. A kiöregedő ültetvények gyakran maradnak gondozatlanul, amelyeket később felszámolnak. Visszaültetésre, az állomány fiatalítására egyre kevesebb példa van.

A gyümölcsösök évenként megismétlődő nyesése bizonyos energiát hordozó hulladékkal jár, amely a gyakorlati tapasztalatok szerint összegyűjtve csomókba szárad ki, majd bomlik le. Előfordulnak olyan esetek is, amikor helyben elégetik, viszont a jobbik eset az, amikor hagyományos fűtési rendszereket látnak el tűzifával. A potenciális energiahordozókat figyelembe véve, valamint a rendelkezésünkre álló adatokkal számolva a következő eredmények figyelhetők meg.



6. ábra: Gyümölcsösök biomassza-hozama Kovászna megyében, saját készítés

Gyümölcsösök nyesedéke esetében az éves átlagos biomassza-hozam hektáronként 4,5-5 tonna. A

biomassza várható fűtőértéke 14,4 MJ/kg, 18%-os nedvességtartalom esetében (Eco-Cortex Tanácsadó Iroda, 2010). A 6.ábra alapján látható, hogy nem mindenik község rendelkezik gyümölcsösrel, főként a helyi mikroklimatikus helyzet nem teszi ezt lehetővé (pl. Szitabodza, Zágonybárkány), ezért mindenik községben nem fordul elő ilyen formájú biomassza potenciál, amit a számítások során figyelembe vehetnénk. Látható tehát, hogy gyümölcsfa nyesedék nagyobb mennyiségben főként Bodok, Barót, Bardóc, Sepsiszentgyörgy, Ilyefalva és Gelence esetében várható.

2.4.3 Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek

2.4.3.1 Gabonaszalma

Mivel a gabonatermelés során jelentős mennyiségű mezőgazdasági melléktermék keletkezik, ajánlott megvizsgálni a földművelés ezt a részét is. Ennek egy része ma még nem hasznosul, így ebben az esetben számolnunk kell az energetikai célú hasznosítás lehetőségével. A jelenleg követett

módszer alapján már 2011-ben elvégeztük ezt a felmérést, akkor viszont átlagolt értékekkel, amelyek a megyei összesítést tartalmazták. Jelenleg sokkal pontosabban lehet ezeket a számbavételeket elvégezni a DAJC adatai alapján. A helyi szaktanácsadó irodák minden községben, minden évben összesítést végeznek, adatbázist hoznak létre a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium által kiadott nomenklatúra alapján. Az adatbázis tehát tartalmazza azokat az adatokat, melyek tükrözik: mekkora területen és mekkora hozammal termesztették a növénykultúrát. Ezt azért is fontos kiemelni, mert így a finom agrárklimatikai, főképp pedig a termőtalajbeli különbségeket is érzékeltetni lehet, ugyanis a megye községei nem egyforma adottságokkal rendelkeznek ezen a téren. Például Sepsiszentgyörgy és Kovászna közötti területen, majd északra haladva a Háromszéki-medencében csernozjom és barna talaj található, magas fertilitással. Ezek a földek gazdag humusz- és tápanyagtartalommal rendelkeznek. Erdővidék és a hegylábi községek szántóterületein előfordul az agyagos, erdős barna talaj is, nem annyira fejlett humuszcsoporttal, enyhén savasabb pH-val. Mindezek a befolyásoló tényezők a községek biomassa hozamait is előrevetítik.

A 2007 és 2013 közötti időszakban készített adatbázisból kiindulva a helyi, fent is említett adottságokat jól interpretáló hozamadatokkal, a gabonatermelés melléktermékeire (szalma és növényzár hulladékokra) számolunk energetikai szempontból fontos potenciált.

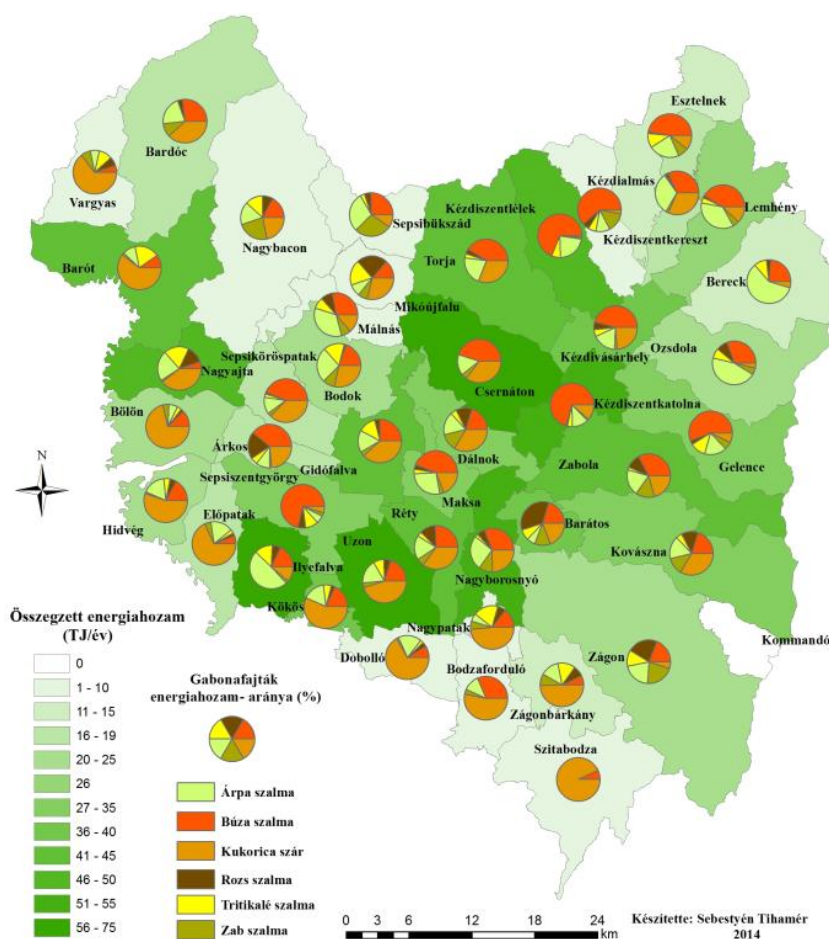
Az agrármérnöki kutatások alapján a búzának, kukoricának, rozsnek, árpának, tritikálénak, zabnak is eltérő szárazanyag hozama van, így ezek a kultúrák mind külön-külön kerültek elemzésre, a megye 45 adminisztratív területének adatai alapján.

Ha a megye átlagos gabonahozamait nézzük, a vizsgált időszakban átlagosan 3,13 t/ha termett búzából, 1,59 t/ha rozsából, 2,66 t/ha tritikáléből, 2,29 t/ha árpából, 2,08 t/ha zabból és 4,3 t/ha kukoricából. Azért fontos a szemhozamot is pontosan tudni, mert a szalmahozam ezzel arányosan növekszik. A búza esetében a hektáronkénti szalmahozam a búza mennyiségével egyenlő. A rozs esetében a szemhozam dupláját kell figyelembe venni, az árpa esetében a szemtermés 1,2-1,5-szöröse, a tritikálé hosszú szalmája miatt a rozshoz hasonlít, szalmamennyisége hektáronként a szemtermés 1,5-2-szerese. A zab esetében is, a szalma a szemtermés 1,5-2-szerese (Sáring-Kenyeres, 2001). A kukoricaszár energiahozamát tekintve 3,5-5,5 t/ha-os értéket kapunk, fűtőértéke 12-15,5 MJ/kg között alakul (Kocsis, 1992).

A számítások során figyelembe kell venni azt is, hogy a búzaszalmának 40%-át az állattenyésztésben almozásra használják, további 10%-át pedig az agrármérnökök szerint talajerő-pótlásra használják fel. A kukoricaszár esetében 10%-os talajerő-pótlással és 10%-os takarmányozási célú hasznosítással kell átlagban számolni (Eco-Cortex Tanácsadó Iroda, 2010). Kovászna megyében - ahogyan más vidékeken is -, népszerű takarmányként hasznosul az árpaszalma is, főként a juhos gazdák körében, akik a kukoricaszárat is takarmányozási célra szokták

betakarítani. A legrealisabb helyzetkép feltárása érdekében tehát ezeket a paramétereket is figyelembe kell venni. A fennmaradó gabonaszalma és kukoricaszár energiatermelésre csak a takarmányozási szükséglet követően lehet számba venni.

A statisztikai adatokat figyelembe véve elmondható, hogy a legjobb búzatermések Szentlélek, Ilyefalva, Kökös, Szentkatolna községek területén, valamint Szentgyörgyön voltak (7. ábra). Kukoricából a legmagasabb hozamok Szentkatolnán, Kökösben és Kézdivásárhelyen voltak begyűjtve, ez magával



7. ábra: Gabonatermelés melléktermékeinek energiahozama Kovászna megyében

vonja a tényt, hogy a földművelésből származó, energetikai szempontból még hasznosítható melléktermékek legnagyobb hozamait is ezeken a településeken lehet begyűjteni. A 7. ábrát követve kitűnik, hogy ezek a települések főként a Háromszéki-medencében találhatóak. Összegezve a vizsgált 6 növénykultúra átlagolt hozamait elmondhatjuk azt is, hogy a legjobb hozameredményeket átlagosan Ilyefalván, Maksán, Kökösben, Szentkatolnán, Szentléleken, Barátoson és Csernátonban érték el a gazdálkodók.

Az fentiekben bővebben tárgyalt energetikailag is hasznosítható szántóföldi hulladékokat egy direkt égetéssel, falu fűtőműben célszerű elégetni.

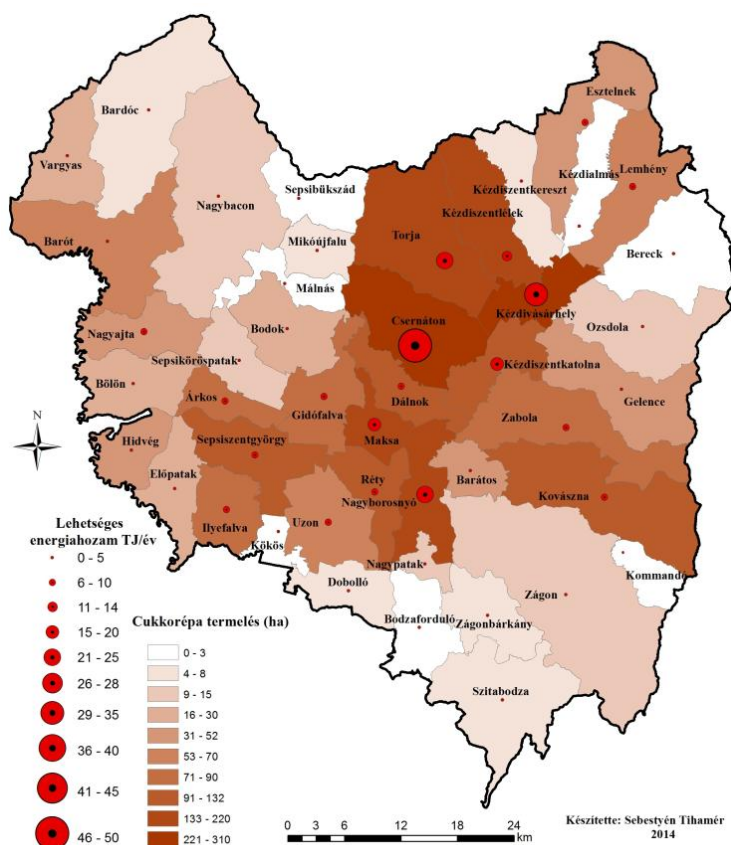
2.4.3.2 A cukorrépa feldolgozása

Kovászna megyében a cukorrépa, mint ipari növény termesztése az 1889-ben alapított botfalusi cukorgyár beindításával kezdődött. A megye agroklimatikus viszonyainak köszönhetően, igen hamar és széleskörűen elterjedt a növény termesztése. A cukorgyártás folyamata alatt keletkező cukorrépa-szeletet, sok esetben az állatok takarmányozására használták, viszont meg kell említeni ennek a mellékterméknek az energetikai célzatú felhasználási lehetőségeit is.

Az INS adatai alapján a rendszerváltást követő 25 évben 50 és 120 ezer tonna között alakult a megye cukorrépa termelése. Az utolsó tíz év átlaga 85 ezer tonna körül alakult. 2009-ben 125 ezer tonnás rekordtermést regisztráltak, a 2013-as év szintén jó évnek számított. A DAJC 2007-2013 közötti adatai alapján a településeken megtermelt összes cukorrépa hozamára alapozunk. Kovászna megye átlag cukorrépatermése hektáronként 30-33 t közt alakult az elmúlt 10 évben. Az általunk figyelembe vett időszakban Kovászna megye községekben közel 2900 hektáron folyt cukorrépa termelés. A hozamértékek terén a településeken nagy eltérések vannak, míg Uzonban, Szentkatolnán 40 t/ha fölötti termések voltak, a leggyengébb termések a bodzafordulói-medencében és az erdővidéki településeken, 8-10 t/ha-t értek el.

Az alábbiakban tárgyalt cukorrépa, és a következő alfejezetben az állati trágyából kinyerhető energiát, biogáz képző rendszerekben állíthatjuk elő. A potenciálszámítás az ezen a technológián alapuló energiatermelési lehetőségekre épít. A biogáz, szerves anyagok mikroorganizmusok által, anaerob körülmények között történő lebontása során képződő termék. A szerves anyagok lebontásának eredményeként keletkező biogáz 50-70%-ban metánt, 28-48%-ban szén-dioxidot, és 1-2%-ban egyéb (oxigén, nitrogén, kén-hidrogén, hidrogén, szén-monoxid) gázokat tartalmaz. Természetesen a gáz összetétele alapanyagonként, és technológiánként eltérő lehet (Bai A. et al., 2002). Az eljárás egy hermetikusan zárt, önmagával a biomasszával fűtött (35-38° C között) fermentorba (vasbeton tartályban) történik. Az erjesztett biomasszából felszabaduló metántartalmú gáz üzemeltet egy belsőégésű motort, ami elektromos áramot és hőt termel. A visszamaradó anyagok, mint a komposzt, a földművelés számára ugyanolyan hasznos anyag, mint a korábban megszokott istállótrágya.

A biogáztermelés energianövényekből vagy más növények hulladékaiból viszonylag új szakterülete a megújuló energiakutatásnak. Napjainkban igen korlátozott számban érhető el hivatalosan is lektorált, közzétett szakirodalom ebben a témában. A közösségi alapokból finanszírozott projektek segítségével a közelmúltban több ilyen kutatás működött és működik jelenleg is. Utólag ezek a kutatások hoztak friss eredményeket ezen a téren. A kutatások főként a kilogrammonkénti metánképződést célozzák, amely illékony szilárd anyagokból (továbbiakban ISZA) tevődnek össze ($m_N^3CH_4/kg$ ISZA) (Salter, 2006). Áttekintve egy lengyelországi (Mioduszevska N. et al., 2010) és egy írországi (J.D. Murphya & N. Powerc, 2009) tanulmányt, kiderült, hogy a cukorrépa biogáz termelésben igen nagy lehetőséget rejt. Két lehetőség van a cukorrépa energetikai hasznosítására: a leveleinek, valamint a gyökérzetének hasznosítása. Első esetben a leveleket a begyűjtés ideje alatt külön kellene választani, ez a hagyományos betakarítás része, ezt követné a biogáz képzés. A másik része a cukorrépa gyökere a cukorgyártás fő alapanyaga. A cukorgyárártól a mellékterméket a gazdák általában visszakapják vagy megvásárolják, sok esetben viszont hulladékként jelenik meg. A cukorrépa 80%-os arányban gyökérzetből és 20%-ban levélzetből épül fel. Ennek biogáz fejlesztésére irányuló hasznosítása nem megvetendő (Murphy J.D., N. Powerc, 2009).



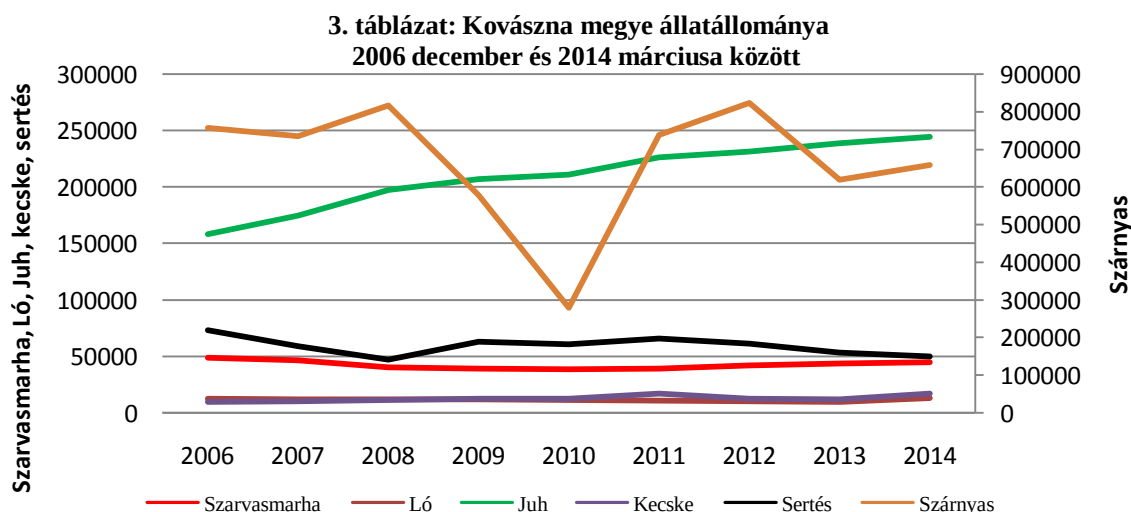
8. ábra: Kovászna megye átlagos cukorrépa termelése 2007-2013 között és ennek energia potenciálja, saját készítés

energiát lehet kinyerni. Ezt ha átlagosan egy hektáron termelt cukorrépára vetítjük, akkor 142 GJ/ha-os elméleti energia értékkel számolhatunk (Amon T., Amon B., Kryvoruchko et al., 2007).

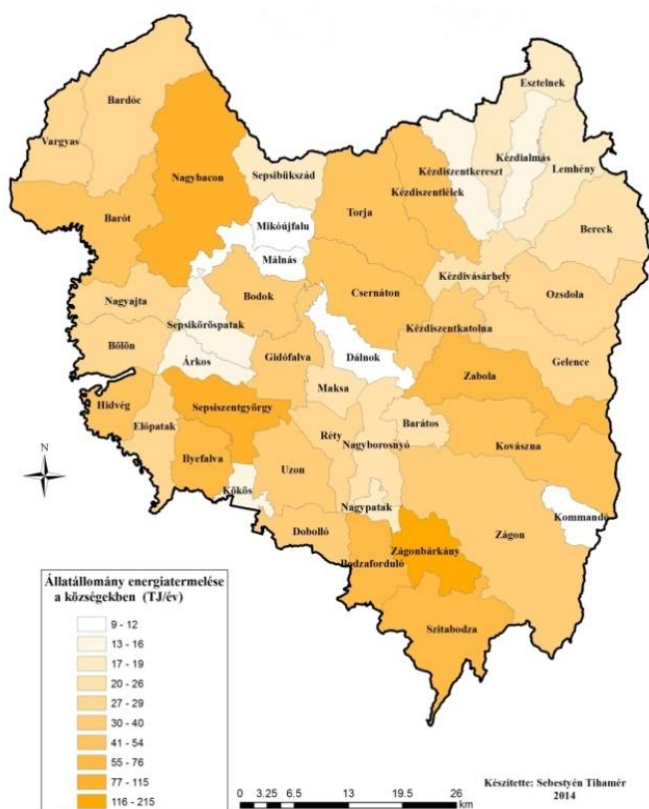
A lengyelországi *Mezőgazdasági Mérnöki Hivatal (Institute of Agricultural Engineering, Poznań)* kutatásai alapján 1 t cukorrépa ISZA-ból 2,65 kWh (9,54 MJ) energia nyerhető ki (Mioduszevska et al, 2010). A röviden bemutatott vizsgálatok eredményei különböző értékeket mutatnak, az eredményeket a kutatásban használt berendezések is befolyásolják. Figyelembe véve a cukorrépa termelését, az ebből származó legnagyobb energiahozamokat Kézdivásárhelyen, Csernátonban, Szentkatolnán, Maksán és Nagyborosnyón találunk (8. ábra).

2.4.3.3. Állati trágya

A megye állatállományának számbavételekor a Kovászna megyei Állategészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Igazgatóság (Autoritatea Națională Sanitară Veterinară și pentru Siguranța Alimentelor- továbbiakban ANSVSA) adataira alapoztunk. A hivatalnak pontosan vezetett adatbázisa van a megye településeire vonatkozó állatállományra. Az általunk figyelembe vett időszak 2006 decembere és 2014 márciusa. A települések szarvasmarha állománya enyhe, csökkenő tendenciát mutat, ugyanúgy a sertések száma is, de a lovas gazdák száma is egyre csökken a megye területén. A vizsgált időszakban nagy fluktuációk jellemzik a szárnyasok létszámát, magyarázható ez az elmúlt évek járványaival is, amelyek főként a szárnyasokat érintették (3. táblázat). Ezekről eltérő trendet rajzol a települések juh állománya, 2006-ban 158 ezer juh volt a megyében nyilvántartva, a legutolsó adatok 2014. február végén jelentek meg, ekkor ez a szám elérte a 244 ezret. Hasonlóan a juh állományhoz, a kecske állomány is növekedett, sőt szinte megduplázódott: a 2006-os 9,5 ezerről közel 17 ezerre gyarapodott ez év tavaszára.



Forrás: ANSVSA, saját készítés



A megye községeinek állatállományára és az egyes állatfajták fajlagos trágya- és annak gázkihozatali mutatóira vonatkozó adatokból meghatároztuk a községekre vonatkozó, várható biogáz-hozamot (9. ábra).

A 60% metántartalmú biogáz fűtőértéke 23 MJ/ m³ körül alakul (Kurihara M. et al., 1999), így az összesített elméleti biogáz-potenciál energiahozama **1,72 PJ/év**-et éri el megyeszinten, 2014 tavaszán gyűjtött adatok szerint. Legmagasabb biogáz termeléssel tehát azokon a településeken számolhatunk, amelyeken az állatállomány is magas, mint Nagybacon, Sepsiszentgyörgy, Zágonbárkány, Zabola stb. Legkisebb pedig Mikóújfaluban, Dálnokon, Kommandón található.

2.4.3.4 Érdemes biogáz üzemet építeni Lemhényben?

Ebben a rövid összegzésben arra keresem a választ, hogy melyek azok a paraméterek, amelyek szerint érdemes befektetni egy biogáz-üzembe, valamint érvényesülnek-e Lemhény községben egy esetleges beruházáshoz szükséges kritériumok. Lehet-e jó példa ez a község, a megye biogáz-termelésének elindítására?

Nagy segítség volt számomra a biogáz-termelés lehetőségeiről írt tanulmány, melyet a Temes és Csongrád megye határmenti régió együttműködése alapján dolgoztak ki (Szabó et. al., 2012). Ebben a tanulmányban olvasható, hogy reális tervezéskor azokon a területeken lehet biogáz-üzem építésében gondolkodni, amely legalább 1000 méter távolságra van a lakott területtől, valamint az alapanyag közvetlen hasznosítási lehetősége biztosítva legyen, de legalább 70-80%-a helyben rendelkezésre álljon. Előnyt jelent az, ha az alapanyag helyben képződik, mert így nincs szükség alapanyag szállításra és tárolásra, tehát kisebb a működési költség. A termelőő elektromos energia hálózatra kötéséhez középvezetű vezetékre való rácsatlakozási lehetőség szükséges. Hígrágya elhelyezéséhez elegendő szántóterület legyen az üzem mellett. Biogáz-üzem építéséhez ideális telepítési helynek számít, ha szennyvíztelephez vagy nagyméretű sertéstelephez kapcsolódik a beruházás. A sertéstrágyára és szennyvíziszapra épült biogáz-üzemek elsődlegesen környezetvédelmi célokat is szolgálnak.

Lemhény községben már az 1998-'99-es évektől felépült egy vágóhíd, a rendszerváltás előtti, úgynevezett kollektív udvarán, majd 2007-ben ismét építettek egyet, mely már fejlettebb, EU-kompatibilis berendezéssel működik. Jelenleg a húsfeldolgozó központban évente 60 ezer sertést dolgoznak fel, amelynek döntő része más helyről származik. Ehhez még egy működő gazdaság épült ki 80 hektáros területen, ahol évente 160 szarvasmarha tartása folyik. A szarvasmarha állomány is főként a húsipar céljára van tartva. Jelenleg tervben van egy disznóhizlalda megépítése, egy FEADR³-s pályázat segítségével, amely a 121-es vidékfejlesztési tengelyre épül. A beruházás összértéke közel 1 millió euróra tehető. A kitűzött cél, hogy az alapanyag egy részét a vágóhíd számára önerőből állítsák elő. A sertéshizlalda 2000 férőhelyesre van tervezve, amely évente 6000 sertés felnevelésére lenne képes.

Az általunk vizsgált szempontokból fontos adatok tükrében (4. táblázat) egy 2000 sertést nevelő sertéshizlaldára, modellszerű biogáz-üzemet tervezünk. Emellett rácsatlakoztathatóvá válik a szarvasmarha állomány által termelt hígtrágya is. A folyamatosan termelődő hígtrágya 10 napos hidraulikus reaktor idejű, termofil hőmérsékletű (50-70 °C), anaerob lebontásos eljárásra alapul. A fent leírt esetben átlagosan, előkezeléssel 8%-os szárazanyag-tartalomra besűrített, napi 80 m³ hígtrágyából 3000 Nm³ biogáz kinyerésére lehet számítani. Az előállított biogáz előreláthatóan ellátná a sertéstelep, valamint a vágóhíd szerelőműhelyeinek és az irodaházának hő- és villamosenergia-szükségleteit. Ezen felül 2900 kWh/nap energia az országos hálózatba is táplálható lenne. A villamosenergia országos hálózatba való vezetése nem okozna különösebb problémát, hiszen az épp tervezett telephelyen van átvezetve egy közép feszültségű villamoshálózat. A biogáz egy részét vissza kell vezetni a fermentorba, hogy a hígtrágya egyenletes, de nem nagy áramlási sebességű keverése biztosított legyen. A termelt biogázzal biztosítani lehet a vágóhíd számára szükséges nagymennyiségű melegvíz-előállítást. A sertéshizlalda takarmányozását a működtető nagy részben saját maga, termelt kukoricából tervezi. Ennek a nagymennyiségű terménynek a betakarítása után, de folyamatosan is terményszárítóra lenne szükség. Az ehhez szükséges nagymennyiségű meleg levegő előállítást is biogázból lehetne előállítani. A biogáz áramgeneráló motorokat hajtana meg egy biogáz-üzemben, a villamosenergia-ellátás tehát a telepen önállósulna. A már elhasznált hígtrágyát a szántóterületek feljavítása érdekében a legcélszerűbb kihordani és szétszórni. Ezt a hígtrágyát lehet nagyobb szárazanyag-tartalomra is besűríteni, viszont felhasználható a földművelésben direkt módon is. További szokásos eljárás a hígtrágya deponálása, majd komposztálása. Ezt zsákolás követi, majd kertészetekben virágföldként hasznosítható. A sertéstelephez kapcsolódó biogáz-üzemhez szükség van az input mennyiség figyelembe vételekor egy 1200-1600 m³ térfogatú reaktorra. Ebben a biogáz-előállító berendezésben hatékonyságot növelhetünk, ha a fent említett szárazanyag-sűrűségű hígtrágyát engedünk be. Az üzemi jellemzők

³ FEADR: (Fondul European Agricol pentru Dezvoltare Rurală) Európai Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Alap

szerint két fokozatú fázisbontást kell eszközölni, az első 30%-os hatásfokkal kellene működjön, ezután még mindig van a hígtrágyának jelentős mennyiségű lebontható gáztermelésre hasznosítható száraz- és szervesanyag-tartalma (6,8 t/nap szárazanyag és 5 t/nap szervesanyag) (Bai, 2007). Végso soron egy jól szivattyúzható, 8%-os szárazanyag tartalmú 80m³/nap volumenű erjesztendő anyag, biogáz-előállítás céljára történő anaerob lebontásával lehet kalkulálni. A biogáz-előállítás gazdasági-energetikai jellemzőit a 4. táblázatban lehet áttekinteni.

4. táblázat: A modellszerű biogáz-előállítás és felhasználás gazdasági jellemzői

A termelt biogáz összes mennyisége	1116900 Nm ³
hőenergia-egyenértéke	23454900 MJ
villamosenergia-egyenértéke	6520462 kWh
A hasznosítható energia hőegyenértéke	19936300 MJ
Villamosenergia-előállításra fordítódó energia	7740190 MJ
A másodlagosan hasznosítható hőenergia volumene	12196840 MJ
Ebből: - a reaktor önfenntartó hőigényét biztosítja	7037200 MJ
- vágóhíd és más épületek fűtésére, használati melegvíz előállításra fordítható	5159640 MJ
Hasznosítható villamos energia	2152040 kWh
Ebből: - telepi felhasználás	1095000 kWh
- országos hálózatba táplált: 528 520	1057040 kWh

Forrás: (Bai, 2007) nyomán, saját számítások

A község szennyvíztisztító állomása ezekben az években épült ki, a derítő állomás viszont még nem üzemel. A megépült derítő állomás a tervezett disznóhizlaldától nem több mint 1 km-re található. A későbbiekben részletesebben tárgyalt szennyvíziszap termelése a község szennyvíztisztító állomásán napi 2,65 m³. Fontos számításba venni a szennyvíziszap ezt a fajta felhasználását is, egy együttműködés alapján kézenfekvőbb elhelyezést ugyanis nehezen lehet találni.

Több szempont sorakozik fel a biogáz-telep építése mellett, főleg a nagy sertéstelepek hígtrágya kezeléséhez és a szennyvízüzemekhez kapcsolódóan. Ezáltal stabilizálhatóak a környezeti hatások, és az alaptevékenység jövedelmezősége is nő. Romániában a megújuló energiát termelő, tehát a biogáz-üzemekhez is nagyobb arányú vissza nem térítendő támogatást lehet szerezni, ezáltal segíteni lehet az alaptevékenység korszerűsítését is. A fent bemutatott modellpélda kitűnően bemutatja a helyi erőforrásokra alapozott térségfejlesztés lehetőségét.

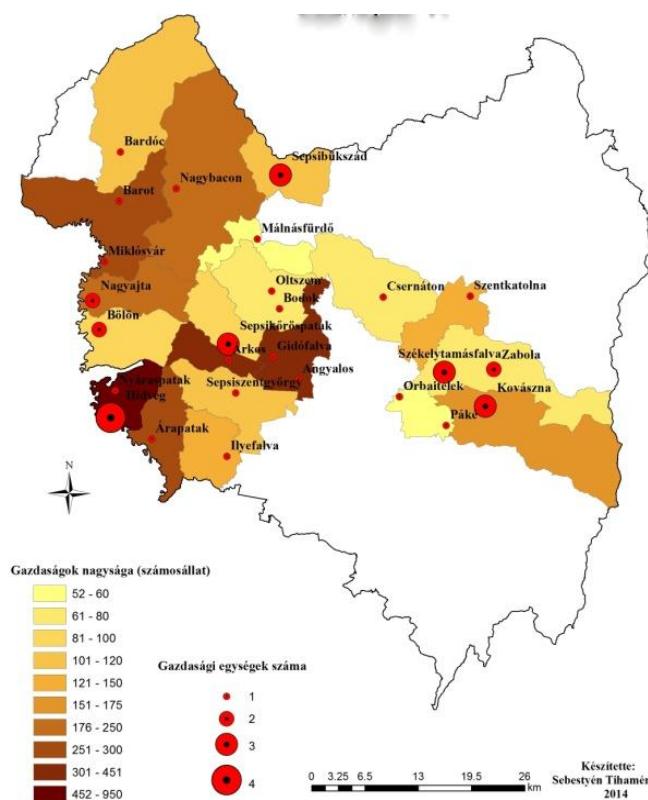
2.4.3.5 Biogáz-üzem telepítésére alkalmas települések

A korszerű mezőgazdaság legfrissebb innovációja már nem csak élelmiszer előállításra fókuszál. Az utóbbi években egyre több esettanulmány készül biogáz-üzemek építéséről és működéséről. A biogáz-üzemeket szarvasmarha- és sertés-, vagy éppen csirkenevelő farmokon hozzák létre. Ezeken a farmokon, már nem csak a klasszikus élelmiszeripar alapanyagait szállítják el, hanem mint energiaszolgáltató egység is üzemel. Az általunk végzett potenciálszámítás röviden

arra a kérdésre keresi a választ, hogy mekkora farm szükséges a hatékonyan működő biogáz-üzemekhez, vagyis mekkora input alapanyag mennyiségre van szükség ezekhez a biogáz-üzemekhez? A következő kérdés arra is irányul, hogy melyek azok a települések Kovászna megyében, ahol ezek a kritériumok érvényesülnek?

A következő összehasonlító tanulmány részletesen tárgyalja, hogy miközben Amerikában az átlagos biogáz-üzemek 150 szarvasmarhát tartó, vagy ezzel egyenlő értékű számosállatot⁴ tartó farmokon épül. Németországban ez az átlagos 50 számosállatot tartó nagyságú farmokra csökken (Shelford, 2012). Németországban leggyakrabban biogáz-üzemet a 30-40 szarvasmarhát tartó farmokon vagy az 500-1000 sertést nevelő hizlaldáknál kezdenek beépíteni, jelenleg ott már több ezer működik. A már a kilencvenes években elvégzett kutatás alapján, egy hatékonyságában is és energiatermelékenységében is kijövedelmező biogáz-üzemhez szükség van 50 számosállat hígtrágya termelésére (Holger Flaig, 1993).

A biomassza-potenciál számítás keretén belül tehát a megye területére elvégeztünk egy olyan vizsgálatot, amely kimutatja azokat a településeket, ahol egy farmon legalább 50 szarvasmarhát, több mint 100 juhot/sertést, esetleg több ezer szárnyast nevelnek.



10. ábra: Biogáz-üzem építéséhez megfelelő farmok a Kovászna megyei településeken

A vizsgálat alapján elmondható, hogy a megye 27 településén összesen 47 darab 50 szarvasmarhánál (vagy ezzel megegyező számosállatnál) nagyobb farm működik, átlagosan pedig 153 szarvasmarhát (számosállatot) tart (10. ábra). Legnagyobb közülük a hídvégi 950 szarvasmarhát tartó farm, amely 1500 hektáron gazdálkodik. Nagyméretű sertéshizlalda összesen négy található: Zabolán kettő – mind a kettőben közel kétezer sertést tartanak -, Hídvégen egy, amely 3000 férőhellyel rendelkezik és évi 9000 sertést nevelnek itt fel, a negyedik Bölönben található 500 sertéssel. Ezenkívül

Kovácsnán, Rétyen, Sepsiszentgyörgyön és Ilyefalván működik egy-egy tyúkfarm,

⁴ Számosállat fogalma az általános mezőgazdasági összeírás alapján: általános statisztikai, valamint üzemszervezési mértékegység, amely különböző fajú, fajtájú, korú és ivarú állatokat közös egységre hozva, együttesen fejez ki. A számosállat 500 kg élő súlyú állatot vagy állat-csoportot jelent.

amelyek szintén besorolhatóak ebbe a kategóriába. A 3. mellékletben megtalálható azon települések listája amelyeken biogáz-üzem létesítésére adottak a lehetőségek.

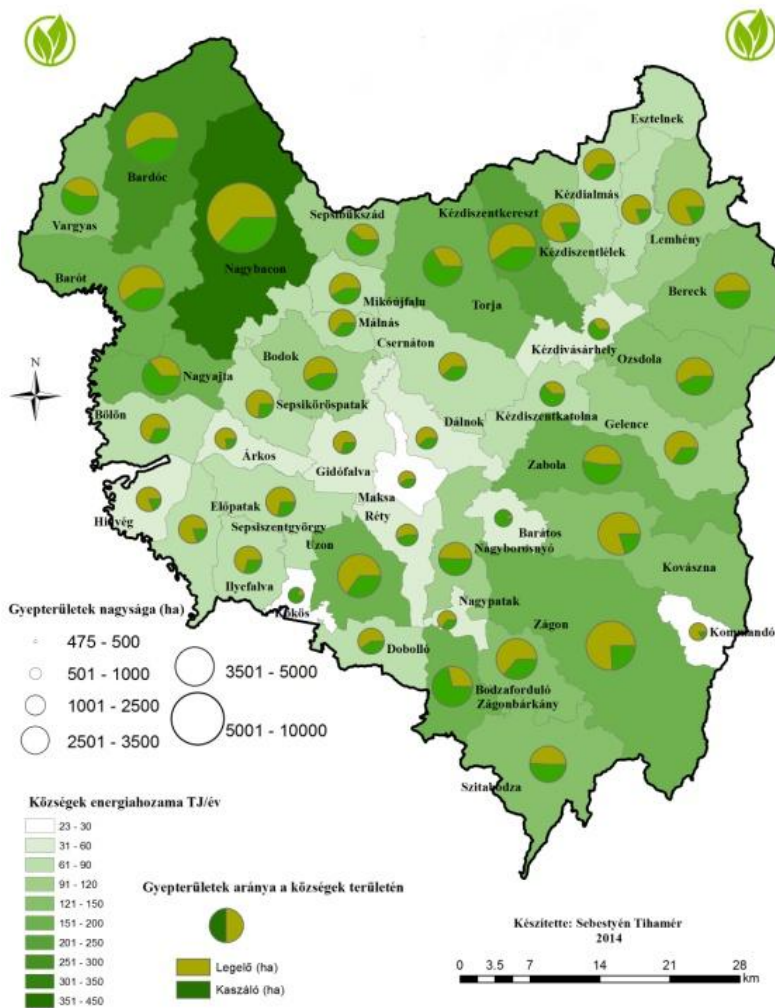
2.4.4. Legelők, kaszálók energetikai számbavétele

További szilárd biomassza termelése valósulhat meg, ha a természetes növények termelését is figyelembe vesszük a megye területén. A kaszálók és legelők területi kiterjedése a megyében igen nagy százalékban fordul elő, az összterület 27%-át teszik ki (INS, 2014). Régebben főleg a takarmány előállítására szánt gyepterületeket azért kellett számításba venni, mert azok igen nagymennyiségű szárazanyag hozammal rendelkeztek, illetve ezt jelentős mértékben lehetett tovább növelni trágyázással, műtrágyázással vagy öntözéssel. Ennek megfelelően a művelésük, és a használatban való tartásuk jelenlegi helyzete igen eltérő. A megye területén hagyományosan évi kétszeri kaszálással végeznek betakarítást. Gyengébb táptalajjal rendelkező periférikus területeken, előfordulhat egyszeri begyűjtés is.

A takarmányozás esetében fontos a fehérje tartalma, így fokozott figyelem övezi a területek tápanyag utánpótlását is. Viszont, ha energiatermelés szempontjából takarítjuk be a növényi biomasszát, csupán a szárazanyag-hozam nagysága a fontos szempont, ezen belül a rost és szénhidrát tartalom (Fogarassy, 2001). A gyepterületek növényeit kétféle formában is lehet energia kinyerésre hasznosítani. Az egyik esetben a növényeket zölden (nyersen) gyűjtik be és biogáz fejlesztésére hasznosítják. A másik esetben – egyben nagyobb részben is –, szénaként szárazon kerül felhasználásra a növény (ugyanúgy, mint a szalma esetében) (Kohlheb, 2010). Ha zölden kerül be a biogáz termelő egységbe az alapanyag 4MJ/kg átlagos energiatartalmat hordozva magában, ez az alapanyag száraztartalmúvá válik, a kiszáradás folyamata akár 16,75 MJ/kg-os energiatartalomra fokozódik, miközben súlyának nagy részét ($\frac{3}{4}$ -ét) elveszíti (1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, 2000).

A községek területén főként természetes gyepnövényzet található. A megye gyepterületein a vadon növő fűfélékre jellemző energiatartalommal számolhatunk. A különböző nemesített fajok esetében elérhető 15-20 t/ha/éves szárazanyag-termelés, míg a vadon élő növényeknél szerényebb, 15-20 t/ha/éves mennyiségre tehető a zöldanyag hozam, valamint 4-5 t/ha/évre tehető a szárazanyaghozam (Szemán, 2006).

Ezek az értékek változnak az időjárás viszonyait tekintve, ami befolyásolja a betakarítás sikerességét is. A helyi viszonyokat tapasztalva külön kell biomassza-potenciált számolni a nagyterjedésű 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). Viszont meg kell jegyezni, hogy a megyében igen ritkán kaszálják le a legelőket, főként külterjességre emlékeztető legeltető felhasználásuk az elterjedt.



11. ábra: Gyepterületek potenciális energiahozama Kovászna megyében, saját számítások

Az INS 2012-es évi kimutatása alapján a megye 102 224 hektár gyepterülettel rendelkezik, amelyből 60 928 ha legelő (ebben az esetben alacsonyabb hozamértékekkel számolunk), valamint 41 296 ha kaszáló. A helyi kaszálókról és legelőkről a jelenlegi körülmények között a 11. ábra szerinti energiahozamot gyűjthetjük be.

Fontos megemlíteni, hogy serkenteni lehet ezeket a hozamokat, könnyedén kétfélszoros hozamnövekedést érhetünk el, ha állati eredetű hígtrágyával, vagy nitrogén műtrágyával kezeljük a területeket. Amennyiben energiapüvet vagy más vetett füvet termelnénk ezeken a területeken (vagy a területek egy

résén), az energiahozam többszörös értékeket eredményezne. Jelen számítások a száraz alapanyaghozam alsó értékeivel történtek (Fogarassy, 2001). Ezeket figyelembe véve elmondható, hogy az éves energiahozam változó, ha merészebb számításokba bocsátkozunk, ehhez mérten jóval nagyobb potenciált kapunk. A bátrabb számítások alatt azt értjük, hogy nagyobb hozamadatok veszünk figyelembe, így még mindig racionális keretek között mozoghat az eredmény, hiszen a községek kaszáló területei igen nagy kiterjedésűek. Viszont a jelenlegi potenciálszámítás irányvonalként a standard értékeket térképezi fel.

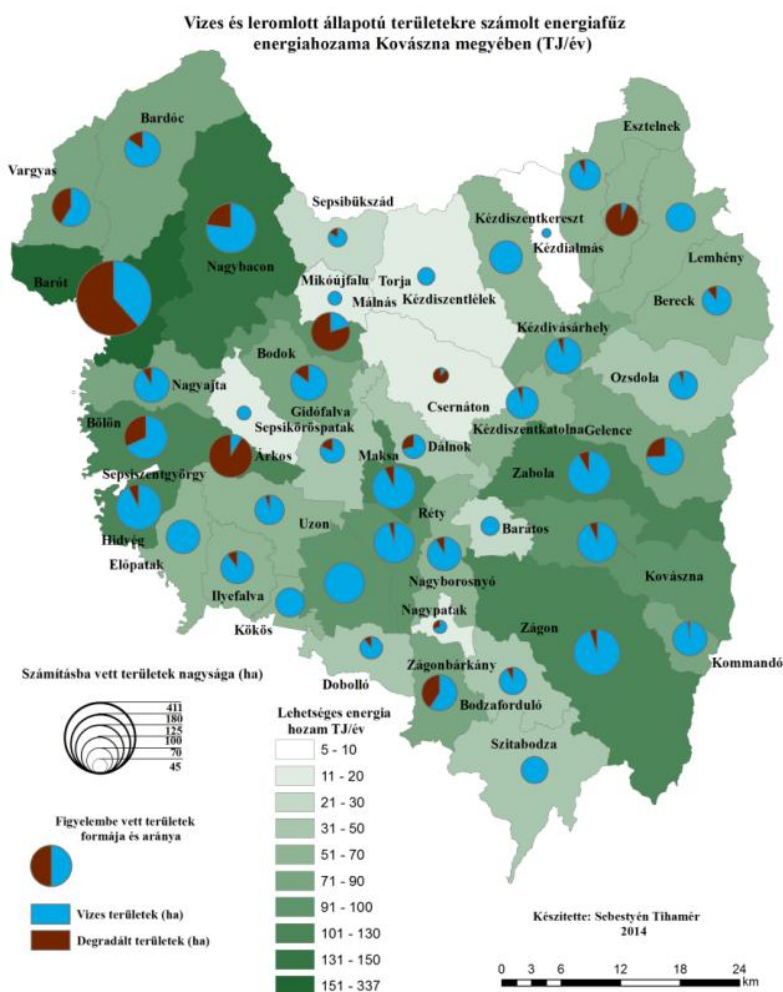
A legelők és kaszálók teljes hozamából számolt energiamennyiséget tekintve 4-4,8 PJ/év-es értéket kapunk. Tekintettel kell lenni viszont arra, hogy a településeken tartott állatállományt az innen betakarított takarmányból tartják el. Következő lépésben szükség van arra, hogy összevessük a településeken élő állatállománnyal egyidőben a településhez tartozó legelők/kaszálókról betakarítható takarmány nagyságát. Az agrárszakemberek által végzett vizsgálatok eredményeit felhasználva a szalastakarmány igényt megközelítően felbecsülhetjük minden településen (Kiss, 2000). A gyepterületekről begyűjthető takarmánymennyiséggel összevetjük, majd az esetlegesen az

állattartáshoz szükséges területek után szabadon maradó gyepterületekre számolhatunk biomassza-potenciált. A számítások szerint nem mindenik község területén marad szabad gyepterület. A vizsgálatban szereplő 45 adminisztratív egységből 31 esetben volt lehetőség biomassza-potenciált számolni.

2.4.5. Energiafűz telepítés

A mai ismeretek szerint ez a fajtája a leggyorsabban növekvő fajok közé tartozik hazánk éghajlati körülményei között. Úgy hosszra, (naponta 3-3,5cm-t képes a hajtás növekedni) mint tömegre gyorsan nő, mivel már az első vegetációs év után is vágható állapotba kerül. Hozama az első év után kb. 8-10 t/hektár/év, míg a 3. év után már 40-45 t/ha/év (www.energiafuz.hu).

A kinemesített fajtára - mint a fűzekre általában - jellemző, hogy a nedvesebb talajviszonyokat igen jól kedveli. Növekedése alatt magas víztartalmú talajon, vagy egy árvizes területen naponta egy kifejlett növény kb.15-20 liter vizet képes elpárologtatni (Tian, Y.Q; Davies-Colley, R.J.; Gong, P.; Thorrold, B.W., 2001). E fűz további kedvező



12. ábra: Energiahozam község szinten a vizes és leromlott állapotú területeken energiafűz ültetvényekkel, Sajtó készítés

tulajdonsága, hogy évente képes hektáronként 20-30 tonna úgynevezett szennyvíziszapot is lebontani, hasznosítani.

Az energiafűz fajtát elsősorban energetikai célokra nemesítették ki. A növény magas szalicilalkohol és sav tartalma miatt igen magas fűtőértékkel rendelkezik 20,52 MJ/kg (kb.4900 kcal/kg). Kovászna megyében a túlzottan nedves talajok nagysága igen jelentős mértékű, az INS 2971 hektár árteret tart nyilván. Ugyanakkor a gazdálkodó szakemberek (*Green Energy alapító tagjai*) is, minimum 2000 hektárra teszik a megyében az energiafűz telepítésére alkalmas területet.

Ezek a vizes talajok már más kultúrák termelésére alkalmatlanok. A Green Energy elnökének kijelentése szerint a megyében 15 000 ha terület betelepítése sem futurisztikus kijelentés.

2014-ben a megyében több mint 100 hektár területen van energiafűz telepítve, ebből 45 ha a kézdiszentkereszti Domokos Árpád tulajdonában található. Annak érdekében, hogy elkerüljük azt a hibát, miszerint az élelmiszertermelésre alkalmas területen is energiafűz-ültetvényt tervezzünk telepíteni, csak a megyében található 919 hektár leromlott állapotú, megművelésre már nem alkalmas területekre számítunk lehetséges potenciál hozamot. Ehhez még hozzá tehetjük a 2871 hektár vizes területet is. Az 1999/107-es törvény kimondja a degradált területeken való beavatkozás szükségességét. Ezeken a területeken a törvény értelmében erdősítéssel lehet javítani az erodálódott, elszikesedett, elsavasodott, vizes, árvíz által sújtott területek állapotát. Ezen területek azóta le lettek határolva, de a tényleges beavatkozás mindmáig elmaradt. Ezekre a területekre számolt helyi energiafűz termeléssel a 12. ábra szerinti eredményeket kapjuk. A legnagyobb energiahozam ebben a tekintetben Baróton várható, ahol nagy leromlott terület található (volt bánya területek). Továbbá Nagybacon, Zágon, Zabola is nagy potenciális energiahozammal rendelkezik. Ellenkező póluson többek között Kézdiszentkereszt áll, azért is érdekes ennek a községnek a helyzete, mert kevés vizes vagy leromlott területekkel rendelkezik, mégis a legnagyobb a megyében az energiafűz ültetvény a község határában (közel 50 ha). Főként egy igen elhívatott helyi gazdának köszönhetően, aki teljesen átállott energianövény termesztésre.

2.5. Hulladékkezelésből származó energia lehetőségek

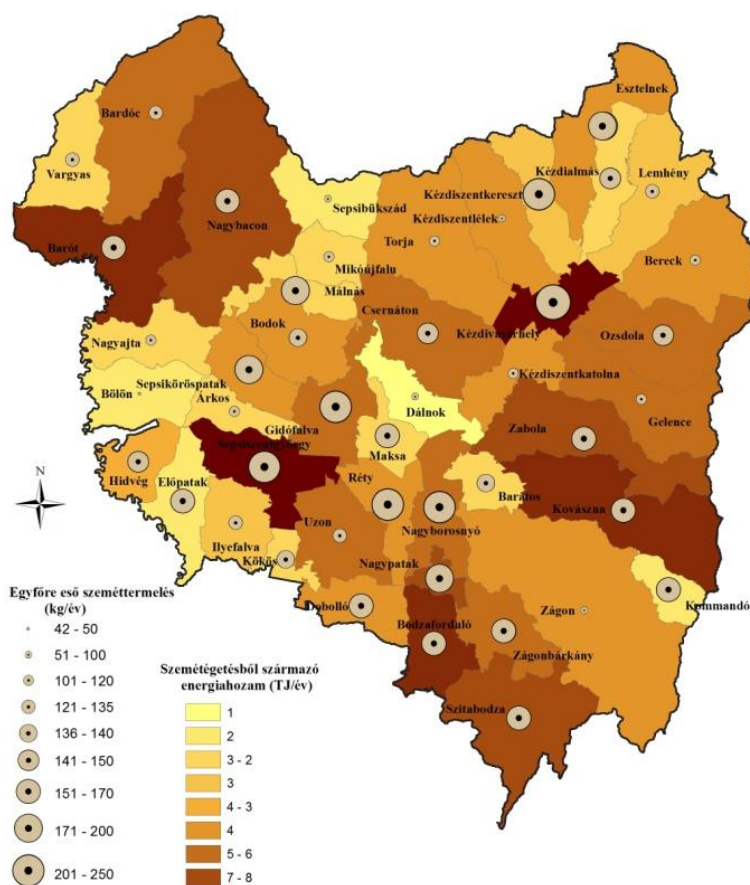
Az Eurostat 2009-es statisztikája szerint Romániában megközelítőleg 400 kg szemetet halmoz fel egy személy évente. A meglévő szemétmennyiség 99%-át az országban még mindig lerakókban tárolásra gyűjtik össze, ez Kovászna megyére is érvényes. A továbbiakban megvizsgáljuk azokat a helyi viszonyokat, melyek között a jelenlegi hulladékgazdálkodás működik. Mivel a szelektív gyűjtés és újrahasznosítás még nem kitaposott ösvény, a jelenlegi helyzetet vizsgálhatjuk úgy is, mint óriási lehetőséget energetikai szempontból. Előre predesztinált trendként írható le, hogy hosszútávon a települési hulladékok mennyisége tovább fog növekedni az életszintvonallal arányosan. Evidens mindenki számára, hogy a személgazdálkodás nem fenntartható akkor, ha azt csak tároljuk, ezért értelemszerűbb lenne, ha energiatermelés céljára hasznosítanánk fel. Az így termelődő szemétmennyiséget ebben az értelmezésben „megújuló energiaforrásnak” tekinthetjük (Gergely, 1997). A hulladékgyűjtés kiépülése Kovászna megyében pár éve indult el, jelenleg egy központi hulladékkezelő üzemet terveznek, megsemmisítésük viszont egyre nagyobb fejtörést okoz. A Kovászna megyei integrált hulladékgazdálkodási-rendszer telephely-kiépítése 2011-ben lett

leszögezve, és 2014 nyarán kezdődnek a kivitelezési munkálatok. Ez közel az egész megye hulladékkezelését megoldja az elkövetkezendő 20 évben. 2009-ben jött létre az ÖKO SEPSI társulat, melynek célja a hulladékgazdálkodási szolgáltatások egységes szinten való megszervezése, és működési feltételeinek megteremtése a tag önkormányzatok területén.

A hulladékkezelés egy formája a hulladék- és szemétegető erőmű. A hulladék fűtőértéke, ha nem válogatják szét 8-10 MJ/kg. Felhasználási módja szerint kétféleképpen hasznosítják: tüzelés útján gőzerőműben, illetve gáztermelés útján. A villamosenergia-termelés ezen módjának hatékonysága 22-28% (Fazekas, 2006).

Az itt elvégzett vizsgálatokat az ÖKO Sepszi Társulás, a Tega Rt. regionális hulladékgazdálkodási vállalat, a kézdivásárhelyi hulladékgazdálkodással foglalkozó Gosp Com. Kft. és a Salubritatea IBSV Kft. cégek által rendelkezésünkre bocsájtott adatok alapján folytattuk. Az ÖKO Sepszi Társuláshoz tartozik 38 adminisztratív egység a megyéből, Esztelenk és Csernáton a

kézdivásárhelyi Gosp Com által tartja fenn a hulladékgazdálkodást, Bodzaforduló, Szitabodza és Zágonybárcány egy Brassó megyei községgel karöltve szintén külön operálnak. Összevetve a 2011 decemberében és a 2013 novemberében kimutatott adatokat, az figyelhető meg, hogy az ÖKO SEPSI-vel szerződésben lévők száma legalább ezer lakossal csökkent (109 957-ről 108 818-ra csökkent, az ide tartozó településeken pedig ez idő alatt 157 938 lakost tartottak nyilván). Tehát a hulladékgyűjtés és elszállítás 2011-ben a lakosság 69%-ra terjedt ki, míg 2013-ban már csak 65%-ára. Mivel az



13. ábra: Szemétegetésből származó energiahozam Kovászna megyében
Adatforrás: Tega kft, Gosp-Com Kft és Salubritatea IBSV Kft., saját készítés

adatbázisban pontosan megtalálható, hogy egy adott községben hány személytől működtet a szolgáltató szemétszállítást, ki lehet számolni a helyi szemétből származó energiapotenciál hozamot. Mindenik község szemétermelése sajátos, a helyi viszonyok ismertek számunkra, így ki lehet számítani az úgynevezett lakosság hulladékgazdálkodási magatartását. Ebből kiindulva, az adott települések teljes lakosságára ki lehet vetíteni a szemétermelés mennyiségét, arra alapozva,

hogy egy vizsgált község lakosai között nincs nagy eltérés a szemettermelő magatartásban. A pontos adatgyűjtésnek köszönhetően kiszámolható, hogy egy évben az átlagos szemettermelés személyenként 162,22 kg Kovászna megyében (kevesebb, mint az Eurostat által prognosztizáltak fele), a 4. mellékleten csatolva megtalálható ugyanez a számítás külön minden község lakosaira kiszámítva. Az érdekesség kedvéért elmondható, hogy a legtöbb szemetet 2013-ban a gidófalvi községből gyűjtötték össze, 239,3 kg-ot személyenként. A legkevesebbet szemetelő község, úgymond Bölön volt. Itt ugyanis az egy személy után összegyűjtött szemet csupán 42,28 kg. A legkevesebb és a legtöbb szemetet produkáló község közötti különbség 197 kg. Továbbá 2013-ban a legnagyobb arányban Dálnok községből származó szemet volt szelektíven felhasználva, az összhulladék mennyiségnek a 12,79%-a, ezt követi Sepsiszentgyörgy 10%-os szelektív szemetgyűjtéssel. Eközben Előpatakon volt a legkisebb arányú a szelektív szemetgyűjtés, 0,29%-értékkel (lásd 13. ábra).

Mivel a községekben átlagosan a lakosság 65%-a kapcsolódik be a szemetgyűjtésbe és elszállításba, a folyamatosan termelődő szemet energetikai célú felhasználását kiterjesztettük a községek teljes lakosságára, hiszen annak ellenére, hogy azt az adott köztisztasági vállalkozás nem hordja el, gyakorlatilag a községben mégis mindenki megtermeli a maga szemetét. Mint lappangó energiapotenciál tehát a község rendelkezésére áll. Ezt a 35%-os nagyságú úgynevezett lappangó „energiatermelést” is figyelembe kell venni. Ennek a szemetmennyiségnek a háztartások kibocsátása után, kilétét és környezetre gyakorolt hatását tárgyalni nem hivatott a jelen kutatás, viszont érezhető súlyosságának mértéke.

2.6. Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek

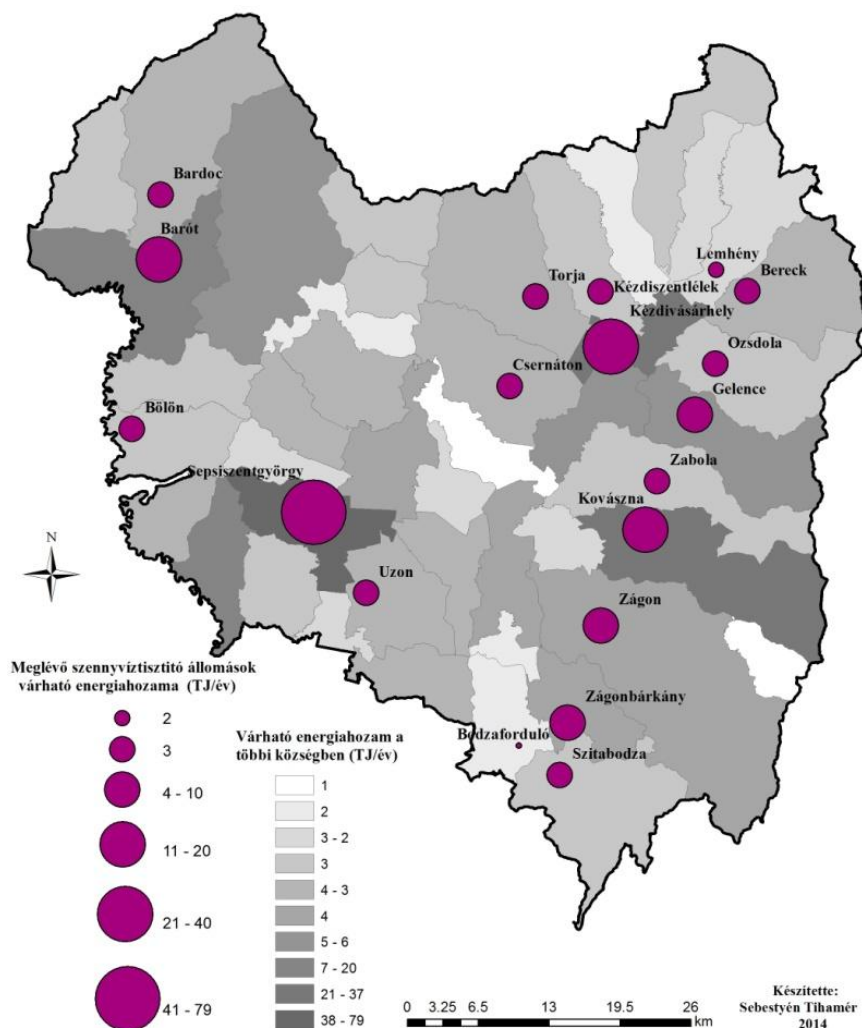
A települési szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználását sokan egyértelműnek veszik, de mint tápanyagbevitel a talajba nem egyhangúan elfogadott a környezetgazdálkodásban jártasok között. Ezt a műveletet korlátozzák a környezetvédelmi előírások is, hiszen gondoljunk csak a mérgező komponensek talajba jutására (Varga, Terézia et al., 2010). A szennyvíziszap kezelésének második alternatívája az energetikai hasznosítás. Elsősorban a hőkezelésre gondolhatunk, - égetés, pirolízis, elgázosítás -, valamint az anaerob lebontásra. Az égetéshez az iszapot előkezelésnek kell alávetni, ez a víztelenítés, vagy előszárítás, ennek az eljárásnak a költségei magasak. A legalkalmasabb megoldásnak az anaerob lebontás tekinthető, amely során környezetbarát és magas energiatartalmú biogáz keletkezik, valamint a folyamat végén a komposztálásnál jobb minőségű stabilizált iszap nyerhető (Varga, Terézia et al., 2010). Továbbhaladva, az anaerob kezeléssel az üvegház hatású gázok kibocsátása csökkenthető, a termelődő biogáz felhasználható

tüzelőanyagként. Így joggal nevezhetjük megújuló energiaforrásnak ezt, bár sokan megfedkeznek róla.

Átlagosan elfogadható, hogy a lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező 1 m³ szennyvízből kb. 12-20 l iszap keletkezik (Szabó, 2011), más megfogalmazásban éves átlagban lakosonként 1 m³ iszap keletkezik. 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), a mindenkori

iszapkoncentrációnak vagy szárazanyag-tartalomnak megfelelően számolt értékek alapján. A Debreceni Egyetem környezetgazdálkodási agrármérnöki szakemberei 16 MJ/kg fűtőértéket adnak meg a rothasztás előtti iszapnak, 13,4 MJ/kg-os értéket jelölnek meg energiatartalomnak (Takács, 2013).

2014-ben Kovászna megyének összesen 14 községében van kiépítve vagy éppen kiépítés alatt álló szennygyűjtő hálózata és szennyvíztisztító állomása. Emellett korábban már kiépítve volt a megye 5 városi településének a szennyvízhálózata. Kovászna megye Tanácsa 2010-ben



14. ábra: Szennyvíztisztítóknál keletkező energiahozamok Kovászna megyében,
Forrás: Masterplan 2010, saját készítés

hozta létre a Kovászna megyei Regionális Szolgáltató Közüzemek Rt.-t, ami a megye ivó- és szennyvízhálózatának kiépítését és rehabilitációját hivatott javítani, a program kivitelezése 2015-ig tart. Kezdetben a megye szennyvízhálózatának kiépítettsége 52%-os volt, viszont a jelenleg is folyó munkálatok után a megye ezen a téren 72,63 %-os lefödöttséget fog élvezni. Tehát ha csupán a kiépítés alatt lévő szennyvízhálózatok energiatermelését vesszük figyelembe, akkor 19 ilyen szennyvíztisztító iszaptermelésével kalkulálhatunk (14. ábra).

Infrastruktúra hiány miatt tehát, ha a községek adottságát tekintjük, lépéshátrányról beszélünk az ábrán nem szereplő községek esetében, ugyanis ha nincs szennyvíztisztító üzem, nincs ebből származó potenciálisan energiatermelő egység sem. Ha a helyi lakosságra tekintünk viszont ismét előbukkan a lappangó energiahozam esete. Figyelembe véve, a megyében már működő szennyvíztisztítók hozamadatait, valamint, hogy az adott állomásokra hány lakos oszlik az egy személyre eső szennyvízhozam alapján, előrevetíthető ez a lehetséges energiatermelési lehetőség.

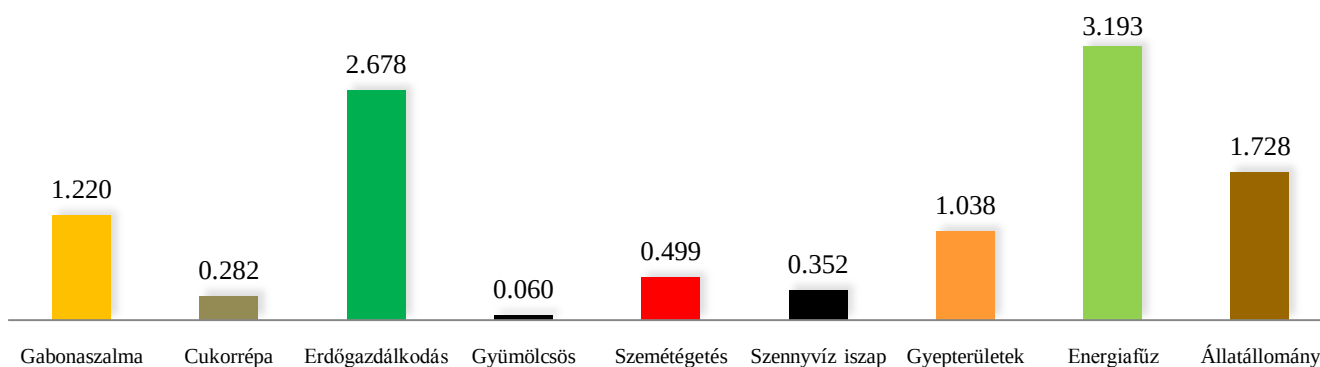
Az átlagos iszaptermelés, a szennyvízhozammal összefüggően egy főre a megyében 641 kg/év. Egy tonna lebontott szennyvíziszap szerves anyagból - kedvező esetben -, 1000 m³ biogáz keletkezhet. A biogáz fűtőértéke 23-24 MJ/Nm³. Összehasonlításként a gázhálózatban táplált földgáz fűtőértéke 34 MJ/m³ körül van. 1 m³ biogázból gázmotor-generátor segítségével 2,0-2,3 kWh elektromos energia nyerhető (Garai, 2008).

Románia az Európai Unióhoz való csatlakozása során elfogadta azt a célkitűzést, hogy 2015-re a kommunális szennyvizeknek 60%-át összegyűjti és tisztítani fogja. A vidéki települések Kovászna megyében is úgymond ivóvíz- és szennyvíztisztító rendszer kiépítésének lázában voltak az elmúlt 3-4 évben. Feltételezve azt, hogy ezek a modern beruházások korszerűségük folytán tartalmazni fognak rothasztó tárolókat is, nem elrugaszkodott gondolat kis biogáz-üzemben gondolkodni, amelyek legalább a derítők hő- és elektromos energia ellátását fedezni tudják.

2.7. Potenciálösszesítés

A fenti számítások eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy Kovászna megye területének becsült biomassza-potenciálja eléri a **11.08 PJ/év** energiamennyiséget. Ebből a hő- és villamosenergia-termelésre használható energiamennyiség **9-9,5 PJ/év**. Tekintsük végig a 15. ábrán található eredményeket. A számítások figyelembe vették az összes olyan lehetséges forrást, amely szóba jöhet a biomassza-potenciál esetében. A számítások főként olyan forrásokat kutattak, amelyek nagymennyiségű mellékterméket, hulladékot termelnek (gabonaszalma, erdőgazdálkodás vágási hulladéka, szeméthozam, legelők takarítása, állattartásból származó biomassza), valamint még nem épültek ezekre a biomassza formákra konkrét hasznosítást célzó tevékenységek. A gabonaszalma, valamint gyepterületek termése az állattartáshoz szükséges mértékig betakarításra kerül, de gyakran a tavaszi vagy őszi tarlóégetés áldozata lesz az ottmaradt növényzet. A nagyobb állatállománnyal rendelkező farmokon az itt koncentrálódó trágya a mai napig csak szántóföldek termőképesség-javító szerepét látja el, energiatermelő lehetőségről ritkán beszélnek a településeken. A vizsgálatban szerepel összesen 3890 hektáron hipotetikusán termő energiafű is, amely a megye 2971 ha vizes területére volt számolva - ahol más kultúrnövény már nem képes megélni -, valamint

919 hektáron olyan leromlott állapotba lévő terület, amely a megművelt területek alól ki van már véve. Ezen területek beültetése ebben az esetben szintén szóba jöhet. A legmagasabb energia értékeket ez a célzottan energiatermelésre kinemesített növény hozza. Amennyiben eltekintünk az energianövényekbe való befektetéstől, hatalmas lehetőség rejlik az erdőgazdálkodás során hulladékként számító vágástéri és fűrésztelepeken felhalmozódó fahulladékban. Az ilyen anyagokat kombináltan a gabonaszalma, településen összegyűlő szemét, gyümölcsösök nyesedéke, vagy a gyepterületek másodlagos terméseit direkt égetéses technológiával falu-fűtőművekben lehet felhasználni. Gyakori példa erre a fenntarthatóan üzemeltetett falu-fűtőművek, amelyek a települések közintézményeit, oktatási intézményeit, művelődési házakat, vagy más épületeket látnának el fűtéssel. A másik, és egyben nagy energiaforrás az állattartással járó hígrágya biogáz-termelés lehetősége, ugyanezzel a technológiával lehet az ipari növények hátramaradó anyagát, vagy a szennyvíziszap erjesztéséből származó energiát is felhasználni. A biogáz-üzemekben kombinált hő-és villamosenergia termelésére van lehetőség.



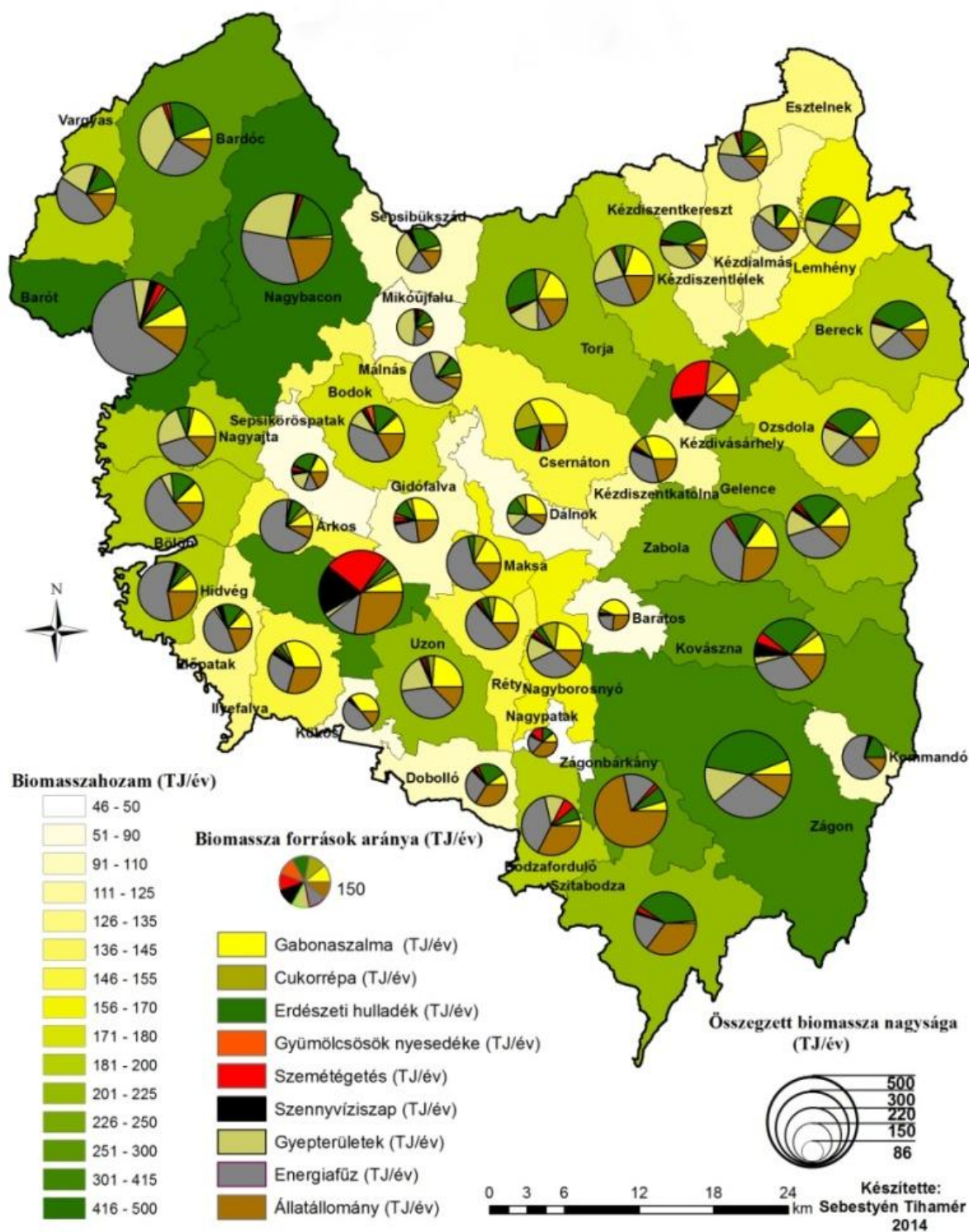
15. ábra: Biomassza energiahozam a vizsgált területeken (PJ/ha)

Forrás: saját számítás

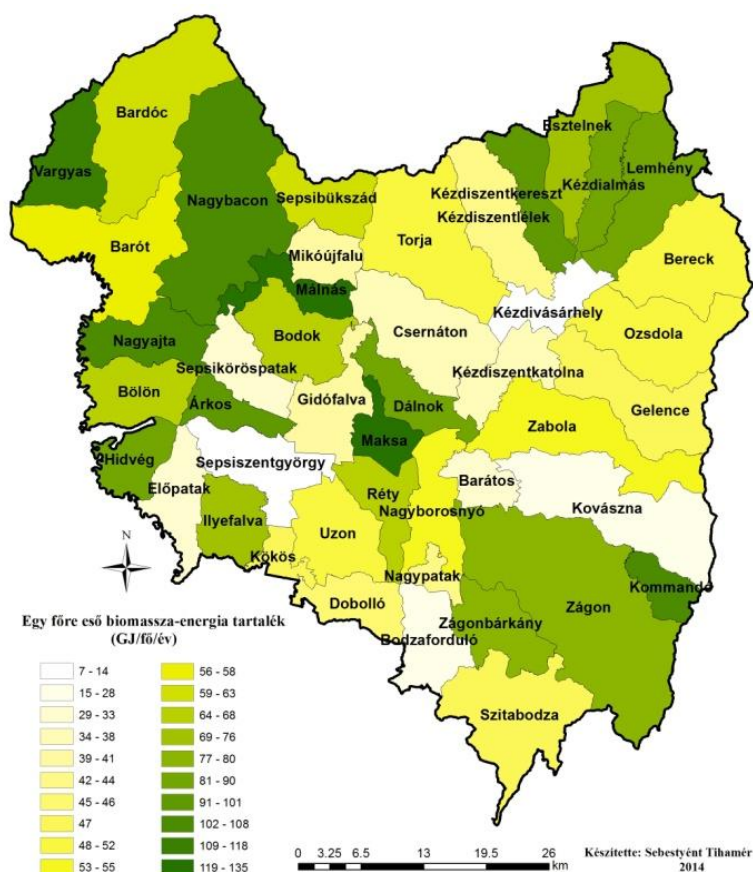
A 16. ábrán a megye 5 városának és 40 községének a biomassza-tartalékait hasonlíthatjuk össze. A legnagyobb biomassza-tartalékkal rendelkezők: Barót, Nagybacon, Zágony, Sepsiszentgyörgy, Bardóc, itt ugyanis nagyterjedésű erdők, gyepterületek találhatók. Kivételt képez Sepsiszentgyörgy, amely a magas biomassza-tartalékát, főként a városban termelő szénmennyiségnek köszönheti. Ezekben az esetekben kétszer magasabb a biomassza-tartalék a megyei átlaghoz viszonyítva.

Megvizsgáltuk azt is, hogy mi történik akkor, ha a biomassza-tartalékot a lakossággal vetjük össze. Az egy főre eső biomassza-források a 2011-es népszámlálás eredményeivel számolva alacsonyak a városokban, megye szinten a legkisebb Sepsiszentgyörgyön, legnagyobb Moksán, ahol mindössze 1206 lakos él. A számítások alapján főként az erdővidéki községekben van magas egy főre eső biomassza-tartalék, elsősorban az erdőknek köszönhetően. A középmezőnyben vegyesen fordulnak elő a községekben a földművelés-állattenyésztés hozamai és az erdőterületek biomassza-tartalékai (17. ábra).

Továbbá abból a szempontból vizsgáljuk a településeket, hogy hogyan változik az egy főre eső biomassza-potenciál ha eltekintünk az energiafűz lehetséges ültetvényeitől. A 18. ábra világít rá a lehető legjobban arra, hogy mekkora is az egy főre eső biomassza-tartalék a községek/városok területén, ugyanis csak a jelenlegi körülményeket mutatja be. Az energianövény ültetés már a jelenlegi helyzetből való kilépést jelenti.

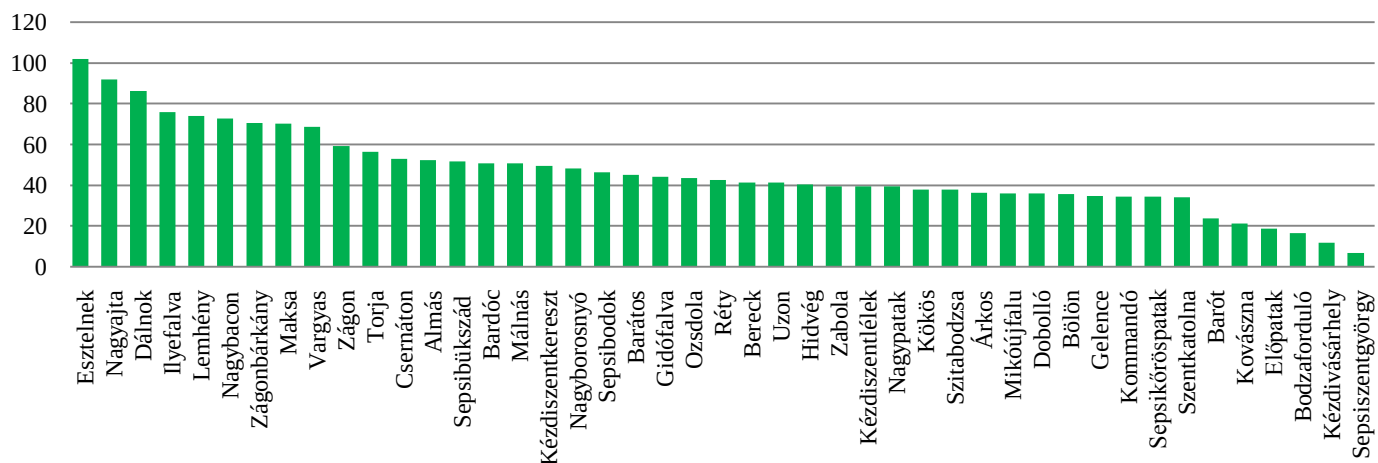


16. ábra: Integrált biomassza energihozam vizsgálat Kovászna megyében
Forrás: Saját számítások



Forrás: Saját készítés

17. ábra: Egy főre eső integrált biomassza energiahozam, Kovászna megye közigazgatási egységeiben

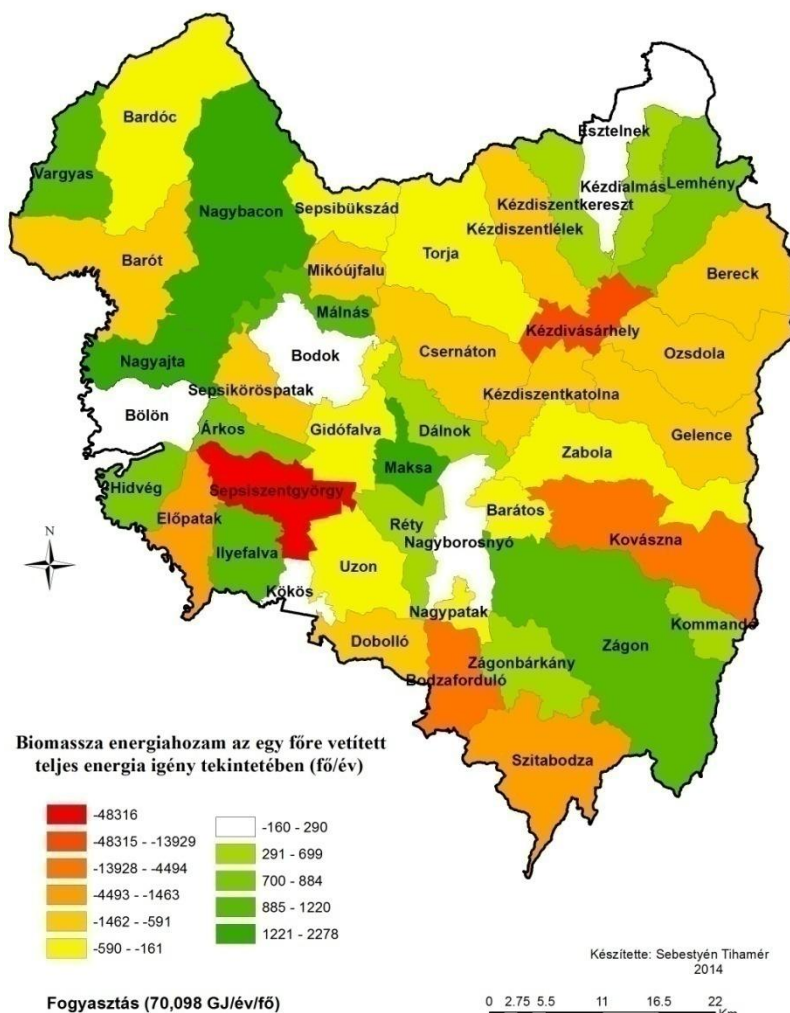


18. ábra: Egy főre eső biomassza-tartalék Kovászna megyében, energianövények nélkül (GJ/fő/év)

Forrás: Saját készítés

Végezetül nézzük meg a 19. ábrán az egy főre eső energiafogyasztást és biomassza potenciális energia mennyiségeinek összevetését. 2000-2012 között egy átlagos romániai lakos 72,52 GJ energiát fogyasztott évente (INS, 2012). Ha ezeket az értékeket a vizsgálatunk során figyelembe vett községek és városok lakosságával szorozzuk, megkapjuk a helyi teljes egy főre eső éves energiafogyasztást. A 19. ábra pedig arra mutat rá, hogy hány lakos teljes energiaszükségletét

tudná fedezni a helyi biomassza forrásokból. A városok természetesen nagyobb energiaigénnyel bírnak, mint amennyit elő lehet állítani az ottani biomasszákból, viszont a zöld szín fokozatos erősödése azt mutatja, hogy azokban a községekben hány lakos energiaigényével többet is el lehetne látni helyi biomassza-energiákból.



19. ábra: A biomasszából fedezhető energiafogyasztás a helyi lakossághoz mérten Kovászna megyében (fő/év), saját számítások

2.8. Javaslatok

A megújuló energiaforrások közül az egyik legellentmondásosabb terület a biomassza. Napjainkban, ha biomasszáról szóló híreket hallunk tapasztalhatjuk, hogy a legtöbb vitát ez a terület generálja nem csak hazánkban, de az Európai Unióban és szerte a világon is. Amennyiben hajlandóak vagyunk belemélyedni a témába, hogy megértsük mi áll ezen viták háttérében érezhető, hogy mindig akkor keletkeznek feszültségek, amikor a túl nagy haszon érdekében irreális terveket próbálnak megvalósítani környezetbarát energiatermelés címén.

Ahogy korábban említésre került, a biomassa azért tud ellentmondásos megújuló energiaforrás lenni, mert az összes többi közül talán ezt a legkönnyebb pazarolni, nem fenntartható módon hasznosítani. Innentől kezdve pedig már nem is megújuló, hanem fogyó energiaforrás lesz.

Annak érdekében, hogy ezt elkerüljük, a következő szempontokat kell figyelembe venni.

Mielőtt energetikai növénytermesztésbe fogunk, mindig mérjük fel a melléktermékekben, hulladékokban rejlő potenciálokat, s ha még szükséges lehetőleg csak ezen felül tervezzünk direkt célú energianövény termesztést. Kovászna megyében miközben folyamatosan az utóbbi években épült és épül ki a hulladékgyűjtés szervezett formája, valamint a szennyvízhálózatok település szintű kiépítése, nem szabad ezt figyelmen kívül hagyni.

Biomasszára alapozott erőműtervezéskor a beépített kapacitást, a mindenkori hőigényre méretezzék, amely kapcsolatosan villamos energiát is előállíthat. A Kovászna megyei önkormányzatok, amennyiben tervbe veszik ilyen beruházások kivitelezését, a község saját adottságait kihasználva elérhetik a saját településük fűtőművének az ellátását. Így az éves költségvetés nagyrészt nem a nagy fűtés vagy villamos energia számlákra kellene elkölteni. Egy következő lehetőség, hogy egy 5-10 hektáros energiafűz telepítésből egy községen belül kivitelezni lehet a fűtést az önkormányzat intézményei számára. Községi fűtőerőművek alapanyagául szolgálna a községi hulladék, amely mint folyamatosan képződő anyag, megújulónak tekinthető. Ez alternatív megoldás lehet a regionális hulladéklerakókkal szembe, ugyanis az ide való elszállítás költséges. A jelenlegi nemzeti energetikai szabályozás, sajnos a kötelező átvételi rendszerrel csak a villamosenergia-termelést ösztönzi, így a beruházók kizárólag erre koncentrálnak, míg mellette óriási mennyiségű hő megy veszendőbe.

A biomassa-erőművek tervezésének egyik legkritikusabb pontja a méretezéssel összefüggésben, az alapanyag-beszállítási távolságok meghatározása. Túl nagy távolságok esetén előfordul, hogy a szállításra használt teherautók több energiát használnak fel, mint amennyit az egész rendszer megtermel, nem beszélve környezetterhelésükről. A decentralizáltság minden területen érezhető előnyösebb hatását, eltekintve a kezdeti magas beruházási költségektől, nincs más ellenérv erre vonatkozóan.

Tartsuk szem előtt, hogy melyik alapanyagot, milyen technológiával lehet a leghatékonyabban hasznosítani. A fásszárú növényeket közvetlen eltüzelésre, míg a lágyszárúakat inkább biogáz-termelésre érdemes hasznosítani.

I. A biomassza vidékfejlesztő hatása Kovászna megyében

1. A vidék fogalmának körüljárása Kovászna megyében

Vizsgálatunk következő fókuszpontja a vidék fogalmának értelmezése, a különböző megközelítések értelmezése, és ezeknek Kovászna megyére vetített sajátosságai. A fejlett országokban az OECD a vidéki települést a várostól egyszerűen a négyzetkilométerre jutó lakosok számát figyelembe véve különbözteti meg: vidéki település az, ahol a népsűrűség kisebb mint 150 lakos négyzetkilométerenként. Az Európai Unió viszont már 100 fő/km²-t használ kritériumként. Az Európa Tanács által elfogadott Vidéki Térségek Európai Kartája szerint, a vidéki térség fogalma olyan szárazföldet, belső vagy tengerparti területet jelent, amely a kisvárosokat és a falvakat is magába foglalja, és eltér a nagyvárosok jellegzetességeitől. A vidék gazdasági funkciója: a mezőgazdaság, erdészet, akvakultúra és halászat; ökológiai funkciója: a természetközelség és tájvédelem fenntartása; társadalmi-kulturális funkciója pedig a hagyományos vidéki-, közösségi- és kulturális értékek megtartása. A vidék fogalmát a centrum-periféria perspektívájából lehet értelmezni, tehát a vidék fejlesztése lényegében a perifériák fejlesztését, a vidék értékeinek megőrzését jelentik (Vincze, 2005).

Románia vidékeit főként az adott térségben lévő települések státuszából lehet értelmezni. A 351/2001-es területfejlesztési törvény leszögezi a települések rangját, státuszát. Városi település az 5000 lakosnál nagyobb település lehet, amennyiben adottak a közmű, infrastrukturális, oktatási, közintézményi, egészségügyi kritériumok. A vidéki település lehet község (IV. rangú településnek számít), amely rendelkezik önálló önkormányzattal vagy olyan falu (V. rangú), amely valamelyik községhez tartozik. Vetítsük rá a fenti áttekintést Kovászna megye településszerkezetére, és vizsgáljuk azt meg a fenti kritériumok szerint. A legutolsó népszámlálási adatok alapján 2011-ben, a megyében 206 261 lakos élt. Mivel Kovászna megyében a népsűrűség 55,59 fő/km², az OECD és az EU-s kritériumok alapján a teljes megye vidéki térséghez tartozik vagyis a vidéki térség kategóriába sorolható. Romániában (a hazai kritériumokat figyelembe véve) 2011-ben, a lakosság 47,6 %-a élt a megye öt városában, ezek csökkenő sorrendben a következők: Sepsiszentgyörgy (municípium, 54 312 fő), Kézdivásárhely (municípium, 18 082 fő), Kovászna (város, 9909 fő), Barót (város, 8567 fő), Bodzaforuló (város, 7319 fő). Vidéki településeken pedig a megye lakosságának 52,4%-a élt (INS, 2011). A megyében ezenkívül 40 községhez 117 falu tartozik. Ha a területi vetületét vizsgáljuk, akkor a megye városaihoz tartozó terület a megye csupán 12,72%-ra (472,18 km²-re) terjed ki, miközben a vidéki települések a hozzájuk tartozó területekkel a megye 87,27%-át (3237,62 km²-át) foglalják el (Recensământul, 2012). A megye vidéki térségének népsűrűsége 33,33 fő/ km², miközben a városi népsűrűség 207,77 fő/ km². Kovászna megye

gazdasági erejét tekintve 2012-ben 1,1 mrd. eurós gazdasági forgalmat produkált, 7,2%-os (romániai átlag 7%) volt a munkanélküliségi arány. A népesség egyharmada dolgozik mezőgazdaságban, de számos esetben a mezőgazdaság kiegészítő foglalkozásként jelenik meg, így a reális érték elérheti az 50%-ot is. Az egy főre eső GDP 4.959 euró, 34%-al kevesebb, mint az országos átlag (6.826 euró), amivel a megyék rangsorában igen csak hátrányos helyet foglal el. A rendszerváltást követően a megyében hangsúlyosan érvényesült a lakosság vidékre való kiköltözése.

2. A helyi humán fejlettségi index vizsgálata Kovászna megyében

Dumitru Sandu, aki egy vezető szociológus Romániában, kifejlesztett egy mutatót az elmaradott települések, régiók meghatározására. Az indexet a romániai statisztikai adatbázisra alapozva a lokális szintű fejlettségi vizsgálatokra használják. A községszintű statisztikai adatok alapján végzett helyi fejlettségi mutató hasonlít ahhoz a HDI mutatóhoz, amelyet az ENSZ Fejlesztési Programja is használ világszerte. Viszont ez az index, Sandu állítása szerint, sokkal közelebbi képet ad, ha a helyi közösség fejlettségét vizsgáljuk (Emery M, 2006). Jelen vizsgálatunk pedig épp arra keresi a választ, hogy melyek Kovászna megye elmaradott, illetve fejlett települései. Ha megvizsgáltuk ezt a helyzetet, összevetve a helyi megújuló energiaforrások által teremtett adottságokkal, prognosztizálhatóvá válik az, hogy melyik településen mekkora fejlődési lehetőséget nyújtana a megújulók hasznosítása. A helyi humán fejlettségi index (Local Human Development Index, továbbiakban LHDI) a településeken élő lakosság teljes emberi tőke fejlettségét vizsgálja, különös figyelmet fordítva négy dimenzióra: az emberi tőkére, az egészségi állapotra, az életszínvonalra és az anyagi tőkére. Az egyszerű mérőszámok külön-külön vizsgálják mind a négy mutatót.

A négy vizsgált terület összesítése az adott lakosság közösségi tőkéjének pontszámát eredményezi. Az LHDI legfontosabb előnye, hogy lehetővé teszi az összehasonlítást, legyen az városi vagy vidéki település, akár kis- vagy nagyméretű település. Az LHDI három évig volt tesztelve és némileg módosítva, végleges formában összesen hét bemeneti mutatót tartalmaz (Sandu, 2011). A jelenleg használt, módosítást is tartalmazó index a következőket tartalmazza:

- a helyi lakosság iskolázottsági szintjét
- a születéskor várható élettartamot
- az egy főre eső lakások területének (m²) helyi átlagát
- a főlgáz vezetékre csatlakozott helyi háztartások arányát
- az ezer főre eső személygépjárművek számát

- a 18 év felettiek átlagéletkorát
- mivel a helyi szintű tőketermelést statisztikák nem követik, így az adott megye átlagos GDP-ét veszi referencia pontként.

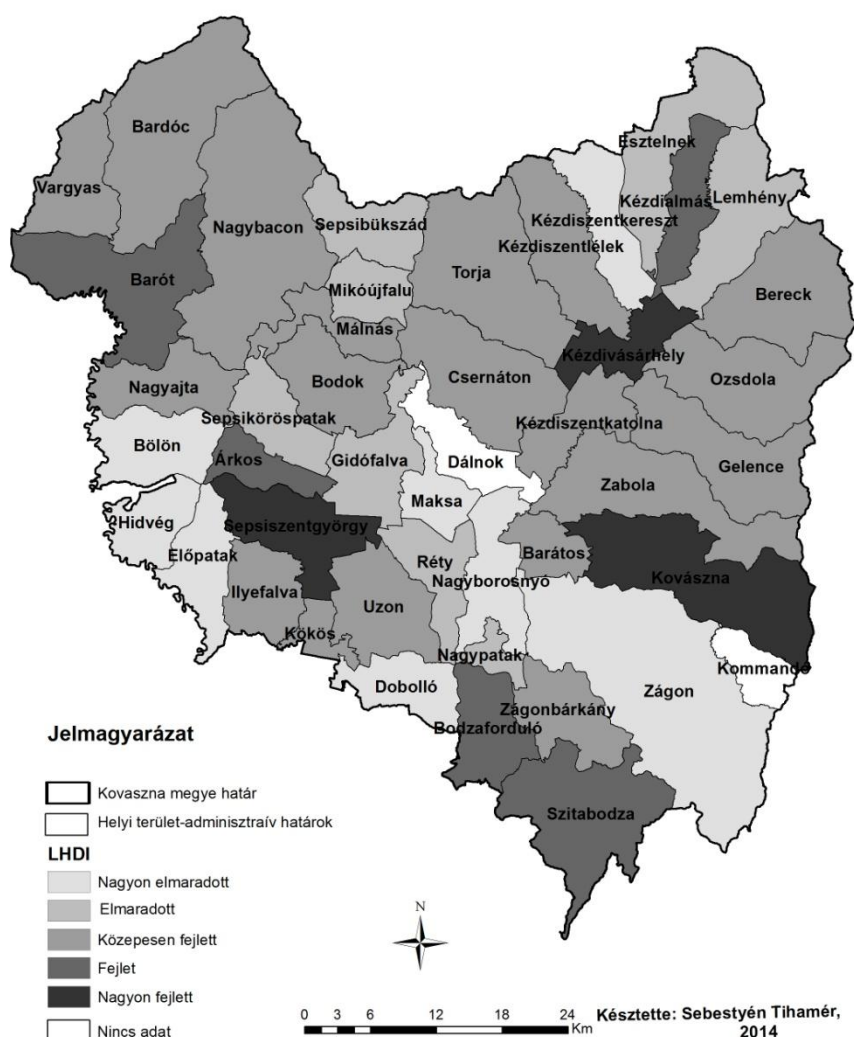
Az 1000 lakosnál kisebb községeket kizárták a vizsgálatból, így sajnos Dálnok (945 lakosával) és Kommandó (éppen ezer lakosával) kiesett az indexszámításból. Fontos megemlíteni, hogy a település lakosságának mérete nincs integrálva a LHDI-ben, ugyanis ez igen nagyméretű variációkat eredményezne. Az emberi tőkét a helyi oktatási színvonalból származtatják, az egészségi állapotot a születéskor várható élettartamból számolják, figyelembe véve még a településen élő 18 év feletti lakosság átlag életkorát. Az életszínvonal vizsgálatnál a háztartásokra eső lakásnagyságot (m^2), a helyi lakosság egy főre eső földgáz használatát, valamint az 1000 lakosra eső gépjárművek számát veszik figyelembe.

A faktorok eredményét az index kumulatív módon aggregálja, tehát nem standardizált, így 0-tól 100-ig variálnak az értékek (igen fejlett települések átlépik a 100-as határt). Dumitru Sandu a 2002-es és 2011-es népszámlálási adatokkal is elvégezte ezt a vizsgálatot. Nem szabad elfeledni, hogy a LHDI és a GDP/fő igen szoros kapcsolatban állnak egymással, de a kettő közötti kapcsolat nem szignifikáns, nem lehet magyarázni értékük mozgását kizárólag egymással. Vizsgálatunk a 2011-es, legfrissebb adatbázist használja fel.

Összevetve a 2002-ben elvégzett LHDI elemzést a 2011-es eredménnyel, általános fejlődésbeli növekedést mutatnak Kovászna megye községei, 2002-ben az átlagfejlettség 49 pontot ért el, 2011-ben ez már 59-re növekedett. Ezzel Kovászna megye országos szinten a felső-közepesen fejlett megyék kategóriájába tartozik. 2002-ben a legmagasabb LHDI-vel rendelkező település Kézdivásárhely volt, 2011-re már a vezetést Sepsiszentgyörgy vette át. Még fontos információ, hogy a 2002-ben végzett vizsgálat óta eltelt időszakban a megye településeinek fejlettségi mutatói között növekedtek az eltérések. Nemcsak ország szinten nőttek a területi diszparitások, hanem megyén belül is. 2002-ben a legfejlettebb és a legelmaradottabb település között 41 pontos volt a különbség. Kézdivásárhelyen, majd Sepsiszentgyörgyön volt a legmagasabb az LHDI, Előpatak, Nagyborosnyó és Böln volt a lista végén. Az aktualizált eredmények azt mutatják, hogy enyhén emelkedett (53 pontra) a helyi fejlettségi szintek közötti különbség. Sepsiszentgyörgy erőteljesen fejlődött, ahogyan a többi város is, viszont Hidvég visszafele csúszott, miközben a fejlődésben lemaradt községek sorába tartozik még Előpatak, Böln és Maksa.

Összehasonlításként nézzük meg, hogyan alakul a városi és vidéki településeken a 2011-es LHDI. A megye 5 városának 2002-es átlagos 64-es értékéről 2011-re 74-re fejlődött. A legnagyobb LHDI fejlődést Sepsiszentgyörgy és Bodzaforduló érte el. A vidéki települések fejlődési aspektusai már változóak, itt alacsonyabb bázisontról indult a fejlődés. A 2002-es átlagos 47-es LHDI érték 2011-re, a községek - a várossal szembeni - lassúbb ütemű fejlődése miatt, 56-os LHDI értékre

fejlődött. A fejlődésben nagyot léptek előre azok a községek, amelyek amúgy is közepesen fejlett vagy fejlett LHDI-vel rendelkeztek. Pozitívum viszont az, hogy nem mutatható ki egy trend arra vonatkozóan, hogy a legelmaradottabb községek a leglassabban fejlődtek volna az utolsó 10 évben. Kovászna megye vidéki településeit vizsgálva egy másik mutatóval is kifejezhetjük a települések szociális fejlettségét. A szintén Sandu-féle elemzés alapján elmondható, hogy Kovászna megye 117 vidéki településének 3,9%-a nagyon elmaradott, 11,9 %-a elmaradott, 19,1%-a közepesen fejlett, 22 %-a fejlett, és 43,1%-a nagyon fejlett település (Sandu D., 2010) (20. ábra). Ugyanakkor 2011-ben a vidéki térségben az ezer lakosra eső kis- és középvállalkozók (továbbiakban KKV) száma itt jóval alacsonyabb, csupán 9,64, miközben az országos átlag 23,66 volt (PNDR 2014-2020). Egy másik szempont szerint vidéken a mezőgazdaságban, erdőgazdálkodásban stb., dolgozók munkatermelékenysége 2012-ben 2464 euró/fő volt, ez ötször kevesebb, mint az országos átlag (12 527euró/fő), miközben a terciér és az ipar az átlagosnál másfélszer magasabb termelékenységet mutatott.



20. ábra: Kovászna megye LHDI fejlettsége, forrás: (Sandu, 2011) nyomán, saját készítés

3. Megújuló energiák szerepe Kovászna megye vidékfejlesztésében

A legutóbbi fejezet kitért arra, hogy a megye területén lévő települések milyen LHDI indexel rendelkeznek. Vizsgálatunk során azért volt fontos ezzel részletesen foglalkozni, hogy képet kapjunk arról, hogy a helyi fejlettségek a megyén belüli relatív összehasonlításban milyen elrendeződést alkotnak (20. ábra). A jelenlegi LHDI helyzetet összevetjük azzal az általunk számításba vett biomassza-források összegével, amelyről konkrét számszerű adataink vannak. Eredményül egy megalapozott helyzetképet tudunk felállítani arra vonatkozóan, hogy mely községek számára jelentenének a legnagyobb fejlődési lehetőséget az eddig kiaknázatlan megújuló energiaforrások. Az 5. táblázatban kövessük végig a megye közigazgatási egységeit.

5. táblázat: Összevetés a megye közigazgatási egységeinek LHDI indexe és a vizsgált biomassza-források hozamadatai alapján*

Biomassza források nagysága LHDI fejlettségi szint	Nagyon kevés (13 518 - 30 000 MWh/év)	Kevés (30 000-54 000 MWh/év)	Közepes (54 000- 77 500 MWh/év)	Nagy (77 500-118 000 MWh/év)	Nagyon nagy (118 000- 222 000 MWh/év)
Nagyon Elmaradott (38-50 LHDI)	Dobolló	Maksa Előpatak	Nagyborosnyó Esztelnek	Bölon Hidvég Zágon	-
Elmaradott (51-55 LHDI)	Nagypatak	Kézdiszentkereszt Réty Bükszád Mikóújfalu Sepsikőrőspatak	Gidófalva Lemhény	Nagyajta	-
Közepesen Fejlett (56-65 LHDI)	Barátos Kökös	Bereck Szentkatolna Málnás	Csernáton Gelence Ilyefalva Ozsdola Uzon Torja	Zágonbárkány Nagybacon Kézdiszentlélek Vargyas Zabola	Bardóc
Fejlett (66-70 LHDI)	-	Kézdialmás Árkos	Bodza forduló Szitabodza	-	Barót
Nagyon Fejlett (71-91 LHDI)	-	-	-	Kovászna Sepsiszentgyörgy Kézdivásárhely	-

* Kommandó és Dálnok községre nem található LHDI- adat, Forrás: Saját készítés

A Sandu-féle LHDI alapján kialakított öt osztályozás szerint a fejlődésben legelmaradottabb községek: Dobolló, Maksa, Előpatak, Zágon, Nagyborosnyó, Esztelnek, Bölon és

Hídvég. A biomassza-energiaforrások mértékét nézve legnagyobb fejlődési lehetősége Bölön és Hídvég községnek van, ellenkező helyzetben Dobollót kell megemlíteni. Dobolló a vizsgálatok szerint több szempontból hátrányos helyzetű község, ráadásul szerény mértékűek a helyi megújuló források is, így nem tud kifejezetten csak erre alapozott fejlődési trendet beindítani. A vizsgálataink kimutatták, hogy Hídvég községben biogáz-üzem építésére összesen 4 farm alkalmas. Ezek közül egy farm Nyáraspatakon található és három a községközpontban, az itt megemlített farm a megye legnagyobb szarvasmarhatartó gazdasága (több mint 950 szarvasmarhával).

Bár Nagypatak szintén kevés megújuló energiaforrású adottságokkal rendelkezik, az LHDI tekintetében jelenlegi helyzete jobb az előbb említettekénél. Kézdiszentkereszt, Réty, Bükszád, Mikóújfalu, Sepsikőröspatak elmaradott fejlettségű községek, a rendelkezésükre álló energiaforrás is relatívan alacsonynak mondható. Bükszádon és Sepsikőröspatakon összesen három olyan gazdaság található, amely alkalmas biogáz-üzem építésére. A Mikóújfaluhoz tartozó Málnásfürdőn egy biogáz-üzem építéséhez szükséges adottságokkal rendelkező farm található. Lemhény és Gidófalva, bár az elmaradott községek sorában helyezkednek el, a Kovászna megyei viszonylatban közepes mennyiségű megújuló forrásokra számíthat. Gidófalván is két nagyméretű szarvasmarhatartó gazdaság biogáz-üzemhez addekvált feltételeket kínál, viszont a községben említésre méltóak a szélenergia termelésre alkalmas adottságú dombok is. Nagyajtának nagy lehetősége van a biomassza-források alkalmazására (2 biogáz-üzem telepítésére alkalmas farm jelenléte), s ez multiplikátorként a község általános fejlődésére is kihathat.

A közepesen fejlett községek létszáma magasabb, viszont Barátos és Kökös nem rendelkezik erdőterülettel, a vizsgált energiaforrások mértéke náluk a legalacsonyabb (a csoporton belül), szilárd biomassza tüzelésű kombinált erőművek kiépítését az eredmények tükrében nem ajánlja a vizsgálat. Barátos községhez tartozó Orbaitelek és Páké falukban szintén egy-egy biogáz-üzem építéshez megfelelő szarvasmarha farm működik. A Barátos községhez tartozó területeken számottevő az elviesedett terület, a lakossági élelmiszerigényt pedig az ott lévő szántók akár 15%-a is fedezi, így alkalmas terület az energianövények telepítésére. Bardóc község az egyik legmagasabb számításba vett biomassza-energiaforrás birtokosa, főként kiterjedt nem erdős területeinek köszönhetően. Zágonybárány, Nagybacon, Vargyas és Zabola esetében főképp a fahulladék alapú hő- és villamos energiatermelés a legkézenfekvőbb, mert nagyméretű szilárd biomassza-hulladék képződik a községekben. Kézdiszentlélek, Szentkatolna, Ilyefalva, Uzon határában említésre méltó mezőgazdasági melléktermékek képződnek (főképp szalma), amelyek szintén előnyös adottságokkal bírnak. Annak ellenére, hogy Kommandó és Dálnok nem szerepel a kereszttáblázatban, ne feledjük el, hogy az egy főre eső integrált biomassza készlet az egyik legmagasabb értékkel Kommandón található, főképp fahulladékból származóan. Dálnok is hasonlóan jó adottságokkal rendelkezik ezen a téren.

Gelence, Zágon, Torja, Csernáton, Zabola, Nagyajta, Ozsdola, Bereck stb. községekben számottevő az erdőgazdálkodásból származó fahulladék mennyisége, így egyértelműen jó adottságokkal rendelkeznek a fahulladékot alkalmazó fűtőművek kiépítése számára.

Ha a fejlett települések sorát nézzük, láthatjuk, hogy ebből van Kovászna megyében a legkevesebb, csupán 5 ilyen község tartozik ide, amiből kettő 2004-ben frissen alakult község: Kézdiálmás, Árkos. Barót és Bodzaforduló városi ranggal rendelkező közigazgatási egységek, mégis elmaradnak a megye másik három városától. Zöld energetika szempontjából legnagyobb fejlődési lehetőséget Barót tudhat magáénak. Közepes adottságok jellemzik Bodzafordulót és Szitabodzát, szerényebb lehetőségek pedig Kézdiálmást és Árkost. Barót 411 hektár olyan leromlott állapotú földterülettel rendelkezik, ami rehabilitálásra vár, a megyei szakemberek ajánlását alátámasztja a mi vizsgálatunk is. A fenntartható környezetgazdálkodás mellett az itt megtermelt és felhasznált energianövények égetése igen alacsony fűtési számlákat eredményezne a város lakói számára.

A három legfejlettebb város: Sepsiszentgyörgy, Kézdivásárhely és Kovászna, főként a kommunális hulladékégetés szempontjából, ezen kívül Kovászna pedig az erdészeti hulladékokból tudna településfejlesztési megvalósításokat eszközölni.

4. Helyi energiatermelési lehetőségek és fejlesztő hatásuk

A PNADER (Plan National de Acțiune în Domeniul Energiei Regenerabile) a vidéki települések biomassza felhasználására a következő ajánlásokat teszi:

- a biomassza egyéni rendszerekbe való használata
- a klasszikus kályhák (amelyek 20%-os hatékonyságúak) lecserélése modern technológiával épített biomassza kazánokra, amelyeknek hatékonysága eléri a 80%-ot is,
- napenergia használata a direkt felhasználásra szánt meleg víz előállítására, valamint a fűtési rendszerbe kombinált csatlakozásra a magán háztartások, turisztikai létesítmények (panzió, hotel), gazdaságok, valamint a közigazgatási és oktatási épületek részére.
- hőszivattyú alkalmazása a lakások és középületek fűtésére.

A PNADER megfogalmazza, hogy a megújuló forrásokból származó energiatermelést vissza nem térítendő támogatásokkal kell serkenteni, az operacionális szektorális programok segítségével.

A 351/2004-es számú „gázok törvénye” néven elterjedt törvény értelmében a földgázt elosztó vállalat köteles diszkrimináció mentesen átvenni a biogázt a termelőjétől, amennyiben lehetséges a rácsatlakozás, viszont a technikai előírások még nem jelentek meg erről szólan. Előnyösebb az, ha a biogázból elektromos áramot állít elő, mert ez mint megújuló forrásból

származó energia Zöld Kártyával (Certificat Verde, továbbiakban CV) támogatott, a biogáz már nem jogosult erre a külön támogatásra.

Napjainkig Kovászna megyében három nagyobb példa van hőenergia termelésre megújuló forrásból (szilárd biomasszából). A „Rumeguș 2000” program alapján a bodzafordulói biomassza hőközpont jött létre, később a Tega városkarbantartásból származó fahulladékot égető központ, amely a saját műhelyeit és irodaházát látja el hőenergiával, valamint a gidófalvi Dália Kft. virágkert fahulladék tüzelésű hőközpontot üzemeltet be.

4.1. A biomassza erőművek multiplikátor hatásai helyi szinten

A szilárd biomassza-erőmű beruházás esetén a termelt hő- és villamos energia leggazdaságosabb felhasználása a közvetlen közelben érhető el, emiatt az ilyen jellegű fejlesztés legnagyobb hatással az adott településre lesz. Egy ilyen beruházás multiplikátor hatása abban rejlik, hogy a környező településekről (10 km-es körzetből) a mezőgazdasági, erdőgazdálkodási hulladékokat feldolgozza, így jelentősen javul a környezet állapota, karbantartása. Amennyiben energianövények pl. energiafűz ültetvényről is biztosítják az erőmű ellátását, emelhető a helyi foglalkoztatottak aránya.

A mezőgazdasági melléktermékek értékesítése a mezőgazdaságban dolgozóknak új szemléletet és főképp kiegészítő jövedelemforrást jelent. Ez által egy biztonságosabb és stabilabb jövedelemforrás is, ugyanis a szokásoknak megfelelően ezen melléktermékeket előszerződve szállítják az erőművekhez. Az erőművek működésükből kifolyólag gyakran úgynevezett hulladékhőt is termelnek, ezt gazdaságosan lehet zöldségtermelő üvegházakban, vagy speciális virágkertészetekben felhasználni. A vertikális egymásra épülés kedvezményezettjei főként a helyi lakosság, ugyanis az erőművekben és a melegházakban termesztett növényekhez intenzív gondozás szükséges. Legtöbb esetben ez csak nagyszámú munkaerő foglalkoztatásával oldható meg. A növénygondozásra pedig az alacsonyan képzett munkaerő is gyorsan betanítható, ezáltal a Kovászna megyei településeken is megoldódna az alacsonyan képzett, sérülékeny vagy hátrányos helyzetű (etnikai) csoportok foglalkoztatása.

Emellett számos példa van arra is, hogy a villamos energia termeléséhez felmelegített víz, a turbinák meghajtása után halgazdaságot tud meleg vízzel ellátni. A pontytenyésztést rendkívül fel tudja gyorsítani, ez által gazdaságosan, versenyképes áron tudja előállítani termékeit. A hő- és villamos energia értékesítéséből fakadó jövedelem, a helyi adóbevételeken keresztül, az adott település általános gazdasági kondícióit javíthatja (Baranyai, 2010).

Kovászna megyében a helyi lakosság és a helyi munkaerőpiac a gazdaság állapotának javítását sürgeti, mivel ez alapvetően meghatározza a jövedelmi viszonyokat. A helyi mezőgazdasági termelők ki vannak téve a piaci fluktuációknak, ezáltal a mezőgazdasági melléktermékeiknek egy biztos felvásárlóját örömmel fogadnák a térségben. A Bodzafordulón már korábban kivitelezett hőközponttól is kezdetben idegenkedtek a helyi lakosok. Beüzemelése óta, annak ellenére, hogy a tömbházak között van, nem érkezett lakossági panasz. Viszont a beruházási költségek nagyságrendjével tisztában lévők azt tartják, hogy csak a kormányzati és az EU-s támogatások lehetőségeivel együtt lehet tervezni.

A biomasszának a fűtésben vállalt szerepe erős hagyományokkal bír, mivel könnyen elérhető és olcsó. A biomassza technológia elterjedése a megyében főképp helyi vertikális fejlődést jelentene, amelyet a fűtés hatékonyság megtöbbszöröződése követne. Az EU politikája támogatja a távhőszolgáltatások általános bővítését, viszont Kovászna megye területén főként a közintézményekre, oktatási, és más közszolgáltatási intézmények felszerelésére kellene fókuszálni. A kivitelezés azért tekinthető elérhetőnek, mert a támogatás ilyen célú beruházáskor 98%-os. A helyi önkormányzatok pedig minduntalan az önrész előteremtésekor vannak bajban, ha valamilyen fejlesztési tervről beszélünk.

Összességében a megújuló energiafelhasználás hő- és villamos energiatermelés erősíti és stabilizálja a gazdaság növekedési folyamatait, így a helyi közösség számára is pozitív hatásként jelentkezik, gondoljunk itt a munkahelymegtartó és új munkahelyteremtő erejére. Más szempontból a bioenergiák alkalmazása egy igen magasan fejlett technológiát igényel, emellett nemcsak javul az alapinfrastruktúra, még csúcsminőségű infrastruktúra kiépítését (gondoljunk csak a turbinákra, a villamoshálózatra való csatlakozásra, stb.) is eszközölni kell, ami mellett a humán erőforrás is magas fokú fejlődését érvényesíten. Ezen fejlesztések kivitelezését tudományos megalapozottságú hatásvizsgálatok kell megelőzzék: jól lehatárolt térben kell gondolkodni és a környezeti adottságokat számba vevő körülményekkel kell ezt végezni, a működtetéshez szükséges logisztikai rendszert szintén részletesen ki kell építeni, csak így lehet környezeti szempontból is fenntartható működésük.

Azokon a településeken, ahol a megújuló energiák hasznosítását célzó beruházások megtörténnek, a következő pozitív externália hatások érződnek majd a társadalmi-gazdasági szférában:

- elsősorban a közösség fejlesztő hatására kell gondolni, ahol a gazdasági és szociális jólét paraméterei emelkednek, azáltal, hogy a foglalkoztatottsági mutatók javulnak
- az új eljárások megismertetésével és alkalmazásával az intelligens energiahasználat, a megújuló energiaforrásokhoz való közeledés pozitív irányba mozdul el

- fejlődik az alpininfrastruktúra és a technológiai környezet, azáltal, hogy a mezőgazdaság, az erdőgazdálkodás stb. diverzifikációs folyamaton megy át
- hosszútávon a népesség megtartó hatása is érződik, mivel fékezi az elvándorlást és így serkenti főként a vidéki lakosság aktivitását
- logisztikai rendszerek és energiaellátó rendszerek kiépítésével szélesebb térben is megvalósul a fejlesztési hatásuk
- nem maradhatnak említés nélkül a K+F+I helyi hatásai sem, az új technológiai alkalmazások, sajátos helyi adaptációk, kivitelezések, amelyek fontos szerepet játszanak a helyi akciócsoportok fejlődésében (Demeter, 2009)
- a környezetipar működtetése egy új keletű, magas szintű tudás intenzív szektora a gazdaságnak, ami nagymértékben függ a hatóságok környezetpolitikájától, szabályozásaitól (Kollányi Zs.-Liska J., 2009).

4.2. Megújuló energiák hasznosításának társadalmi-gazdasági hatásai Kovászna megyében

A megújuló energiák társadalmi-gazdasági hatását vizsgáló kutatásokban a kedvező vidékfejlesztési hatás legtöbbször a mezőgazdasági termeléstől való függőség csökkentésével, valamint a helyi népesség csökkenését, elöregedését, elvándorlását fékező hatással fogható meg (Rio-Burguillo, 2009). A Kovászna megyei endogén erőforrások hasznosítása egy bottom-up típusú fejlesztés. A beruházásokban helyiek vesznek részt, a fejlesztés hatásai éppen ezért fognak a helyi közösségen belül érvényesülni. A multiplikátor hatásuk viszont attól függ, hogy a helyi gazdaságba, adottságok kiaknázására mennyi pénzt fektetnek (Kohlheb, 2010).

2009-ben, elsőként az országban Kovászna megyében alakult meg a Green Energy Biomassza Klaszter, ami 2014-re mondhatni országos hálózatot épített ki maga köré. A klasztert elsőként energiafűz ültetvényt létrehozó gazdák és megyei szakemberek alapították. A dugványokat, azóta külföldi kapcsolatok útján szerzik be előnyösebb viszonyok között, jelenleg már több mint 100 ha-ra van telepítve energiafűz. A betakarításhoz a John Deer Románia is csatlakozott, a klaszter tagjai pár éve már a biomassza-kazánokba is biztosítanak alapanyagot, közben kialakult a pelletet felvásárló kör is. Az ErPék Kft. Kovászna megyei vállalat gépészmérnöke, Bartha Sándor, biomassza-kazánokat tervez és épít. Vállalkozói szféra kibontakozása figyelhető meg a helyi innovációk segítségével, a KKV-k dinamizálása, a helyben gyártott berendezésekkel. Az energiafűz-ültetvényt már mezőgazdasági törvény szubvencionálja. Domokos Árpád vállalkozó elmondása szerint a helyi, alul képzett munkaerőnek foglalkoztatási esélyt biztosít a szilárd biomassza összegyűjtése, ültetvények gondozása stb. A biomassza az egyik legtöbb munkahelyet

teremtő megújuló energia technológia, mert az alapanyag-termelés, a növénytermesztés, az állattartás és az erdőgazdálkodás is sok munkaerőt igényel (Vámosi, 2014). Munkahelyet pedig leginkább a vidéki vállalkozásoknak fog teremteni (Bai, 2007). A nemzetközi kutatásokat tekintve a biomassa energetikai hasznosításánál az 1 MW munkaerőigényét 4,9 és 15 közé teszik (EREC/GREENPEACE, 2009). Befolyásolhatja ezt a nyersanyag termelése, feldolgozása, szállítása, átalakítása és hasznosítási technológiája. A nap- és szélenergia munkaerő piaci hatása, az 1MW-ra vetített átlagos foglalkoztatása 50 fő, utóbbinál 10-15 fő, viszont helyi szinten csak a napelemek/kollektorok és turbinák forgalmazója/felszerelője vehető számításba, ugyanis főként importált berendezésekről beszélünk. Üzemeltetésük nem igényel helyi munkaerőt, mivel felügyeletük is külföldről érkezik. Gazdaságfejlesztő hatásuk továbbá az adózásban, terület-bérleti szerződésekben, időleges építő munkálatokban testesülnek meg.

A megújuló energiák alkalmazását és hasznosítását a 2014-2020-as vidékfejlesztési stratégia (PNDR 2014-2020) is több intézkedés formájában támogatja: a megújuló energia termelő és felhasználó berendezések beszerzését farmokon, energiahatékonyság növelést új beruházások révén, amennyiben a megújuló alkalmazása mezőgazdasági termelés diverzifikációját szolgálja fenntartható munkahelyteremtéssel, ezen kívül a megújuló kiaknázását támogatja a biogazdaságok kiépítésével, ahol a mezőgazdaság és az élelmiszergyártás melléktermékeit energiatermelésre fogják felhasználni.

Következtetések, lehetőségek a jövőre nézve

Mindent összegezve a kutatásom alapvető célkitűzése egy olyan átfogó és főképp lehetőségeket feltáró vizsgálat kivitelezése volt, amelyre egy újszerű koncepciókkal felállított vidékfejlesztési stratégiát lehet kiépíteni Kovászna megye területén. A kutatás azon körülmények között íródott, amikor is az energiaellátás, a bizonytalan nemzetközi helyzet miatti félelmek újra és újra energiabiztonsági kérdéseket vetnek föl, nem csupán nemzeti de egész közösségi szinten is. Ahogyan a konvencionális energiaforrások árai egyre növekednek, a pénzügyi majd gazdasági válság elmúlt egy kis megálljra és újragondolásra készít bennünket. Kérdés az, hogy melyek lesznek a következő évek, évtizedek gazdaságfellendítő erői. Napjaink minden percét energiával tartjuk működésben. Emiatt az energiaforrások ártékelődnek, sőt felértékelődnek. A fenntartható gazdasági fejlődés és a stabil energiaellátást helyi szinten a decentralizált, független megoldások hozhatják.

Kutatásom eredményei fényében kijelenthetem, hogy Kovászna megye rendelkezik elégséges biomassza energiaforrással, ami kiinduló pontja lehet községeinek fejlődésére. Főképp a mezőgazdasági tevékenységek új generációs fejlődésében láthatunk nagy lehetőséget: az eddig megszokott agro-élelmiszer termelés mellett a farmok tevékenységük diverzifikációjával, mondhatni folyamatos, közel passzív jövedelmet generálhatnak, ha energiatermelésbe is fognak. Az input nyersanyagok eddig még felhasználatlanul maradtak a szántóföldeken, a gazdaságok közelében. E mellett egy másik tengely, amin a fejlesztések kivitelezhetőek a települések intézmény hálózatának újszerű hő- és villamos energia ellátási rendszerének kialakítása.

Jelen dolgozatom azzal járult hozzá a jövőbe tekintő fejlesztésekhez, hogy konkrétan számszerűsíti részletezve a biomassza energiaforrásokat. A kutatás modern területi kvantitatív elemzést, gyakorlati javaslatokat fogalmaz meg, jó példákkal szemléltet, amelyek margóján Kovászna megye is elindulhat. Reménykedem, hogy a vizsgálat túllép a tudományosság keretein, és valamilyen formában a helyi közösségek, önkormányzatok, esetleg a megyei önkormányzat hasznára válik. A kutatás, mint megalapozott felmérés, megkerülhetetlen vizsgálatnak számít. Nem tudunk fejlesztési stratégiát kialakítani anélkül, hogy ne számszerűsítsen a helyi adottságainkat, a zöld nyersanyag források méretét, azoknak előfordulási formáját stb. Jelen kutatás egy előrevetítés is, egyben a következő kutatási lépések szükségességét fogalmaztatja velem meg.

Kovászna megye fiataljaként lehetőséget látok a helyi megújuló energiákra alapozott vidékfejlesztésben. Bízom abban, hogy irányjelzőként hasznos volt az elvégzett munka az itt lakók számára. Magamat tekintve elmondhatom, hogy szakmai életem egyik legnagyobb kilométer kövéhez érkeztem ezzel a munkával.

Idézett forrásmunkák

1. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry. (2000). *Proceedings of Conference held in Sevilla*, (old.: 1503-1506). Sevilla, Spain.
2. Amon T., Amon B., Kryvoruchko et al. (2007). Methane production through anaerobic digestion of various energy crops grown in sustainable crops rotations. *Biosresource Technology*, Volume 98.
3. Bai A. et al., L. Z. (2002). *A biomassza felhasználása*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
4. Bai, A. (2007). *A biogáz*. Budapest: Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht.
5. Baranyi Béla. (2010). Bioenergetika -Társadalom - Harmonikus vidékfejlődés. Debrecen: MTA Regionális Kutatások Központja és a Debreceni Egyetem Agrár -és Műszaki Tudományok Centruma.
6. Barótfy István (2000): *Környezettechnika*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
7. Büki Gergely (2010): A megújuló energiák hasznosítása, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest
8. Demeter, N. D. (2009). Aspect of the localisation of bioenergetics complexes in poorly. In B. Béla, *The Role of Environmental Industry in the Regional Reindustrialisation in Hungary* (old.: 215-230). Debrecen: Hungarian Academy of Sciences.
9. Dominek D. (2008). A biomassza szükségszerűsége és felhasználási lehetőségei Magyarországon. *A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát medencében Nemzetközi Konferencia*. Pécs: PTE.
10. Emery M, F. C. (2006). Spiraling-up: Mapping community transformation with . *Community Development*, 37(1), 19-35.
11. Fazekas, A. I. (2006). *Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I. pp. 543*. Budapest: Akadémia Kiadó, .
12. Fogarassy. (2001). *Energianövények a szántóföldön*. Gödöllő: Szent István Egyetem, SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja.
13. Kollányi Zs.-Liska J. (2009). Környezetipar és társadalom. A magyarországi környezetipar helyzetéről és lehetőségeiről. Budapest: Demos Magyarország.
14. Kohlheb Norbert (2010): A megújuló energiaforrások társadalmi hasznosságának értékelése, Tanulmány, Magyar Energia Hivatal, Budapest
15. Garai, G. (2008). *A szennyvíztisztításban rejlő energiatermelési lehetőségek*. Budapest: Magyar Vízközmű Szövetség.
16. Gergely, B. (1997). *Energetika*. Budapest: Műegyetemi Kiadó. pp. 368.
17. Holger Flaig, H. M. (1993). *Energie aus Biomasse. Eine Chance für die Landwirtschaft (Veröffentlichungen der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg)*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
18. J.D. Murphy, E. McKeogh, G. Kiely. (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.
19. Kárpáti Árpád. (2002. március 20). Lakossági szennyvizek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Ismeretgyűjtemény, Veszprém, Magyarország.
20. Kazai, Z. (2008). *Megújuló energiaforrásokban rejlő potenciális lehetőségek az Ister-Granum Euró régió magyarországi területén és Komárom-Esztergom megye teljes területén*. Budapest: Zöld kör-Föld barátai Magyarország, Projektgazda: Esztergomi Környezetkultúra Egyesület.
21. Kocsis, K. (1992). A biomassza energetikai hasznosítása az agrárgazdaságban. *I. Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia*. Budapest.
22. Kohlheb, N. (2010). *Környezetbarát mezőgazdaság*. Budapest: Lélegzet Alapítvány.
23. Kurihara M. et al. (1999). Methane Production an energy partition of cattle ind the tropics. *British Journal of Nutrition*, Volume 81. , 227-234.
24. Mioduszewska et al. (2010). *Sugar beet production as a substrate for biogas plants in aspect os polish sugar industry revitalization*. Poznan: Poznan University of Life Sciences, Institute of Agricultural Engineering.
25. Murphy J.D., N. Powerc. (2009). JTechnical and economic analysis of biogas production in Ireland utilising three different crop rotations . *Applied Energy*, Volume 86, Issue 1, January 2009 , p. 25-36.

26. Salter, A. (2006). Selection of Energy Crops Agro-economic and Environmental Considerations. *Cropgen Dissemination BOKU-IFA-Tulln* (old.: 15-19). Vienna: Cropgen.
27. Sandu D. (2010). Disparități sociale în dezvoltarea și în politica regională din România. București: Universitatea București, Facultatea de Sociologie și Asistență Socială.
28. Sandu, D. (2011). Disparități sociale în dezvoltarea și în politica regională din România. București: International Review of Social Research.
29. Sáringner-Kenyeres, T. (2001. január 1). *Pannon Központ*. Letöltés dátuma: 2014. március 16, forrás: Növénytermesztési Technológiák: búza, rozs, árpa, zab: http://www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/001_1_1_buza_arpa_rozs_zab_triticales_term.pdf
30. Shelford, T. (2012). Estimating Farm Size Required to Economically Justify Anaerobic Digestion on Small Dairy Farms. *Enhancing Economic and Environmental Sustainability*. New York: Cornell Pro-Dairy, Cornell University.
31. Szabó, A. (2011. november 11). Szennyvízkezelés. Budapest, Magyarország.
32. Szemán, L. (2006). *Gyepgazdálkodási alapismeretek*. Gödöllő: Gyepgazdálkodási Tanszék, MKK NTTI.
33. Rio, P.D.-Burguillo, M. (2009): An Empirical Analysis of the Impact of Renewable Energy Deployment on Local Sustainability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13., pp. 1314-1325.
34. Tian, Y.Q; Davies-Colley, R.J.; Gong, P.; Thorrold, B.W. (2001). *Agricultural and Forest Meteorology vol. 109 issue* (109. kötet).
35. Vámosi Gábor (2014): Milyen szerepet játszanak a megújuló a munkahelyteremtésben? In: Környezettudatos Energiatermelés – és Felhasználás III. Kiadás, Kiadó: MTA DAB Megújuló Energetika Munkabizottsága, Debrecen pp. 192-198.
36. Varga, Terézia et al. (2010). Települési szennyvíziszap energetikai kezelése és alkalmazható előkezelések a biogáz hozam fokozása érdekében. *TÁMOP*.
37. Vincze Márai (2005): Románia vidékpolitikája felül- és alulnézetből, Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola, Pécs

Kiadványok

1. Eco-Cortex Tanácsadó Iroda. (2010). *Megújuló energiára alapozott komplex kistérségi energetikai modell*. Pécs: Pécs Eco-Cortex. EREC/GREENPEACE (2009): Working for the Climate – Renewable Energy & Green Job (R)evolution, Brussels
2. FAO ENSZ, F. a. (2011. 11 11). [www.foodservicewarehouse.com](http://fswathome.foodservicewarehouse.com/visualizing-the-worlds-calorie-consumption-infographic/). Letöltés dátuma: 2014. 02 20, forrás: <http://fswathome.foodservicewarehouse.com/visualizing-the-worlds-calorie-consumption-infographic/>
3. Institutul National de Statistica: Consumul de energie pe locuitor,
4. Master Plan. (2010). *Kovácsna megyei Regionális Szolgáltató Közművek Rt*. Letöltés dátuma: 2014. február, forrás: apacov.ro.
5. Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice. (2010). *Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice*. Letöltés dátuma: 2014. február 20, forrás: Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice: http://apmsb.anpm.ro/upload/5352_arpmsb_Arii%20protejate%20la%20nivel%20local%20si%20judetean.pdf
6. Monitorul Oficial al României. (2007. február 7). *Ministerul Mediului și Schimbările Climatice*. Letöltés dátuma: 2014. február 2, forrás: http://www.mmediu.ro/protectia_naturii/biodiversitate/0098bisVol-I.pdf
7. Recensământul. (2012). *Recensământul populației și al locuințelor*. Sfântu Gheorghe: Comisia județeană pentru recensământul populației și al locuințelor, Județul Covasna.

Internetes oldalak

1. www.energiafuz.hu. Letöltve: 2014. január 26.
2. INS. (2013). *Institutul National de Statistica*. Letöltés dátuma: 2014. február 20, forrás: Temp-Online: www.insse.ro

Függelékek

1. Függelék: Saját munka bemutatása

Jelen kutatási eredmények, egy már 2011-ben elindult potenciálbecslési tapasztalatok, módszertani fejlesztések, környezetenergetikai vizsgálatok tetőzéseként értelmezhetőek. A budapesti ELTE TTK megújuló energiák kutatásával foglalkozó szakemberektől tanult, biomassza-potenciál felmérés módszereit ültettem gyakorlatba. A kutatás elvégzése tudástranszferként is értelmezhető, ugyanis a modern kvantitatív elemzési módszereket a hazai szakirodalomba még alig ismertnek mondható. Ezenkívül a helyi adathozzáférések és a kutatás szempontjának megfelelően további saját módszertani fejlesztéseket eszközöltem, és így készült el Kovászna megye biomassza energiapotenciál becslése és vidékfejlesztő hatásának vizsgálata.

Az itt bemutatott kutatás az eddig végzett vizsgálataimtól négy dimenzióban lép tovább: elsősorban a vizsgálat a legkisebb közigazgatási egységek szintjén készült el, ez a helyi adatbázisok feldolgozásai által pontos energiahozamok számszerűsítését tette lehetővé. Realisabb helyzetfelmérés érdekében az illető forrásokat a közvetlenül helyileg regisztrált adatbázisokból, a helyi nyilvántartások alapján becsültem fel. Példaként említhető, hogy a Kovászna Megyei Mezőgazdasági Szaktanácsadó Hivatal jóvoltából az önkormányzatoknál működő mezőgazdasági irodák helyi földhasználati adataira és hozamadataira alapozhattunk. Ugyanígy jártunk el minden további adat vizsgálata esetében. Másodsorban, a számításokat térinformatikai program segítségével érthetőbben, látványosabban, és a könnyed további alkalmazhatóságot figyelembe véve interpretáltam. Ez minden forrásvizsgálat esetében külön-külön elkészített térképet jelent, összesen 17 tematikus térképet tartalmaz a kutatási anyag. Harmadik dimenzió amit meg kell említeni, hogy mindenik energiaforrás vizsgálatát a megyében, vagy más helyen sikerrel alkalmazott befektetéssel példáztam. A jó példák bemutatásával a helyi adottságokban rejtőző fejlesztési lehetőségeket támasztjuk alá. A vizsgálat negyedik dimenziója talán a legfontosabb mindenik közül. Az eddigi kvantitatív elemzési módszerek után itt arra keressük a választ, hogy milyen mértékben játszhat szerepet a megújuló energia a megye helyi szintű fejlesztéseiben. A kutatás tartalmazza Kovászna megye közigazgatási egységeinek humán fejlettségi vizsgálatát. A jelenlegi, helyi fejlettségi helyzetből kiindulva az a kérdés, hogy a megújuló energiaforrások milyen mértékben lehetnek katalizátorok a vidékfejlesztésben.

A kutatást a Székely Előfutár egyéves kutatói ösztöndíj programja támogatta. A vizsgálat újszerű nézőpontot képvisel úgy a területfejlesztési kutatások tekintetében, mint az erőforrás kutatás területén, ugyanis a teret, mint konstruktumot, egymásra helyezhető rétegekként külön-külön elemezhetjük, így sikerült a biomassza energiaforrásokat és esetleges hatásait részleteiben megvizsgálni.

2. Függelék: Korábban megkezdett folyamatos tudományos kutatásom rövid bemutatása

A 17. ETDK-n bemutatott kutatás mondhatni pár éves előzménnyel bír. A megújuló energiaforrások kutatását és vidékfejlesztő hatásuk vizsgálatát első éves egyetemi hallgatóként kezdtem a kolozsvári Magyar Földrajzi Intézet mellett működő Cholnoky Jenő Szakkollégium tagjaként, öt évvel korábban. 2013-2014 között az amerikai alapítású Székely Előfutár Alapítvány ösztöndíj program támogatást biztosított számomra egy egyéves kutatási projekt kivitelezésére. A kutatási terv a biomassza, szél- és napenergia potenciálszámításait és vidékfejlesztő hatásuk vizsgálatát fogalmazta meg Kovászna megye területére. Az itt bemutatott eredmények tehát egy része - megközelítőleg 25%-a, - egy átfogóbb tudományos kutatási munkának.

Mivel a támogatási program kötelezővé tette az eredmények publikálását, bemutatását, kitűnő alkalom volt számomra az ETDK, hogy ismertessem a saját tevékenységemet a Földrajz kari tanáraimmal, diáktársaimmal. A kutatási projekt időközben még nem járt le, a további munka eredményeit összegezve majd szeretném a magiszteri képzés disszertációjába beépíteni, valamint a Székely Előfutár Alapítvány támogatásával referált szaklapban publikálni.

A tervezett magiszteri disszertációban településszintű megújuló energia (biomassza, nap- és szélenergia) potenciálbecslést végzek Kovászna megye területén, ahol az ETDK-n bemutatott kutatás az egyik fejezetben részben szerepelni fognak. A közigazgatási egységek humán fejlettségi vizsgálatai részletesebben lesznek tárgyalva a disszertációban. Ezenkívül a disszertáció audit elemzést tartalmaz majd a Kovászna megye jelenlegi gazdasági és szociális állapotáról, a megye energiaszektorának állapotáról. Swot-elemzés segítségével keressük azokat a speciális faktorokat, amelyek a jelenlegi gazdasági-társadalmi helyzetet befolyásolják, főképp a megújuló energiahasznosítás elterjedése tükrében. Ezután a 2014-2020-as tervezési időszak vidékfejlesztési és regionális fejlesztési tervekben azokat az intézkedéseket mutatja be, amelyek promóválják a megújuló energiák alkalmazását, hasznosítását. A disszertáció készítésekor eltérően az ETDK-n bemutatottaktól, a megújuló energiapotenciálok integrált megyeszintű és közigazgatási szintű menedzsmentjére fektetem a hangsúlyt.

A disszertáció ugyanakkor összegzi azokat a fejlesztési tengelyeket és intézkedéseket, amelyek a 2014-2020-as román mezőgazdasági és vidékfejlesztési programban támogatják a megújuló energiák alkalmazását. Ezek a pályázatok infrastrukturális fejlesztést, munkahelyteremtést, környezeti tudatosságot, vagyis a helyi közösségek gazdasági és társadalmi fejlődését eredményezik.

Az ETDK-n bemutatott vizsgálatban főképp a helyi adottságok számszerűsítése volt fókuszpontban. Az energetikai önellátás lehetőségeit számszerűsíti. Az eredmények felhasználhatóak számos kisebb falu-fűtőmű beruházás, és más pályázatok előtanulmányaként. A

közigazgatási egységek szintjén végzett helyi humán fejlettségi index (LHDI) vizsgálatát összevettük a biomassza energiaforrások helyi adottságának mértékével. Ezután fejlesztési ajánlatokat fogalmaztunk meg, hogy melyik községben melyik forrásra kell hangsúlyt fektetni, milyen beruházással lehetne az adottságokat fenntarthatóan kiaknázni. Ezeknek a fejlesztési forgatókönyveknek a megnevezése iránymutató lehet a közigazgatási egységek számára a következő évek fejlesztésére tekintve.

Az ETDK-ra készült vizsgálat témavezetője dr. Bartók Blanka tanársegéd volt, viszont a disszertációm megírásakor dr. Bartók Blanka mellett Dr. Prof. Univ. Benedek József egyetemi tanár lesz a témavezetőm.

A *Biomassza-alapú vidékfejlesztés Kovászna megyében* című vizsgálat végzése alatt segítségemre volt adatbázisok rendelkezésemre bocsájtásával a: Kovászna megyei Mezőgazdasági Szaktanácsadó Hivatal, a Kovászna megyei Statisztikai Hivatal, az Állategészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Igazgatóság, az Öko-Sepsi Hulladékgazdálkodási Társaság, a TEGA Kft., Gosp Com Kft., a Salubritate IBSV Kft., a Kovászna Megyei Regionális Szolgáltató Közüzemek.

Mellékletek

1. Melléklet: Kovászna megye terület-adminisztratív egységeihez tartozó területek osztályozása

Települések	Lakosság*	Mezőgazdasági területek (ha)	Szántó (ha)	Legelő (ha)	Kaszáló (ha)	Gyümölcsös (ha)	Erdő (ha)	Vizes területek (ha)
Sepsiszentgyörgy	60393	4049	2272	1233	492	52	2042	60
Kézdivásárhely	19622	4006	3138	302	561	5	246	90
Barót	9213	7850	3748	2418	1633	51	4467	158
Kovászna	10984	5163	1652	2796	713	2	9552	109
Bodzaforduló	8922	3988	784	913	2291	0	1676	55
Nagyajta	1742	4279	1412	1012	1833	22	1954	83
Árkos (Sepsiárkos)	1502	1727	843	682	200	2	1438	12
Zágonbárkány	3946	3643	354	2103	1186	0	2462	50
Nagybacon	4535	12151	2718	5947	3475	11	9487	139
Bölön	2908	3365	1669	1151	529	16	3294	93
Sepsibükszád	1970	2610	647	763	1192	8	3449	22
Sepsibodok	2485	4046	1796	1251	929	70	3265	80
Nagyborosnyó	3315	5025	2901	1043	1080	1	1037	77
Bardóc	4955	8847	3274	3143	2379	51	7657	79
Barátos	1462	2885	2288	47	550	0	0	25
Bereck	3682	3132	700	1239	1188	5	8134	55
Szentkatolna	3357	4958	3764	440	754	0	86	71
Csernáton	3920	6197	4712	907	575	3	4690	2
Kökös	1631	1855	1376	75	400	4	0	62
Kommandó	973	596		500	96	0	2306	84
Dálnok	928	2922	2019	558	345	0	1964	29
Dobolló	2132	2316	997	788	525	6	2782	33
Esztelnek	1136	3516	634	2319	549	14	6058	6
Gelence	5071	3764	1595	1400	731	38	6430	76
Gidófalva	2685	4375	3352	673	289	61	2133	35
Hidvég	2223	2895	1707	965	216	7	1343	139
Ilyefalva	2079	4269	2780	1027	431	31	810	70
Lemhény	1922	4040	1446	2105	473	16	5885	61
Málnás	1120	1865	435	914	515	1	1846	22
Almás	1266	2557	881	1337	325	14	1509	4
Mikóújfalu	1860	2511	598	1093	794	26	1104	14
Maksa	1254	2316	1747	335	227	7	923	125
Ozsdola	3467	4169	1440	1565	1159	5	6661	55
Uzon	4627	6990	3329	2384	1270	7	545	121
Kézdiszentkereszt	1765	3366	1446	1200	716	4	2472	64
Réty	2234	3830	2913	502	411	4	1214	115
Kézdiszentlélek	4611	6459	2078	2610	1771	0	1767	80

Szitabodzsa	4760	2989	406	1265	1318	0	9812	53
Torja	3827	5829	2828	1009	1992	0	8261	22
Előpatak	4636	3129	1555	1253	316	5	2406	83
Sepsikőrőspatak	2429	2588	1075	1094	398	21	2411	14
Nagypatak	1190	980	295	450	235	0	722	9
Vargyas	1778	3625	938	1144	1530	13	3031	63
Zabola	4936	6681	3735	1378	1564	4	5238	124
Zágon	5387	7714	2974	3595	1140	5	20592	148

Forrás: INS, * 2011-es népszámlálás adatai alapján

2. Melléklet: Megyei és helyi jelentőségű természetvédelmi területek Kovászna megyében

Terület megnevezése, fajtája	Elhelyezkedés	Területe (ha)
Bodvaji geológiai természetvédelmi terület	<i>Magyarhermány-Nagybancon</i>	216
Galáta-völgyi őslénytani lelőhely	Szárazajta-Nagybacon	3.1
Ornitológiai terület	Székelyszáldobos-Bardóc	1.5
Likaskő mészkő	Olasztelek-Bardóc	0.15
Kankóskert (Erdőfülei nárciszrét)	Erdőfüle-Bardóc	3
Botanikus ritkaság (sárga tavirózsák)	<i>Miklósvár-Barót</i>	5
Felsőrákosi kökőrcsin rezerváció	Felsőrákos-Barót	2.5
Csomád-Bálványos rezervátum	Torja-Sepsibükszád-Mikóújfalu	7413
Mikóújfalusi tájvédelmi terület	Mikóújfalu	6208
Likaskő természeti és geológiai emlék	Sepsibükszád	0.5
Solyomkő természeti és történelmi emlék	Sepsibükszád	17
Vápa-vár történelmi emlék	Sepsibükszád	4.8
Málnás természeti és geológiai ritkaság	Málnás	7.5
Uzonkafürdői mocsár	Uzonkafürdő- Nagybacon	6
Retkes-árok természetvédelmi ritkaság	Előpatak	358
Benedek-mező természetvédelmi terület	Ilyefalva	16.6
Örkő-hegy	Sepsiszentgyörgy	36.1
Papkútja völgy	Sepsiszentgyörgy	45
Szimeria természetvédelmi hely	Sepsiszentgyörgy	0.5
Debren-völgye	Sepsiszentgyörgy	0.2
Sepsikőrőspatak természetvédelmi terület	Sepsikőrőspatak	2

Feketeügy-Olt természetvédelmi terület	Kökös	84
Nagyborosnyói botanikai hely	Nagyborosnyó	210.6
Hankó-völgyi természetvédelmi terület	Kovászna	4
Horgász-völgy természeti és geológiai terület	Kovászna	8.6
Tündérvölgy természetvédelmi terület	Kovászna	828
Kommandói botanikai term.-védelmi terület	Kommandó	539
Kommandói geológiai rezerváció	Kommandó	1.7
Perkő-hegy kulturáli –és természetvédelmi ter.	Kézdiszentlélek	350
Nemere-hegység természetvédelmi terület	Kézdiszentkereszt, Lemhény, Bereck	10000
Összesen: 30	17 községben	26372.35

Forrás: http://www.mmediu.ro/protectia_naturii/biodiversitate/0098bisVol-I.pdf

3. Melléklet: Biogáz-üzem építéséhez megfelelő farmok a Kovászna megyei településeken

Települések	Számosállat	50 számosállatnál nagyobb gazdaságok száma
Aita Mare	221	2
Araci	253	1
Baraolt	295	1
Miclosoara	52	1
Băţ.Mari	217	1
Belin	92	3
Bodoc	58	1
Olteni	103	1
Brăduţ	81	1
Pachia	59	1
Telechia	161	1
Catalina	130	1
Cernat	72	1
Covasna	175	4
Ghidfalău	374	1
Angheluş	152	1
Hăghig	950	4
Iarăş	120	1
Ilieni	144	2
Bixad	113	3
Malnaş Băi	52	1
Sft.Ghe.	120	2
V.Crişului	98	3

Arcuş	451	1
Zăbala	80	4
Tamaşfalău	86	3
Reci	53	1

Forrás: ANSVSA

4. Melléklet:

Terület-adminisztratív egységek	Lakosság a 2011-es népszámlálás alapján	Megtermelt hulladék (kg/év)
Sepsiszentgyörgy	54312	207.40
Kökös	1519	138.27
Ilyefalva	2028	134.06
Nagyajta	1715	107.95
Árkos	1527	116.68
Nagybacon	4307	158.43
Bölön	2814	42.29
Sepsibükszád	1774	93.70
Sepsibodok	2541	136.93
Nagyborosnyó	3074	212.39
Barátos	1545	137.53
Bardóc	4618	120.59
Bereck	3510	100.83
Szentkatolna	3359	114.35
Kommandó	1004	155.04
Dálnok	951	96.56
Dobolló	2112	162.27
Gelence	4722	110.63
Gidófalva	2596	239.30
Hidvég	2258	146.29
Lemhény	1923	131.18
Málnás	1082	190.24
Almás	1312	144.73
Mikóújfalu	1824	112.04
Maksa	1206	164.32
Ozsdola	3505	147.00
Uzon	4353	130.09
Kézdiszentkereszt	2294	192.97
Réty	1765	236.20
Kézdiszentlélek	4563	91.32
Torja	4053	107.80
Előpatak	1043	153.83
Sepsikőröspatak	2185	187.50
Nagypatak	4292	196.48
Vargyas	1628	132.52
Zágon	5185	73.06

Zabola	4512	155.99
Barót	8927	166.64
Esztelnek	1136	215.93
Csernáton	3920	142.14
Kézdivásárhely	19622	476.87
Bodzaforduló	8922	162.22
Zágonbárkány	3946	162.22
Kovászna	10984	162.22
Szitabodza	4760	162.22

Forrás: Eco-Sepsi Társulat, saját számítások