Babeș–Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar

Megújuló energiaforrások számbavétele és térségfejlesztő lehetőségei Kovászna megyében

Közigazgatási egységekre végzett potenciálszámítás
nap- szél- és biomasszaforrás esetében,
a kis megyére váró nagy lehetőségek tükrében

MSc. szakdolgozat

Témavezetők:

Dr. Bartók Blanka
Tanársegéd
Magyar Földrajzi Intézet

Prof. Univ. Dr. Benedek József
Egyetemi tanár
Magyar Földrajzi Intézet

Szerző:

Sebestyén Tihamér-Tibor
Turizmus és Területi Fejlődés
Magiszteri képzés

Kolozsvár, 2014. június

Tartalomjegyzék

Bevezető **5**

Kovászna megye földrajzi bemutatása **7**

I. Biomassza potenciálbecslés és erre alapozott vidékfejlesztés Kovászna megyében **10**

1. Potenciálbecslés **10**

2. Módszertan **10**

3. Kovászna megye mezőgazdaságának energetikai szempontú vizsgálata **12**

3.1. Kovászna megye mezőgazdasági területei 12

3.2. Kovászna megye községeiben a lakosság gabonaellátáshoz szükséges területnagyság meghatározása 13

3.3. Községek szántóterületéhez mért gabonafogyasztás 15

3.4. Az energetikai célú biomassza lehetséges forrásai, mennyisége 17

3.4.1. Erdők 19

3.4.1.1. Jó példa a közelben 22

3.4.2. Gyümölcsösök nyesedéke 23

3.4.3. Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek 24

3.4.3.1. Gabonaszalma 24

3.4.3.2. A cukorrépa feldolgozása 27

3.4.3.3. Állati trágya 29

3.4.3.4. Érdemes biogáz üzemet építeni Lemhényben? 31

3.4.3.5. Biogáz üzem telepítésére alkalmas települések 34

3.4.4. Legelők, kaszálók energetikai számbavétele 36

3.4.5. Energiafűz telepítés 39

3.5. Hulladékkezelésből származó energia lehetőségek 41

3.6. Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek 43

4. Potenciálösszesítés **46**

5. Biomassza-alapú fejlesztések Kovászna megyében **52**

6. Javaslatok **52**

II. Kovászna megye szélenergia-potenciálja és vidékfejlesztési lehetőségei **54**

1. Szélmezők modellezése. WindSim program **54**

2. Adatok gyűjtése **56**

3. A modellezés ellenőrzése **57**

4. Szélenergia-potenciál meghatározása **58**

4.1. Helyszínek kiválasztása a modellezésre 58

4.2. A Vestas turbinák Kovászna megyei energiatermelése 63

4.2.1. A berecki szélturbina modellek 63
4.2.2. A baróti turbina modellek 65
4.2.3. A kommandói szélturbina modellek 66
4.2.4. A málnási szélturbina modellek 67
4.2.5. A szentkatolnai szélturbina modellek 68
4.2.6. A zabolai szélturbina modellek 69
5. Kitermelhető energia területi különbségei 70
5.1. Kovászna megye szélturbina termelés összehasonlítása 70
5.2. Kovászna megye technikai szélenergia-potenciálja 73
III. Kovászna megye napenergia potenciálja **80**
1. Kovászna megye napsugárzási jellemzői **80**
1.1. Adatok, eszközök, módszerek 80
1.2. Kovászna megye sugárzási jellemzői 80
1.3. Kovászna megye nyári napsugárzási vizsgálata település szinten 81
1.4. Kovászna megye téli napsugárzási vizsgálata településszinten 83
2. Számítások ellenőrzése 84
3. Kovászna megye energiaigénye és hasznosítható napenergia mennyisége 86
4. Éves globálsugárzás Kovászna megye községeinek területén 88
5. A Kovászna megyei napenergia-potenciál számszerűsítése **90**
IV. Biomassza – nap– és szélenergia potenciálok kiértékelése Kovászna megyében **95**
1.Biomassza – szél– és napenergia területi megoszlása **96**
V. A megújuló energiákra alapozott vidékfejlesztés Kovászna megyében **98**
1. A vidék fogalmának körüljárása Kovászna megyében **98**
1.2. A helyi humán fejlettségi index vizsgálata Kovászna megyében 99
1.3. Megújuló energiák szerepe Kovászna megye vidékfejlesztésében 102
2. A megújuló energiaforrások hasznosítása a 2014-2020-asvidékfejlesztési programban 105
3. A megújuló forrásokból termelt energia Romániában **108**
3.1. 2014: átmeneti időszak a vidékfejlesztésben 110
4. A megújulókból származó energiatermelés SWOT-elemzése **111**
4.1. Erősségek 111
4.2. Gyengeségek 112
4.3. Lehetőségek 113
4.4. Veszélyek 114
5. Kovászna megye energia szektora **115**
5.1. Helyi energiatermelési lehetőségek 117
5.2. A biomassza erőművek multiplikátor hatásai helyi szinten 118

Következtetések, lehetőségek a jövőre nézve 121
Köszönetnyílvánítás..... 123
Mellékletek 124
Idézett forrásmunkák..... 131

Ábrajegyzék

1. Ábra: Kovászna megye térképe, saját készítés……..….5
2. ábra: Közigazgatási egységek lakossága és a hozzátartozó területek osztályozása Kovászna megyében ……..12
3. ábra: Helyi gabonafogyasztás a meglévő szántóföldekhez viszonyítva Kovászna megyében……..15
4. ábra: Különböző természeti védettséget élvező területek Kovászna megyében ……..17
5. ábra: Kovászna megye felszínborítottsága ……...……...…….18
6. ábra: Erdészeti hulladék, mint biomassza forrás Kovászna megyében ……20
7. ábra: Bodzafordulói biomassza hőközpont ……..…….21
8. ábra: Gyümölcsösök biomassza hozama Kovászna megyében, saját készítés …….22
9. ábra: Gabonatermelés melléktermékeinek energiahozama Kovászna megyében ……25
10. ábra: Kovászna megye átlagos cukorrépa termelése 2007-2013 között és ennek energia potenciálja ……28
11. ábra: Kovászna megye állatállománya 2006 december és 2014 márciusa között ……29
12. ábra: Állati trágyából nyerhető energia községszinten, saját számítás ……30
13. ábra: Biogáz üzem építéséhez megfelelő farmok a Kovászna megyei településeken ……. 34
14. ábra: Gyepterületek potenciális energiahozama Kovászna megyében, saját számítások ……...36
15. ábra: Az állatállomány ellátása után fennmaradó gyepterületek energiahozama, saját számítások.37
16. ábra: Energiahozam község szinten a vizes és leromlott állapotú területeken enrgiafűz ültetvényekkel ……..….39
17. ábra: Szemétégetésből származó energiahozam Kovászna megyében ……...…41
18. ábra: Szennyvíztisztitóknál keletkező energiahozamok Kovászna megyében ……...44
19. ábra: Biomassza energia hozam a vizsgált területeken (PJ/év) ……..45
20. ábra: Integrált biomassza energihozam vizsgálat Kovászna megyében ……46
21. ábra: Egy főre eső integrált biomassza energiahozam Kovászna megye közigazgatási egységeiben ……48
19. ábra: Egy főre eső biomassza tartalék Kovászna megyében, energianövények nélkül (GJ/fő/év), saját számítás ……49
23. ábra: A helyi energiaigények biomassza forrásokból fedezhető aránya %-ban, saját számítások..49
24. ábra: Lemhényben felállított meteorológiai állomás nyáron és télen, saját készítés ……..55
25. ábra: A modellezett turbinák földrajzi helyzete Kovászna megyében ……...….59
26. ábra: Kovászna megye modellezett széltérképe ……..60
27. ábra: Szélrózsa, lemhényi állomás mérései alapján, saját készítés ……60
28. ábra: Szélsebesség hisztogram a lemhényi meteorológiai állomás alapján, 10 m magasságban….61
29. ábra: Kovászna megye szélenergia potenciál eloszlása ……..76
30. ábra: Cerová falu szélerőmű parkja ……77
31. ábra. Júliusi viszonyok között, napi globálsugárzás Kovászna megyében ……81
32. ábra: Januári viszonyok közti globálsugárzás Kovászna megyében ……...83

33. ábra: A terepi mérések és a műholdas adatok összevetése ellenőrzés céljából 2013-ra szólóan …84
34. ábra Átlagos hasznosítható energia* mennyiség Kovászna megyében ……..……...87
35. ábra: Éves globálsugárzás Kovászna megyében …….88
36. ábra: A hasznosítható napenergia és globálsugárzás vizsgálata Kovászna megyében ……91
37. ábra: Wildpoldsried arculata az épületeken elhelyezett napelemekkel ……..93
38. ábra: Összehasonlítás a vizsgált megújuló források mértékére …….94
39. ábra: A vizsgált megújuló források összegzett, területi vizsgálata Kovászna megyében …….96
40. ábra: Kovászna megye LHDI fejlettsége, forrás: (Sandu, 2011) nyomán.……101

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Országos szintű természetvédelmi területek Kovászna megyében ……18
2. táblázat: Kovászna megye fakitermelése, 2000-2012 között ……....20
3. táblázat: Bodzafordulói biomassza komplexum ……...22
4. táblázat: A modellszerű biogáz előállításának és felhasználásának gazdasági jellemzői……..33
5.táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Bereck községben**……...**64
6. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Bereck községben **……...**64
7.táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Baróton ……...……..….65
8.táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Baróton …….……...66
9.táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Kommandón ……...……...67
10.táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Kommandón ……..67
11.táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Málnáson …….....68
12.Táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Málnáson ……..68
13. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Szentkatolnán ……..69
14. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése a Szentkatolnán ……69
16. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Zabolán ……70
15. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Zabolán ……..70
17. táblázat: Modellbecslések összehasonlító táblázata ……71
18. táblázat. A tanulmányban figyelembe vett védőzónák ……...73
19. táblázat: Cerová példaértékű szélturbina parkja …….79
20. táblázat: Összevetés a megye közigazgatási egységeinek LHDI indexe és a vizsgált megújuló források hozamadatai alapján …….....103

Bevezető

Kovászna megye területi kiterjedés szerint egyik legkisebb megyéje Romániának, viszont az itt elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a megye kimagasló adottságokkal rendelkezik a megújuló energiaforrások tekintetében. A vizsgálat három alternatív energiaforrás potenciálbecslését tűzi ki célul, majd az erre alapozható településfejlesztési lehetőségeket taglalja. A biomassza-, szél- és napenergia potenciálbecsléseket a legkisebb terület-adminisztratív egységek szintjén végeztük el. A potenciálbecslés a természeti adottságok, illetve a technikai lehetőségek figyelembe vételével számszerűsíti a helyi forrásokból származó energiahozamokat. A megyében dolgozó agrármérnökökkel, energetikai szakemberekkel végzett interjúk, vállalkozói vélemények alapján megfogalmazódott az a premissza, hogy legnagyobb energiahozammal a biomassza jeleskedik, főként szilárd biomassza formájában, ezt követik a szél és napenergia források.

Jelen kutatási eredmények, egy már 2010-ben elindult potenciálbecslési tapasztalatok, módszertani fejlesztések, környezetenergetikai vizsgálatok tetőzéseként értelmezhetők. A Cholnoky Jenő Szakkollégium „műhelyében" több alkalommal végeztünk az évek során szélenergia potenciálfelmérést turbinamodellezéssel. 2011-ben a budapesti ELTE TTK megújuló energiák kutatásával foglalkozó szakemberektől tanult, biomassza-potenciál felmérés módszereit ültettük gyakorlatba, és így készült el Kovászna megye biomassza energiapotenciál becslése. Időközben a globálsugárzási adottságok energetikai hasznosítását is vizsgáltuk. Az igazi nagy áttörést 2011 augusztusa hozta, mikoris a Kovászna megyei Lemhény községben, szél és globálsugárzási adatokat kezdtünk mérni egy automata meteorológiai állomással. 2012-re egy megyei szintű, fent nevezett forrásokból származó energiapotenciál számítást végeztünk.

Az aktuális vizsgálat összesen négy dimenzióban lép tovább az eddig végzett kutatástól. Elsősorban, a számba vehető energiaforrásokat a legkisebb közigazgatási egységek szintjén végezzük (közigazgatási egységek), ez biztosítja a helyi energiahozamok pontos számszerűsítését. A biomassza források vizsgálatánál, szakítottunk az eddigi statisztikai adatok alapján végzett számításokkal. A reálisabb helyzetfelmérés érdekében az illető forrásokat a közvetlenül helyileg regisztrált adatbázisokból, a helyi nyilvántartások alapján becsültük 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 interpretáltuk. Ez minden forrásvizsgálat esetében külön-külön elkészített térképet jelent, összesen 25 tematikus térképet tartalmaz a kutatási anyag. Harmadik dimenzió amit meg kell említeni, hogy mindenik energiaforrás vizsgálatát a megyében, vagy más helyen sikerrel alkalmazott befektetéssel példázunk. 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. Mennyire befolyásolja az adott közigazgatási egység fejlődését a megújulók jelenléte, vagy mekkora hátrányt jelenthet számukra annak hiánya. Ilyen módon meghatározható, hogy az adott település (elmaradott, elszigetelt) fejlesztésében milyen szerepet tud betölteni a megújuló energiaforrások kiaknázása egy kiegyensúlyozott regionális fejlődés elérése érdekében.

A vizsgálat újszerű nézőpontot képvisel a területfejlesztési kutatások tekintetében, ugyanis olyan fejlesztési lehetőségeket hoz a felszínre, amelyek sem megyei, sem helyi szinten eddig nem voltak kellő hangsúllyal tárgyalva. A vizsgálat felveti tehát azt a kérdést, hogy hogyan tudnak szerepet vállalni a megújuló energiák a fejlesztési tevékenységekben. Kovászna megye sajátos adottságaival példaterület erre. Érdemes tehát vállalkozni eme úttörő munkára.

Kovászna megye földrajzi bemutatása

Kovászna megye a Keleti-Kárpátok déli részén, a Kárpátkanyar belső ívében helyezkedik el, hegyek koszorújával védett szinte minden oldalról, kivételt képezve a délnyugat irányban, a Barcaság felé oldala nyitott. A megye keleten Bákó (Bacău), Vráncsa (Vrancea), Buzó (Buzău) megyékkel, délen és nyugaton Brassó (Braşov) megyével, északon pedig Hargita (Harhita) megyével határos. A megye 3705 km^2 összterületével az ország harmadik legkisebb megyéje, a lakosság számát tekintve pedig az utolsó előtti helyen áll. A megyét 44%-ban erdők borítják, legalacsonyabb tengerszint feletti magassága 468 m, ez az ágostonfalvi Olt-híd melletti erózióbázis. Legmagasabb pontja az 1777 méteres Lakóca csúcs, amely a megye keleti határán, a Háromszéki-havasokban található. Kovászna megye domborzata igen összetett képet mutat. A Háromszéki-medence hazánk legnagyobb hegyközi medencéje, aminek átlag tszfm. 550 méter körül mozog. Másik oldalról az erdős dombvidéki tájat kell kiemelni, Erdővidék magasságai 600-900 méter között mozognak, emellett megemlíthető még Bodzavidék szintén hasonló erdős-hegyes jellege, valamint az észak-dél irányban elnyúló Olt-völgye és annak mellékfolyói által létrehozott völgyek és árterületek.

A megye éghajlata sajátosan hegyközi medencére jellemző, évi átlaghőmérséklet 7,1-7,6 C^o között alakul, a Háromszéki-medencében 500 mm, míg a hegylábakon 800 mm-t elérő csapadék jellemző. A talajtípusok a domborzati lépcsőkkel változnak, a tölgy, bükk és tűlevelű erdők talaját az agyagos, luvikus talajtípusok alkotják. A hegyközi medencéket egy méter mélységet elérő kambikus csernozjom fedi, a legtermékenyebb földeket biztosítva az ott élőknek (Mihai E. Panaţie L., 1987). A megye ökológiai stabilitását kifejezetten kritikus (ipari) szennyező forrás nem veszélyezteti, 3 000 hektárt meghaladó területen természetvédelmi terület van kijelölve, további több mint 20 ezer hektár helyi védelemre van jelölve, ebből tekintélyes rész Natura 2000 területnek van nyilvánítva.

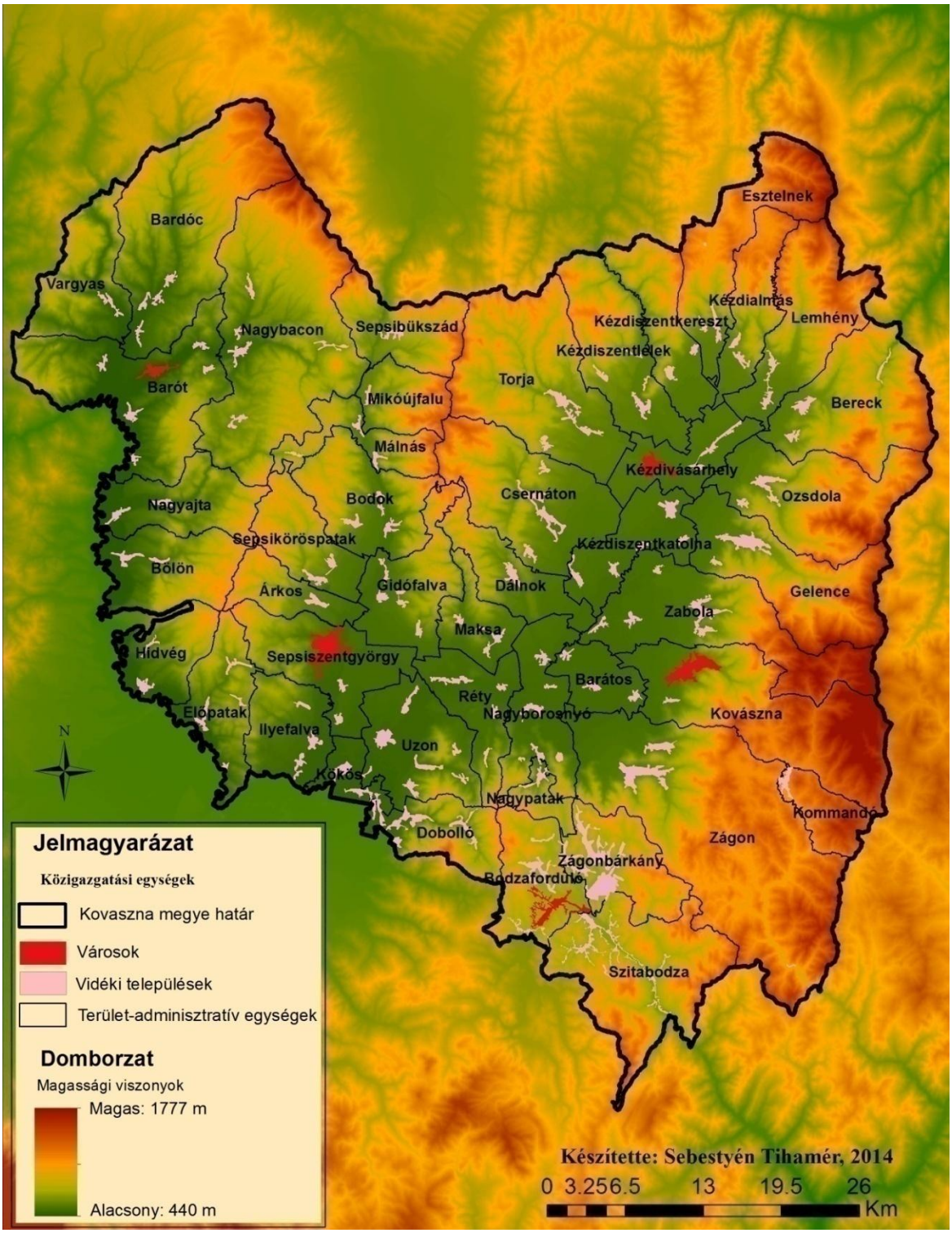
A hegyvidéki területek ellenére nagyarányú a földműveléssel, állattenyésztéssel foglalkozó lakosság száma. Bár az erdők nagyészét állami erdészet gondozza, egyre több a magánerdészet és a kialakuló fűrésztelepek száma, a fa a megye egyik legfontosabb természeti kincse.

Jelenleg a megye 5 városból, 40 községből és 122 településből áll (1. ábra). Sepsiszentgyörgy a megyeközpont (59 ezer lakossal) a legnagyobb város, Kézdivásárhely (18 és fél ezer lakossal) szintén megyei jogú város, majd Kovászna következik, ezt követi az erdővidéki Barót, majd Bodzaforduló zárja a városok sorát. A jelenlegi közigazgatási

egységek mai állapota 2005-ben véglegesedett, az ezredforduló táján több új község alakult a régebbi, nagyobb községekből kiválva.

A megye utolsó két népszámlálási adatait tekintve egy 7,6%-os népességcsökkenést tapasztalunk: 2002-ben a lakosság száma 222 449 fő volt, 2011-ben pedig már csak 206 361 fő. A vidéki lakosság aránya magasabb a városon élőkénél. A munkanélküliek közül csupán 21% volt munkanélküli segélyre jogosult. Egy igen aggasztó adat még a munkapiacon, hogy a munkanélküliekből a legtöbb a 25-év alatti korosztályból származik, mintegy 28%. A munkanélküliek nagy része fiatal, pályakezdő. Az álláskeresők közül 44% alapoktatással rendelkezik, ez az adat újabb szociális problémákat rejt. Míg a 2002-es statisztikai adatok a lakosoknak 26,3%-át mondta 20 éven alulinak, ez a 2012-es állapotfelmérésre 21,8%-ra csökkent, miközben az időskorúak részaránya 2002-ben 12,5% volt, 2012-re tovább nőtt 14,2%-ra (INS). Látható, hogy a megye enyhén elöregedő lakossággal rendelkezik. Kovászna megyében az állami szektorban dolgozók nagy létszámban vannak jelen, a magán szektorba dolgozók száma 40 ezer fő körül mozog. Kovászna megye az országos statisztikákban sok gazdasági mutatóval a sor végén áll. Az utolsó években a megye nettó átlagfizetései az országos átlag 75%-a körül mozogtak (INS). A központi fejlesztési régión belül a gazdasági teljesítmény elemzései és a fejlődési tendenciák vizsgálata egy enyhén leszakadó trendet mutat ki Kovászna megyében. A régión belüli diszparitások növekedtek az EU-s csatlakozások után.

Egy 2013-ban készített életszínvonalra vonatkozó vizsgálatban országos összehasonlításban Kovászna megye a 31. helyen áll (figyelembe vett szempontok: munkanélküliség, átlagkeresetek, településeken lévő zöld területek/fő aránya, kanalizálással ellátott háztartások aránya, büncselekmények száma, GDP, születéskor várható élettartam) (ADR Centru).



1. Ábra: Kovászna megye közigazgatásitérképe, saját készítés

I. Biomassza potenciálbecslés és erre alapozott vidékfejlesztés Kovászna megyében

1. Potenciálbecslés

A következő biomassza potenciálbecslés lépésről lépésre veszi azokat a mezőgazdasági, erdészeti, közfenntartási szempontból fontos anyagokat, amelyek, mint folyamatosan képződő anyagok megújulóknak számítanak Kovászna megyében. Az alkalmazott eljárást a budapesti ELTE megújuló energiákkal és környezetvédelemmel foglalkozó szakemberei fejlesztették ki az Ister-Granum Eurórégió hasonló megújuló energiakutatásra (Kazai, 2008). Ennek a kutatásnak lehettem tanúja Budapesten 2011-ben. Később ezt a módszert továbbfejlesztve alkalmaztuk, kiterjesztve a számításokat a gyepterületek számbavételére, a hulladék– és szennyvíziszap hasznosítására, valamint a megyében igen nagy mennyiségben termelt cukorrépa melléktermékeinek a számbavételére is. Ezenkívül, Kovászna megye kiterjedt kaszáló és legelő területekkel is rendelkezik, nem hagyhatjuk ezt sem ki a potenciálbecslésekből.

A biomassza, mint megújuló energiaforrás potenciáljának a meghatározásakor alapvető, hogy 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 viszont, hogy a természetközeli gazdálkodás, és az élőhely védelmi szempontok szigorú betartása mellett, a védett területek is szóba jöhetnek, mint energetikai célú biomassza források (Kazai, 2008).

2. 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 megjelenítettük. 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, 1:50.000-es méretarányban.

Tekintsük tehát át a kezdetben 4-5 lépést tartalmazó, de jelen kutatásra már 10 lépésben kiterjedt, integrált biomassza potenciálbecslést, amely Kovászna megye községi szintjeire készült el.

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 elsőként 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 állatállomány nyilvántartásaiból ugyancsak számítható biogáz alapú potenciális energiakihozatal.

6.lépésben: A községek területéhez tartozó erdők nagyságának figyelembe vétele után, (összevetve az elmúlt tíz év fakitermelési adatokkal), „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.

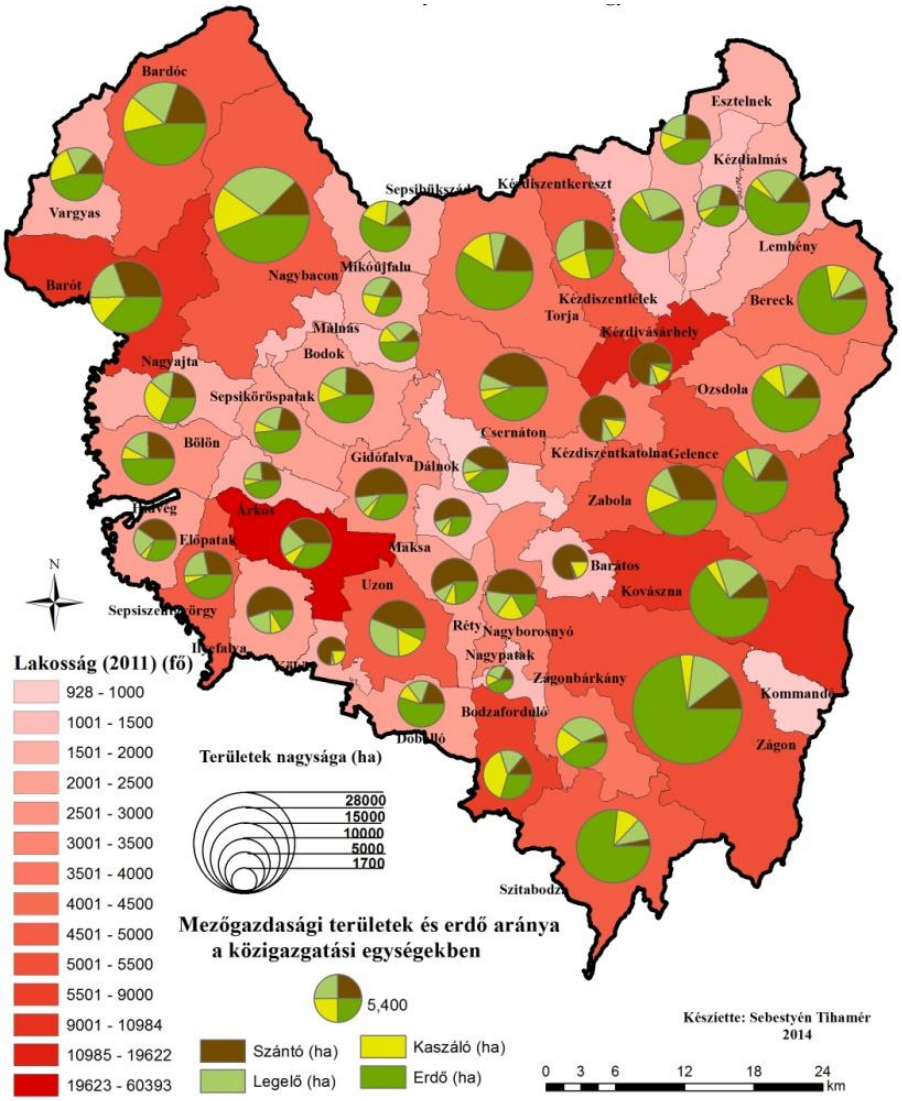
Végezetül - a vizsgálat kiegészítéseként - javaslatokat vagy éppen követendő példákat mutatunk be, amelyek a helyi biomassza hasznosítás tényleges lépéseit írják le. Ezen példák alapot képeznek a helyi szintű biomassza hasznosításra épülő településfejlesztési stratégiák kialakításához.

3. Kovászna megye mezőgazdaságának energetikai szempontú vizsgálata

3.1. 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. Az összterületekből 44,75 % szántó terület. A nyilvántartott összes szántóterület 83 251 hektár, legelő 60 928 ha. A kaszálók nagysága 2009-es adatokkal összevetve 1000 hektárral gyarapodott (41 296 ha), ez főképp a legelőtakarításokat támogató (helyi szinten csak APIA-s támogatásnak nevezett) programnak köszönhető. 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 számontartva. 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 legalsó terület-adminisztratív egységeket tekintve részletekbe menő információkat az 2. ábra mutat.



2. ábra: Közigazgatási egységek lakossága és a hozzátartozó területek osztályozása Kovászna megyében

3.2. Kovászna megye községeiben a lakosság gabonaellátáshoz szükséges területnagyság meghatározása

A községek lakosságának gabonafogyasztására vonatkozó számításainkat megelőzi a legfrissebb statisztikák alapján kimutatott kalória-bevitelt Romániában. Egy negyven országra kiterjedő kutatás - amit az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete végzett 2011-ben - statisztikái alapján egy átlagos román állampolgár 3510 (INS, 2013) kcal-t fogyaszt naponta. Feltételezve, hogy a vizsgált terület étkezési szokásai nem térnek el nagyban a romániai átlagtól, a továbbiakban ezzel az értékkel számolunk. A napi átlagos élelmiszerbevitel nagyrészét, 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 J = 0,2388 kalória). Ezt megszorozva az adott helység lakosság számával, valamint az év napjaival (223 364 fő x 5890 kJ x 365 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 takarmányszükséglet miatt.

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

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.

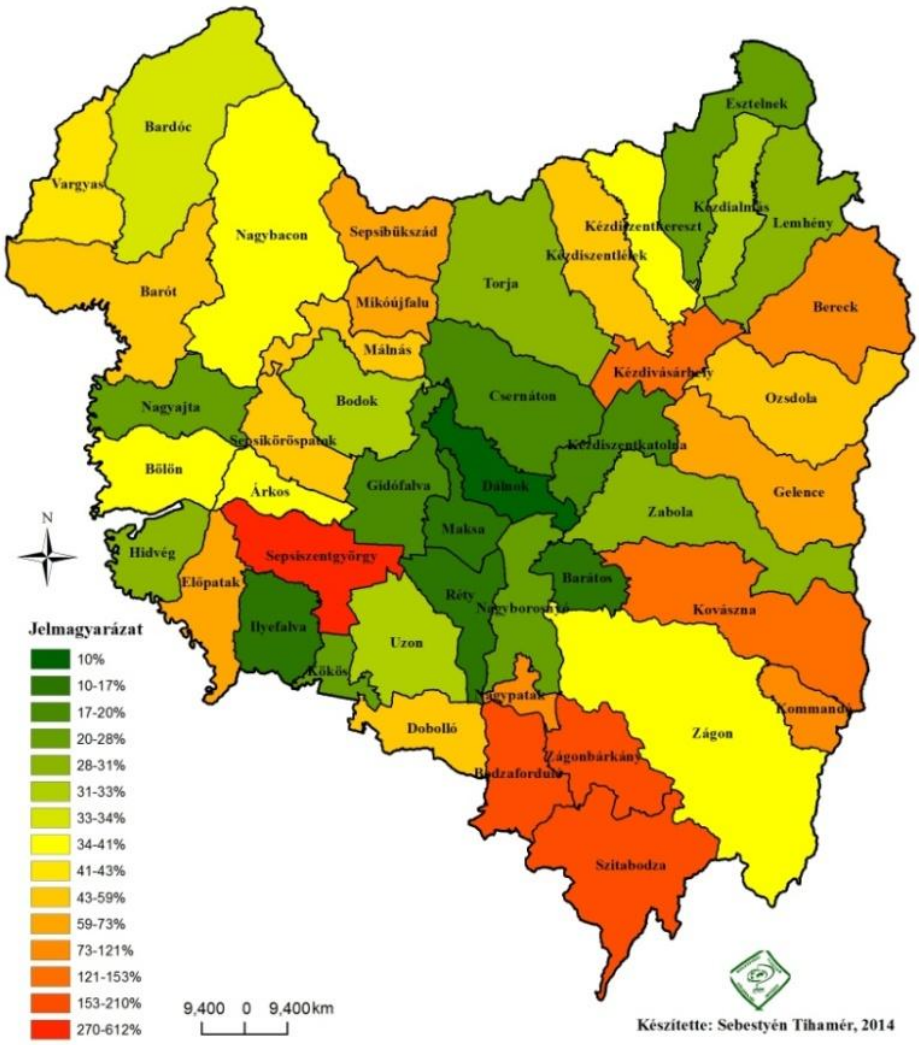
Megállapíthatjuk tehát, hogy Kovászna megye lakossága összesen mintegy 162 677 t gabonát fogyaszt ill. használ fel más élelmiszerigényeinek kielégítésére évente. E mennyiség termőterület igényének kiszámításához Kovászna megye búzatermés átlagát vettük alapul 2005 és 2012 között. Ez idő alatt a legjobb átlagtermés 4094 kg/ha volt 2008-ban, és a leggyengébb 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. A megye szántóterületeiből (84 853 ha) a lakosság ellátásához csupán 61,15 %-ra van szükség.

3.3. Községek szántóterületéhez mért gabonafogyasztás

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, (3. ábra).

Számottevő többlettermelés csak krumpliból figyelhető meg, évente közel kétszázezer tonna, melynek döntőrészét „exportálja" a megye. Tény, hogy nem lehet a települések közélelmezését leszűkíteni a helyben megtermelt, illetve megtermelhető élelmiszerekre. A lakosság élelmiszerellátás szempontjából nemzeti, közösségi szintű élelmiszerellátás rendszerre is lehet gondolni, sőt globális szintűre is, ha 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, mint: Barátos, Maksa, Ilyefalva, Dálnok, Szentkatolna, Réty, valamint 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 Energy[1] 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, érdekképviselet 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.



3. **ábra: Helyi gabonafogyasztás a meglévő szántóföldekhez viszonyítva Kovászna megyében**
Forrás: DAJC, saját készítés

Az INS adatai alapján a megyében a mezőgazdasági területeken kívül még 2971 hektár olyan árterület van, amely teljesen megfelelne energiafűz telepítéséhez. E területeken igen magas a talajnedvesség, ezért más kultúrnövények nem viselik el ezt a környezetet (1. melléklet). Egy másik megközelítés alapján, a DAJC adatait követve azt kapjuk, hogy például 2007-ben a megye területén 2946 ha szántóterületet nem műveltek meg. 2011-ben 6917 ha maradt megműveletlenül, míg 2012-ben 5997 ha szántó maradt parlagon. Ezekkel az adatokkal azt a tényt támasztjuk alá, hogy a községek jelenlegi földművelési helyzetén felül vannak további olyan szántóterületek, amelyek alkalmasak energetikai növénytermesztésre.

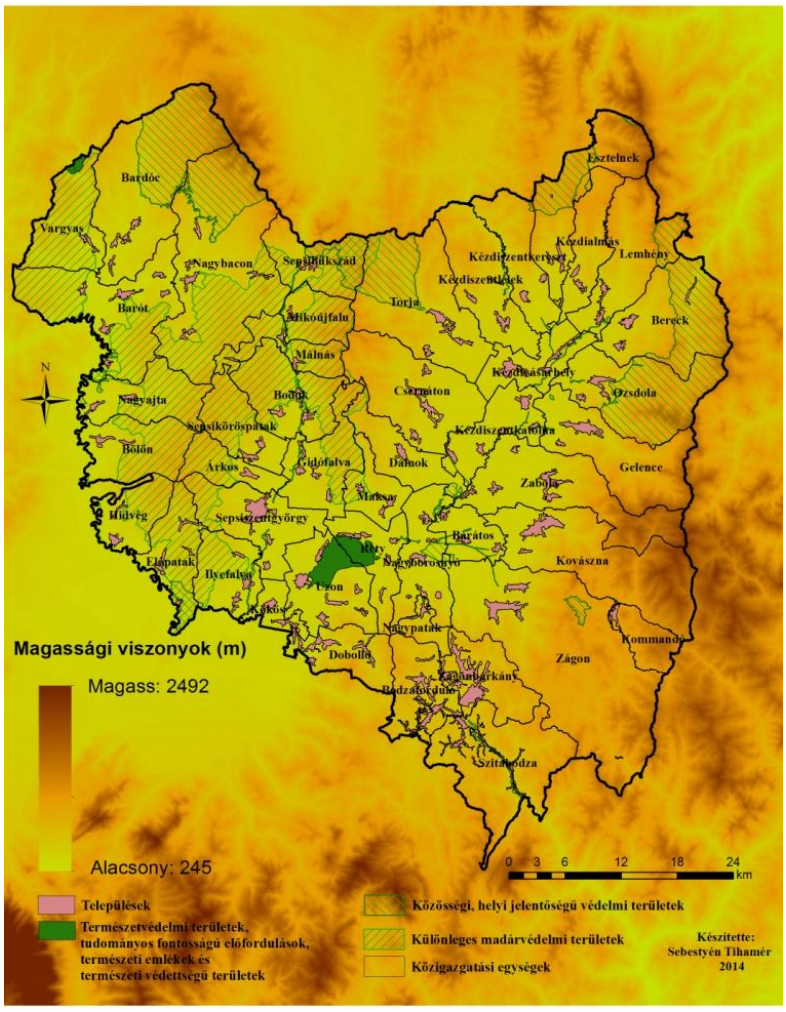
3.4. Az energetikai célú biomassza lehetséges forrásai, mennyisége

Az energetikai célra hasznosítható biomassza mennyiségének meghatározásához figyelembe vettük a települések már jelenleg is mezőgazdasági művelés alatt álló területeinek nagyságát és hozamát. Azért volt szükség a fentiekben részletesen tárgyalni ezeket a szükségleteket, mert a korábbi években sok vitát szított a mezőgazdasági területek energetikai növénytermesztésre való felhasználása és az élelmiszertermelés, mint rendíthetetlen prioritás élelmiszerbiztonsági kérdés között. Bizonyításra kell kerüljön tehát az a tény, hogy a jelenlegi mezőgazdasági működést negatívan nem befolyásoló, csak e fölötti potenciálszámítást végzünk.

Az előző lépésben megállapítottuk, hogy a szántóföldek egy része nem szükséges az ellátáshoz. Az ezredforduló, és az Európai Úniohoz való csatlakozás éveiben nagy területek megművelés nélkül maradtak, míg 2010 után egyre kevesebb az ilyen terület. Ez a jelenség a közösségi és állami területre szóló mezőgazdasági támogatásoknak is köszönhető, amelynek feltétele 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 továbbiakban meg kell néznünk, hogy 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 4. 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 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 védett terület van, mindez 17 község területén, összesen 26 372.35 hektár (Ministerul Mediului și Schibărilor Climatice, 2010). Részletes lista ezekről a 2. mellékletben található.



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

4. táblázat: Országos szintű természetvédelmi területek Kovászna megyében

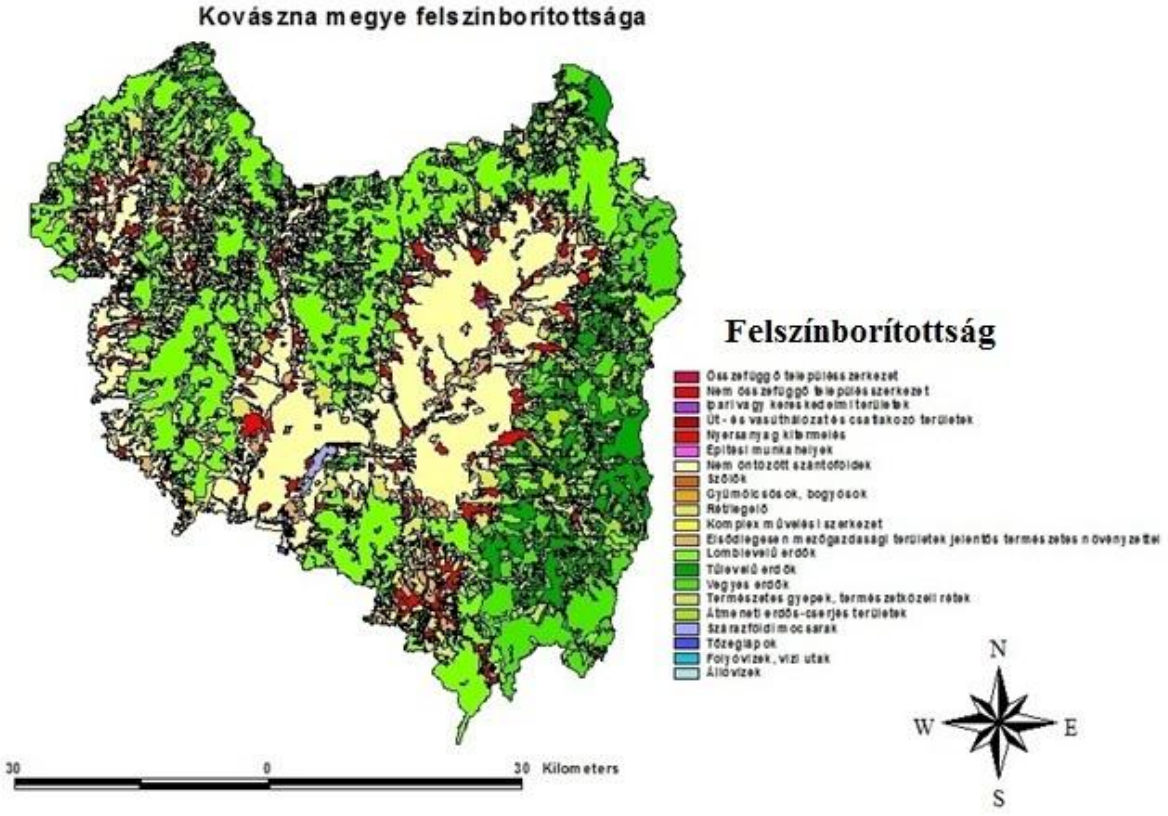
Országos szinten védett természetvédelmi területek	Elhelyezkedése (község)	Kiterjedése (Ha)
Csokár-Veczer	Erősd (falu)-Előpatak	977
Rétyi Nyír és Uzon - Szentiványlaborfalvi tavak	Réty és Uzon	2112,6
Vargyasi-szoros	Vargyas	2970
Veresvizi-tőzegláp	Kézdialmás és Kézdiszentkereszt	66
Rozsdás-tőzegláp	Zágon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

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

A 5. ábrán a Corine felszínborítási adatai alapján megkülönböztethetők a különböző felszínhasználatok, mint mezőgazdasági terület, erdő, település, vagy más infrastruktúra.

Természetesen ezen területeknek csak egy része állítható át energetikai célú növénytermesztésre. A fentiekben láthattuk, hogy az élelmiszerellátás magas prioritása

mellett a szántóterületek megművelését gyakorlatilag a változó piaci igények befolyásolják, ehhez viszont folyamatosan frissítendő helyzetelemzést kell végezni. A további területeken is inkább csak mozaikosan lehet számítani fás- vagy lágyszárú energetikai célú ültetvény telepítésével, hiszen igen sokfajta felszínborítást találunk, amely nagy eltéréseket eredményezhet akár a hozamadatokban is. Egy adott területen az élelmiszer-, energetikai-, vagy ipari célú növénytermesztés kérdését elsősorban a mindenkori piaci viszonyok döntik el.



7. ábra: Kovászna megye felszínborítottsága
Forrás: Corine Land Cover, CLC50, saját készítés, 2011

3.4.1. Erdők

Kovászna megye rendkívül jó adottságokkal rendelkezik az erdők kiterjedését tekintetve, 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 (*4. ábra*). Az erdős területeken azonban erdőgazdálkodás folyik, melynek kitermelési adatait a 2. táblázatban foglaltuk össze, 2000-2012 közötti időszakra, a táblázat a védett területeket nem tartalmazza.

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

Fafajták	Éves átlagos kitermelés 2000-2012 között (m3)	Energiatar-talom (18%-os nedvességtartalomnál) MJ/kg[2]	Testsűrűség kg/m3	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
Tűlevelű	**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**

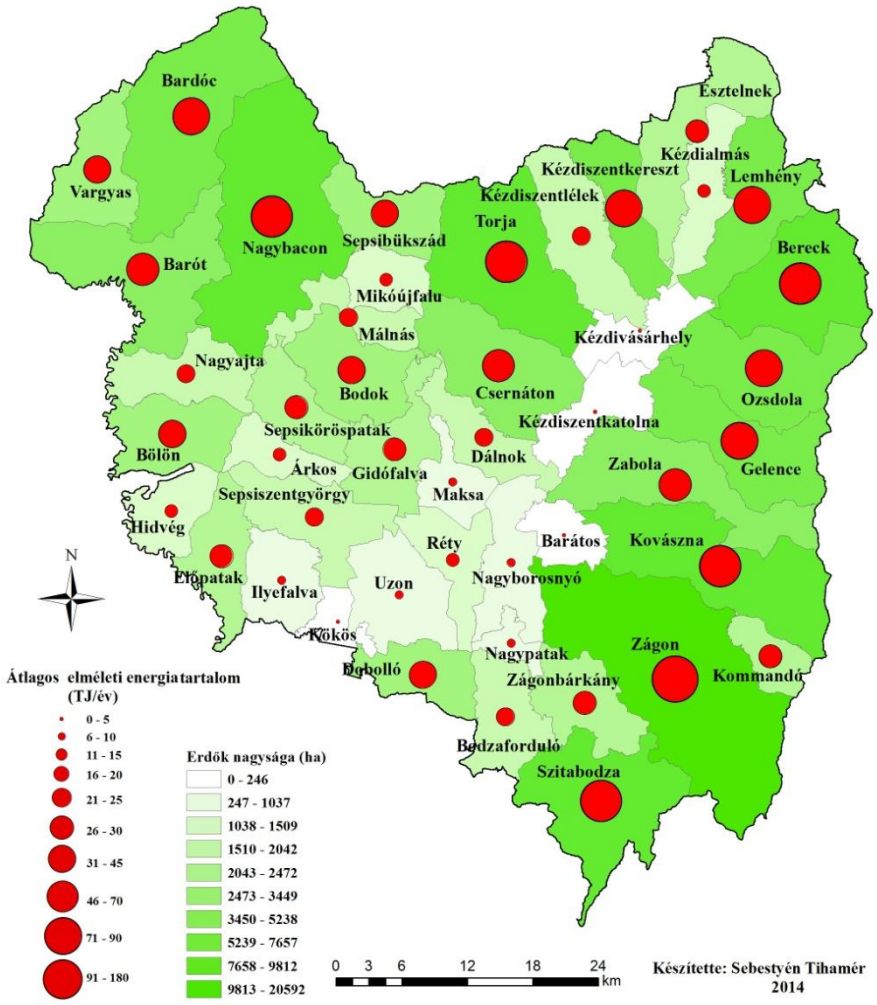
Forrás: INS, Saját számítások

A vizsgált időszak (2000-2012) alatt Kovászna megyében az erdészeti fakitermelés átlagosan évente 478 623 m^3 volt. A 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 nagyrésze ma a helyszínen elégetésre kerül vagy elkorhad. Ezt követően a rönkfák nagyrészét helyben szalagfűrész telepeken dolgozzák fel, itt készítenek elsődleges alapanyagot a fa- és papíripar számára. Az elő-feldolgozás során keletkezett fűrészkorpa és más fahulladék szintén jelentős fűtőértéket képvisel. *„Az erődgazdálkodásban az összes kitermelt faanyag 22%-a tekinthető melléktermeknek. 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. A 6. ábrán a községekhez tartozó erdők nagyságát és a fakitermelésből származó hulladék energiahozamát mutatjuk be. A megyei átlagos fakitermelésből kiindulva, a helyi erdők nagyságával súlyozva kiszámolunk egy elméleti fakitermelést. A helyi kitermelések számításánál - mivel nem áll rendelkezésre olyan

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

adatbázis, amely rámutatna arra, hogy a fafajok milyen arányban vannak jelen-, ezek az értékek a megyei adatokból átlagoltak. Helyi szinten az utóbbi évek fontos jelensége, hogy egyre nehezebben jutnak a helyi lakosok fakitermelést engedélyező papírok birtokába. 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 írtják szabadon, céljuk a korábbi helyzet visszaállítása. Az utolsó években pedig a Mezőgazdasági Intervenciós és Kifizetési Ügynökség **(**Agenţia de Plăţi şi Intervenţie pentru Agricultură – továbbiakban APIA), legelőtakarításra és karbantartásra támogatásokat is biztosít a helyi gazdáknak,. Ezzel magyarázható tehát, hogy miközben 2006-ban 9 800 m^3 puhafa kategóriájú fát termeltek ki megye szinten, 2012-re ez a mennyiség 21 000 m^3-re gyarapodott (INS, 2013).



8. ábra: Erdészeti hulladék, mint biomassza forrás Kovászna megyében

3.4.1.1. Jó példa a közelben

A megye délkeleti részén fekvő Bodzafordulón már több éve működik egy magas hatásfokot elérő faapríték fűtőerőmű, amely a környező erdészeti és faipari melléktermékekre (fűrészkorpa, faforgács, fahéj és más hulladékra) alapozva állít elő hőenergiát *(lásd: 3. táblázat)*. A felhasznált alapanyagok mennyisége eléri a 120 ezer tonnát. A városban közel háromezer embernek biztosít fűtést, továbbá egy ipari parkot is ellát hőenergiával. A beruházás közel 2,7 millió euróba került, aminek 58%-át az EU-s támogatások fedezték, továbbá egy 14%-os részt Dánia Minisztériuma vállalta, aki mellett Románia egy 18%-os, míg a helyi költségvetés egy 10%-os résszel szállt be a megvalósításba. A hőközpont 80 éves működésre volt építve (7. ábra). A kiváltott fosszilis energiaforma a földgáz volt, ezzel párhuzamosan az ország egyik leghidegebb szögeltében a távfűtés 1 Gcal ára 20%-al lett olcsóbb az országos átlaghoz képest. Ez méretében és működési elvében is mintaként szolgálhat Kovászna megye települései számára, amennyiben biomasszán alapuló energiatermelésbe fognak.

6. 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

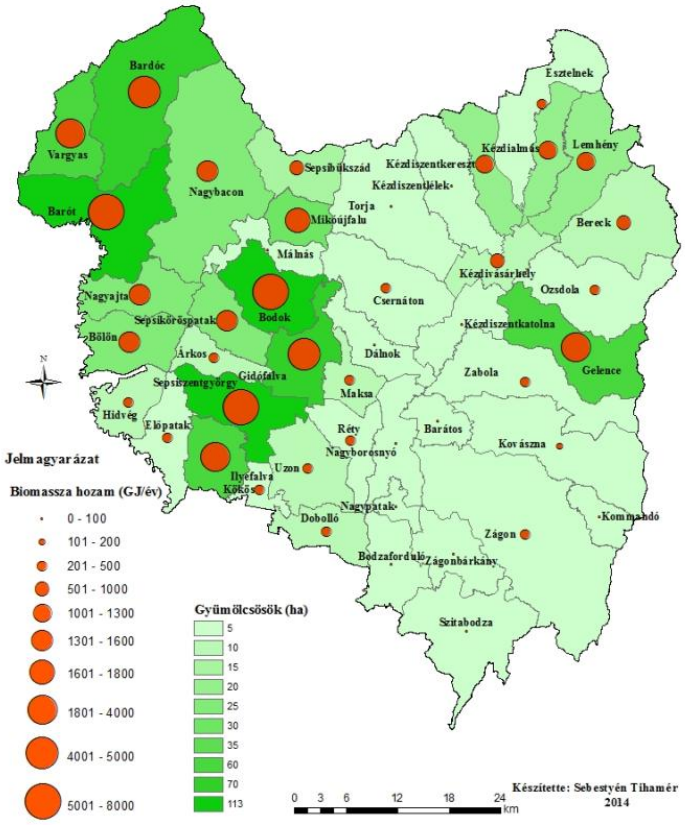
Forrás és további részletes információ: www.culturienergetice.ro

7. ábra: Bodzafordulói biomassza hőközpont, forrás: www.multinvest.ro

3.4.2. Gyümölcsösök nyesedéke

A jelenlegi INS kimutatások Kovászna megye településein található gyümölcsösök területéről 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), a 2013-as évben 742 hektár gyümölcsöst tartott számon a megye különböző településein.

Megnehezedik tehát a munka, amely a tényleges helyzet kiderítésére irányul. A kézdivásárhelyi Kovászna Megyei Agrárkamara agrármérnökei véleményére támaszkodva fontos, hogy a településekhez „legközelebbi" 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 nagy része már életciklusuk lehajló szakaszában van. A kiöregedő ültetvények gyakran maradnak gondozatlanul, amelyeket később felszámolnak. Visszaültetésre, az állomány fiatalítására egyre kevesebb példa van.



8. ábra: Gyümölcsösök biomassza hozama Kovászna megyében, saját készítés

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 figyelhetőek meg: 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 8. ábra alapján látható, hogy nem mindenik község rendelkezik gyümölcsössel, főként a helyi mikroklimatikus adottságok nem teszik ezt lehetővé (pl. Szitabodza, Zágonbárkány). Látható tehát, hogy gyümölcsfa nyesedék nagyobb mennyiségben főként Bodok, Barót, Bardóc, Sepsiszentgyörgy, Ilyefalva és Gelence esetében várható.

3.4.3 Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek

3.4.3.1 Gabonaszalma

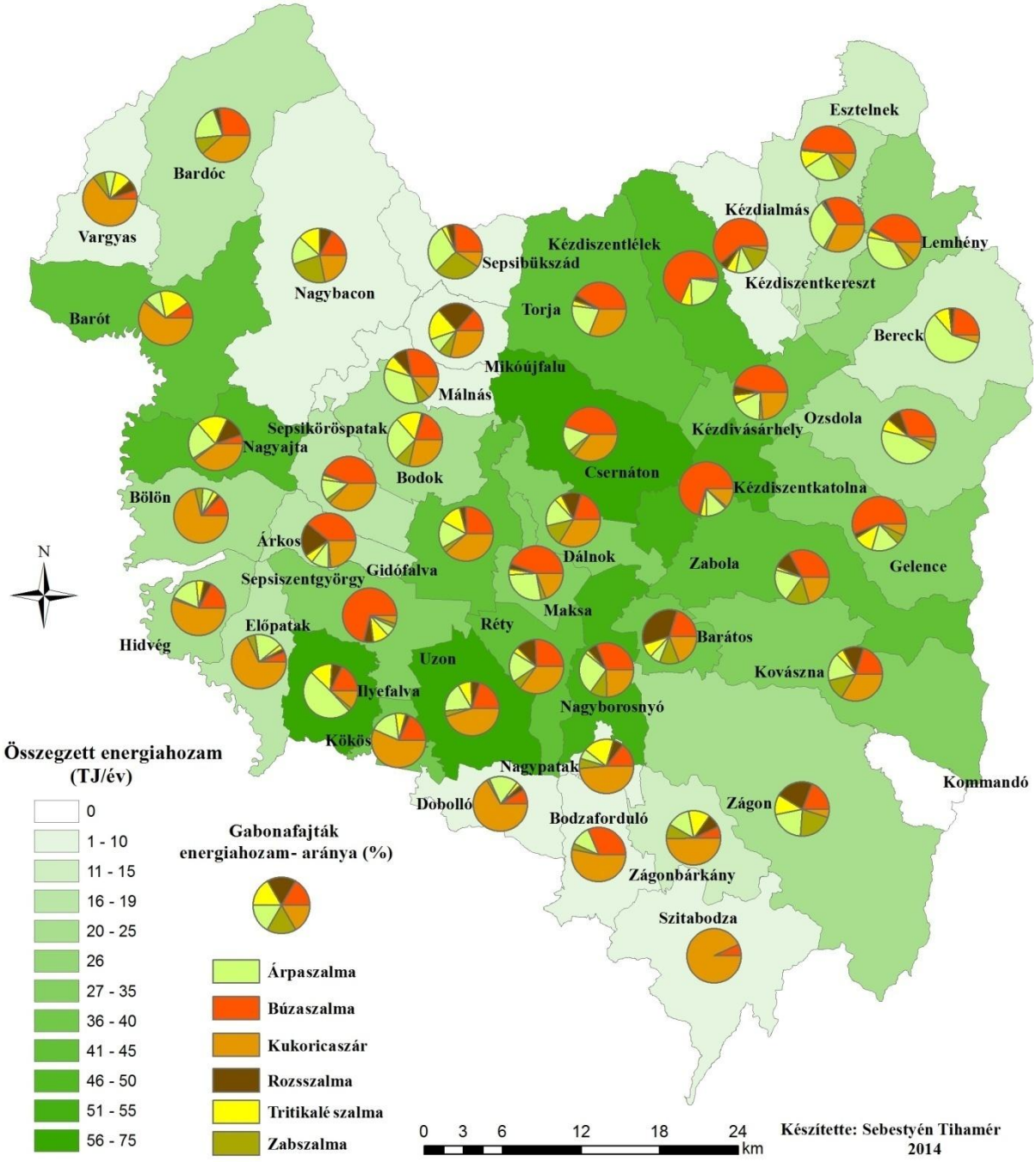
Mivel a gabonatermelés során jelentős mennyiségű mezőgazdasági melléktermék keletkezik, ajánlott megvizsgálni a földművelés ezt a részét is. Ennek egy része ma még nem hasznosul, így számolhatunk ennek az energetikai célú hasznosítás lehetőségével. 2011-ben elvégeztük ezt a felmérést, megyei átlagolt értékekkel, a DAJC adatai alapján jelenleg sokkal pontosabban lehet ezeket a számbavételeket elvégezni. A helyi szaktanácsadó irodák minden községben, éves összesítést végeznek és adatbázist hoznak létre a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium által kiadott nomenklatúra alapján. Az adatbázis tartalmazza, hogy mekkora területen és mekkora hozammal termeszttették a növénykultúrát. Ezt azért is fontos kiemelni, mert így a topoklimatikai és 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, enyhén savasabb pH-s, erdős barna talaj is, nem annyira fejlett humuszréteggel. Mindezek a tényezők a községek biomassza hozamait is előrevetítik.

A 2007 és 2013 közötti adatbázisból kiindulva a helyi hozamadatokkal a gabonatermelés melléktermékeire (szalma és növényszár hulladékokra) számolunk energatikai potenciált.

Az agrármérnöki kutatások alapján a búzának, kukoricának, rozsnak, árpának, tritikálénak, zabnak eltérő szárazanyag hozama van, így ezek a kultúrnövények külön-külön kerültek elemzésre.

Ha a megye átlagos gabonahozamait nézzük, a vizsgált időszakban átlagosan 3,13 t/ha termett búzából, 1,59 t/ha rozsból, 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 szalma hozama 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 (Sáringer-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 legreálisabb helyzetkép feltárása érdekében tehát ezeket a paramétereket is figyelembe kell venni. A fennmaradó gabonaszalmát és kukoricaszárat energiatermelésre csak a takarmányozási szükségletet követően lehet számba venni.



9. ábra: Gabonatermelés melléktermékeinek energiahozama Kovászna megyében

A statisztikai adatokat figyelembe véve elmondható, hogy a legjobb búzatermések Szentlélek, Ilyefalva, Kökös, Szentkatolna községek területén, valamint Szentgyörgyön voltak (9. ábra). Kukoricából a legmagasabb hozamok Szentkatolnán, Kökösben és Kézdivásárhelyen voltak begyűjtve, ez magával vonja a tényt, hogy a földművelésből származó, energetikai szempontból még hasznosítható melléktermékek legnagyobb hozamait is ezeken a településeken lehet begyűjteni. Ezek a települések főként a Háromszéki-medencében találhatóak (9. ábra). 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.

A fentiekben tárgyalt energetikailag is hasznosítható szántóföldi hulladékokat egy direkt égetésű falu fűtőműben célszerű elégetni.

3.4.3.2 A cukorrépa feldolgozása

Kovászna megyében a cukorrépa, mint ipari növény, termesztése az 1889-ben alapított botfalusi cukorgyár beindításával kezdődött. A megye topoklimatikus 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 melléktermékneknek 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. 2009-ben 125 ezer tonnás rekordtermést regisztráltak, a 2013-as év szintén jó évnek számított. A vizsgálatban a DAJC 2007-2013 közötti időszakban a településeken megtermelt összes cukorrépa hozamokra alapozunk. Kovászna megye átlag cukorrépatermése hektáronként 30-33 t közt alakult az elmúlt 10 évben. Az általunk figyelembe vett időszakban Kovászna megye községeiben 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 terméseket a Bodzafordulói-medencében és az erdővidéki településeken 8-10 t/ha-t értek el.

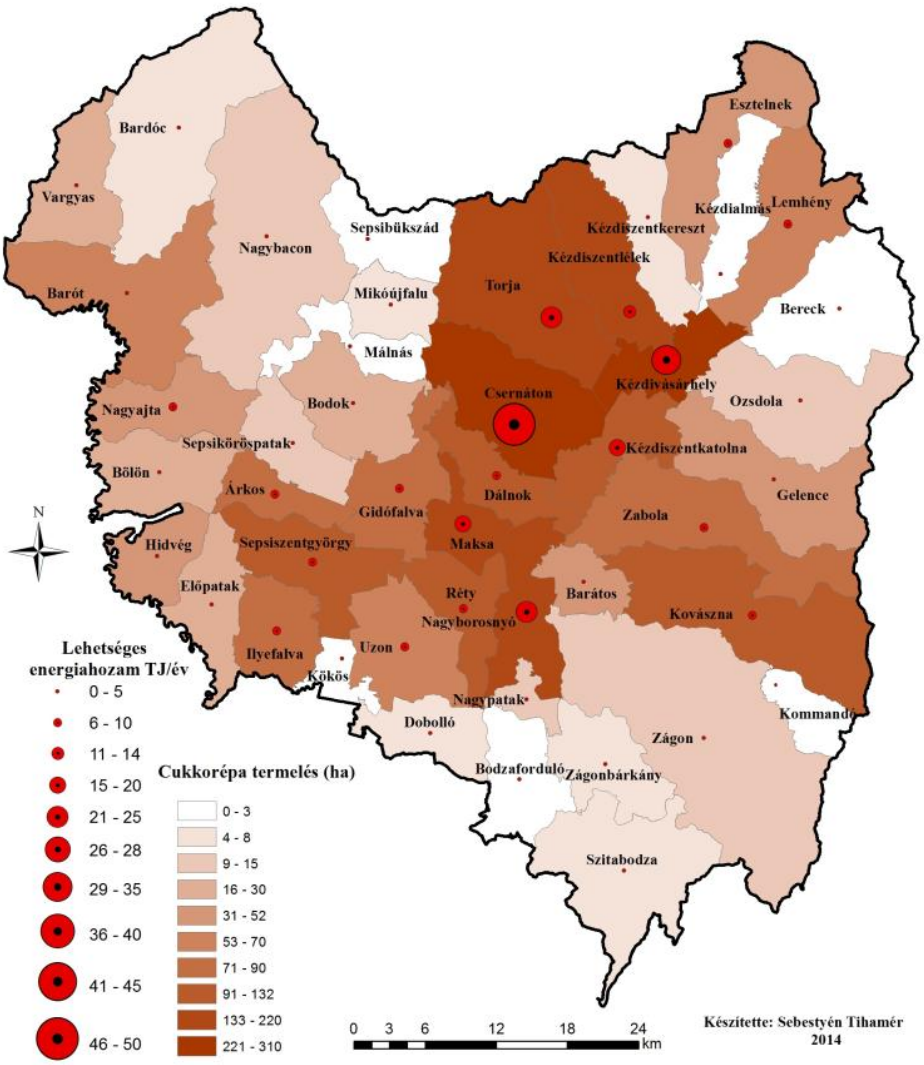
A cukorrépa hátramaradó anyagából, és a következő alfejezetben tárgyalt állati trágyából kinyerhető energiát biogáz képző rendszerekben állíthatjuk elő. A potenciálszámítás ezen a technológián alapuló energiatermelési lehetőségre épít. A biogáz szerves anyagok mikroorganizmusok által, anaerob körülmények 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 tartájban) 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.

Az energianövényekből vagy más növények hulladékaiból termelt biogáz viszonylag új szakterülete a megújuló energiakutatásnak. A közösségi alapokból finanszírozott projektek segítségével a közelmúltban több ilyen kutatás működött és működik jelenleg is. A kutatások főként a kilogrammonkénti metánképződést célozzák, amely illékony szilárd anyagokból (továbbiakban ISZA) tevődiknek össze ($m_N^3CH_4$/kg ISZA) (Salter, 2006). Áttekintve egy lengyelországi (Mioduszewska 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 cukorgyáraktól a melléktermeket 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).

Számos publikáció tárgyalja a cukorrépa hátramaradt anyagának biogáz-üzemekbe való felhasználását. Az így nyert 1 m^3 biogáz 55%-os CH_4 tartalommal bír. Egy kilogramm ISZA-ból származó biogáznak 21 MJ energia értéke van (Salter, 2006). Más forrásban az olvasható - az előbbi kijelentést alátámasztva -, hogy a növényi hulladékból származó biogáz, ha 55%-os metántartalommal rendelkezik, 0,55 CH_4 m_N^3 /kg-t eredményez (J.D. Murphy, E. McKeogh, G. Kiely, 2004). Más eredmények azt mutatják, hogy 1t cukorrépa ISZA-ból 0,378 m_N^3 biogáz nyerhető, tehát 1 t ISZA-ból 3 166 MJ energiát lehet kinyerni. Ezt ha átlagosan egy hektáron termett 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 (Mioduszewska et al, 2010). A röviden bemutatott vizsgálatok eredményei különböző értékeket mutatnak, az eredményeket a kutatásban használt berendezések is befolyásolják. A poznani kutatások alapján, figyelembe véve a cukorrépa termelését, az ebből származó legnagyobb energiahozamokat Kézdivásárhelyen, Csernátonban, Szentkatolnán, Maksán és Nagyborosnyón találjuk (10. ábra).



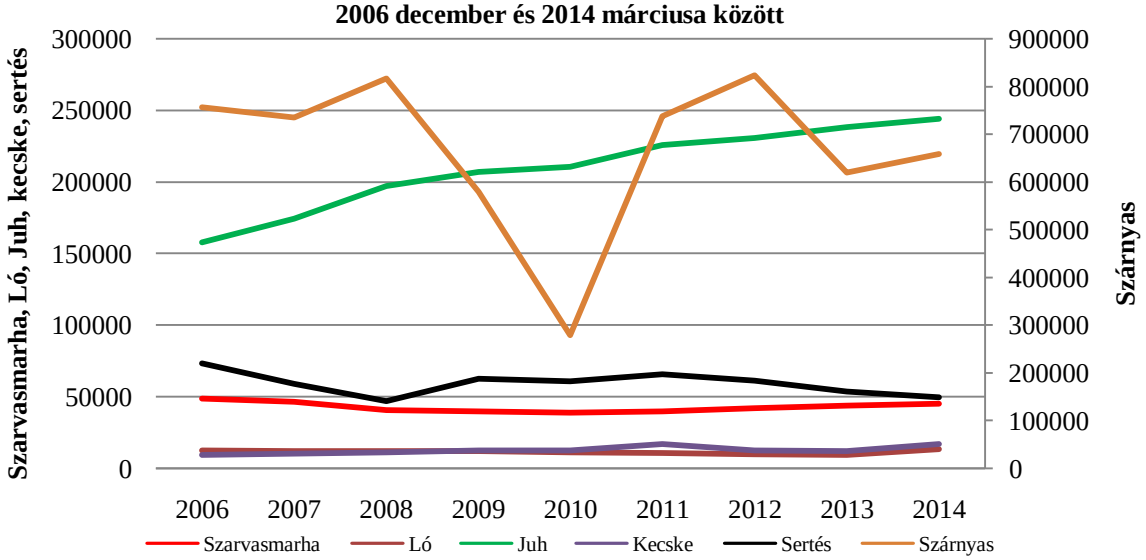
10. ábra: Kovászna megye átlagos cukorrépa termelése 2007-2013 között és ennek energia potenciálja, saját készítés

3.4.3.3Állati 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 településének állatállományára vonatkozóan. 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 (11. ábra). Ezektől 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 ezer darabot. 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.

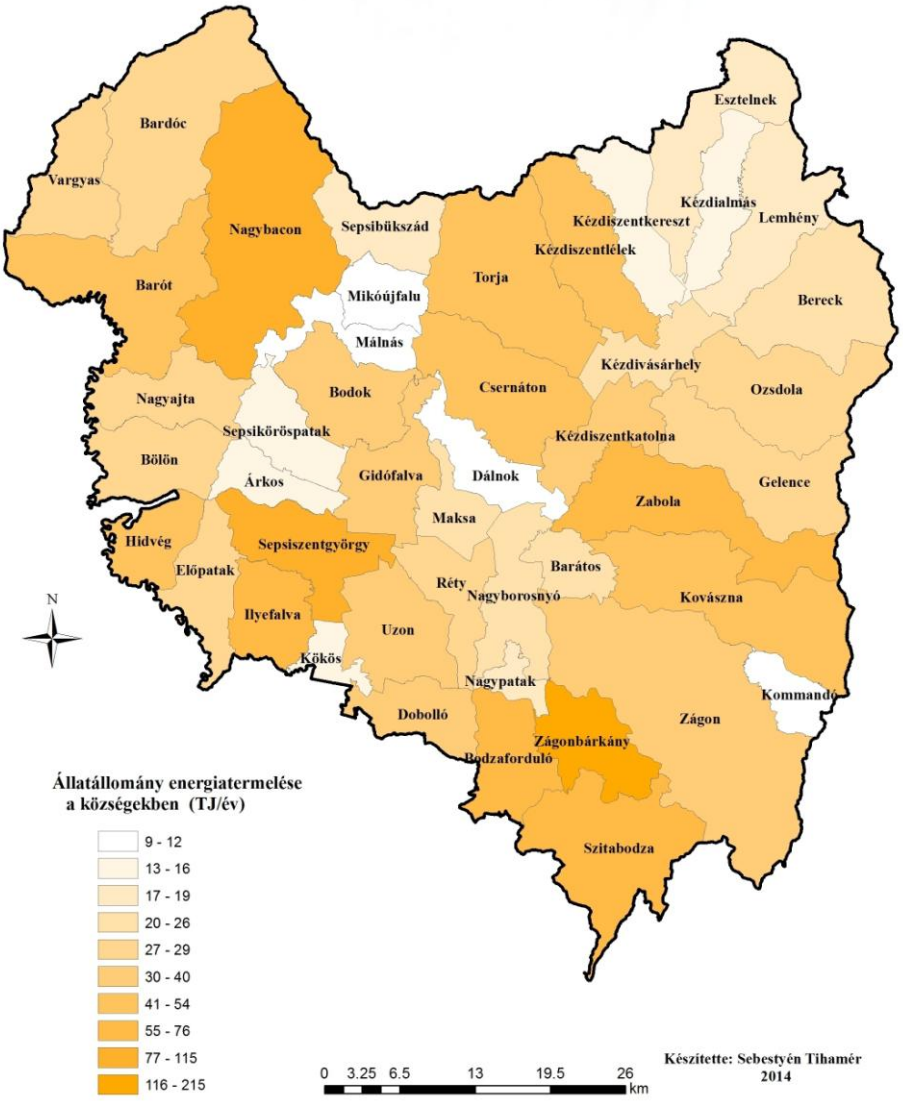
11. ábra: Kovászna megye állatállománya 2006 december és 2014 márciusa között



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, majd a várható energiahozamot (12. ábra).

A biogáz átlagosan 60%-os metántartalmú, ezért a fűtőértéke 23 MJ/ m^3 körül alakul (Kurihara M. et al., 1999), így az összesített elméleti biogáz-potenciál energiahozama **1,72 PJ/év**-et éri el megye szinten, a 2014 tavaszán gyűjtött adatok szerint. Legmagasabb biogáz termeléssel tehát azokon a településeken számolhatunk, amelyeken az állatállomány is magas, mint Nagybaconban, Sepsiszentgyörgyön, Zágonbárkányon, Zabolán, stb. Legkisebb pedig Mikóújfaluban, Dálnokon, Kommandón található.



12. ábra: Állati trágyából nyerhető energia községszinten, saját számítás

3.4.3.4 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 termelésének lehetőségeiről írt tanulmány, melyet a Temes és Csongrád megye határmenti régió együttműködése alapján dolgoztak ki (Szabó et. al., 2012). Ebben a tanulmányba olvasható, hogy reális tervezéskor azokon a területeken lehet biogáz-üzem építésében gondolkodni, amely legalább 1000 méter távolságra van a lakott területtől, valamint biztosítva van az alapanyag közvetlen hasznosítási lehetősége, ha

nem, akkor 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 termelődő elektromos energia hálózatra kötéséhez középfeszültségű vezetékre való rácsatlakozási lehetőség szükséges. Hígtrágya 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 években felépült egy vágóhíd a rendszerváltás előtt 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 FEADR-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 alkalmas.

Az általunk vizsgált szempontok 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 előkezeléssel átlagosan 8%-os szárazanyag tartalomra besűrített, napi 80 m^3 hígtrágyából 3000 Nm^3 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 csatlakoztatása nem okozna különösebb problémát, hiszen az épp tervezett telephelyen van átvezetve egy középfeszültségű 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 megoldani. A biogáz áramgeneráló motorokat hajtana meg egy biogáz-üzemben, a villamosenergia-ellátás tehát a telepen önállósulna. A már elhasznált hígtrágyát a szántóterületek feljavítása érdekében célszerűbb 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 egy 1200-1600 m^3 térfogatú reaktorra. Ebben a biogáz előállító berendezésben növelhetjük a hatékonyságot, ha a fent említett szárazanyag-sűrűségű hígtrágyát engedünk be. Az üzemi jellemzők 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 szerves anyag tartalma (6,8 t/nap szárazanyag és 5 t/nap szerves anyag) (Bai, 2007). Végső soron egy jól szivattyúzható, 8%-os szárazanyag tartalmú, 80 m^3/nap volumenű erjesztendő anyag biogáz előállítás céljára történő anaerob lebontásával lehet kalkulálni. A biogáz előállításának gazdasági, energetikai jellemzőit a 4. táblázatban lehet áttekinteni.

4. táblázat: A modellszerű biogáz előállításának és felhasználásának 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 m^3. 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 stabilizálhatók 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 szemlélteti a helyi erőforrásokra alapozott térségfejlesztés lehetőségét.

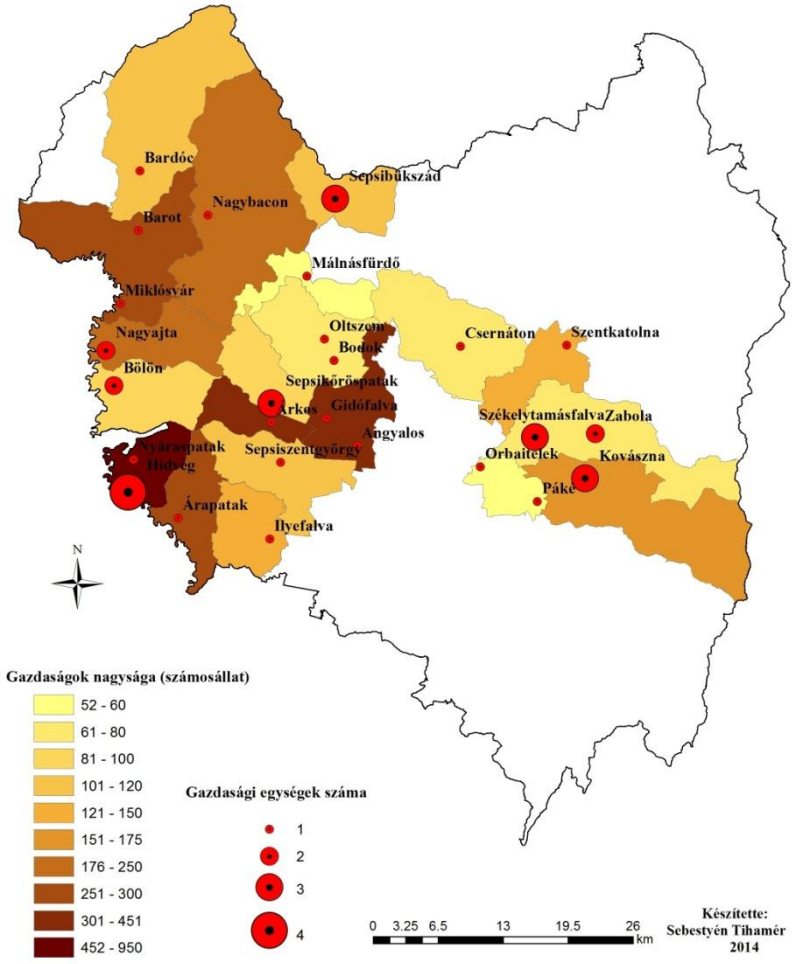
3.4.3.5 Biogáz üzem telepítésére alkalmas települések

A korszerű mezőgazdaság és állattenyésztés legfrissebb innovációja már nem csak az élelmiszer előállításra fókuszál. Az utóbbi években egyre több esettanulmány készül biogáz üzemek építéséről és működéséről. A biogáz üzemeket szarvasmarha-, 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 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 számosállatot[3] tartó farmokon épül. Németországban az átlagos méret 50 számosállat nagyságú farmokra csökken (Shelford, 2012). Németországban a biogáz üzemet a leggyakrabban a 30-40 szarvasmarhát tartó farmokon építik, vagy az 500-1000 sertést nevelő üzemek körül, jelenleg már több ezer működik. Már a kilencvenes években elvégzett kutatás alapján egy hatékonyságában és energiatermelésben is jövedelmező biogáz üzemben 50 számosállat hígtrágya termelésére van szükség (Holger Flaig, 1993).

A biomassza-potenciál számítás keretében tehát a megye területére elvégeztünk egy olyan vizsgálatot, amely kimutatja azokat a településeket, ahol egy farmon legalább 50 szarvasmarha, több mint 100 juh/ sertés, esetleg több ezer szárnyast nevelnek.

[3] 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 élősúlyú állatot vagy állat-csoportot jelent.

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 (13. 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 Kovásznán, Rétyen, Sepsiszentgyörgyön és Ilyefalván is működik egy-egy tyúkfarm, amelyek szintén besorolhatóak ebbe a kategóriába. A 3. mellékletben megtalálható azon települések listája, amelyek biogáz üzem létesítésére alkalmasak.



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

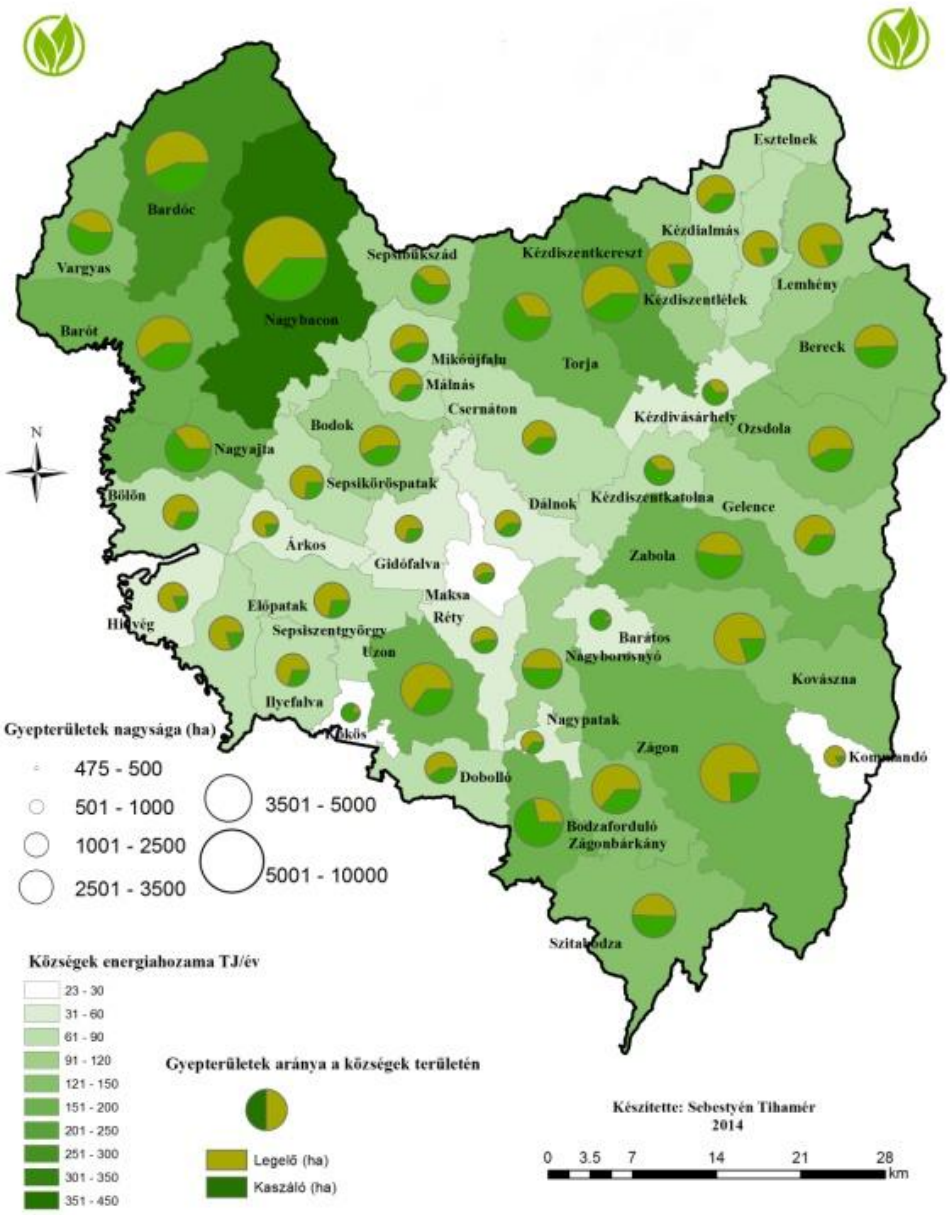
3.4.4 Legelők, kaszálók energetikai számbavétele

További szilárd biomassza termelése valósulhat meg, ha a természetes növények hozamát is figyelembe vesszük a megye területén. A kaszálók és legelők területi kiterjedése a megyében igen nagy, az összterület 27%-át teszi ki (INS, 2014). Régebben főleg a takarmány előállítására szánt gyepterületeket azért kell számításba venni, mert azok igen nagymennyiségű szárazanyag hozammal rendelkeznek, illetve ezt jelentős mértékben lehet tovább növelni trágyázással, műtrágyázással vagy öntözéssel. Jelenleg művelésük, és a használatban való tartásuk 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 tartalom, viszont ha energiatermelés szempontjából takarítjuk be a növényi biomasszát, csupán a szárazanyag-hozam nagysága 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 hordoz, ha ez az alapanyag száraztartalmúvá válik, a kiszáradás folyamata akár 16,75 MJ/kg-os energiatartalomra fokozódik, miközben súlyának nagy részét ($^3/_4$-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 szárazanyag hozam (Szemán, 2006).

Ezek az értékek változnak az időjárás viszonyainak függvényében, ami befolyásolja a betakarítás sikerességét is. A helyi viszonyokat tapasztalva külön lehet biomassza-potenciált számolni a nagykiterjedésű legelőkre is, melyeknek szárazanyag hozama már kevesebb, 1,5-2 t/ha/év, ilyenkor meg kell elégednünk az évi egyszeri kaszálással (Fogarassy, 2001). Viszont meg kell jegyezni, hogy a megyében igen ritkán kaszálják le a legelőket, főként külterjességre emlékeztető legeltető felhasználásuk az elterjedt.



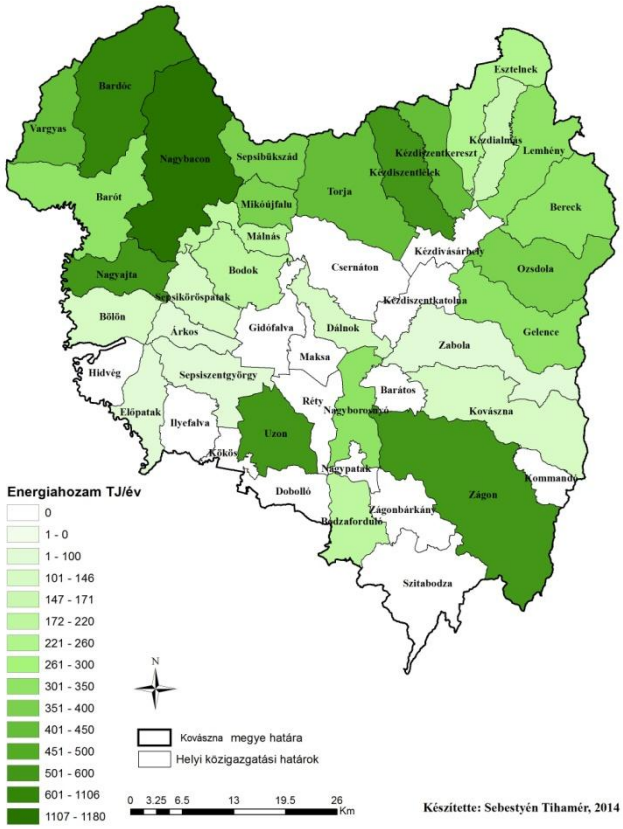
14. ábra: Gyepterületek potenciális energiahozama Kovászna megyében, saját számítások

Az INS 2012-es évi kimutatása alapján a megye 102 224 hektár gyepterülettel rendelkezik, amelyből 60 928 ha legelő (ebben az esetben alacsonyabb hozamértékkel számolunk), valamint 41 296 ha kaszáló. A helyi kaszálókról és legelőkről a természetes körülmények között a 14. ábra szerinti energiahozamot gyűjthetünk be.

Fontos megemlíteni, hogy ezeket a hozamokat növelni is lehet, például könnyedén két-háromszoros hozamnövekedést érhetünk el, ha állati eredetű hígtrágyával, vagy nitrogén műtrágyával kezeljük a területeket. Amennyiben energiafüvet vagy más vetett füvet termelnénk ezeken a területeken (vagy a területek egy részén), az az energiahozam többszörös értékeket eredményezne. Jelen számítások a száraz alapanyag hozam 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 hozamadatokat 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 állapotokat 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 a településhez tartozó legelőkről/kaszálókról betakarítható takarmány nagyságát összevessük a településeken élő állatállománnyal. Az agrárszakemberek által végzett vizsgálatok eredményeit felhasználva minden településen felbecsülhetjük a szálastakarmány igényt (Kiss, 2000). A gyepterületekről begyűjthető takarmánymennyiséggel összevetjük az állatok takarmány igényét, majd az ezen felül 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 (15. ábra).



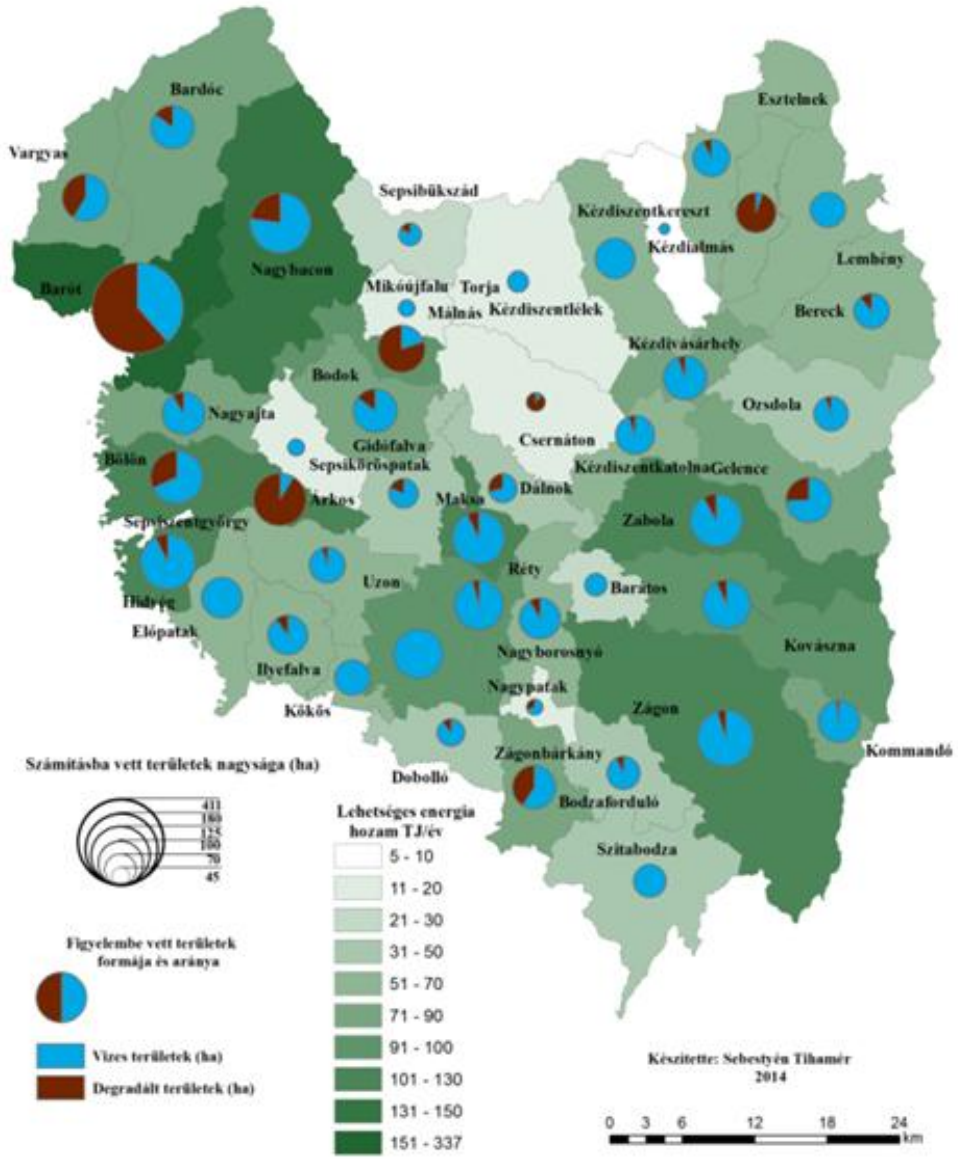
15. ábra: Az állatálomány ellátása után fennmaradó gyepterületek energiahozama, saját számítások

3.4.5 Energiafűz telepítés

A mai ismeretek szerint az energiafűz a leggyorsabban növő fajok közé tartozik hazánk éghajlati körülményei között. Úgy hosszra, (naponta 3-3,5cm-t képes a hajtás növekedni) mint tömegre gyorsan nő, így 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.energiafűz.hu).

A kinemesített fajtára - mint a fűzekre általában - jellemző, hogy a nedvesebb talajviszonyokat kedveli. Növekedése alatt egy kifejlett növény magas víztartalmú talajon, vagy egy árvizes területen naponta kb.15-20 liter vizet képes elpárologtatni (Tian, Y.Q; Davies-Colley, R.J.; Gong, P.; Thorrold, B.W., 2001). E fűz további kedvező tulajdonsága, hogy évente képes hektáronként 20-30 tonna úgynevezett szennyvíz iszapot is lebontani, hasznosítani.

Az energiafűz fajtát elsősorban energetikai célokra nemesítették ki. A növény magas szalicilalkohol és savtartalma 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 nyílván. 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.



16. ábra: Energiahozam község szinten a vizes és leromlott állapotú területeken enrgiafűz ültetvényekkel

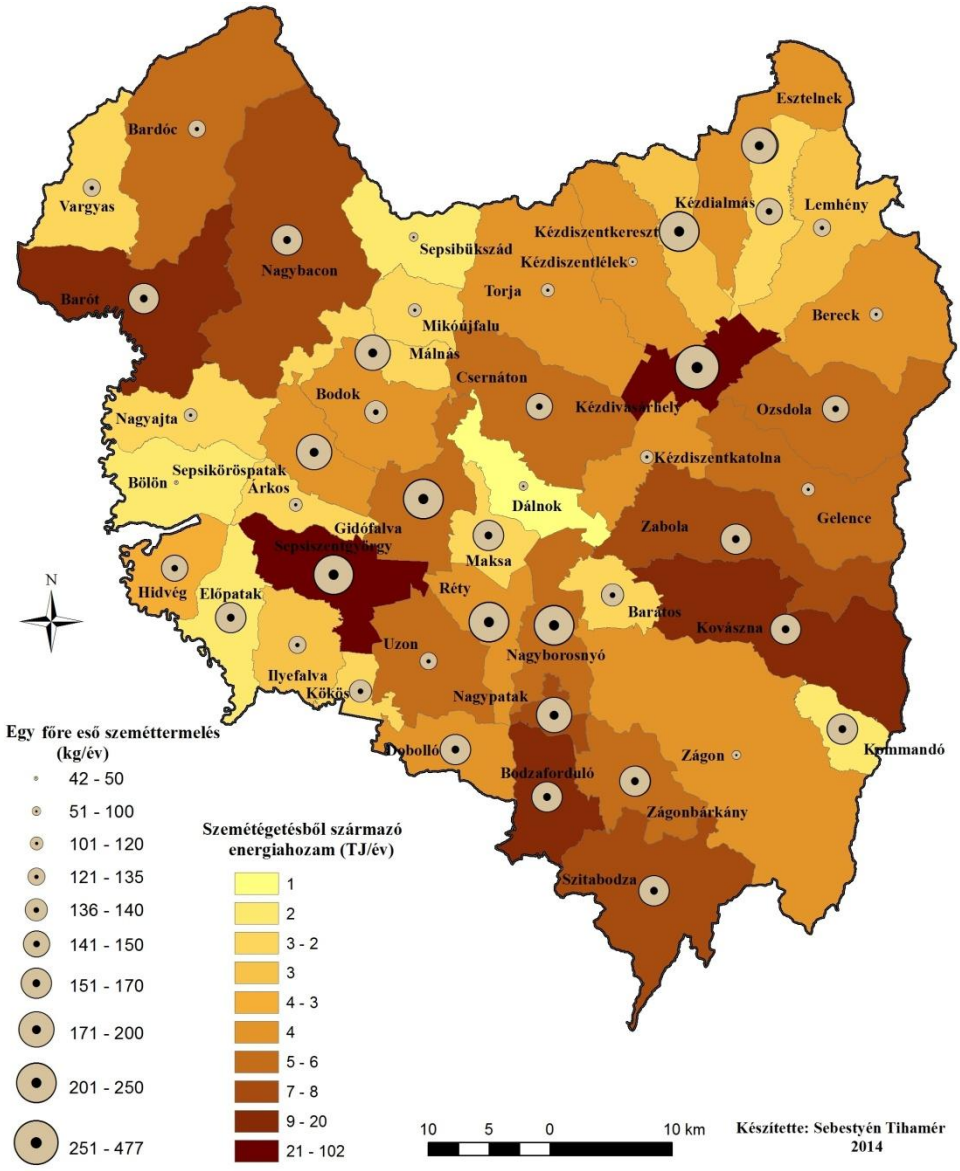
2014-ben a megyében több mint 100 hektár területen van energiafűz telepítve, ebből 45 ha a kézdiszentkereszti Domokos Árpád tulajdonában található. Annak érdekében, hogy elkerüljük azt a hibát, miszerint az élelmiszertermelésre alkalmas területen is energiafűz-ültetvényt tervezzünk telepíteni, csak a megyében található 919 hektár leromlott állapotú, megművelésre már nem alkalmas területre számítunk lehetséges potenciált. Ehhez még hozzátehetjük 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, elszikesedet, elsavasodott, vizes, árvíz által sújtott területek állapotát. E területek le lettek határolva, de a tényleges beavatkozás mindmáig elmaradt. Ezekre a területekre számolt helyi energiafűz termeléssel a 16. ábra szerinti

eredményeket kapjuk. A legnagyobb energiahozam ebben a tekintetben Baróton várható, ahol kiterjedt leromlott területek találhatóak (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 bár a vizes, vagy leromlott területben legutolsó a megyében, mégis a legnagyobb energiafűz ültetvény ehhez a községhez tartozó szántókon található. Ez az egyik legideillőbb példa arra, hogy a gazdasági élet működése hogyan írja felül a környezeti adottságokat.

3.5 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 közt a jelenlegi hulladékgazdálkodás működik. Mivel a szelektív gyűjtés és újrahasznosítás még nem kitaposott ösvény, a jelenlegi helyzetet vizsgálhatjuk úgy is, mint óriási lehetőséget energetika szempontjából. Előre predesztinált trendként írható le, hogy hosszú távon a települési hulladékok mennyisége tovább fog növekedni az életszintvonallal arányosan. Evidens mindenki számára, hogy a szemétgazdálkodás nem fenntartható akkor, ha azt csak tároljuk, ezért indokolt lenne, ha energiatermelés céljára hasznosítanánk fel. Ebben az értelmezésben a termelődő szemétmennyiséget „megújuló energiaforrásnak” tekinthetjük (Gergely, 1997). A hulladékgyűjtés kiépítése Kovászna megyében pár éve indult el, jelenleg egy központi hulladékkezelő üzemet terveznek, a régiek megsemmisítése viszont egyre nagyobb fejtörést okoz. A Kovászna megyei integrált hulladékgazdálkodási rendszer telephely kiépítése 2011-ben lett elfogadva, 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 szemétégető erőmű. A hulladék fűtőértéke, ha nem válogatják szét, 8-10 MJ/kg. Felhasználási módja szerint kétféleképpen hasznosítják: tüzelés útján gőzerőműben, illetve gáztermelés útján (inkább szerveshulladékban dús szemét esetében). A villamosenergia termelés előbb említett módjának hatékonysága 22-28% (Fazekas, 2006).



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

Az itt elvégzett vizsgálatokat az ÖKO Sepsi 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 végeztük. Az ÖKO Sepsi Társuláshoz tartozik 38 adminisztratív egység a megyéből, Esztelnek és Csernáton a kézdivásárhelyi Gosp Com által tartja fenn a hulladékgazdálkodást, Bodzaforduló, Szitabodza és Zágonbárkány egy Brassó megyei községgel karöltve szintén külön működnek. 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 ez idő

alatt pedig összesen 157 938 lakost tartottak nyílván). Tehát a hulladékgyűjtés és elszállítás 2011-ben a lakosság 69%-ra terjedt ki, míg 2013-ban már csak 65%-ára. Mivel az adatbázisban pontosan megtalálható, hogy egy adott községben hány személy veszi igénybe a szemétszállítást, ki lehet számítani az úgynevezett lakosság hulladékgazdálkodási magatartását. Ebből kiindulva, az adott települések teljes lakosságára ki lehet vetíteni a szeméttermelés mennyiségét, arra alapozva, hogy egy vizsgált község lakosai között nincs nagy eltérés a szeméttermelő magatartásban. A pontos adatgyűjtésnek köszönhetően kiszámolható, hogy egy évben az átlagos szeméttermelés 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 Bölön volt. Itt ugyanis az egy személy után összegyűjtött szemét csupán 42,28 kg. A legkevesebb és a legtöbb szemetet produkáló község között a különbség 197 kg. Továbbá 2013-ban a legnagyobb arányban a Dálnok községből származó szemét volt szelektíven felhasználva, az összhulladék mennyiségnek a 12,79%-a, ezt követi Sepsiszentgyörgy 10%-os szelektív szemétgyűjtéssel. Eközben Előpatakon volt a legkisebb arányú a szelektív szemétgyűjtés, 0,29%- értékkel (lásd 17. ábra).

Mivel a községekben átlagosan a lakosság 65%-a kapcsolódik be a szemétgyűjtésbe és elszállításba, a folyamatosan termelődő szemét 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 energia-potenciál tehát a község rendelkezésére áll. Ezt a 35%-os nagyságú úgynevezett lappangó „energiatermelést” is figyelembe kell venni. Ennek a szemétmennyiségnek a háztartások kibocsájtása után, kilétét és környezetre gyakorolt hatását tárgyalni nem hivatott a jelen kutatás, viszont érezhető súlyosságának mértéke.

3.6 Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek

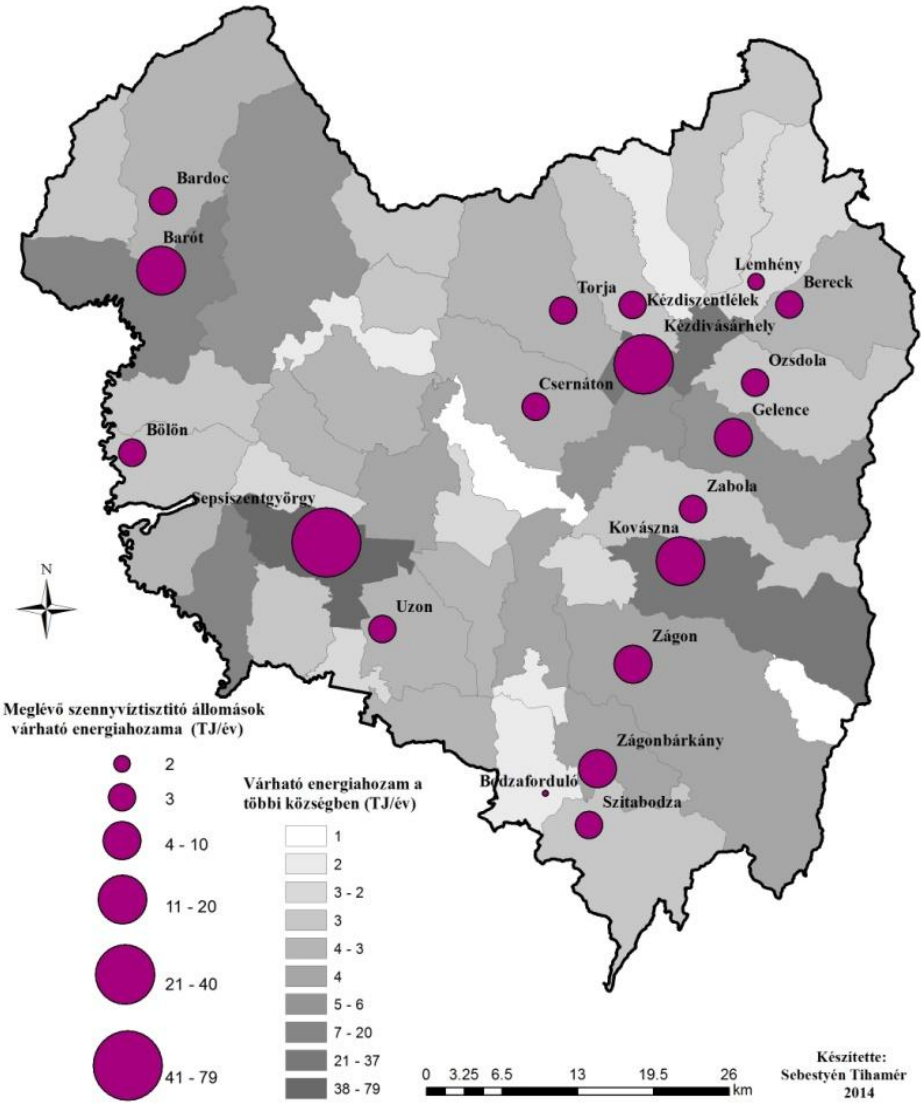
A települési szennyvíziszap mezőgazdasági felhasználását sokan egyértelműnek veszik, de mint tápanyagbevitel a talajba nem egyhangúan elfogadott a környezetgazdálkodásban jártasok közt. Ezt a műveletet korlátozzák a környezetvédelmi előírások is, hiszen gondoljunk csak a mérgező komponensek talajba jutására (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 bizonyul, 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 megfeledkeznek róla.

Átlagosan elfogadható, hogy a lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező 1 m^3 szennyvízből kb. 12-20 l iszap keletkezik (Szabó, 2011), más megfogalmazásban éves átlagban lakosonként 1 m^3 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 és agrármérnöki szakemberei 16 MJ/kg fűtőértéket adnak meg a rothasztás előtti iszapnak, 13,4 MJ/kg-os értéket jelöl meg hasznosítható energiatartalomnak (Takács, 2013).

2014-ben Kovászna megyének összesen 14 községében van kiépítve vagy éppen kiépítés alatt a csatornázása és szennyvíztisztító állomása. Emellett korábban már ki volt építve a megye 5 városi településének a szennyvízhálózata. Kovászna megye Tanácsa 2010-ben 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 (18. ábra).

Infrastruktúra hiány miatt lépéshátrányról beszélünk az ábrán nem szereplő községek esetében, ugyanis ha nincs szennyvíztisztító üzem, nincs ebből származó potenciál sem. Ha a helyi lakosságra tekintünk ismét előbukkan a lappangó energiahozam esete. Figyelembe véve a megyében már működő szennyvíztisztítók hozamadatait, és hogy az adott állomásra hány lakos oszlik, előrevetíthető ez a lehetséges energiatermelési lehetőség.



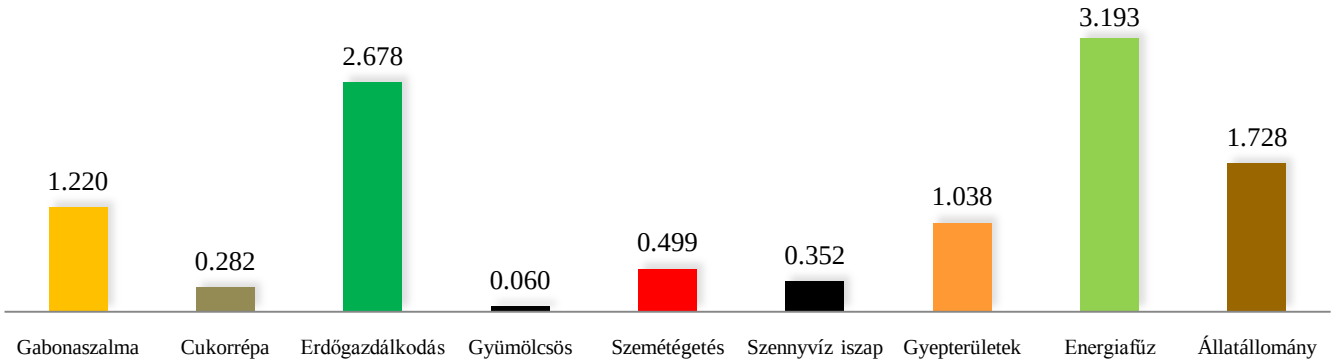
18. ábra: Szennyvíztisztítóknál keletkező energiahozamok Kovászna megyében, Forrás: Masterplan 2010, saját készítés

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

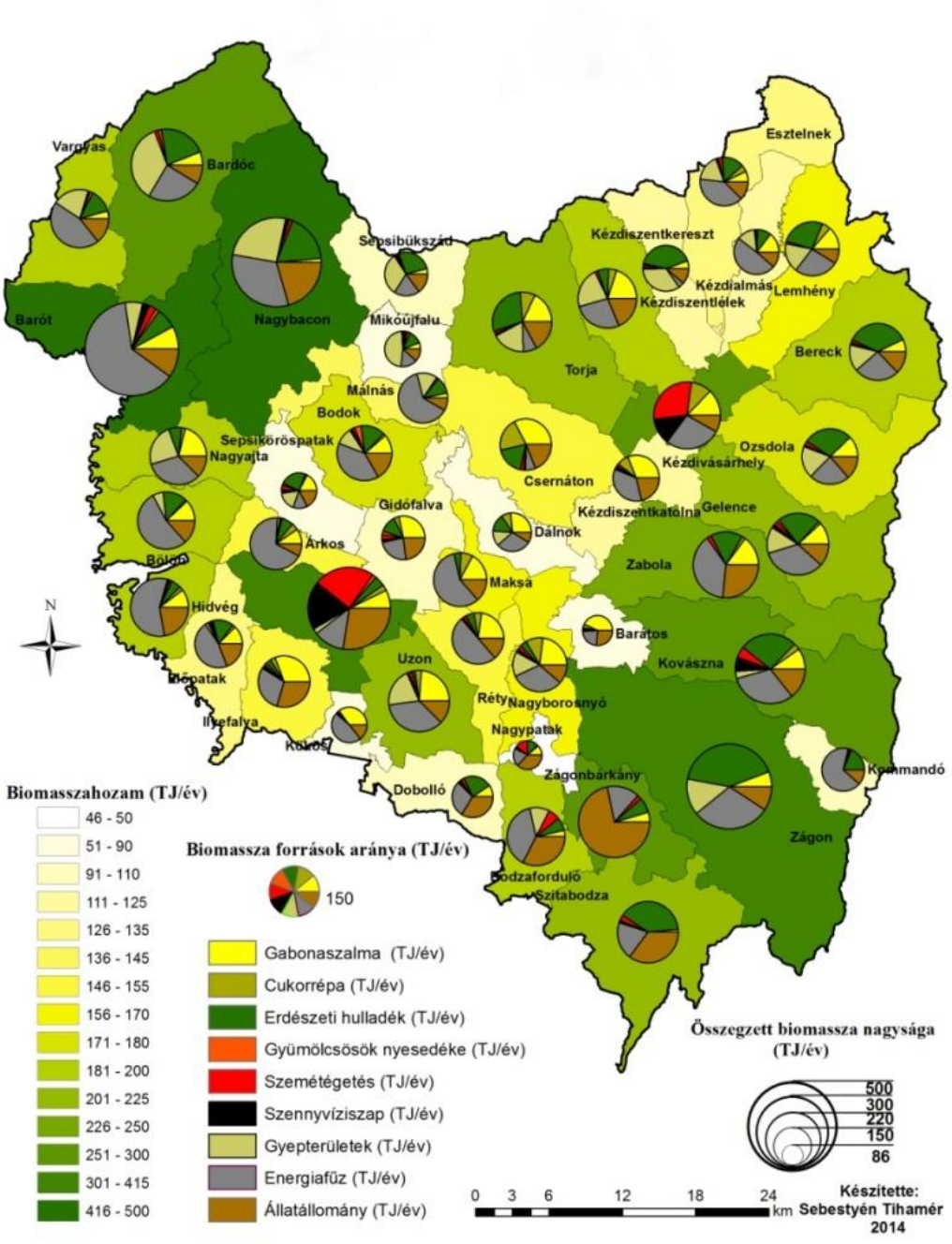
Románia az Európai Unióhoz való csatlakozása során elfogadta azt a célkitűzést, hogy 2015-re a kommunális szennyvizeknek 60%-át összegyűjti és tisztítani fogja. A vidéki települések Kovászna megyében is úgymond ivóvíz- és szennyvíztisztító rendszer kiépítésének lázában voltak az elmúlt 3-4 évben. Feltételezve 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.

4. Potenciálösszesítés

A fenti számítások eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy Kovászna megye területének becsült biomassza-potenciálja eléri a **11.08 PJ/év** energia mennyiséget. Ebből a hő- és villamos energiatermelésre használható energiamennyiség **9-9,5 PJ/év**. Itt ugyanis kell számolni egy bizonyos energiaveszteséggel, ami az energiatermelő berendezések működése, az energiaszállítás (hőveszteség) alatt lép fel (19. ábra). A számítások figyelembe vették az összes olyan lehetséges forrást, amely szóba jöhet a biomassza-potenciál esetében. Ugyanakkor a számítások főként olyan forrásokat kutattak, amelyek melléktermékeket, 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 jelenleg az állattartáshoz betakarításra kerül, de gyakran a tavaszi vagy őszi tarlóégetés áldozata lesz az ottmaradt növényzet. A nagyobb állatállománnyal rendelkező farmokon koncentrálódó trágya a mai napig csak szántóföldek termőképesség-javító szerepét látja el, energiatermelő lehetőségről ritkán beszélnek a településeken. A vizsgálatban szerepel összesen 3890 hektáron hipotetikusan termő energiafűz 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 energiaértékeket 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, a településen összegyűlő szemét, gyümölcsösök nyesedéke, vagy a gyepterületek másodlagos terméseit direkt égetéses technológiával falu fűtőművekben lehet felhasználni. Gyakori példák 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 hígtrágya 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.



19. ábra: Biomassza energiahozam a vizsgált területeken (PJ/év)
Forrás: saját számítás



20. ábra: Integrált biomassza energihozam vizsgálat Kovászna megyében

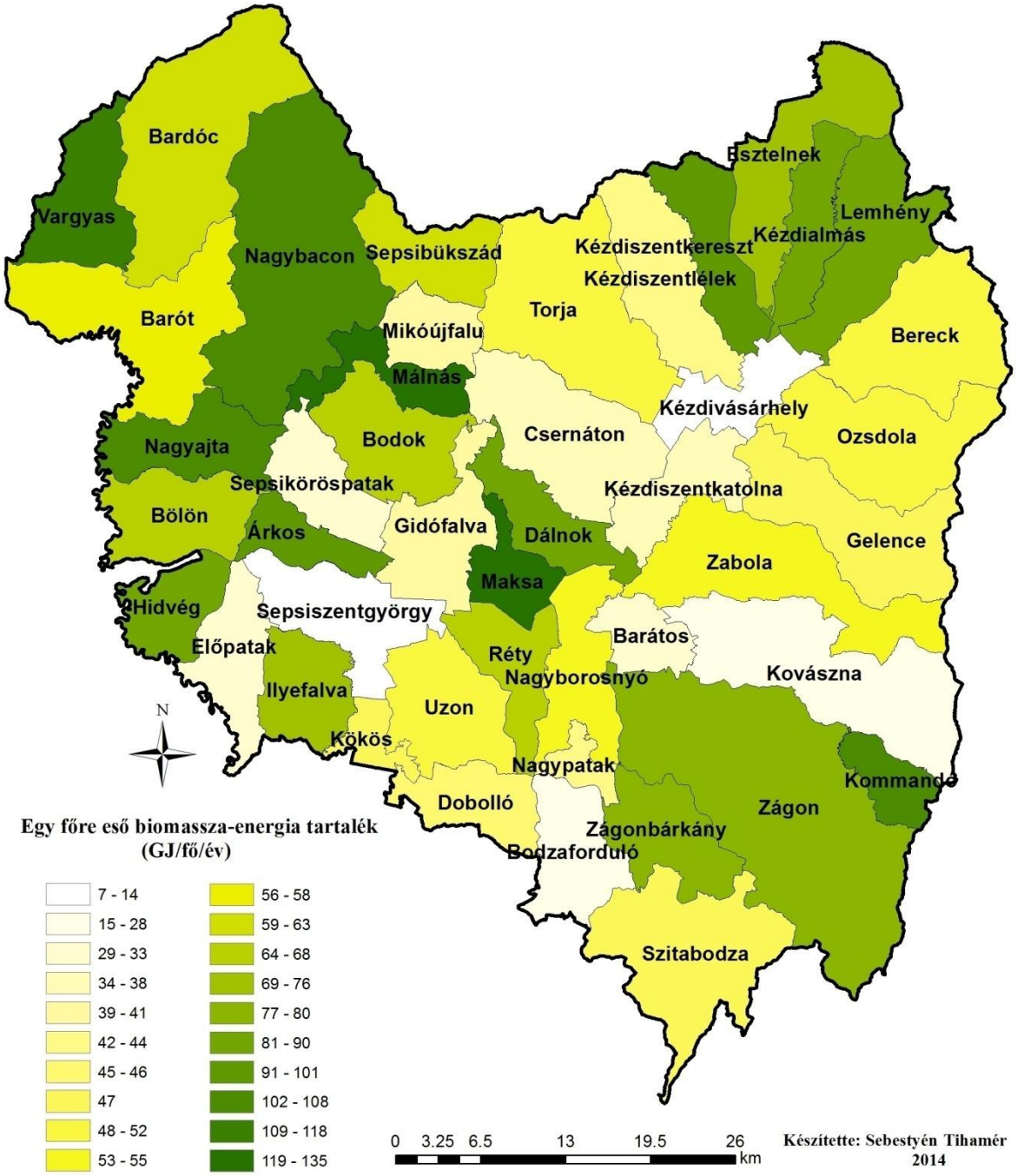
A 20. ábrán a megye 5 városának és 40 községének a biomassza tartalékait hasonlíthatjuk össze. A legnagyobb biomassza tartalékkal rendelkezők: Barót, Nagybacon, Zágon, Sepsiszentgyörgy, Bardóc, itt ugyanis nagykiterjedésű erdők, gyepterületek találhatóak. Kivételt képez Sepsiszentgyörgy, amely a magas biomassza tartalékát, főként a városban termelődő szemétmennyiségnek 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 Maksán, ahol mindössze 1206 lakos él. A számítások alapján főként az erdővidéki községekben magas az egy főre eső biomassza tartalék, elsősorban az erdőknek köszönhetően. A középmezőnyben vegyesen fordulnak elő a községekben a földművelés-állattenyésztés hozamai és az erődterületek biomassza tartalékai (21. ábra).

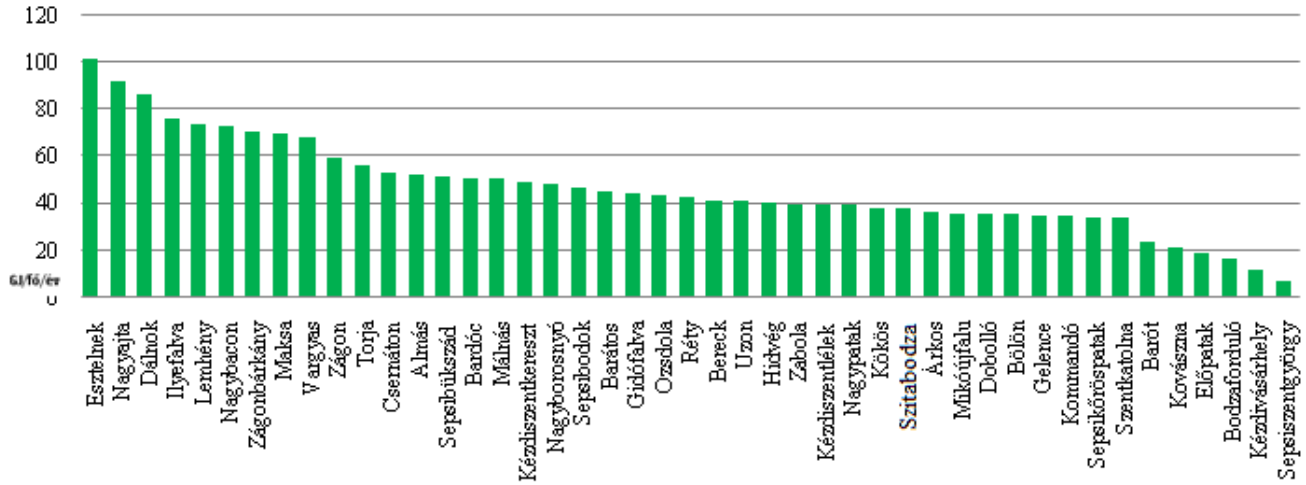
Továbbá abból a szempontból vizsgáljuk a településeket, hogy hogyan változik az egy főre eső biomassza-potenciál ha eltekintünk az energiafűz lehetséges ültetvényeitől. A 22. ábra világít rá a lehető legjobban, hogy mekkora is az egy főre eső biomassza tartalék a községek/városok területén, ugyanis csak a jelenlegi körülményeket mutatja be. Az energianövény ültetés már a jelenlegi helyzetből való továbblépést jelenti.

Végezetül nézzük meg a 22. ábrán az egy főre eső energiafogyasztást és biomassza potenciális energia mennyiségeinek összevetését (2000-2012 közötti időszakra). Egy átlagos romániai lakos 72,52 GJ energiát fogyasztott évente (INS, 2012). Ha ezt az értéket a vizsgálatunk során figyelembe vett községek és városok lakosságával növeljük, megkapjuk a település teljes energiafogyasztását. A 23. ábra pedig arra mutat rá, hogy a helyi lakosság teljes energiaszükségletének hágy százalékát tudnák fedezni kimondottan a helyi biomassza forrásokból. A városok természetesen nagyobb energiaigénnyel bírnak, mint amennyit elő lehet állítani az ottani biomasszákból. A zöld szín fokozatos erősödése azt mutatja, hogy az adott községekben hány fő energiaigényét lehetne fedezni helyi biomassza energiákból, azonkívül, hogy a már ott élők igényét fedezte. Amennyiben szilárd biomasszából (tüzelés útján) származó energiaellátást tervezünk, figyelembe kell venni azt, hogy az energiát átalakító technológia milyen hatásfokkal működik. Az európai irányelvek egy kombinált fűtőüzem esetén 25% villamosenergia és 75%-os hőenergia hozammal számolnak. A biomasszával üzemelő háztartási kazánok és tűzhelyek energiaátalakítási hatásfoka 10% és 95% között mozog. A vegyes hasznosítású (villamos- és hőenergiát egyaránt termelő) központok 80-90%-os hatékonysággal működnek. A távfűtőművek bár hasonlóan hatékonyan

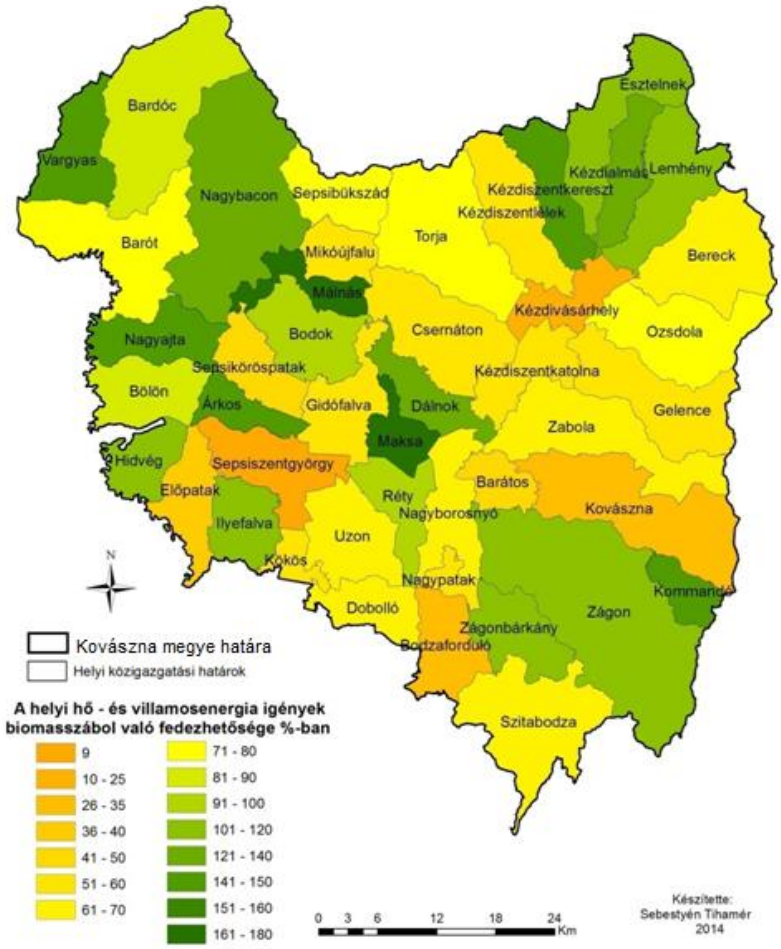
működnek, a szétosztó hálózat nagymértékű energiaveszteséggel működik, ha nincs modern technológiájú szigeteléssel ellátva. A nagyméretű erőművek és az itt keletkező energiát hasznosító hulladékégető művek csak 10-35 %-os hatásfokkal működnek. Nemhiába tehát, ha az EU-s direktívák fokozott hangsúlyt fektetnek az energiahatékonyságra (EB Jelentése 2010/11, 2010).



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



22. ábra: Egy főre eső biomassza tartalék Kovászna megyében, energianövények nélkül (GJ/fő/év), saját számítás



23. ábra: A helyi energiaigények biomassza forrásokból fedezhető aránya %-ban, saját számítások

5. Biomassza-alapú fejlesztések Kovászna megyében

A potenciál összegzés több szempontú vizsgálatát áttekintve láthatjuk, hogy a megye nagyméretű biomassza nyersanyagokkal rendelkezik, amely olyan helyi adottságokat teremtett, ami alapja lehet egy modern energiagazdálkodás kialakításának. Az új generációs energiagazdálkodás elsősorban integratív jellegű, ugyanis bevonja az erdőgazdálkodás fahulladékát, a nem megművelt mezőgazdasági területeket, a hulladékgazdálkodás működtetését stb. A fakitermelés korábbi szokásával szakítani kíván az a koncepció, miszerint a vágástéri hulladékot, fűrésztelepi hulladékot beőrlést követően magas hatékonysággal működő hőközpontokba használja fel. A mezőgazdaságban technológiai újítással új növénykultúrát honosítva meg, energianövényt termelnek a gazdálkodók, akiknek személyes hozzáállása is pozitív irányba fejlődik az évek során. A hulladékgazdálkodó és település-fenntartó vállalatok az eddigi összegyűjtött hulladékokat nem tehernek számító anyagként kezelik, hanem erőforrásként egy adott hőközpont számára. Az itt felsoroltakra a következőkben konkrét példákkal szolgálunk.

A fahulladékok felhasználására a bodzafordulói hőközpont már az előzőkben említésre került, viszont további két olyan eklatáns példát is tud Háromszék felmutatni, amely a gyakorlati életben is mindenki számára tapasztalható. A megye székhelyén működő köztisztasági vállalat a Tega Kft. egy 200 kW-os biomassza kazánt helyezett üzembe és az általa összegyűjtött fahulladékával fűti a vállalata irodaházát és a nagyobbik műhelycsarnokát. A nyersanyagot sepesiszentgyörgyi zöldövezetek karbantartásából és más hulladékból gyűjti össze, majd a vállalat udvarán aprítja fel és égeti el. A kazán, amivel fűtenek, Sepesiszentgyörgyön készült, ott született szakember tervezte és építette meg, Bartha Sándor gépészmérnök, az ErPék Kft. vezetője. Ez a beruházás 40 ezer euró értékű volt, amit a Környezetvédelmi Minisztérium finanszírozott 2008-ban. A Tega már a szükségletén felüli fahulladékot gyűjti össze, így rendszeresen ad el faaprítékot. A következő fahulladék hasznosítására felhozható példa a gidófalvi határban működő Dália Kft., Háromszék legnagyobb virágkertészete. Itt összesen három 750 kW-os kazánnal fűtenek 8000 m^2 virágházat. A befektetés 800 ezer eurós SAPARD-program segítségével valósult meg. Itt a kazánok fűrészkorpával működnek, amit a közeli fűrésztelepek hulladéka biztosít.
Kézdiszentkereszt határában Domokos Árpád földművelő, vállalkozó 2014-re már közel 50 hektáros energiafűz ültetvényt hozott létre (telepítési költség 2300-2500 euró/ha). 2010-ben

első lépésként 4,5 ha ültetvényt hozott létre, amit 2013-ban a John Deer Romania silózókombájnokkal takarított be. Számos országból érkeztek a betakarítással egybekötött rendezvényekre. A betakarított energiafűznek felhasználói a pellet készítő cégek, fűtőközpontok, de egyre több magánszemély is a magánlakásait pellet tűzelésű kazánnal látja el.

Az erdőgazdálkodás, a faipari cégek, a köztisztasági vállalatok, mezőgazdászok, kazán- és pellet készítő cégek együttműködésével 2009-ben létre jött a Kovászna megyei Green Energy Biomassza Egyesületet. A biomassza klaszter összefogja a termelőket és a biomssza hasznosítókat annak érdekében, hogy finanszírozási forrásokat találjon a fejlesztésekre, és ennek érdekében információs kampányokat szervez. A 38 taggal indult klaszter első lépése volt a helyi, megyei érdekeket összefogni, ezután országos hálózatot épített ki (cégek, kutatási intézmények, egyetemek, közigazgatási hatóságok, katalizátorszerepet betöltő entitások, stb.).

Vajda Lajos a klaszter elnökével készített interjú során elmondta: „Egyre több a biomassza-klaszter tagjai között a gyakorlatban megvalósított üzleti együttműködés; ezek a találkozók, konferenciák arra jók, hogy mindenki tanuljon a másiktól, és az eredményeket fel tudja használni.”

6. Javaslatok

A megújuló energiaforrások közül az egyik legellentmondásosabb terület a biomassza. Napjainkban, 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 hátterében, érezhető, hogy mindig akkor keletkeznek feszültségek, amikor a túl nagy haszon érdekében irreális terveket próbálnak megvalósítani környezetbarát energiatermelés címén.

Ahogy korábban említésre került, a biomassza 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, és csak akkor tervezzünk direkt célú

energianövény termesztést, ha ezt meghaladó mennyiségre van szükség. Kovászna megyében nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az utóbbi években folyamatosan épült és épül a hulladékgyűjtés szervezett formája, valamint a szennyvízhálózatok település szintű kiépítése.

Biomasszára alapozott erőműtervezéskor a beépített kapacitást, a mindenkori hőigényre méretezzék, amely kapcsoltan villamosenergiát 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 nagyrészét nem a nagy hő- vagy villamosenergia 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 biomassza erőművek tervezésének egyik legkritikusabb pontja a méretezéssel van összefüggésben, valamint az alapanyag-beszállítási távolságok meghatározásával. 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 érezteti 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.

II. Kovászna megye szélenergia-potenciálja és vidékfejlesztési lehetőségei

1. Szélmezők modellezése. WindSim program

A WindSim egy norvég-amerikai fejlesztésű programcsomag, melyet szélparkok tervezésének céljából fejlesztettek ki. A szélmezők fizikai modellezése a folyadékdinamika egyenletrendszereinek numerikus megoldásával történik, a levegő viselkedését folyadékként tekintve. Ez a módszer egyre elterjedtebb a légköri mozgások modellezésénél, mivelhogy jó megközelítéssel képes leírni a változatos felszíni széláramlást módosító hatását, ami a Windsim esetében is igazolt (Wallbank, 2008).

A dolgozatban a WindSim Evaluation 6.0 ingyenes változatát használtuk, melynek nincsenek időbeni, illetve funkcióbeli korlátozásai, viszont térben maximum 5000 pixelszámot, illetve csak 10 függőleges szintet enged. A modell futtatása 6 lépésből áll. Bemenő adatként szükségünk van a kiválasztott térség domborzatmodelljére, és a térség minimum egy pontján mért szélirány és szélsebesség adataira. Ugyanakkor szükségünk van a modellbe épített turbina pár műszaki információjára, mint névleges teljesítmény, rotor magassága, teljesítménygörbe is.

Első lépésben a domborzat programba való beolvasása egy elsődleges átalakítási folyamatot igényel. A dolgozatban használt SRTM domborzatot a Global Mapper nevű térképkezelő software segítségével UTM koordinátarendszerbe helyezzük és miután lehatároljuk a kívánt területet exportáljuk a fájlt .xyz formátumban. Ezt már be lehet tölteni a WindSim-be, amely ezt átalakítja a saját kiterjesztésébe.

A második lépés a széladatok eloszlásának egységes formátumba helyezését jelenti, ez egy .tab kiterjesztésű fájl, amelybe bekerül a mérési pont neve, földrajzi szélessége és hosszúsága UTM koordinátarendszerbe, magassága, valamint a mérési időszak. A vizsgálatban az általunk végzett 1 éves mérési sorozat alapján nyolc szélirány-szektort határoltunk le (É, ÉK, K, DK, D, DNY, NY, ÉNY), és megadtuk az egyes szektorok relatív gyakoriságát, valamint minden szektor esetében a szélsebesség eloszlását a sebesség intervallumokban, ezrelékben kifejezve.

Harmadik lépésként ismét egy WindSim által megadott minta alapján elkészítjük a szélturbinák és a klimatológia táblázatát, amelyeket elhelyezünk a domborzati térképen.

A következő lépésben a megadott adatok alapján különböző magasságokban térképek

formájában elő tudjuk kérni az alábbi paramétereket:

1. Skaláris szélsebességet észak-dél irányban
2. Skaláris szélsebességet kelet-nyugat irányban
3. Skaláris szélsebességet vertikális irányban
4. Skaláris szélsebességet horizontális síkon
5. Skaláris szélsebességet 3 dimenziós térben
6. Vektoriális szélsebességet horizontális síkon
7. Vektoriális szélsebességet 3 Dimenziós térben
8. Szélirányt horizontális síkon fokokban
9. Szélirányt horizontális síkra vonatkozóan a bejövő szélirányokra fokokban
10. Turbulens kinetikus energiát
11. Turbulencia intenzitást
12. Turbulencia szóródási arányt
13. Szélnyomást
14. Beáramlási szöget
15. Szélnyírás kitevőt

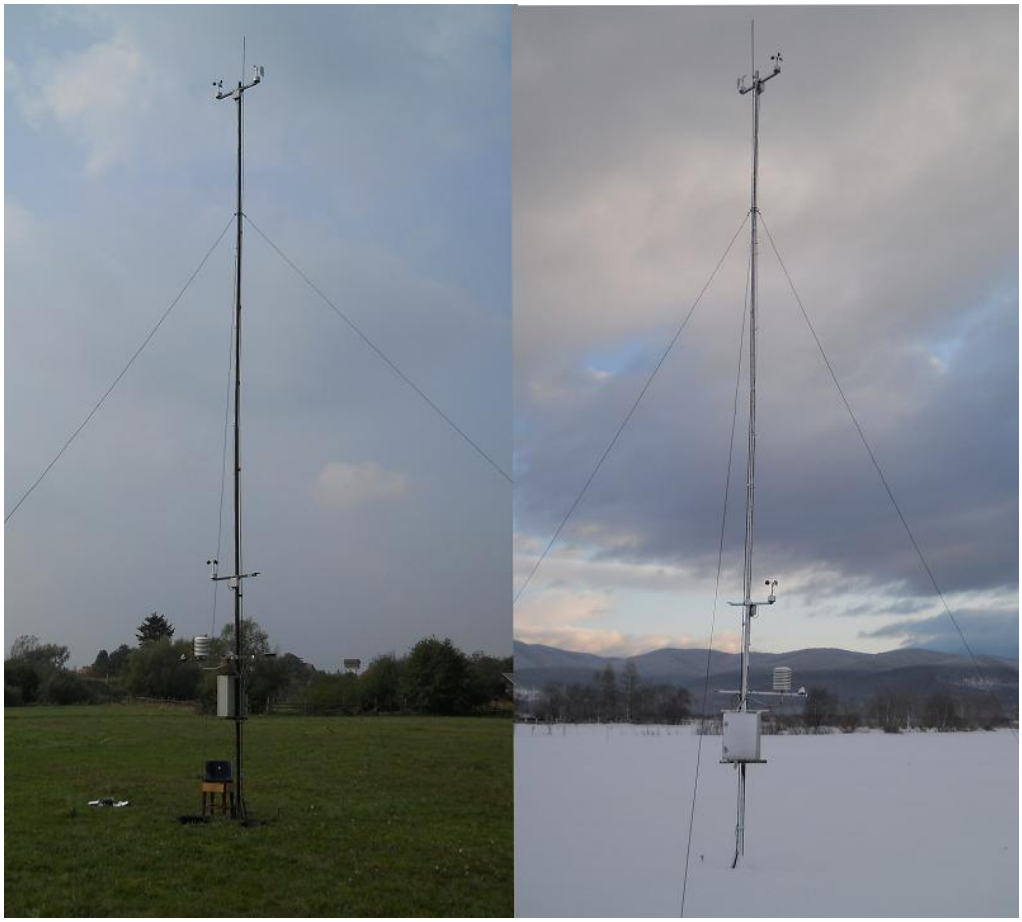
Az utolsó előtti lépésben az előző számítások alapján generálhatjuk a térség szélpotenciál térképét különböző magasságokban. A legutolsó művelet során a szélturbinák elhelyezkedése alapján meg tudjuk határozni az adott helyre elhelyezett, ismert paraméterű turbina éves termelését (Bálint et al., 2010.).

A vizsgálat során két típusú szélturbina energiahozamát vizsgáltuk, annak érdekében, hogy a helyi viszonyok szélmezői minél több szempontú vizsgálaton menjenek keresztül. A 2MW-os nagyteljesítményű (90-100 méteres toronnyal rendelkező) turbina termelésének pontjait határoztuk meg elsőnek, majd ugyanezekre a pontokra modelleztünk egy kisebb teljesítményű, 400kW-os turbinát is. A turbina lokalizálása a legoptimálisabb terepi viszonyok figyelembe vételével történt, nem hagyva figyelmen kívül a hálózatra kapcsolás lehetőségének meglétét sem. A továbbiakban fény derül arra, hogy miért is került a választás a modellezésben a kijelölt pontokra.

2. Adatok gyűjtése

A felhasznált meteorológiai adatokat a Cholnoky Jenő Földrajzi Társaság jóvoltából mérhettük egy automata meteorológiai állomás segítségével. A hivatalosan kalibrált szenzorokat tartó állomás Kovászna megyében, a Háromszéki-medence északkeleti szögletében került felállításra, Lemhény község belterületén. Az állomás tengerszint feletti magassága 575 méteren van. A mérések helyszínének kiválasztását különböző szempontok figyelembevétele előzte meg, ezek a következők voltak: a mérésekből zárjuk ki a felszíni tárgyak befolyásoló hatását, az állomás folyamatos energiaellátásának lehetővé tétele, az állomás biztonságos elhelyezése és biztonságának védelme, folyamatos felügyelés lehetővé tétele.

Az állomás 100 méteres körzetében nem található természeti vagy épített felszíni tárgy (lásd. 24. ábra). A terep felszíne gyepborítású, melyen egyenletes, természetes kaszálás történt az év során két alkalommal.



24. ábra: Lemhényben felállított meteorológiai állomás nyáron és télen, saját készítés

A méréseket már 2011-ben elkezdtük, kezdetben egy 9 hónapos futamidejű adatrögzítést végeztünk el. Majd a jelenlegi vizsgálatokat egy teljes éves adatgyűjtésből végezzük el, amit 2013 január 4.-től 2014 január 4.-ig rögzítettünk. A meteorológiai paraméterek közül két magassági pontban történik a szélsebesség mérés: földfelszíntől számolva 3 méter magasságában, valamint 10 méter magasságában. A szélsebesség méréséhez természetesen hozzájárul egy szélirányмérés is, amely szintén 10 méter magasságban történt. További adatokat rögzít a levegő páratartalom mérője, valamint a hőmérsékletmérő is. Ugyanakkor egy piranométer rögzíti a globálsugárzást 2 méteren. Digitális kijelzőn keresztül a meteorológiai paraméterek a helyszínen azonnal és folyamatosan követhetőek. A mérések rögzítése a hagyományos meteorológiai állomások adatrögzítésétől eltérően igen sűrűn történik. Minden 4 percben a fent említett szenzorok mérése rögzül. Célunk az, hogy az így kapott adatok a sűrű adatfelvétellel alapot biztosítsanak egy precíz, és minél több meteorológiai paramétert figyelembe vevő potenciálbecslésnek. Továbbá a későbbiekben részletesebben tárgyalt szélenergia-potenciál modellezés ellenőrzésére is alkalmas a nagyméretű adatsor, mely rendelkezésünkre áll.

A méréseket egy adatgyűjtő segítségével rögzítettük, az adatokat 19 naponként kellett egy adattárolóra letölteni, amelyből majd összeáll az adatsor. A mérések célja volt az is, hogy saját adatbankot hozzunk létre. Az egy éves mérések olyan információ bázist hoztak létre, amelyek meteorológiai célzatú kutatások alapját is képezhetik az elkövetkezőkben.

A szélenergia-potenciál számításához szükséges szélirány és szélsebesség méréseket a fent leírtak alapján gyűjtöttük. A WindSim modellező program a mérések sűrűségére helyezi a hangsúlyt, mivel a gyakorisági eloszlást kéri mint input paramétert, így az esetek számának bősége biztosítja a potenciálszámítás pontosságát.

3. A modellezés ellenőrzése

A WindSimmel való modellezés ellenőrzése érdekében egy klasszikus módszert alkalmazva kiszámítjuk, hogy az adatgyűjtés helyszínén hogyan alakul a szélsebesség a modell által számított magasságban. Annak érdekében, hogy ellenőrző számításokat tudjunk végezni, elhelyeztünk egy szélsebesség mérő szenzort a felszíntől számított 3 méter magasságban és egyet 10 méter magasságban. A két magasságban mért szélsebesség közti különbség megadja a számunkra szükséges kitevőt, az úgynevezett Hellmann kitevőt, amellyel számolva egy meghatározott magasságban, jelen esetben 100 méteren, kiszámítható az adott szélsebesség. Ezt az 1. képleten láthatjuk (Varga, Németh, Dobi, 2006). A két szinten

mért adatok segítségével minden mérés párra tudunk kitevőt számolni, ezt átlagolva kialakul az adott szél sebességének növekedési kitevője.

A szél függőleges profiljának alakulását a légkör termikus rétegeződése határozza meg. Gyenge szél figyelembe vételével ez a rétegződés kimutatható. Az egy év alatt mért adatok több mint 78 000 esetben rögzítettek szélsebességet. Második lépésben ebből az adatsorból kiválasztásra került a 2 m/s feletti szél mérések és szélirányok.

$$\frac{v}{v_g} = \left(\frac{h}{h_g}\right)^{\alpha} \quad \text{(m/s)}$$

1. képlet: Szélsebesség meghatározása Hellmann kivetővel

ahol:
- h számítási magasság (m)
- hg a mérési magasság (m)
- v a h magasságban várható sebesség (m/s)
- vg gradiens szél sebessége a mérési magasságban (m/s)
- α a terep egyenetlenségétől (érdességétől), a szélsebességtől függő korrekciós tényező

Az 1. képlet segítségével kiszámításra került, hogy 100 m magasan az átlag szélsebesség mekkora értéket ér el. Az eredmény 3,02 m/s. A Windsim 6.1 program, bár eltérő algoritmust használ, és közben bonyolult paramétersorokat vesz figyelembe, ugyanerre a magasságra 2,85 m/s-t ad. Elmondható tehát, hogy a két módszer igen hasonló eredményt ad, a különbség 0,17 m/s ez alátámasztja a modellezett adatok pontosságát.

4. Szélenergia-potenciál meghatározása

4.1. Helyszínek kiválasztása a modellezésre

Kovászna megye szélenergia potenciáljának feltérképezése a fent említett adatgyűjtés eredményeként rendelkezésünkre álló adatokból történik. Kovászna megye terület-adminisztratív egységei domborzati szempontból (25. ábra) nem homogén felszínnel rendelkeznek, a helyi potenciálbecslésben tapasztalt eltéréseket főként ez befolyásolja A vizsgálat célja egyrészt számszerűsíteni Kovászna megye városainak és községeinek szélenergia-potenciálját, valamint megvizsgálni, hogy az eltérő domborzati adottságok

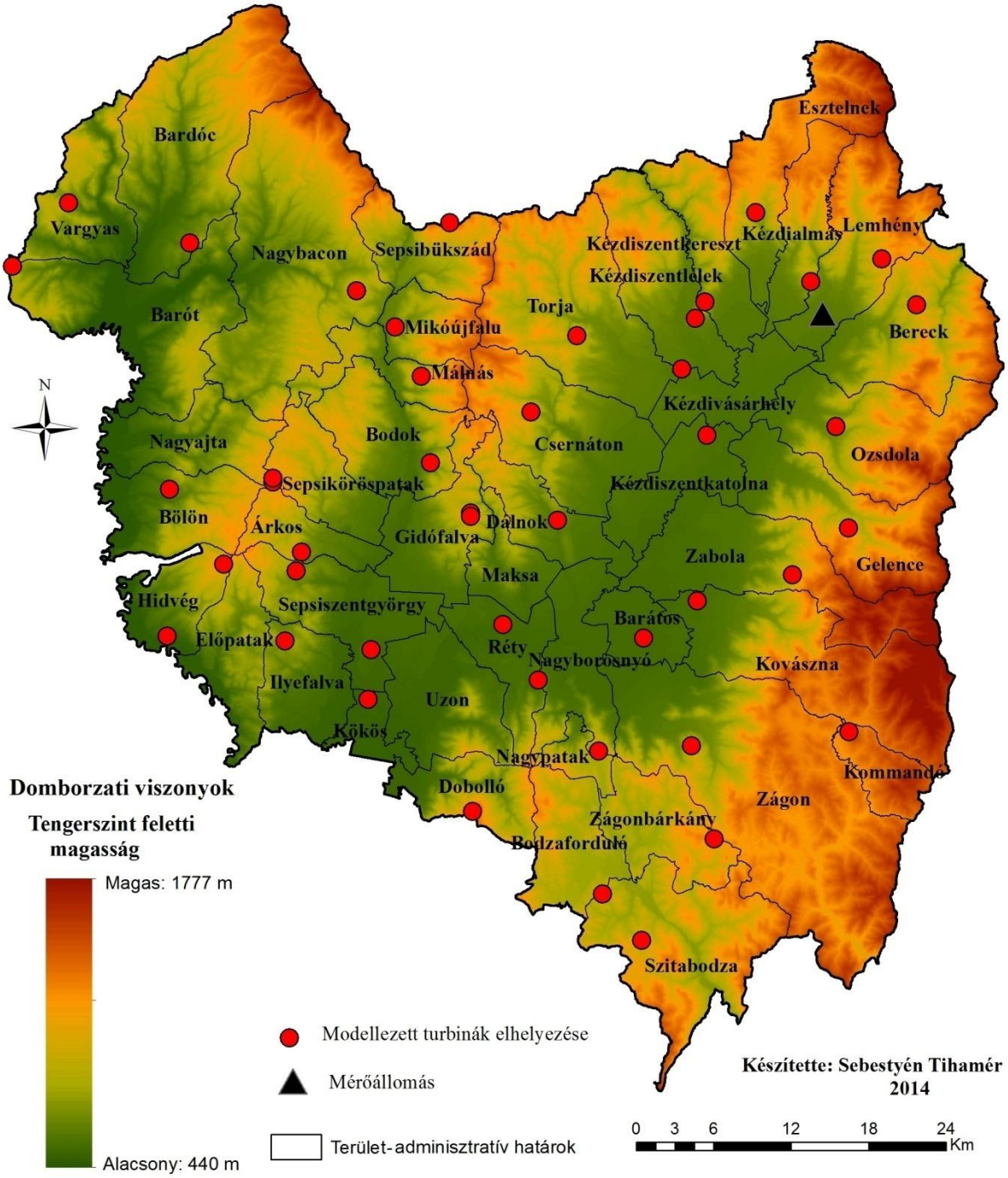
milyen eltéréseket idéznek elő az energiatermelésben, ha minden ponton ugyanolyan teljesítményű turbinákat működtetnénk. Végül melyek azok a települések, ahol a legnagyobb energiatermelésre számíthatunk.

A turbina elhelyezésekor tájvédelmi szempontokat is figyelembe vettünk, erről részleteket később olvashatunk. Tájesztétikai szempontból csak azt említeném meg, hogy nem rosszabb látvány, mint a magasfeszültségű villanyvezetékek látványa, sok esetben igenis büszkeséggel tekintenek az ott lakók a szélkerekekre, hiszen látványuk modern, környezetkímélő életre ösztökéli őket. Zajszennyezés tekintetében megemlítendő, hogy a torony lábától 50 m-re a zaj kibocsájtás már csak 50-60 dB. Ez megfelel a beszélgetésnek vagy az irodai alapzajnak. 300-600 m távolságra talajszinten a legrosszabb esetben 35 dB a zajhatás (Tóth Péter et al., 2011).

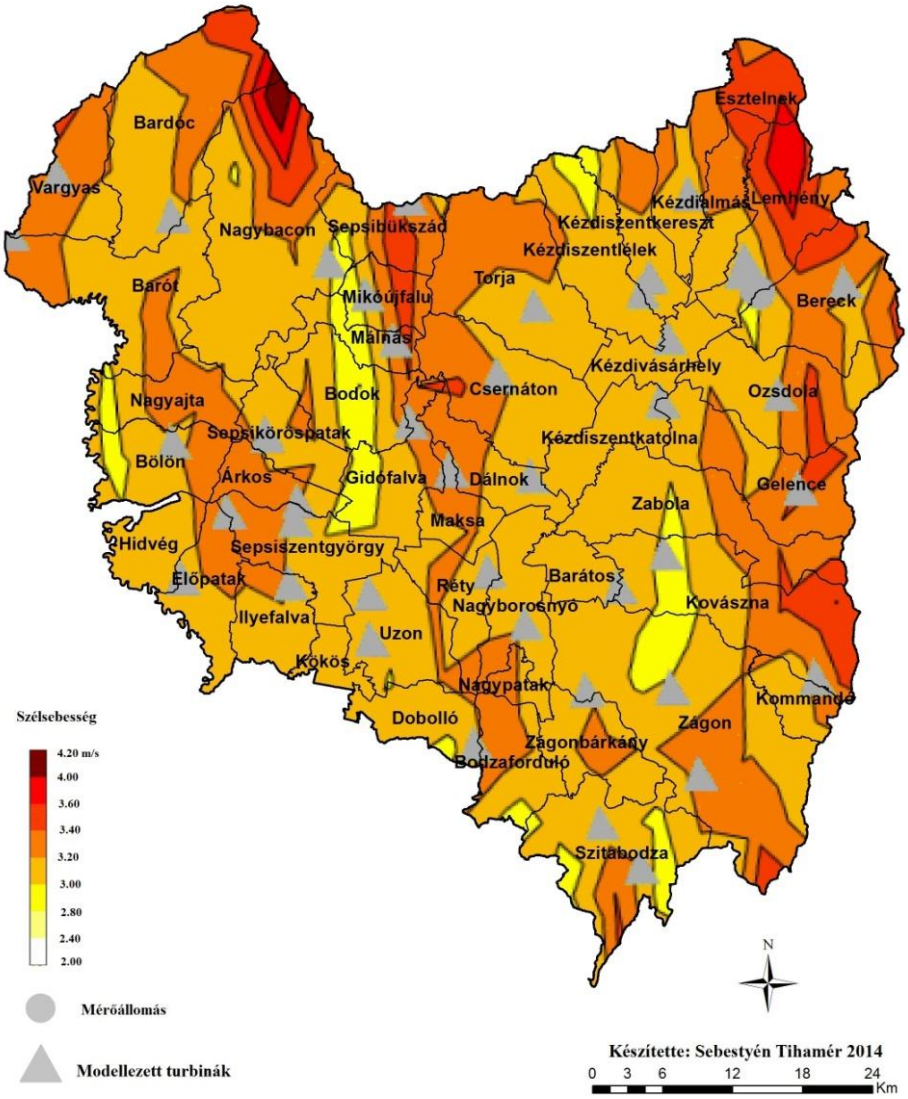
A vizsgálatban összesen 45 esetben határoztuk meg a turbinatelepítésre alkalmas területeket. Miután a meteorológiai állomás adatai szerint megrajzoltuk a széltérképet (26. ábra), a térkép segítségével felismerhetőek azok a térségek, ahol nagyobbak a szélsebességek, így magasabb energiatermelésre számíthatunk. Az elhelyezésnél kiinduló pont volt, hogy olyan helyeken modellezzünk szélturbinát, ahol az energiatermelés relatívan magasabb a szomszédos területekhez képest. Így jutott a választás általában a településekhez közeli dombokra, vagy ahol szélcsatorna jellegű domborzati viszonyok uralkodnak, (pl: az Ojtozi-szoros esetében az átjáró adottságait). A következő fontos szempont az, hogy a szélturbinák olyan helyen legyenek elhelyezve - tekintettel az esetleges megvalósításra -, ahol csökkentett erőfeszítések árán lehet felállítani őket. A már meglévő utakhoz való közelség fontos szempont. A szélturbinák szállítása nagy áteresztő képességű utakat kíván vagy ezek létrehozását szükségelteti. Továbbá ugyancsak figyelembe kell venni azt, hogy egyedi szélerőművek, illetve kis- vagy nagyméretű szélerőmű parkok esetén az alapvető gazdaságossági követelmény, hogy 10 km-es körzetbe legyen közép- vagy magasfeszültségű hálózat, amire a sikeresen felszerelt termelőegység hálózatba való kötése megoldható (Hunár, 2004). Nem elengedhetetlen a közeli, már kiépített hálózathoz való csatlakozás lehetőségét kihasználni, ez ugyanis a befektetési költségeket csökkentheti. A modellezett turbinák kizárólag olyan helyekre voltak meghatározva, ahol kivitelezésük nem járna környezet romboló tevékenységgel. A turbinamodellezés legtöbb esetben pusztákra, kopár felszínekre vagy kaszáló területekre esett. Ritka esetben ma is használt szántó területekre esett a modellezés.

A modellezést egy Vestas V90-es 2 MW-os és egy Vestas WD34 400kW-os névleges teljesítményű kisebb turbinával végeztük, mindkét esetben ugyanazokra a területekre. Ha a

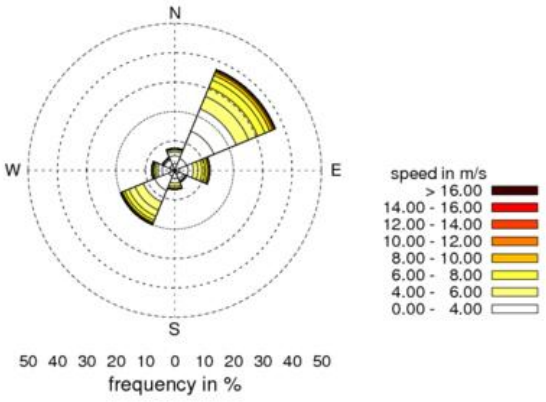
megye zártságát tekintjük optimálisabbnak tekinthető ez a típusú turbina, mert a közepes, és gyenge széljárású területekre tervezték a fent említett turbina típusokat. Szükségesnek láttuk egyben egy nagy teljesítményű, és egy közepes teljesítményű turbina teljesítményének a modellezését is, hiszen így ezek összehasonlítására is ki tudunk térni a vizsgálatban.



25. ábra: A modellezett turbinák földrajzi helyzete Kovászna megyében



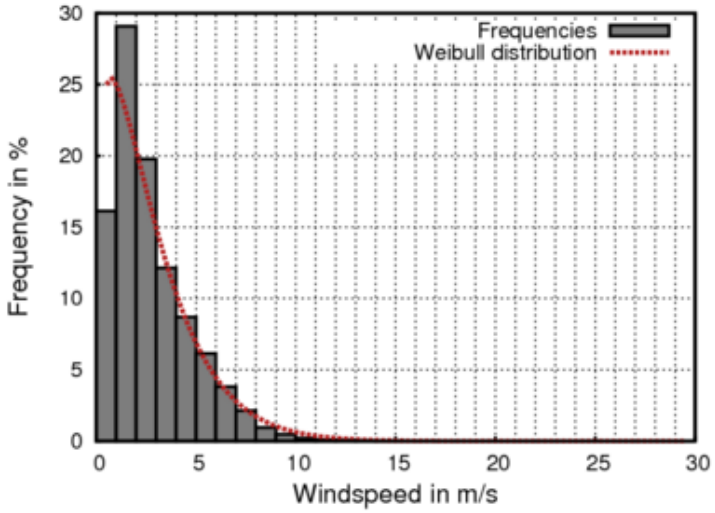
26. ábra: Kovászna megye modellezett széltérképe



27. ábra: Szélrózsa, lemhényi állomás mérései alapján, saját készítés

A 26. ábrán látható széltérkép a megadott nyolc égtájból átlagolt modellezett szélsebesség értékeket tüntetti fel. Amennyiben ezt összevetjük a domborzati térképpel (25. ábra), jól látható, hogy a magasabb térségekben szinte duplájára nő a szélsebesség. A citromsárga részek a szélárnyékolt területeket, völgyeket ábrázolják. A Háromszéki-medence jól láthatóan enyhe széljárású terület, mivel a tengerszint feletti magasságának köszönhetően jóval alacsonyabb a környező perem területektől, amelyek egyben a Kárpáti-hegykoszorút képezik. A nagyfelületen lévő homogén szélsebesség, hasonló jellegű domborzat hatására alakulhat ki. Az egyre vörösebb szín, az egyre magasabb dombokat mutatja, amely a széljárás sebességének növekedését idézte elő (26. ábra). A szürke háromszögek az általunk elhelyezett 2MW-os és 400kW-os névleges teljesítményű Vestas szélturbinákat jelölik.

Háromszéken jellemző az északkeleti széljárás, jellegzetes helyi szél a Nemere, ahogy a helyi lakosság szóhasználatában is él ez. A meteorológiai állomás adatai alapján elkészült a szélsebességek gyakorisági eloszlása is (27. ábra). Legmarkánsabb az északkeleti szél, ami eléri a 30%-os gyakoriságot. Ebből az irányból fújó szél igen kedvezően hasznosítható energiatermelésre, a szélsebesség eléri a 4m/s-os értéket. Ezzel ellentétes irányú a délnyugati szél, ami a második leggyakoribb, a maga 20%-val, további említésre méltó szél keletről érkezik.



28. ábra: Szélsebesség hisztogram a lemhényi meteorológiai állomás alapján, 10 m magasságban. Forrás: saját készítés

A 28. ábra, vagyis a meteorológiai állomás hisztogramja alapján elmondhatjuk, hogy Kovászna megye északkeleti részében 10 méter magasságban a leggyakoribb szelek átlagsebessége 2 m/s. Ennek relatív értéke közel 30%, az egyre erősödő szél gyakorisága

csökken exponenciálisan, a közel 10 m/s-os szél már pár százalékban fordulhat elő. A legerősebb szél sebessége 15 m/s, de ennek a gyakorisága nagyon kicsi. Amennyiben összevetjük a turbina hatékonysági görbéjével (5. melléklet) rájövünk, hogy a teljes kapacitású energiatermelést az erőmű nem mindig tudja elérni, az alacsony szélsebességek miatt. Viszont ne feledkezzünk meg arról, hogy a turbina felszíntől mért magasságával nő a szélsebesség, a továbbiakban még részletesebben kitérünk erre.

4.2. A Vestas turbinák Kovászna megyei energiatermelése

Jelen fejezetben összehasonlítást végzünk, összesen 6 olyan esetet vizsgálunk, amely véleményünk szerint a megye minden jellegzetes esetét reprezentálni tudja. A kiválasztott községek: Bereck, Barót, Kommandó, Málnás, Szentkatolna és Zabola. Bereck esetében az Ojtozi-szoros csatorna jellegű adottságaira tudunk kitérni, Barót modellezésével az Erdővidéki szélviszonyokat mutatjuk be, Kommandóval a hegyvidéki szélviszonyokra szeretnénk rávilágítani, Málnás község modellezésével az Olt-völgyét tanulmányozzuk, Szentkatolna esete a Háromszéki-medence viszonyaira mutat rá és végül Zabola a hegylábi települések szélviszonyait mutatja be.

4.2.1 A berecki szélturbina modellek

Az Ojtozi-szoros kapcsolatot teremt a Háromszéki-medence és a Moldvai fennsík között, viszont ez igaz a szélmozgásra is. Északról a Nemere hegység, délről a közvetlen közelében lévő Fekete-hegy szorítja össze az itt átkelő légtömegeket. A megyében jellemző az északkeleti, télen intenzívebb és hideg szél, valamint a Nemere átbukó szelei, meghosszabbítva a Moldvában uralkodó kontinentális légmozgásokat, amelyek igencsak állandóak és irányítottságukban is stabilak. A szoros domborzati adottságából származóan csatorna jellegű, így erőteljes széljárást eredményez. A korridor formájú térségben a szél felgyorsul a szoroson való átpréselődése alatt, ezért ez a helység a megye más helyszíneihez képest többlet szélenergia-potenciállal bír.

Az Ojtozi-szorosban modellezett szélturbinák Bereck község területén találhatóak, 872 m tszfm-on. Egy érdekes meglátás, hogy a legerőteljesebb szelek mégis a keleti irányból érkeznek (5. táblázat), hatásfokát tekintve a turbina 4 m/s-ot meghaladó szélsebességgel találkozik, így megfelelő hatékonysággal tud energiatermelést végezni. A turbina elhelyezése

a könnyen megközelíthetőség és a relatív magasság szempontjából volt kiválasztva, így a széljárás arcélének van kitéve.

Az 5. és 6. táblázatból kiolvashatóak a következő adatok: a kettes szektorral jelölt északkeleti szélirányból termelhető az évi energiatermelés fele mindkét turbinamodell esetében, ugyanakkor a 27. ábrából kitűnik, hogy az északkeleti szél dominál a medencében. A következő szektor szélerősség szempontjából a keleti (3-as szektor) és a délnyugati (6. szektor). A 2 MW-os szélturbina éves termelése 1095.5 MWh/év villamos energiát jelentene, a 400 kW-os turbináé pedig 153,6 MWh/év-et (6. táblázat). Ez relatív összevetésben azt jelenti, hogy 2 MW-os a névleges teljesítményének 51%-át, a 400kW-os pedig 38%-át tudja megtermelni évente.

5.táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Bereck községben

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	15.8	0.08	1.88	2.06	1.10
2	563.5	0.37	3.06	3.79	1.24
3	225.8	0.12	3.28	4.09	1.25
4	8.8	0.04	1.69	1.90	1.12
5	23.7	0.07	2.55	2.80	1.10
6	200.1	0.20	3.09	3.51	1.14
7	51.6	0.08	2.45	2.73	1.11
8	6.2	0.05	1.43	1.56	1.09
1 - 8	**1095.5**	**1.00**	**2.78**	**3.30**	**1.19**

Forrás: WindSim, saját készítés

6. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Bereck községben

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	2.0	0.08	1.88	1.94	1.03
2	80.1	0.37	3.06	3.56	1.17
3	30.9	0.12	3.28	3.81	1.16
4	1.4	0.04	1.69	1.78	1.05
5	2.6	0.07	2.55	2.63	1.03
6	28.5	0.20	3.09	3.30	1.07
7	7.2	0.08	2.45	2.57	1.05
8	0.8	0.05	1.43	1.46	1.02
1 - 8	**153.6**	**1.00**	**2.78**	**3.10**	**1.11**

Forrás: WindSim, saját készítés

4.2.2 A baróti turbina modellek

Az erdővidéki széljárás intenzitása megélénkül a völgyekben elhelyezkedő településekhez viszonyított magasabb tszfm.-ú dombokon, tetőkön. A modellezett turbinák 692 m tszfm.-on voltak elhelyezve. A turbinák elhelyezése a domborzati tagoltság miatt fontos, hogy minél magasabb pontra kerüljön. A Felső-háromszéki szélviszonyok (tapasztalatai) Baróton is enyhén érvényesülnek, viszont ez nem teljesen jellemző az egész Erdővidékre. A korábbi évben modellezett széltérképei alapján elmondható, hogy Erdővidék délnyugati – és Kovászna megye déli részén - a domináns széljárás már nem csak az északkeleti, hanem a vele ellentétes irányú délnyugati szél is hasonló erősségűvé növekszik (Sebestyén, 2012). A Románia teljes területére készített részletes klimatológiai atlasz alapján is alátámasztható az az általunk tett megállapítás, miszerint az uralkodó szélviszony északkeleti, majd délnyugatira vált, Kovászna megye dél-délnyugati szegletében (Atlasul Climatologic al României). A modellezett pontban a meghatározó szélirány az északkeleti, az energia termelése is kimagasló (43%-os), ezt követően a délnyugati szél termeli a legtöbb energiát (27%-át), viszont még megemlítendő a keleti szél is, mely hozzájárul az energiatermeléshez (7. táblázat). A modellező program számításai szerint a referencia szélsebességből, ami 2,78 m/s-os, a turbina magasságáig tovább emelkedik ez az érték, elérve a 3,33 m/s-os határt, ami éppen az optimális energiagenerálásra alkalmas szélsebesség alatt helyezkedik el. Az éves energiakihozatala a 2MW-os turbinának 1100 MWh/év, a 400kW-os turbináé közel 160 MWh/év (8. táblázat).

8. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Baróton

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	21.4	0.08	1.88	2.15	1.14
2	483.7	0.37	3.06	3.58	1.17
3	155.6	0.12	3.28	3.66	1.12
4	8.1	0.04	1.69	1.83	1.08
5	23.7	0.07	2.55	2.80	1.10
6	301.4	0.20	3.09	3.98	1.29
7	96.0	0.08	2.45	3.35	1.37
8	10.9	0.05	1.43	1.83	1.27
1 - 8	**1100.8**	**1.00**	**2.78**	**3.33**	**1.20**

Forrás:WindSim, saját számítás

9. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Baróton

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	2.4	0.08	1.88	2.03	1.08
2	68.6	0.37	3.06	3.40	1.11
3	22.4	0.12	3.28	3.48	1.06
4	1.3	0.04	1.69	1.74	1.02
5	2.7	0.07	2.55	2.65	1.04
6	43.5	0.20	3.09	3.77	1.22
7	14.4	0.08	2.45	3.17	1.29
8	1.5	0.05	1.43	1.73	1.21
1 - 8	**156.9**	**1.00**	**2.78**	**3.16**	**1.14**

Forrás:WindSim, saját számítás

4.2. 3. A kommandói szélturbina modellek

Kommandó Kovászna megye legmagasabban (1017 m-en) fekvő községe. A modellezett turbinák 1150 m tszfm.-on voltak modellezve. Mivel hegyi viszonyok között helyezkedik el, érdemesnek láttuk részletesebben tárgyalni ezt a reprezentatív példaterületet. Hasonlóan a berecki modellezett turbinák teljesítményéhez, főként az északkeleti és délnyugati, majd a keleti szél dominál, szélerősségben pedig épp fordított az állás, ugyanis a legerősebb szél a keleti, majd a délnyugati és csak ezt követően az északkeleti (9. táblázat). Fontos megemlíteni, hogy az energiatermelésben a legjobb eredményt az északkeleti szél hozza, ez azzal magyarázható, hogy bár nem erőteljes a szél, de nagyvonalakban állandónak tekinthető. A község szélenergia-potenciálja annak ellenére, hogy magaslaton helyezkedik el, mégis elmarad az ettől elvártaktól, a 2MW-os energiatermelése 1012 MWh/év, míg a 400kW-os turbináé 133 MWh/év (10. táblázat). Ebből arra következtethetünk, hogy a magasabban fekvő települések szélenergia potenciálja lényegesen nem magasabb a többi vizsgált területhez képest. A kis teljesítményű turbina hasonló eredményt hozott, mint a nagy turbináé, viszont a szélerősség a 30 méteren modellezett turbinánál kisebb, ez a hatékonyságát is negatívan befolyásolja.

10. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Kommandón

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	15.6	0.08	1.88	2.05	1.09
2	396.4	0.37	3.06	3.41	1.12
3	200.8	0.12	3.28	3.92	1.20
4	13.1	0.04	1.69	2.13	1.26
5	47.3	0.07	2.55	3.23	1.26
6	271.3	0.20	3.09	3.82	1.24
7	61.4	0.08	2.45	2.83	1.15
8	6.8	0.05	1.43	1.60	1.12
1 - 8	**1012.6**	**1.00**	**2.78**	**3.25**	**1.17**

Forrás:WindSim, saját számítás

11. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Kommandón

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	1.9	0.08	1.88	1.91	1.02
2	53.0	0.37	3.06	3.15	1.03
3	26.0	0.12	3.28	3.63	1.11
4	1.7	0.04	1.69	1.98	1.17
5	5.0	0.07	2.55	3.00	1.18
6	36.5	0.20	3.09	3.56	1.15
7	7.8	0.08	2.45	2.63	1.07
8	0.9	0.05	1.43	1.49	1.04
1 - 8	**133.0**	**1.00**	**2.78**	**3.01**	**1.08**

Forrás:WindSim, saját számítás

4.2.4. A málnási szélturbina modellek

A modellezett turbinák 868 tszfm.-on voltak elhelyezve, egy igen szűk észak-dél irányú völgyben, amit az Olt folyó alakított ki az idők során. Az Olt-völgyi széljárást kellőképpen mutatják be a 11. táblázatban követhető adatok. Érvényesül ebben az esetben is a gyakori északkeleti szél, 37%-os gyakorisággal, viszont a legerősebb szél ismét a keleti, amely közel 4 m/s-os sebességet ér el. Málnás községben viszont érezhető az Olt menti észak-dél irányú csatorna jelleg és az ezzel megegyező irányú felélénkülő szél. Annak ellenére, hogy az Olt völgye domborzati szempontból beszűkíti a szélmozgást, az általunk választott pont a településtől keletre a Bodoki-hegységhez tartozó, magasabb dombra esett,

ezzel is magyarázható, hogy mind a nagy, és mind a kisteljesítményű turbina relatív nagy energiatermelési eredményt mutat. A 2MW-os szélturbina 1107 MWh/év-es termelést produkál, a 400kW-os turbina pedig közel 155 MWh/év-et (12. táblázat).

12. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Málnáson

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	16.8	0.08	1.88	2.10	1.12
2	478.0	0.37	3.06	3.57	1.17
3	199.3	0.12	3.28	3.91	1.19
4	8.7	0.04	1.69	1.89	1.12
5	26.7	0.07	2.55	2.89	1.13
6	273.7	0.20	3.09	3.83	1.24
7	93.9	0.08	2.45	3.32	1.35
8	10.3	0.05	1.43	1.79	1.25
1 - 8	**1107.4**	**1.00**	**2.78**	**3.33**	**1.20**

Forrás:WindSim, saját számítás

12.Táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Málnáson

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	2.2	0.08	1.88	1.98	1.05
2	66.2	0.37	3.06	3.36	1.10
3	27.6	0.12	3.28	3.69	1.12
4	1.4	0.04	1.69	1.79	1.05
5	3.1	0.07	2.55	2.72	1.07
6	38.8	0.20	3.09	3.63	1.17
7	14.1	0.08	2.45	3.15	1.28
8	1.4	0.05	1.43	1.69	1.18
1 - 8	**154.8**	**1.00**	**2.78**	**3.14**	**1.13**

Forrás:WindSim, saját számítás

4.2. 5 A szentkatolnai szélturbina modellek

Szentkatolna a Háromszéki-medence középső részében található 553 tszfm.-on, ezzel a modellezéssel szeretnénk bemutatni a medencében fekvő települések szélenergia-potenciálját. Elmondható, hogy a medence aljában enyhül a széljárás erőssége. Mindkét turbina energiatermelése igen alacsonynak mutatkozik, hiszen a turbina magasságában modellezett szélsebesség 3 m/s-körül mozog. Azok a községek, amelyek itt találhatóak: Szentkatolna, Barátos, Ilyefalva, Uzon, Réty, Kökös alacsonyabb energiahozamú szélpotenciálal

rendelkeznek. A szentkatolnai turbinák teljesítménye: 845 MWh/év a 2 MW-os esetében (13. táblázat), illetve 122 MWh/év a 400 kW-os esetében (14. táblázat).

13. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Szentkatolnán

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	15.2	0.08	1.88	2.03	1.08
2	410.8	0.37	3.06	3.45	1.13
3	150.8	0.12	3.28	3.62	1.10
4	8.0	0.04	1.69	1.79	1.06
5	26.1	0.07	2.55	2.87	1.12
6	183.0	0.20	3.09	3.39	1.10
7	45.7	0.08	2.45	2.61	1.07
8	5.6	0.05	1.43	1.50	1.05
1 - 8	**845.2**	**1.00**	**2.78**	**3.08**	**1.11**

Forrás:WindSim, saját számítás

14. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Szentkatolnán

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	2.0	0.08	1.88	1.93	1.03
2	60.6	0.37	3.06	3.28	1.07
3	21.4	0.12	3.28	3.43	1.05
4	1.2	0.04	1.69	1.70	1.01
5	3.1	0.07	2.55	2.73	1.07
6	26.6	0.20	3.09	3.22	1.04
7	6.4	0.08	2.45	2.48	1.01
8	0.8	0.05	1.43	1.42	0.99
1 - 8	**122.0**	**1.00**	**2.78**	**2.93**	**1.05**

Forrás:WindSim, saját számítás

4.2.6. A zabolai szélturbina modellek

Zabola jellemzően hegylábi település, tőle nyugatra a Háromszéki-medence található, keletre pedig a Háromszéki-havasok vonulata emelkedik. A modellezett szélturbina 909 m tszfm.-on található. A Zabolán modellezett turbinák a fent bemutatottak közül a legnagyobb teljesítménnyel rendelkeznek. A legerősebb szél Zabolán a délnyugati (3,85 m/s-os), majd ezt követi a keleti, és végül az északkeleti szél. A szélturbinákat Zabola község fölé emelkedő dombra modelleztük, amely emelte az energiatermelés mennyiséget. A 2MW-os turbina 1119 MWh/év-t termel, míg a 400 kW-os turbina meglepően magas, 919 MWh/év-es termelést mutat (15. és 16. táblázat).

15. táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése Zabolán

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	14.4	0.08	1.88	2.00	1.06
2	526.1	0.37	3.06	3.70	1.21
3	189.1	0.12	3.28	3.84	1.17
4	8.0	0.04	1.69	1.80	1.06
5	27.1	0.07	2.55	2.90	1.14
6	275.8	0.20	3.09	3.85	1.25
7	72.5	0.08	2.45	3.01	1.23
8	6.3	0.05	1.43	1.56	1.09
1 - 8	**1119.2**	**1.00**	**2.78**	**3.32**	**1.19**

Forrás:WindSim, saját számítás

16. táblázat: A 400kW-os szélturbina energiatermelése Zabolán

Szektor	Energia	Frekvencia	Szélsebesség ref.	Szélsebesség turb.	Szélgyorsulás
	(MWh/év)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	0.8	0.08	1.88	1.57	0.84
2	846.0	0.37	3.06	3.16	1.03
3	30.5	0.12	3.28	3.79	1.16
4	1.6	0.04	1.69	1.94	1.14
5	5.1	0.07	2.55	3.01	1.18
6	28.6	0.20	3.09	3.30	1.07
7	6.1	0.08	2.45	2.45	1.00
8	0.7	0.05	1.43	1.40	0.98
1 - 8	**919.4**	**1.00**	**2.78**	**2.94**	**1.06**

Forrás:WindSim, saját számítás

5. Kitermelhető energia területi különbségei

5.1. Kovászna megye szélturbina termelés összehasonlítása

Kovászna megye széljárását meghatározza a hegységek vonulata, a belső medencék, valamint a nagyobb léptékű általános légmozgás. Eltérő szélsebesség tapasztalható a kimagasló területeken, miközben például az Olt Tusnádtól dél fele kiszélesedő völgyében szélfolyosó jelenség figyelhető meg. Szélenergia-potenciál számítások alapján kijelenthető, hogy a Háromszéki-medencében modellezett energia kihozatal elmarad az átlagtól, nagyrésze szélenergia hasznosításra nem alkalmas (29. ábra). A turbinákat olyan területre kell tenni, ahol kivitelezhető a berendezés felállítása, megközelíthetősége nem igényeli magasköltségű

17. táblázat: Modellbecslések összehasonlító táblázata

Modellterület	2 MW-os turbina	400 kW-os turbina	Tszfm.
Mértékegység	(MWh/y)	(MWh/y)	m
Nagyajta	924.3	127.6	950
Árkos	934.4	130.9	652
Barót	1100.8	156.9	692
Zágonbárkány	1032.9	143.1	1068
Nagybacon	757.4	103.1	1004
Bölön	895.9	126.2	660
Sepsibükszád	1151.2	160.5	1127
Sepsibodok	1043.4	148.4	1106
Nagyborosnyó	928.2	130.2	540
Bardóc	917.8	129.8	645
Barátos	815.8	116.2	530
Bereck	1095.5	153.6	872
Szentkatolna	845.2	122.0	553
Csernáton	1025.2	141.6	748
Kökös	810.5	110.8	510
Kommandó	1012.6	133.0	1150
Kovászna	737.1	100.6	542
Dálnok	852.3	121.7	624
Dobolló	911.6	126.1	1145
Gelence	1224.5	170.2	995
Gidófalva	1001.4	141.1	847
Hídvég	848.0	116.6	494
Ilyefalva	898.9	126.0	711
Bodzaforduló	872.8	118.9	850
Lemhény	796.2	110.8	754
Málnás	1107.4	154.8	868
Kézdialmás	795.8	111.1	650
Mikóújfalu	826.6	113.8	851
Maksa	1000.2	140.9	847
Ozsdola	907.7	124.8	750
Uzon	802.6	110.3	523
Kezdiszentkereszt	859.8	122.2	741
Réty	855.0	120.5	561
Kézdiszentlélek	863.5	123.2	732
Sepsiszentgyörgy	917.1	128.2	691
Szitabodza	962.2	131.9	925
Kézdivásárhely	849.1	122.4	575
Torja	828.4	116.2	802
Előpatak	1138.8	160.9	995
Sepsikőröspatak	918.6	126.9	963
Nagypatak	922.1	128.4	863
Vargyas	1088.4	154.0	729
Zabola	1119.2	919.4	909
Zágon	767.4	104.2	833
Esztelnek	918.7	124.8	809
Összesen	**41882.5**	**6604.8**	

Forás: saját készítés

utak kialakítását. Ugyanakkor a szél kinetikus energiájának kifogására leghatékonyabb helyet kell keresni. A kivitelezésekre gondolva, a modellezés alatt nem lehet elszakadni a racionális kivitelezhetőségi határoktól. Gyakran fordul elő a széltérképre tekintve, hogy energia kitermelhetőség szempontjából sokkal kecsegtetőbb lehetőségeket kínál egy magasabb térfelszíni terület (domb vagy a magasabb hegyvidék), viszont a turbina elhelyezése során fentebb már említett szempontok nem teljesülnek.

A modellezett szélturbinák közül legtöbb energiahozammal Gelence, Zabola, Sepsibükszád, Előpatak, Málnás, Barót, Vargyas, Bereck, Sepsibodok községek rendelkeznek (17. táblázat). A 2 MW-os turbinával Gelencén végzett modellezés, a 400 kW-os turbinával pedig a zabolai modellezés kimutatta, hogy itt lehet termelni a legtöbb energiát. A legnagyobb éves megtermelt energiát a nagyturbinák tudják előállítani 1200 és 1100 MWh/évet, a kisebb turbina termelése pedig 919 és 150 MWh/év között található. A közepes energiahozammal rendelkező turbinákat Erdővidéken, a bodzafordulói-medencében és a hegylábi községekben modelleztük. A legalacsonyabb energia-mennyiséget termelő turbinamodellek a Háromszéki-medencében készültek (Kökös, Uzon), valamint völgyben elhelyezkedő településeken, mint Kovászna vagy a széltől

védett Kézdialmás község.

A turbinák működése által keltett zajhatás vizsgálata során figyelembe kellett venni, hogy a turbina közvetlen közelében van-e település, ugyanis ebben az esetben szigorú zajvédelmi előírások vannak. Összesen 90 (2x45) esetben végeztünk modellezést, a turbinák egyik esetben sem voltak a települések közvetlen közelébe elhelyezve. A Vestas V80-as típusú 2MW-os turbina rotorja 100 méter magas, technikai könyve beszámol, hogy működésekor a 4 m/s-os szél esetén 94,4 dB zajt bocsájt ki, 5 m/s-os szél esetén 99,4 dB-t, további szélerőség emelkedéssel ez az érték 105 dB-re nő (www.vestas.com). Bár a modellezés lehetővé teszi a zajtérképek készítését, eltekintettünk jelenleg ettől, ugyanis a zajhatások szabályozása csupán a települések közelében érvényesek. A keltett zajhatás pedig a turbina közvetlen közelében okoz kifogásolható zajkeltést, távol a településektől. A Vestas WD34–es típusú 400kW-os turbina esetében a zajszennyezés még kisebb mértékű, tehát erre bővebben kitérni nem fogunk. Egyetlen problémaforrás jöhet számításba, amely további szakértői véleményezést igényelne, itt a nemkívánatos hullámhosszak zavaró hatására kell gondolni. Az Ojtozi-szorosban összesen négy mobiltelefon hálózati jelerősítő torony található, már emiatt az interferencia (fény, mikrohullámú átjátszó állomások stb.) hatása aggodalmakra adhat okot (Tóth László, 2009). A vizsgálatunk során olyan módszert alkalmaztunk a szélenergia-potenciál terepi számszerűsítésére, amelyet kétlépcsős eljárásnak nevezhetünk. Első lépésben kiválogattuk azokat a területeket, amelyeken turbina energiatermelést modellezhetünk. A modellbecslések a megye területének szélenergetikai potenciálját mutatják. A 17. táblázatban összehasonlítást láthatunk a két különböző típusú turbina energiatermeléséről. Mivel azonos típusú turbinákat modelleztünk, célunk teljesülni látszott, hisz technikai befolyásoltságtól mentesen a terepi adottságokat megvizsgáltuk. A turbinák energiatermelésében megnövekedik az orográfiai viszonyok befolyásoló hatása. A Háromszéki-medence „sík” területein többségében azonos teljesítmények figyelhetőek meg (pl. Szentkatolna és Kézdivásárhely). Egy másik nagyon fontos megfigyelés, hogy a nyugatról érkező légtömegeket, vagyis az alapáramlást a megye csatorna jellegű vidékei, hegységei felülírják.

5.2. Kovászna megye technikai szélenergia-potenciálja

Elérkeztünk a szél energetikai szempontú számszerűsítésének második lépcsőjéhez. A következőkben olyan kézenfekvő technikai potenciálbecslést végzünk, ahol főként az vizsgáljuk, hogy milyen területi, és jogi korlátokat kell figyelembe vennünk a szélturbinák telepítésénél. A technikai potenciálszámítást két lépésre bontjuk, ahol figyelembe vesszük, hogy:

1. a szélturbinák felállítását és működését milyen szabályok korlátozzák, melyek azok a területek amelyeken nem lehet szálturbinákat felemelni,valamint

2. mekkora az adott területen az átlagos teljesítményű turbinákkal elért energiahozam.

Az első pontra fokuszálva, a romániai szélparkok megvalósíthatósági tanulmányait és a törvénykezést kutatva, nem találtunk konkrétan olyan megfogalmazást, amely szerint egy turbina elhelyezését kijelölni lehetne. A gyakorlat azt mutatja, hogy a kivitelezéskor főként a legmagasabb kinetikus energiával rendelkező helyszínt keresik meg. Ennek ellenére a tanulmány a környezeti fenntarthatóság címén, a 18. táblázatban látható kritérium rendszer szerint választotta ki a szélparknak megfelelő területeket. Ezen területek nagysága községenként igen eltérő. Gyakran olyan esetekkel is találkozhatunk, amikor a használt védőzónák lehatárolását követően nem maradt nagy alkalmas terület a turbinaépítésre. Ezek a községek a következők: Bodzaforduló, Kökös, Kommandó, Dobolló, Málnás, Előpatak, Vargyas. Viszont a vizsgálatunknak nem volt szüksége arra, hogy kitérjen repülőterek, katonai objektumok és más biztonsági övezetek, vagy területi korlátozások vizsgálatára. A környezeti és egészségügyi tényezők (zajhatással kapcsolatos védőzóna) figyelembe vételét eleve tartalmazza a fenti lehatárolás (lásd. településektől való 1000 méteres távolság).

18. táblázat. A tanulmányban figyelembe vett védőzónák

Figyelembe vett elemek	Védőzóna mérete (m)
Közút	150
Vasút	100
Távvezeték	250
Lakott terület	1000
Nemzeti park	1000
Természetvédelmi területek	1000
Védett területek	1000
Natura 2000	1000
Erdő	100
Vízrajz	100

Forrás: (Munkácsi Béla et al., 2007) **nyomán, saját számítások**

A fent megfogalmazott kritériumok alapján Kovászna megye területén térinformatikai módszerekkel az ArcGIS 10.1-es programcsomag segítségével le tudtuk válogatni a potenciális területeket. A területek méretére kitérve elmondható, hogy a megye adminisztratív területi egységeinek átlagban 12%-a felel meg a felállított kritériumoknak. Vagyis a községek területeit vizsgálva legtöbb esetben az alapterületük 88%-a nem alkalmas szélerőművek telepítésére. A 10-12% először igen kis területnek tűnhet, viszont a későbbiekben kiderül, hogy mekkora az ezen területeken termelhető energia. A 29. ábrán követhető: a területek elemzésének eredménye, amely azt mutatta, hogy például Mikóújfalu területének 35%-a alkalmas szélturbina telepítésére, Hidvég községnek 34%-a, Kézdiszentléleknek 33%-a, Nagyajtának 29%-a, majd sorra jönnek azok a községek, amelyek kiterjedt legelő, vagy kaszáló területekkel rendelkeznek. Megjegyzendő, hogy ezek a községek főképp Felső-háromszéki, illetve erdővidéki községek. Középmezőnyben a nagy erdős területtel, vagy kisebb alapterülettel rendelkező községek találhatóak, a szélturbina telepítésre alkalmas területek nagysága itt pár száz hektárra terjed ki, ez összterületük 1-10%-át jelenti. A legkisebb szélturbina építésére alkalmas helyek a főként erdős területű községekben találhatóak, mint pl. Kommandó, Kovászna, Szitabodza, Bodzaforduló, Zágon és Málnás. A lista végén már csak pár tíz hektáros területre lehet szélturbinát emelni, ez az összterületnek a 0,5-0,1%-át jelenti (lásd. 6. melléklet). A 29. ábrán megtekinthetőek Kovászna megyében azok a területek, amelyeken érdemes szélerőmű-beruházást kezdeményezni a földrajzi tér különböző paramétereit figyelembe véve, (pl. környezeti terhelés). Célszerű lenne ezeket az eredményeket felhasználni abban a pillanatban, amikor engedélyezési, vagy energetikai szélmérésre alkalmas területeket keresünk az általunk vizsgált területeken. A környezeti szempontokat, a tájba való beilleszkedést a gyakorlatban mégsem helyezik elsődleges lokalizációs kritériumnak. Ahogyan a továbbiakban a szélparkokról szóló példánál látni fogjuk (30. ábra), a szélmező kedvező adottsága sok más tájesztétikai normát felülír.

A 2. pontban megfogalmazottakra érdemes egy áttekintést végezni, mivel a turbinateljesítmény nemzetközi szinten egy folyamatosan növekvő trendet ír le. Ma már az átlagos offshore szélturbina parkok nagysága 4MW-os (Corbetta, 2014), a kisteljesítményű turbinák méretei viszont 500kW körüliek. A technikai szempontból kihasználható szélenergia potenciálja a hegyvidéki (600-2000 m tszfm.-ban) területeken lecsökken 4-4,2 MW/km2-re (EEA Technical Report, 2009/6), míg a síkvidékeken ez az átlag 8-11 MW/km2 között alakul (Munkácsi Béla et al., 2007). Az alacsonyabb megközelíthetősége a hegyvidéki területeknek,

a korlátolt számú utak, az alacsony feszültségű villamoshálózat kiépítése mind közrejátszik a területre vetített technikai energia-potenciál csökkenéséhez (Hans Winkelmeier - Bernhard Geistlinger, 2004/12).

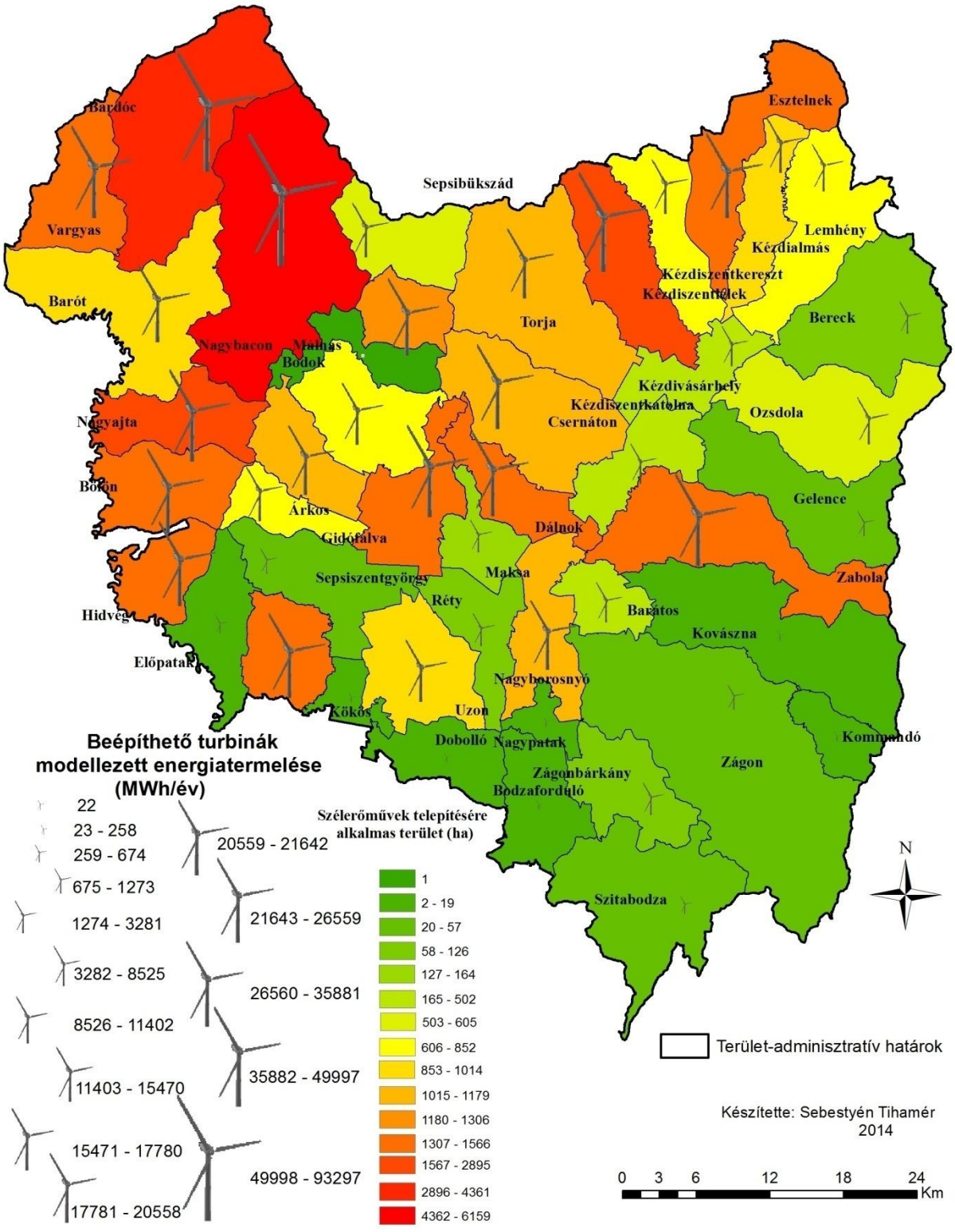
A megye teljes szélenergia potenciálját a fent részletesen tárgyalt szélturbina modellezés eredményeit felhasználva készítettük el. Mind a 45 területi adminisztratív egységre a neki megfelelő turbina modell eredménnyel számolva a kiválogatással fennmaradt (lásd 18. táblázat) területre egy összegző energia potenciált számítottunk. Összehasonlítottuk a kis teljesítményű 400 kW-os turbina egységnyi területen termelt energia mennyiségét ugyanarra a területre a 2 MW-os turbina által termelt energiamennyiséggel. Mindkét turbinából 1 km^2-re 4 MW névleges beépíthető teljesítménnyel számoltunk. Mit is jelent ez pontosan? A szakirodalom szerint 1 km^2-re 4-4,2 MW turbina teljesítményt lehet átlagosan hegyvidéki környezetbe beépíteni, ez 2 MW-os turbinából 2 db.-ot, 400 kW-os turbinából 10 db.-ot jelentett (Corbetta, 2014). A nagyobb turbina közel minden esetben hatékonyabb termelést mutat az egy km^2-re telepített turbina parkok esetében. A kis turbinák átlagosan 69,95 %-át termelték meg a nagyturbinák által megtermelt elektromos energiának.

Összegzésként tehát elmondható, hogy amennyiben a 400 kW-os turbinákkal szerelnénk fel a kijelölt területeket, összesen a megye területén a fent végzett vizsgálat alapján technikai szempontból 530 619.66 MWh/év teljesítményt várhatnánk. A nagyobb teljesítményű turbinákkal 758 515.29 MWh/év elektromos energia képződne. Ez az elméleti szélenergia-potenciál a megye 44 ezer hektáros területére terjeszkedik ki. Ezen kalkulációk azt mutatják, hogy a megye elektromos energia szükségletének a minimum kétszeresét lehetne megtermelni, az adottságok maximális kihasználásával. De ne feledkezzünk meg a technikai potenciál elméleti voltáról, a gazdasági rentabilitását és gyakorlati kivitelezéséről szóló lehetőségeket nem jelen vizsgálat feladata eldönteni.

Amennyiben összevetjük a technikailag turbinákkal beépíthető területek nagyságát az általunk modellezett turbinák teljesítményével, megkapjuk a hely szélenergia lehetséges energiahozamát. A helyi lakosság energiaigényével összevetve a következő eredményeket kapjuk. Megye szinten összeségében a lakosság villamos energia igényének 32,77%-át tudja fedezni a szélenergia potenciál. Négy község, Vargyas, Nagyajta, Nagybacon és Dálnok teljes villamos energiaigényét lehetne a helyi szélenergiából fedezni. Bardóc, Gidófalva, Hídvég, Ilyefalva, Kézdialmás, Mikóújfalu, Kézdiszentkereszt, Kézdiszentlélek, Esztelnek községek telepíthető szélenergia potenciálja a helyi villamosenergia igények 50-60%-át tudná fedezni.

Az elemzés gazdasági szempontból való vizsgálata nem kimondott célja a vizsgálatunknak. Viszont tekintettel arra, hogy a népsűrűség a megyében 2013-ban 59,5 fő/km^2 volt, ebből a szempontból a vizsgált terület a szélturbinák befogadására enyhébben korlátozott. Nyugat-Európában már megfigyelhető az, hogy minél sűrűbben lakott egy terület, szélturbinák építésére annál nehezebb helyet és engedélyt kapni. Kovászna megyében az eddig kivitelezett szélturbina kapacitás a megyében 0 kW/km^2. Ez a tény sok szempontú magyarázatot igényel, de főként hazánk csak most kiépülő fenntartható energiatermelés - és klímapolitikájára vezethető vissza. Annak ellenére, hogy az utolsó öt évben hazánk egyik fókuszpontja lett Európa szélenergetikai iparágának, a megye hegyvidékes területei, a relatív kis sebességű szélmozgás miatt elkerülték a befektetések. Megfigyelhető viszont az, hogy ha kellő állami, vagy közösségi támogatást kapnak a befektetők, vagy a helyi akciócsoportok, csakhamar elindul egy fejlesztési projekt. Románia energia iparágát napjainkban az átalakítás jellemzi, ma már vannak olyan időszakok, amikor a szélturbinák több energiát termelnek, mint a nukleáris erőművek. A zöldbizonylatok piaca erőteljes növekedést biztosított a környezetkímélő technológiák elterjedésére. A fenti technológiák elterjedése csökkenti az importfüggőséget, így csökken az állami kiadások mértéke is (Munkácsi Béla et al., 2007).

Miért annyira fontos villamos energiatermelő egységek létrehozása a megye területén? A jövő intelligens energiahálózatai már nem csak termelő - fogyasztó kapcsolatra épülnek. Kovászna megyében eddig sehol sem épült villamos energiatermelő központ. A decentralizált energiatermelés legjobb példái a helyi energetikai befektetésekkel kezdődne, ahol a hálózat organikusan szervezett: a fogyasztók (helyi ipari telepek, intézmények, magánszemélyek) egyben termelők is. A következő rövid best practice jellegű példában hasonlókat mutatunk be.



29. ábra: Kovászna megye szélenergia potenciál eloszlása

6. Követendő példa a szélenergia hasznosítására

A következő pár sorban röviden egy olyan példaértékű falufejlesztő projektet mutatunk be, amivel egy szlovák kis falu energiatermelővé vált (19. táblázat). A beruházás fő célja egy szélenergiát hasznosító kísérleti projekt elindítása volt még a 2000-es évben. Cerová falu önkormányzata a Szlovák Villamos Művek segítségével indította el a beruházást. 1999 és 2000 között szélenergia-potenciál mérés történt. A mérési eredmények kiértékelése és a megvalósíthatósági tanulmány elkészítése után építkezési engedélyek kiváltása következett.

Ahogy a 30. ábrán látható, a szélerőmű négy Vestas V47/660 turbinából áll, amelyek 76 méter magasak, a turbinák összes beépített teljesítménye 4x660 kW. Az üzembe helyezés óta a turbinák 1 744 MWh energiát termeltek 2003-ban, 5 518 240 kWh 2004-ben, 5 187 935 kWh 2005-ben. A termelés éves szintje átlagosan 5 GWh körül mozog. A szélerőmű-park átlagos kihasználtsági foka 20% fölötti (Slovakia Green Energy, 2009).

A teljes beruházási költség 3 millió euró volt. A beruházást közösen finanszírozta az EU (PHARE-program) és a Szlovák Köztársaság állami költségvetése, a fennmaradó összeget (22,5%-ot) a helyi önkormányzat biztosította. A szélerőmű-park várható élettartama 25 év. Figyelembe véve a szlovák átvételi árakat, a teljes beruházás eredetileg kiszámolt megtérülési ideje, beleszámítva az EU-forrásokat is, 15-17 év, de mivel az energia átvételi ára megemelkedett, a megtérülési idő további évekkel csökkent.

30. ábra: Cerová falu szélerőmű parkja,
Forrás: http://energy-bestpractice.eu/hun/szlova/main_sk_cerova.html

Már a beruházás kezdetén nyitott projektként kezelték, így a szélerőmű-park kedvező fogadtatásra talált a falu lakosai körében. Az építési időszakban 10 szezonális alkalmazottat foglalkoztatott. Az építkezés befejezése óta a szélerőmű-park minden nap, mintegy 200-300 látogatót vonz Cerovába. A szélerőmű-parkot gyakran látogatják technikusok, szakértők, és más szlovák önkormányzatok képviselői. A beruházás megvalósítói és Cerová polgármestere számos műszaki konferencián, műhelymunkán és szemináriumon mutatta már be ezt a kísérleti beruházást (Slovakia Green Energy, 2009).

19. táblázat: Cerová példaértékű szélturbina parkja

Beruházás helye	**Szlovákia - Cerová falu**
Beépített teljesítmény (kW/MW)	2,64 MW (4 x 660 kW)
Beruházási költség (bruttó)	EUR 3 000 000
Beruházás típusa	Közösségi
Megtermelt energiát felhasználók száma	Kb. 2 000 háztartás
Kiváltott energiahordozó típusa	Hálózati villamos energia
Átadás ideje	2003. október
Támogató	PHARE alapok (60%), szlovák állami költségvetés (17,5%)
Tulajdonos	Cerová önkormányzata
Beruházó	Cerová önkormányzata
Kivitelező	Green energy Slovakia s. r. o. (kft), Pozsony

Forrás: http://energy-bestpractice.eu/hun/szlova/main_sk_cerova.html

III. Kovászna megye napenergia potenciálja

1. Kovászna megye napsugárzási jellemzői

1.1. Adatok, eszközök, módszerek

Ahogyan az előző fejezet vizsgálataihoz, így itt is a Lemhényben felállított meteorológiai állomás adatait használtuk fel (24. ábra). Jelen esetben az automata állomás piranométerével mért globálsugárzási adatok kerültek feldolgozásra, és a sugárzási potenciál számítás alapját is ez képezi egyben. Az elkövetkezendőkben számba vett adatok 4 perces gyakorisággal voltak mérve és rögzítve 2013 január 4.-től 2014 január 4.-ig. Az így rögzített értékek mértékegysége W/m^2.

Az ESRI által létrehozott ArcGIS térinformatikai szoftvercsalád téradatok kezelésére és térképen való ábrázolásukra egyaránt használatos, ezért a globálsugárzási értékek megjelenítése könnyedén kivitelezhető a program segítségével. Az ArcGIS programcsalád teljes eszköztárat kínál ahhoz, hogy adatait hatékonyan menedzselje, más IT rendszerekkel integrálja, összetett elemzéseket végezzen, modellezzen, az eredményeket pedig professzionális térképeken jelenítse meg (*Barabás, 2011*). Jelen esetben az ArcMap 10.1 regisztrált program Spatial Analyst eszköztárából a Solar Radiation csomag lehetőségeit használtuk fel.

1.2. Kovászna megye sugárzási jellemzői

A felszínre érkező napsugárzás legfontosabb paraméterei az intenzitás, és a sugárzás időtartama, vagyis mennyi a napsütéses órák száma, amellyel számolhatunk. Mindkét paraméter szükséges az energia potenciálszámításához. Románia területére készített szoláris térképeken (1961 - 2000) megfigyelt sugárzási adatok alapján elmondható, hogy a Kovászna megyére eső globálsugárzás átlagértéke 950-1050 kWh/m^2/év. Az éves átlagos napsütéses órák száma maximálisan 1350-1500 óra (*Atlasul Climatologic al României*).

A téli időszakban a napsütéses órák átlagértékét szintén Románia klimatológiai atlasza alapján vizsgáltuk. Kovászna megyében megfigyelhető, hogy területe nagyrészén a téli időszakban a napsütéses órák száma nem haladja meg a 600-700 órát. Kivételt képez az Alsó-Háromszéki-medence, ahol ez az érték eléri akár a 700-800 órát is. Ezzel szemben a Háromszéki-hegyeken és a magasabb térfelszíneken már csak 600 órás napsütésre számíthatunk. Megfigyelve az adatokat 1961 és 2000 között, a nyári időszakra vonatkozóan elmondható, hogy Kovászna megye hegyvidéki területének nagyrészén a napsütéses órák

száma mintegy 1100-1200 között alakul. A Háromszéki-medencére jellemző napsugárzási adatokat figyelve kirajzolódik egy ennél jóval többet tartó napsütéses időszak is, itt a napsütéses órák száma eléri az 1200-1400-es órás évi értéket (*Atlasul Climatologic al României)*. Összevetve az átlagos téli és nyári napsütéses órák számát, arra a következtetésre jutunk, hogy Kovászna megyében télen fele annyi a napsütéses órák száma, mint nyáron. Ez meghatározza az energia termelést is. Ha a nyári átlagos napsütéses órák a fentiek szerint alakulnak, előfordul, hogy egy tiszta égboltú nyári napon a téli energiatermelésnek akár a többszöröse is megvalósul. Ugyanakkor a téli derült égboltnál is lehet 4-5 kWh/m2/év-es energiamennyiséget hasznosítani, megjegyezve azt, hogy ennek az energiatermelésnek az alakulását nem befolyásolja a berendezésünk környezetének hőmérséklete (*Bartha, 2011*). A sugárzási energiamennyiségeket ismerve, valamint a háztartási áramigényeket szem előtt tartva egy akkora napelem felületet kell telepíteni, amely ezeket az energiaigényeket képes kielégíteni, évszaktól és időjárástól függetlenül (*lásd: 1.9. fejezet*).

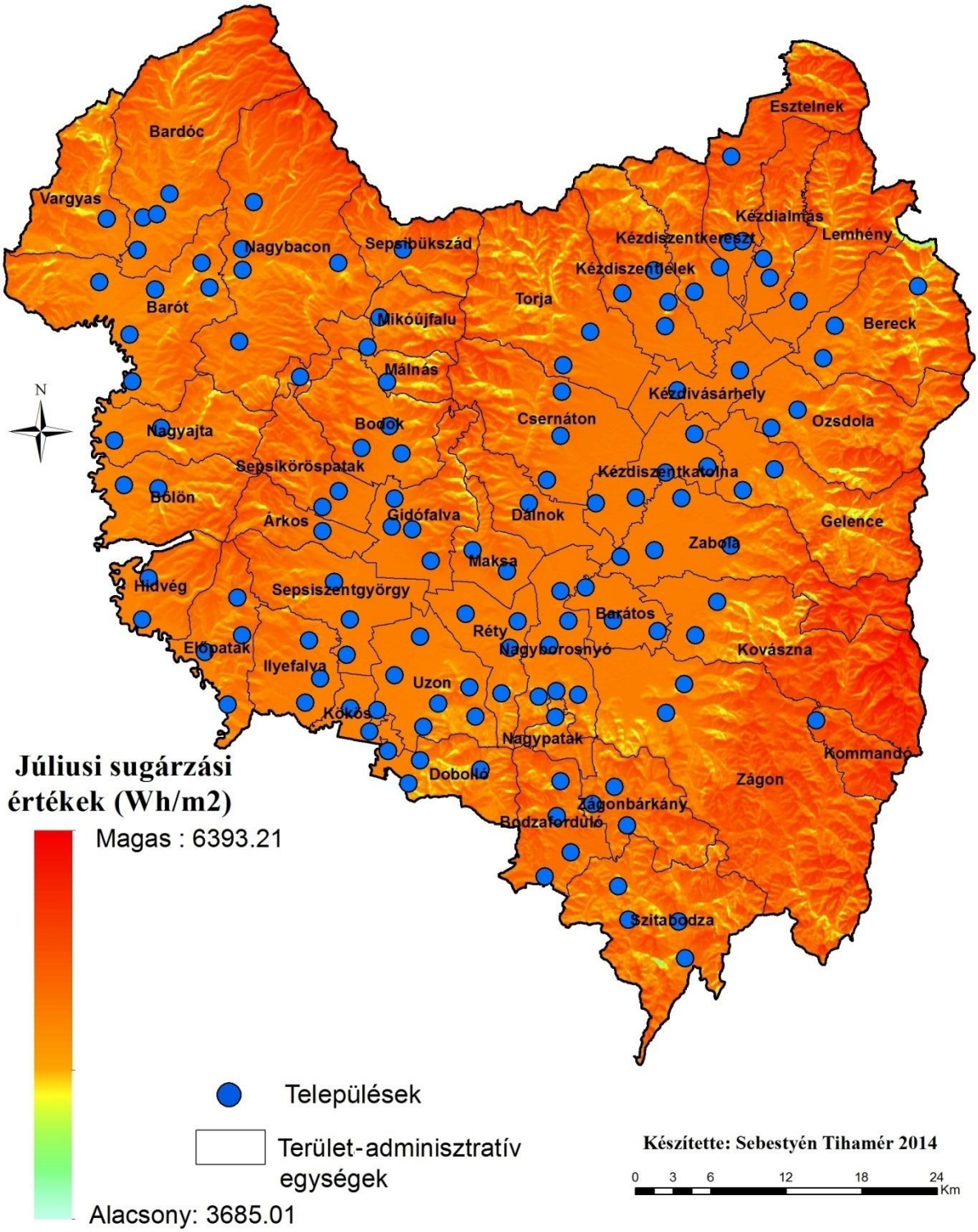
1.3. Kovászna megye nyári napsugárzási vizsgálata település szinten

A 31. ábrán látható globálsugárzási térkép a júliusi hónap sugárzási értékeit mutatja. A térképkészítő programmal (ArcMap 10.1) hónapos sugárzási viszonyokat vizsgáltunk meg. A vizsgált terület esetében a program a domborzati viszonyokat, a légkör áteresztő képességét, a felhőzöttség fokát és az évszak sajátosságát veszi figyelembe. A beállításoknál a vizsgált napot a Juliánusz naptár szerinti sorszámmal adjuk meg (pl.: a január 1.-je az év első napja, ezért 1. nap, december 31. az év utolsó napja, ezért ez a 365. nap szökőév esetén).

A vizsgált (július) hónap 15. napját vettük kiindulópontként. A programba beállításra került továbbá a légkör pillanatnyi állapotának parametrizálása két mutató alapján, éspedig a direkt/diffúz sugárzás aránya, valamint a légkör átbocsájtási együtthatója. Ezek beállítása saját adatok alapján történt a térképrajzolás előtt. A 31. ábrán látható térkép napos összeadott sugárzási értékeket jeleníti meg.

A 2013-as év júliusában számolt sugárzási viszonyok közt a legmagasabb érték az Esztelnek községhez tartozó Csángótelepre (ro. *Cârpinenii*) jut, napi 5787 W/m^2.[4] A legnagyobb nyári sugárzással rendelkező települések rangsorban a következők: Kommandó

[4]Csángótelep megközelítően 960 m tszfm.-ban helyezkedik el, területén a múlt rendszerben fakitermelő és mezőgazdasági kísérletállomást tartottak fenn. Itt a múlt században még éltek lakosok, viszont már a 2002-es népszámlálás idején egy lakost sem regisztráltak.



31. ábra. Júliusi viszonyok között, napi globálsugárzás Kovászna megyében

(5681 W/m^2), Scrădoasa (ami Bodzafordulóhoz tartozik, 5601 W/m^2), Almás falu (Szitabodza községhez tartozik, 5598 W/m^2). Az eredményeket áttekintve elmondható tehát, hogy a nyári globálsugárzás erőteljesebb a hegyvidéki falvakon, mivel a legnagyobb napi

sugárzási értékek mindegyike hegyi környezetbe jutott. Továbbá, ugyancsak az eredményeket tekintve kitűnik az is, hogy a legkisebb nyári sugárzási értékeket az Olt-völgyébe elterülő Málnáson mértük (5113 W/m^2). A lista végén lévő települések, szintén a legalacsonyabb térfelszíneken helyezkednek el, mint például: Barót, Bölön, valamint Hidvég községhez tartozó falvak is. A sugárzási eloszlások tekintetében a vizsgálat kimutatja a domborzat, valamint a különböző kitettségű lejtők igen magas befolyásoló szerepét.

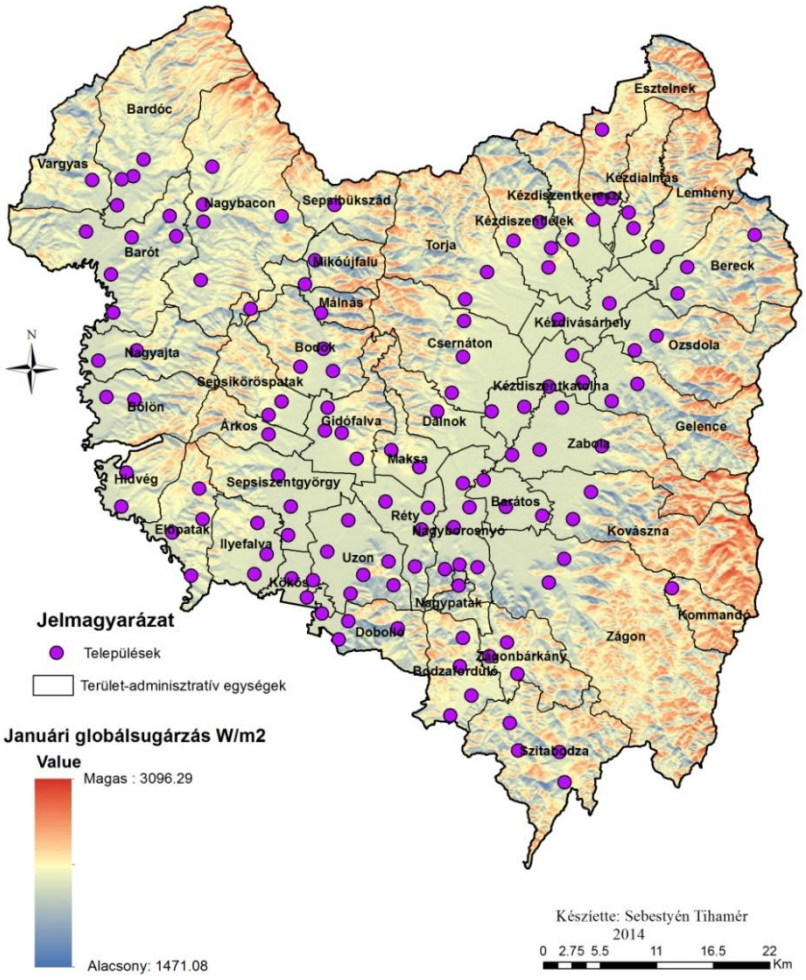
1.4 Kovászna megye téli napsugárzási vizsgálata településszinten

Kovászna megye téli globálsugárzási viszonyai merőben alacsonyabb sugárzási értékeket mutatnak a nyárihoz képest. A téli sugárzási viszonyokat a januári globálsugárzási térképpel szemléltetjük.

A sugárzási viszonyokat vizsgálva fontos, hogy a domborzat sugárzásmódosító hatásáról se feledkezzünk meg. Ahogyan a júliusi és januári hónapok globálsugárzási térképén látható (*31. és 32. ábra*), jelentős eltérések figyelhetőek meg a Háromszéki-medence sugárzási adatai, és a környező hegyes vidékek sugárzási adatai közt. A medence homogén sugárzási értékei az azonos szögbe beeső napsugarakkal magyarázható. Ezzel szemben, mivel a sugárzási térkép alapját egy 1:50.000-es felbontású domborzati alaptérkép jelentette (*SRTM Digital Elevation Model*), így nagyszerűen látszik a hegyek lejtőinek eltérő sugárzási értéke. A felszínre jutó energia mennyisége függ a lejtő dőlésszögeitől, valamint a hegyoldalak égtáj szerinti kitettségétől. A déli oldalak sugárzási értéke mindenik esetben többszöröse az északinak.

Azért fontos feltérképezni a sugárzási energiát a megye egy adott pontján, mert ez összeadódik, így a termelt energia igen eltérő eredményeket tud produkálni. Ennek értelemében, ha ugyanannak a technológiának, berendezésnek az energiatermelési mutatóit vizsgáljuk alacsonyabb, illetve magasabb sugárzással bíró területeken, igencsak szembetűnő lesz a végeredmény. Az alacsonyabb sugárzási viszonyok közt elhelyezett berendezés ugyanis lényegesen alacsonyabb éves energiatermelési értékeket fog produkálni, mint az előnyösebb sugárzási viszonyok közé telepített rendszer. Ez az eltérés pedig egyértelműen érezteti majd a hatását a kinyert energiamennyiségen keresztül, valamint a berendezés visszatérülési idején is. A következőkben megtekinthetőek (32. ábra) a téli meteorológiai viszonyok közt mért globálsugárzási értékek, a megye településein. A legnagyobb sugárzás a fennebb is említett Csángótelepen (Esztelnek község, 2509 W/m^2) várható, hasonlóan

Bodzafordulóhoz (2424 W/m^2), Kommandóhoz (2332 W/m^2) és Zágonbárkányhoz (2300 W/m^2) tarozó településeken. Közepes értékű sugárzással főként a Háromszéki-medencében elhelyezkedő településeken találkozunk, például Szörcsén (Zabola község, 2143 W/m^2), Kökösön (2125 W/m^2). A legkisebb globálsugárzást Málnáson (1952 W/m^2) mértünk januárban. További ehhez hasonló települések: Bölön, Barót, Bacon.

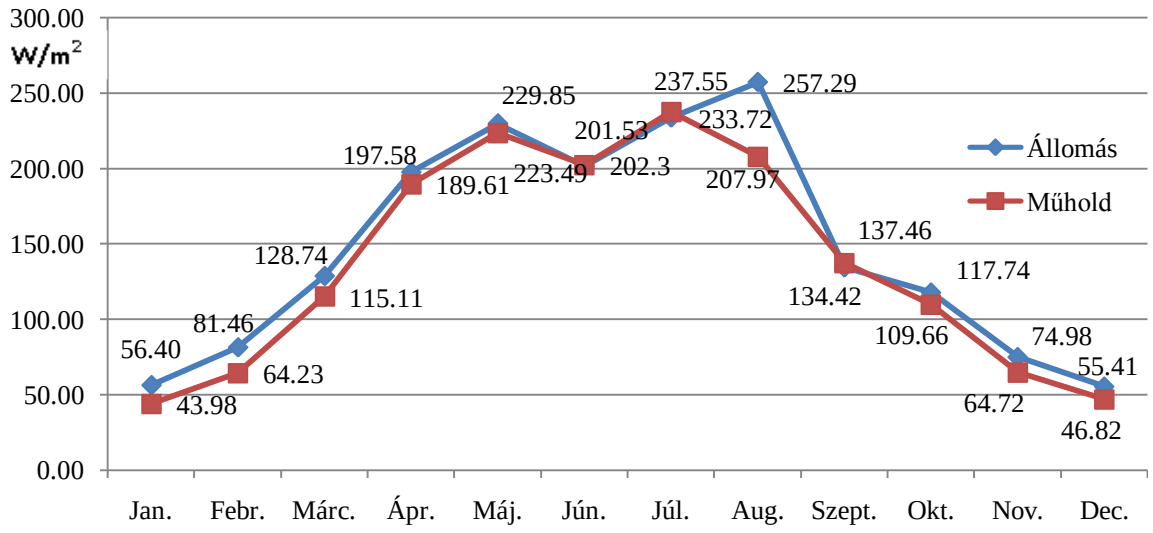


32. ábra: Januári viszonyok közti globálsugárzás Kovászna megyében

2. Számítások ellenőrzése

A fent leírt kalkulációk és a mért sugárzási adatok értékeit minden esetben ajánlatos ellenőrizni. E célból legalább egy másik független módszerrel előállított sugárzási értékek vizsgálata ajánlott. A globálsugárzás Kovászna megyei eloszlását mutató térképek ellenőrzésére a CMSAF (*EUMETSAT Satellite Application Facility on Climate Monitoring*)

program keretében előállított (*Schulz, 2009*) SIS globálsugárzási értékeket használjuk. Az eredeti 15*15km-es felbontású, a NOAA kvázi poláris műholdcsalád AVHHR berendezésével az értékek hónapos átlagokat képviselnek W/m^2 mértékegységben, így összevethető a kutatás során rögzített adatokkal (*Schulz, J., and 23 co-authors 2009).* A 33. ábrán látható, hogy nagyságrendileg megegyező, szoros együttjárás van a lemhényi állomáson mért, illetve az adott pontot tartalmazó műholdas adat között. A mért globálsugárzási adatokat a műholdfelvételhez viszonyítottam, a két adatsor egymástól való eltérése -5,62 %-os volt. Pontosabban, a műholdfelvételek 2013-as évre számolva 5,62%-al kisebbek sugárzást mutatnak, mint amilyent mi terepen, a valóságban 2013 teljes évében mértünk (*33. ábra*). A terepi mérések helytálló realitását tehát mi sem bizonyítja ennél jobban, mint az, hogy a két különböző forrás ugyanazt az eredményt adja. Az éves közel 5%-os globálsugárzási eltérés gyakorlatilag elenyésző érték. Az augusztus hónapi nagyobb eltérés azzal a ténnyel magyarázható, hogy míg a felszíni mérés pontosan rögzíti a nyári instabil időjárási helyzetek sugárzási viszonyait, addig a nagyobb skálájú műholdak ezt nem tudják (pl. kis kiterjedésű felhőrendszerek).



33. ábra: A terepi mérések és a műholdas adatok összevetése ellenőrzés céljából 2013-ra szólóan, Forrás: saját készítés

3. Kovászna megye energiaigénye és hasznosítható napenergia mennyisége

Kövessük a következő példát: van egy 1 kW-os napelemünk, amiről tudjuk, hogy egy óra leforgása alatt 1 kW elektromos teljesítményt akkor termel ha a napsugárzás intenzitása egy óra alatt nem kevesebb, mint 1000 Wh/m^2. Feltételezzük, hogy az 1 kW-os napelemünk a megyének egy olyan területén van felszerelve, ahol a nyári időszakban a napsütéses órák száma a fentiekben említett 1300 órát eléri. A legoptimálisabb esetet alapul véve, ha mind az 1300 óra alatt a napelem végig 1 kWh/m^2-es sugárzási intenzitásnak van kitéve, akkor a napelem maximális teljesítményének és a napsütéses órák számának szorzatából 1300 kWh-át kapunk. Ez tehát az az energiamennyiség, amelyet a napelemünk a számára maximális sugárzási feltételek mellett termelne a nyári szezonban. Viszont a mai technológiai szinten a napelemek aktuális 20%-os hatékonysággal tudják elektromos energiává alakítani a napsugárzási energiát, tehát a végső érték 260 kWh elektromos energia. Ez az elméleti számításon alapuló, termelhető energiamennyiség természetesen kiszámolható nemcsak a téli, de az átmeneti időszakokra is, tudva a napsütéses órák számát, a napelem energia termelését, és feltételezve, hogy a sugárzási intenzitás végig 1000 Wh/m^2. Ha tovább szeretnénk számolni az energia árakkal a következő lépésben figyelembe kell vennünk, hogy az ELECTRICA S.A. áramszolgáltató mekkora díjat szab az 1kWh elfogyasztott energia mennyiségért. A háztartási fogyasztók számára a 2014. január 1.-én meghatározott díj értelmében 1 kWh elektromos energia ára 0,6139 RON, abban az esetben, ha ez a fogyasztás nem haladja meg a napi 3 kWh-t (vagyis olyan kisfogyasztókra érvényes ez, mint az átlag háztartások többsége). A következő kategória díjszabása 1,044 RON, a napi 3kWh fölötti fogyasztók esetében. Az elektromos energia árszabályozás igen bonyolult rendszer szerint működik, a konkrét fogyasztó mindig egy konkrét kategória árszabása szerint fizet. Ezt ismerve, a napelemünk által nyári szezon alatt termelt 1300 kWh értéket megszorozva 0,53 RON-nal 158,6 RON-t kapunk. Mivel a jogi személyeknek (pl. vállalkozásoknak) a villamosenergia ára magasabb a háztartásinál, számukra a megtakarítás mérete nagyobb lenne, a berendezés megtérülési ideje pedig lényegesen lerövidülne.

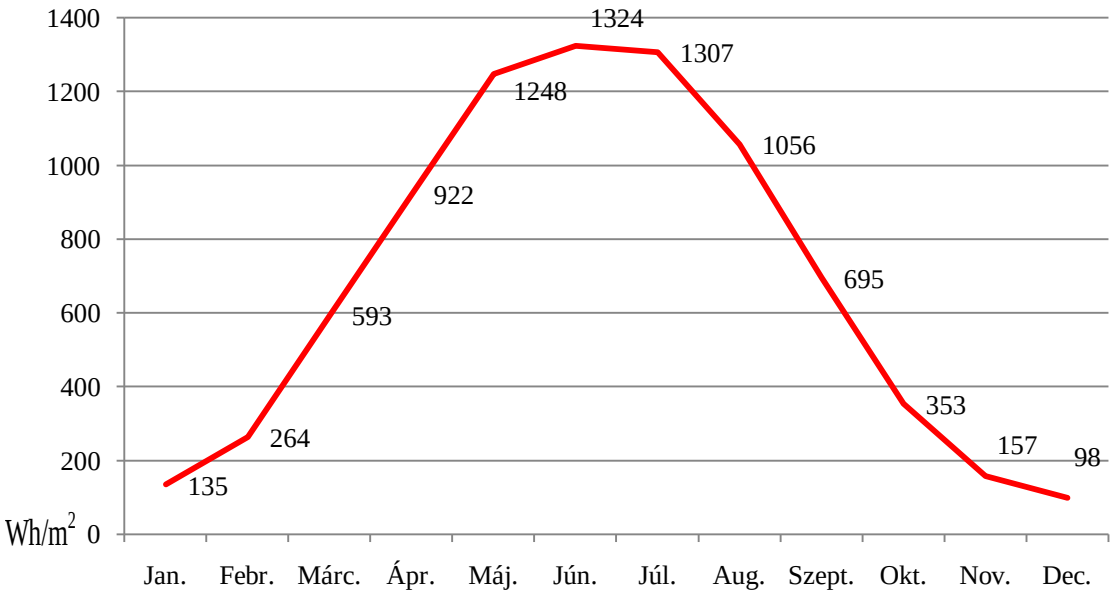
Kovászna megyében a villamos hálozatra csatlakozott településeket és háztartásokat vizsgálva, a Közép Fejlesztési Régió legjobb helyzetében lévő megyéjéről beszélhetünk. Mindegyik település hálózatra van kapcsolva, így a villamosenergia minden településre eljut (*Bartha, 2011*). Így nincs szükség az úgymond sziget üzemmódú működéses napelemekre. Viszont nem kell figyelmen kívül hagyni az utóbbi évek lakosság igényeinek aspektusait sem, hisz számos esetben a már kialakított villamos hálózattól távolabbi helyeken építenek

főleg nyaralókat, hétvégi házakat, emiatt mégis érdemes figyelni a sziget üzemmódú ellátásra is. Természetesen meg kell jegyezni azt is, hogy ezek a berendezések nem képesek kielégíteni teljes mértékben a háztartások igényeit úgy, ahogy azt a villamos hálózat teszi, a nagyobb fogyasztású háztartások esetében. A háztartásokban használt, nagy és gyakran működésükből kifolyólag állandó energiát igénylő berendezések, mint hűtők, nagyobb teljesítményű szerszámgépek, problémát jelenthetnek abban az esetben ha viszonylag kis teljesítményű napelemek állnak rendelkezésünkre, valamint az illető területen kisebb a sugárzási intenzitás és időtartam. Amennyiben egy háztartás áramellátását fotovoltaikus rendszerrel szeretnénk kivitelezni, előzőleg elengedhetetlen egy előtanulmányt végezni, figyelembe véve az adott területre jellemző sugárzási paramétereket: a globálsugárzás éves átlagértékeit, valamint az éves átlagos napsütéses órák számát (*Schliewenz, 2009*).

Az energiaigény általánosan függ: a lakosság igényeitől, energiafelhasználási szokásaitól, az életszínvonaltól, valamint a háztartások felszereltségétől. A vidéki háztartások kibővülnek még a gazdaságok energiafogyasztásával stb. Lényeges az energiaigény változása napos felosztásban is. De ugyanilyen eltérések az évszakok közt is felismerhetőek. A téli *(1950Wh/nap)* energiaigény 600 Wh/nappal több a nyárinál, *(1350Wh/nap)*, (*Bartha, 2011*).

A megyében a háztartási villamos energia átlagfogyasztása lakosonként **436,7 kWh** (*Bartha, 2011*).

A fentiekben kizárólag két időszakot megjelenítő térkép (*31. és 32. ábra*) segítségével bebizonyosodik, hogy a nyári sugárzási viszonyok elegendő energiát biztosítanak az átlag háztartások ellátására, a sugárzási értékek az igények fölött helyezkednek el. A napenergia potenciál átlaga 6836 W/nap, ebből a hasznosítható energiamennyiség (20%-os hatásfokú berendezéssel) 1367 Wh/m^2. A közbeeső tavaszi és őszi periódus hasonlóan a nyárihoz közel elegendő sugárzási energiával rendelkezik, de a megtermelhető energiamennyiség nem teljesen éri el az elfogyasztott energia mennyiséget. A decemberi sugárzási viszonyok adják a legkisebb hasznosítható energiát (114 Wh/m^2). A téli sugárzási viszonyok elmaradnak az átlag háztartási igényektől, melyek ebben az időszakban éppen megnövekednek, és így a háztartásoknak kisegítő energiaforrásra van szüksége, mint például a konvencionális hálózati energiaforrásra. Egész éves időfutamban a megyében átlagban naponta 670-794 Wh/m^2 energiát hasznosíthatunk. A 34. ábrán végig követhetjük az éves, hasznosítható napsugárzási értékeket. Amennyiben összeadjuk az 1 m^2-re eső hasznosítható napenergiát, figyelembe véve külön-külön az év minden hónapjára jellemző sugárzási értékeket, a rajzolt sugárzási térképek alapján maximálisan **289,81 kWh/m^2** és minimálisan **244,47 kWh/ m^2** energia érkezik Kovászna megye területére.



34. ábra Átlagos hasznosítható energia* mennyiség Kovászna megyében, saját készítés

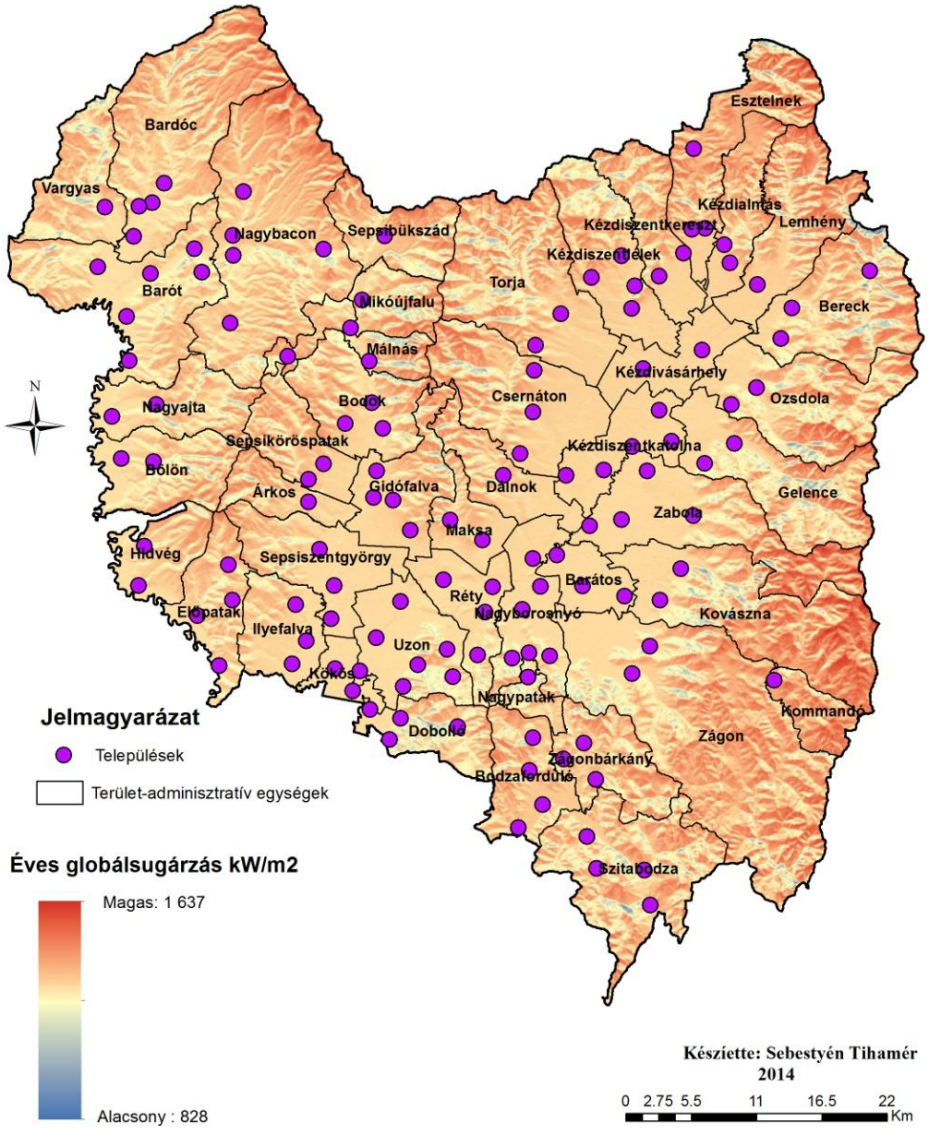
*** 20%-os hatékonyságú berendezéssel**

4. Éves globálsugárzás Kovászna megye községeinek területén

A napenergia potenciálmérésekkel tovább haladva, elkészült a megye településeinek sugárzási viszonyait tartalmazó éves globálsugárzási megyetérkép is. (35. ábra)

A térképen kitűnnek a sugárzási eltérések. Az eltérések azzal magyarázhatóak, hogy az alacsony sugárzási értékek egymással összeadódva jelentkeznek hónapos szinten, ahogyan a magasabb sugárzási értékekkel rendelkező területek értékei is. A legnagyobb sugárzási értékeket - hasonlóan a júliusi és januári elemzéshez -, itt is főként a hegyvidéki településeken lehet mérni: Kommandó (1449 W), Szitabodza (1367 W), Bodzaforduló (1408 W). Ellenkező póluson Hidvég (1268 W), Bölön (1256 W), Barót (1234 W) található.

A Kovászna megyében található napenergia-potenciál számszerű megjelenítésére a következőkben a megyében található minden egyes település sugárzási adottságait külön-külön figyelembe vesszük. A számítások alapját elsősorban a háztartások számának figyelembe vétele képezte. Reális képet kapunk energiatermelési lehetőség szempontjából, ha a megye településein minden lakos háztartására napenergiát hasznosító berendezést tervezünk, és ezek alapján számoljuk a háztetőkre érkező napsugárzást.



35. ábra: Éves globálsugárzás Kovászna megyében, Forrás: saját készítés

5. A Kovászna megyei napenergia-potenciál számszerűsítése

A sugárzási térkép raszter állománya kiegészítve a pontszerű települések koordinátáival megadja az adott pontban lévő településre jutó globálsugárzási értéket. Az adott település lakosság számából megkapjuk megközelítőleg a háztartások számát. A 2011-es népszámlálás adatai alapján a városi környezetben az átlagos háztartások 2,53 személyből állnak, vidéki környezetben pedig 2,83 fő (INS, Recensământului Populaţiei şi Locuinţelor – 2011, 2012). Ezt figyelembe véve megkapjuk a településen található aktív háztartások számát. Ha a helyben lakók számából indulunk ki, sokkal reálisabb eredményhez jutunk, mint ha a lakóházak számát vennénk figyelembe. A tényleges energiatermelés is főként az ott lakóktól függ, nem pedig a lakások méretétől, fekvésétől vagy minőségétől. A háztartások számát megszorozva az adott település éves sugárzási értékével, kiszámolható a település elméleti energiatermelése.

Viszont a városok esetében kicsit finomítani kell a potenciálszámítást. Mivel a megye öt városában a lakossággal egyenesen arányosan nő a tömbház lakások száma is, figyelembe kell venni azt, hogy a pl. egy tömbházra nem lehet annyi napelemmel számolni, ahány háztartás van benne. Emiatt egy átlagos négy emeletes tömbház lakást veszünk alapul, amiben elméletileg átlagosan 48 személy él. A városokban a tömbházak számát a Google Earth program jó felbontású térképével lett számszerűsítve. Esetenként a Street View opció segítségével pontos képet tudtunk szerezni a reális helyzetről.

Tegyük fel, hogy minden egyes háztartás födélzetére telepítve van egy maximálisan 1kW-os teljesítményű napelem. Ennek a berendezésnek a csúcsteljesítménye 1 kW, amely azt jelenti, hogy a napelem legtöbb 1 kW villamos energiát termel egy óra alatt, feltéve ha a napsugárzás intenzitása 1000 Wh/m^2. Az így kapott energiamennyiség minden településen (azon belül mindenik háztartás esetében) összeadódik.

Kísérjük végig a következő példával a módszert. Kiválasztásra került Kézdiszentkatolna község, mivel a Háromszéki-medencében földrajzilag központi helyen helyezkedik el. A fenti gondolatmenet szerint relatívan magas napsugárzás mérhető az év során (1309.45 kWh/év). A lakosok számából kalkulálva, a községben 1186 háztartás van. Tudva a sugárzási értékek éves összegét, a településen számlálható háztartások számát, kiszámolható a település háztartásaira telepíthető berendezések által megtermelhető energiamennyiség. Ezt megszorozva a település háztartásainak számával megkapjuk, hogy Kézdiszentkatolna község 1186 háztartására évesen, a fent említett 1 kW-os napelemes

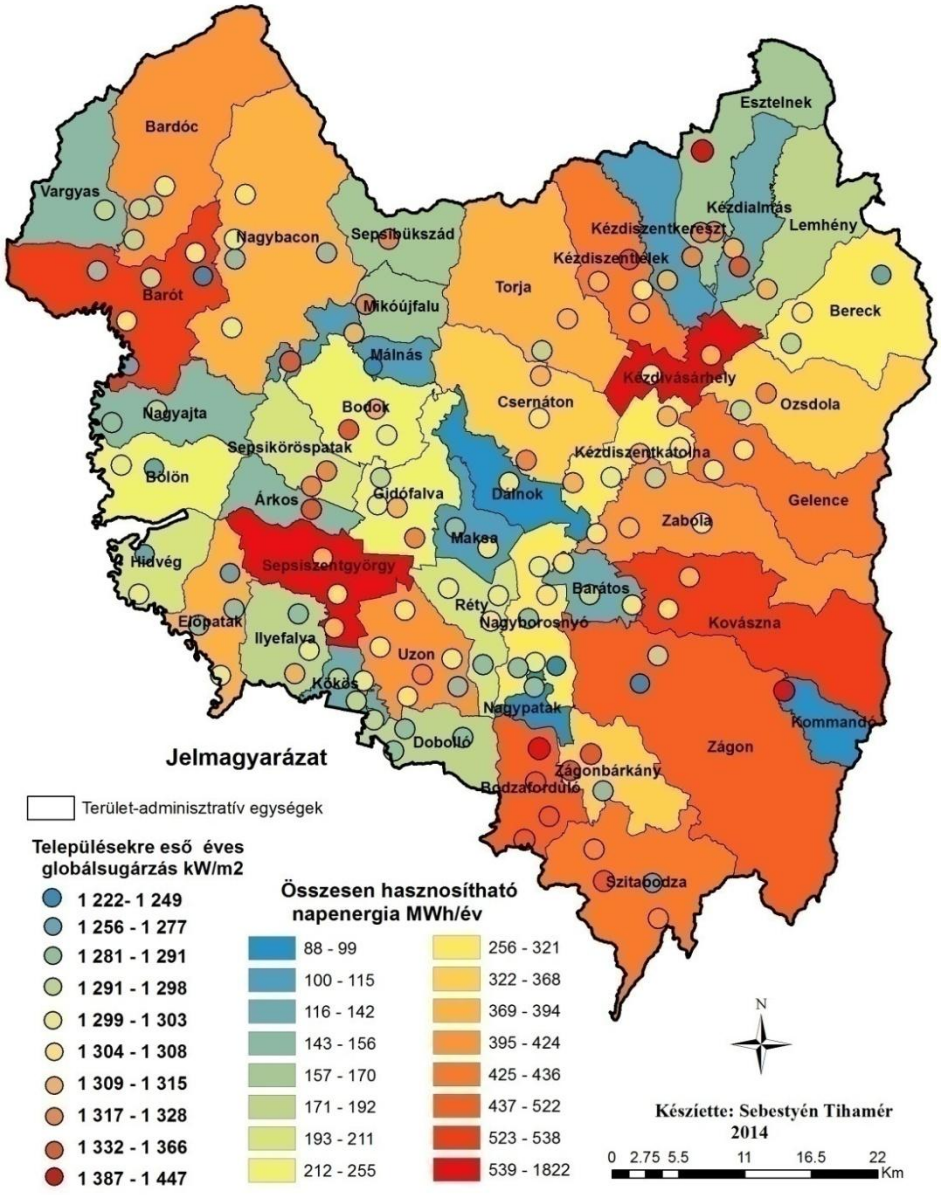
berendezéssel (ami a globálsugárzásból maximálisan 20-%-ot tud technológiai felépítettségéből kifolyólag hasznosítani) átlagosan **310.84 MWh/év** villamosenergia mennyiséget lehet termelni.

Ugyanezt a számítási koncepciót követve a megye mindenik településének napenergiáját meghatároztuk. A vizsgálat során figyelembe vett háztartások száma 76 332 volt. Az ellenőrzés érdekében a Kovászna Megyei Statisztikai Hivataltól kikértük a megye lakásviszonyokra érvényes legfrissebb adatbázisát. A statisztikai adatok 88 909 lakást tartanak nyilván, a háztartások száma pedig 76 345 (INS, 2012). A fenti adatok ismeretében elmondható tehát, hogy a saját számításaink, miszerint 76 332 háztartás „létezik" a megye településein helytálló számításnak tekinthetőek, közel megegyezik a hivatalosan regisztrált adatokkal. A közel tízezres különbség a lakások száma és a háztartások száma közt, a második lakásokkal, a hétvégi házakkal, valamint a közintézmények, jogi személyek tulajdonába tartozó épületekkel magyarázható. A megye városaiban 43 010 lakás található, a vidéki településeken pedig 45 899 lakás. A 2011-es népszámlálás adatai alapján a megye lakosságának 47,6%-a (98189 fő) él városon, a vidéki településeken pedig 52,4%-a (108072 fő). Vidéki településeken a gyakorlati tapasztalat mégis több lakást említ meg, így figyelembe kell venni, hogy falvakon gyakoriak az üres lakások. Visszatérve a hasznosítható napenergia számszerűsítésére, mindenik település mellé társul a helyi globálsugárzási érték éves összegzett értéke. Az összegzett éves globálsugárzás a teljes megyére **69 722.58 GWh/év.**

A fent megnevezett energiamennyiség a számított globálsugárzásból adódik. Az ebből kinyerhető és háztartásokban felhasználható energiamennyiséget az 1 kW-os teljesítményű napelemmel érhetjük el, feltételezve, hogy ezt az energiamennyiséget minden esetben ezzel a berendezéssel nyerjük a megye településein. Az általam példaként felhozott napelem a SANYO HIP-200 BA 19 típusú 200 W teljesítményű napelem, ennek felülete 1,18 m^2, ennek megfelelően az 5 db, 1 kW összteljesítményű napelem a háztetőre telepítve összesen 5,9 m^2 felületet foglal majd el. Ha ezt az 5,9 m^2 felületet 1 óra leforgása alatt 1000 W/m^2 teljesítményű napsugárzás éri, akkor ez idő alatt ez a napelem felület 1 kWh elektromos teljesítményt képes leadni. A vizsgálatba vett háztartásokra tehát feltételezzük az 5,9 m^2–es napelem telepítését.

Mivel a napelemek legkorszerűbb fajtái, amelyek a hétköznapi felhasználáshoz elérhetőek csak a 20%-os hatásfokot érhetik el (a legkorszerűbb – polikristályos – napelemek), így a fent említett energia mennyiség 20%-ával számolhatunk, amikor a tényleges kinyert villamos energia mennyiségéről beszélünk. A fentiekben leírt módszer alapján, a megye településein kinyerhető energia évenként **13 944.52 MWh/év**.

A 36. ábrán két fontos információt vázoltunk: a településekre eső éves globálsugárzás mértékét, illetve a terület-adminisztratív egységekben a háztartások számával egyenesen arányosan számolt, jelenlegi technológiai szinten kitermelhető napenergia mennyiséget. Terület-adminisztratív egységekre összegzett hasznosítható energiahozamok vannak számolva. A legnagyobb energiamennyiség természetesen a városokban fogható fel, mivel itt van a legtöbb háztartás, ami napelemeket telepíthet. A kisebb községekben hasonlóan alakulnak a sugárzási értékek, viszont a háztartások kisebb száma miatt a hasznosítható energiahozam alacsonyabb lesz. Jó példa erre Zágon: az éves globálsugárzás itt 1 229 kW/m^{2,} megyei viszonylatban az egyik legkisebb, viszont a nagyközségnek (1832 háztartással) nagy lehetősége van a napsugárzás kihasználására.



36. ábra: A hasznosítható napenergia és globálsugárzás vizsgálata Kovászna megyében

Az elemzés nem tartalmaz energetikai számításokat napelem parkra vagy napenergia ipari jellegű befektetésekre. Fő cél a település szintű, a helyi lakosság rendelkezésére álló lehetőségekkel (háztartások tetőzetével) számszerűsíteni a termelhető energiahozamot (villamos energia kihozatalt). A vizsgálat az adottságok maximális kihasználásával számol, vagyis azt az esetet vettük alapul, amikor is a lakosság minden háztartása bekapcsolódik az energiatermelésbe.

13. Sikertörténetek napenergiával

A következőkben egy olyan napenergiákra alapozott településfejlesztési sikertörténetet szeretnénk röviden bemutatni, amely sok szempontban hasonló körülmények közül indult el, mint amilyen körülményekkel jellemezhető Kovászna megye döntő többségű (főképp vidéki) települései.

Egy bajorországi kis település, Rettenbach am Auerberg, 805 lakossal rendelkezett (2012-ben). 2010-ben a településen 1 m^2 napkollektor-felület jutott minden lakosra és 2kW/fő-s napelem-kapacitás (Csanaky Lilla et. al,, 2010). A kilencvenes évek elején még elnéptelenedéstől veszélyeztetett település volt. 1993-ban helyezték üzembe az első napkollektorokat, elsőkben a polgármester és más önkormányzati képviselők. A példamutatást követően egyre több érdeklődő követte. Az érdeklődők csoportos árajánlatot kértek a következő befektetésekre, ez azt jelentette, hogy a napenergia hasznosítással foglalkozó cégektől egy személyenként kedvezőbb ajánlatot kaptak, így sokkal kedvezőbb árat tudtak kitárgyalni, mintha egy-egy napkollektort vagy napelem-rendszert akartak volna vásárolni külön-külön.

Egy másik példa Wildpoldsried (37. ábra), ahol 1997-ben kezdődött a megújuló energiákba való befektetés, 2011-ben már 190 magánház tetején volt napelem, ezen kívül pedig minden közösségi épületet elláttak ilyen berendezéssel. Napenergiából összesen 3,9 MW elektromos energiát állítanak elő. A falu hő- és villamos energiájának 350%-át termeli már meg, villamos energia eladásából ez minden lakosra évi 1500 eurós jövedelmet jelent. Az eredményhez elsősorban kiszámítható állami energiapolitikára volt szükség, amit a 2000-ben elfogadott megújulóenergia-törvény, az EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) biztosított. Ennek értelmében magánszemély és kisvállalkozás is beléphet az áramtermelők közé, a megtermelt zöldenergiát pedig húsz évig garantált áron vásárolja vissza az áramszolgáltató. Ez a bankok számára is megnyugtató hátteret teremt a zöldenergiai fejlesztések hitelezéséhez.

A példák arra mutatnak rá, hogy a környezeti adottságok fölött egy olyan törvénykezés szükségeltetik, ami befektetői biztonságot ad a lakosságnak. Aláhúzandó, hogy a megújuló energiákra alapozott vidék- és településfejlesztési folyamatok csak akkor indulhatnak útjukra, ha a magánszemélyek számára is barátságos, kiszámítható és stabil környezetet teremtünk egy új energiapolitikával.

37. ábra: Wildpoldsried arculata az épületeken elhelyezett napelemekkel,
Forrás: *greenbuildingadvisor.com*

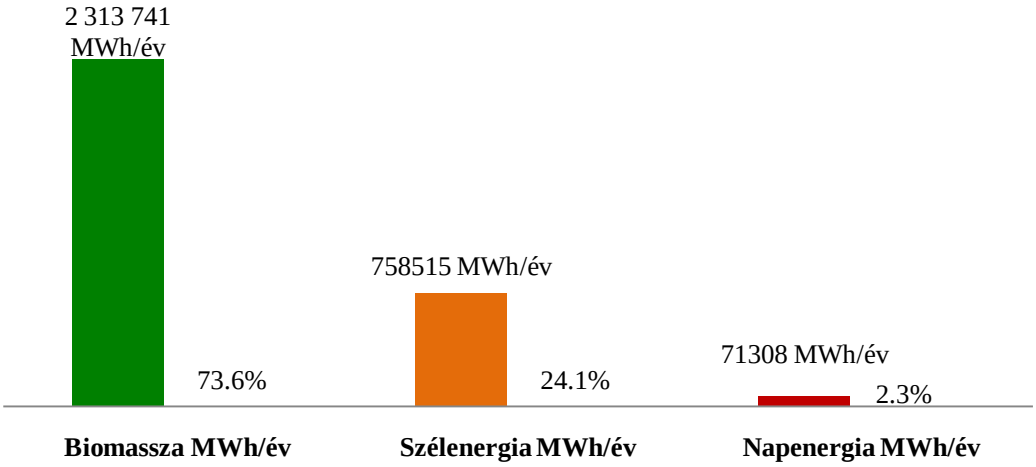
Miben különbözik a hazai és a német energiapolitika? Romániában a megújuló energiákba való befektetés igen kedvező gazdasági körülmények között működött az utóbbi években a zöldkártyás bizonyítványokkal. Nyilvánvaló, hogy ez elősegíti a 3x20-as kötelezettségek elérését 2020-ig[5]. Viszont ez főként az energiaiparba befektető külföldi tőketulajdonosoknak teremtett profit lehetőséget. Hosszútávon inkább a helyi lakosságnak, intézményeknek kellene kedvező villamosenergia átvételi rendszert kiépíteni. Később ez a koncepció a társadalomba is takarékos, zöldenergia-barát hozzáállást alakítana ki.

[5] Az EU 2007-ben az energiapolitikájában vállalja 2020-ig a következő célkitűzéseket: 20 %-al csökkenti az ÜHG kibocsátását, 20 %-ra növeli a megújulók részarányát az energiatermelésben (Románia 24%) és 20 %-al javítja az energiahatékonyságot.

IV.Biomassza – nap– és szélenergia potenciálok kiértékelése Kovászna megyében

Az előző fejezetekben részletesen vizsgáltuk a biomassza – szél– és napenergia potenciált. A következő lépésben hasonlítsuk össze ezt a három megújuló energiaforrást, és nézzük meg, hogy rendre milyen arányban vannak jelen az adott terület-adminisztratív egységen belül.

A megyében már 2009-ben megalakult Green Energy Biomassza Klaszter előrevetítése alapján a legnagyobb energiaforrás a biomasszában rejlik. Bár eddig konkrét felmérés nem készült a megye megújuló energiaforrásainak számszerűsítésére, ez az akkori prognózis alátámasztásra kerül az általunk végzett vizsgálatoknak köszönhetően. A 38. ábra alapján a vizsgálatba vett három megújuló forrás közül Kovászna megyében 73,6%-os arányban a biomassza van jelen, a szél 24,1%-os arányt képvisel, míg a napenergia csupán 2,3%-ot.



38. ábra: Összehasonlítás a vizsgált megújuló források mértékére, Forás: saját számítások

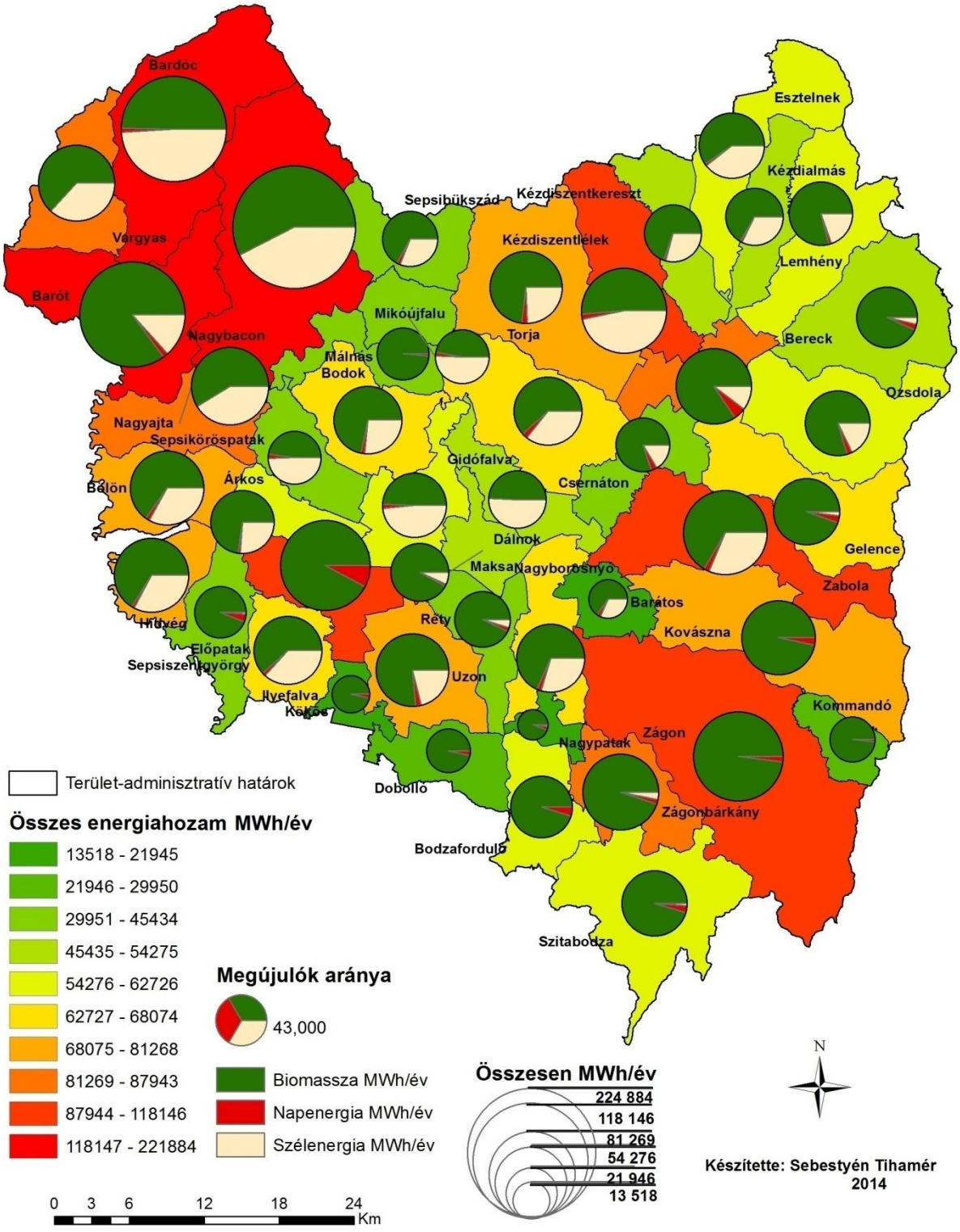
1. Biomassza – szél– és napenergia területi megoszlása

Az összegzések területre szóló vetületei sokkal sokoldalúbbak. Ahogyan a 39. ábrán láthatjuk a közigazgatási egységek igen eltérő megújuló forrásokból származó lehetséges energiával rendelkeznek. Abból a szempontból, hogy milyen forrásokból tevődnek ezek össze, már kicsit homogénebb a helyzet. Döntően mindig a biomassza-potenciál a legnagyobb arányú.

A biomassza energiaforrás aránya például Kommandón, Szitabodzán, Nagypatakon, Zágonban, Zágonbárkányban, Bodzafordulón, Dobollón, Kökösben, Előpatakon, Mikóújfaluban és Gelencén is közel 90%-os a más forrásokhoz viszonyítva. Más községekben ez az arány csökken, de a legkisebb részesedés is közel 50%-os Dálnok, Bardóc, Gidófalva, Árkos esetében.

A szélenergia-potenciál ott tud magasabb arányt elérni, ahol kiterjedtebb legelő, kaszáló terület van, az erdők kiterjedése pedig nem elsöprő arányban borítják az adott közigazgatási egység területeit. Ilyen esetek az erdővidéki községekben találhatóak, a Bodoki-hegység területén lévő községekben, valamint a Felső-Háromszéki községekben.

Napenergia nagyságrenddel elmarad az első két energiaforrás méreteitől. Főképp Sepsiszentgyörgyön, Kézdivásárhelyen, és más nagy lélekszámú vidéki településeken lehet 5%-ot elérő arányú energiapotenciált várni. Sepsiszentgyörgy 7%-ban, Kézdivásárhely 5%-ban, Bodzaforduló 4,6%-ban járul hozzá az össz megújuló energiaforráshoz. Más községekben átlagban 2-3%-os arányban jelentkezik.



39. ábra: A vizsgált megújuló források összegzett, területi vizsgálata Kovászna megyében

V. A megújuló energiákra alapozott vidékfejlesztés 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 várositól 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/km^2-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 természetközeliség 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 jelenti (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, infrastrukúrális, 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 település szerkezetére, 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/km^{2,} 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 (minicípium, 18 082 fő),

Kovászna (város, 9909 fő), Barót (város, 8567 fő), Bodzaforduló (város, 7319 fő). Vidéki településeken pedig a megye lakosságának 52,4%-a élt. 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 km^2-re) terjed ki, miközben a vidéki települések a hozzájuk tartozó területekkel a megye 87,27%-át (3237,62 km^2-át) foglalják el (Recensământul, 2012). A megye vidéki térségének népsűrűsége 33,33 fő/ km^2, miközben a városi népsűrűség 207,77 fő/ km^2.

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.

1.2.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 alpozva a lokális szintű fejlettségi vizsgálatokra használják. A község szintű 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 élettartam
- az egyfőre eső lakások területének (m^2) helyi átlaga
- a fölgáz vezetékre csatlakozott helyi háztartások aránya
- az ezer főre eső személygépjárművek száma
- a 18 év felettiek átlagéletkora
- 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 lakossával) és Kommandó (éppen ezer lakosával) kiesett az indexszámításból

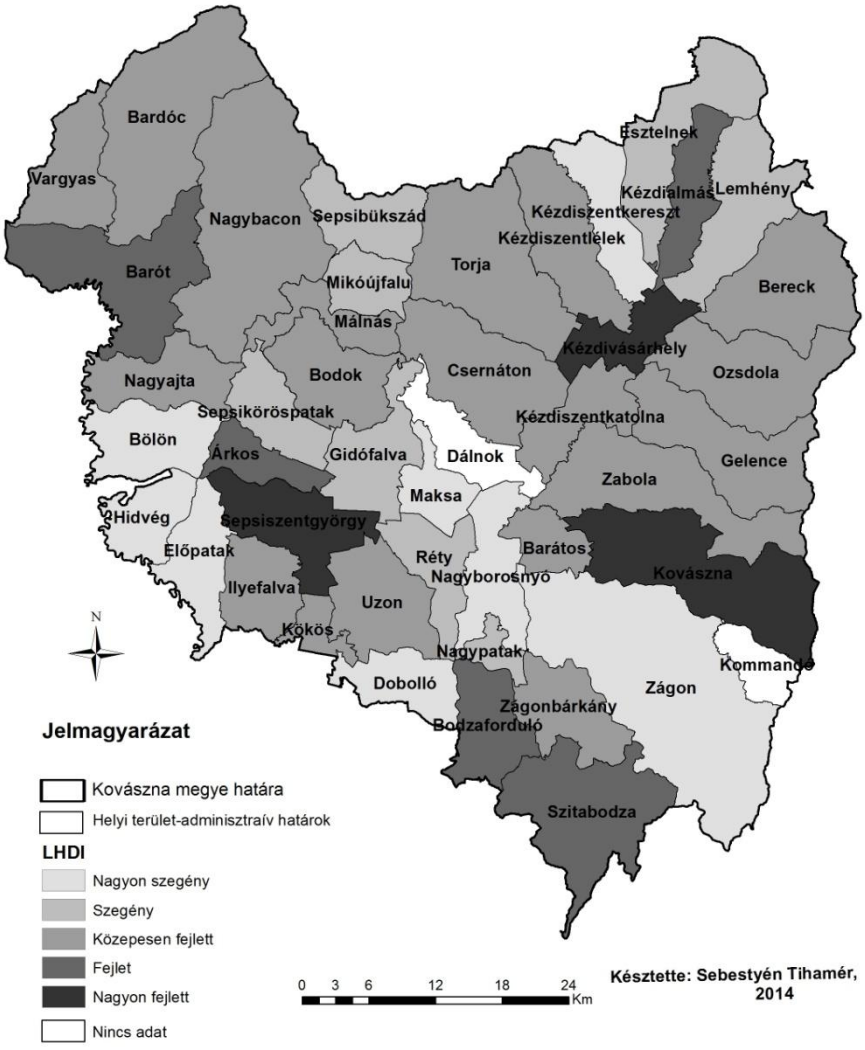
Fontos megemlíteni, hogy a település lakosságának mérete nincs integrálva a LHDI-ben, ugyanis ez igen nagyméretű variációkat eredményezne. Az emberi tőkét a helyi oktatási színvonalból származtatják, az egészségi állapotot a születéskor várható élettartamból számolják, figyelembe véve még a településen 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 agregálja, 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 a LHDI, Előpatak, Nagyborosnyó és Bölön volt a lista végén. Az aktualizált eredmények azt mutatják, hogy enyhén emelkedett (53 pontra) a helyi fejlettségi szintek közötti különbség. Sepsiszengyörgy erőteljesen fejlődött, ahogyan a többi város is, viszont Hidvég visszafele csúszott, miközben a fejlődésben lemaradt községek sorába tartozik még Előpatak, Bölön 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 Sepsiszengyörgy és Bodzaforduló érte el. A vidéki települések fejlődési aspektusai már változóak, itt alacsonyabb bázispontról indult a fejlődés. A 2002-es átlagos 47-es LHDI érték 2011-re, a községek - a várossal szembeni - lassúbb ütemű fejlődés 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) (40. 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 munka termelékenysége 2012-ben 2464 euró/fő volt, ez ötször kevesebb, mint az országos átlag (12 527euró/fő), miközben a tercier és az ipar az átlagosnál másfélszer magasabb termelékenységet mutatott.



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

1.3. 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 (38. ábra). A jelenlegi LHDI helyzetet összevetjük azzal az általunk számításba vett energiaforrások 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. A 20. táblázatban kövessük végig a megye közigazgatási egységeit.

20. táblázat: Összevetés a megye közigazgatási egységeinek LHDI indexe és a vizsgált megújuló források hozamadatai alapján*

Megújuló 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	Bölön Hidvég Zágon	-
Elmaradott (51-55 LHDI)	Nagypatak	Kézdiszentkereszt Réty Bükszád Mikóújfalu Sepsikőröspatak	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	Bodzaforduló 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, Bölön és Hídvég. A megújuló 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 említetteknél. 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 megújuló 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 elvizesedett 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 megújuló energiaforrás birtokosa, főként kiterjedt nem erdős területei szélturbina építésére alkalmasak, az átlagos szélerősség pedig a megyei átlagot jóval meghaladja. Zágonbárkány, Nagybacon, Vargyas és Zabola esetében főképp a hő- és villamos energiatermelés a legkézenfekvőbb, mert nagymértékű szilárd biomassza hulladék képződik a községekben. Meg kell azonban említeni, hogy a Nagybaconhoz tartozó területeken, főként északra haladva, a szélmezők modellezése alapján az egyik legerősebb szélviszonyok itt uralkodnak a megyében, érdemes tehát a szélenergia kiaknázásán gondolkodni. 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 egyfőre 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: Kézdialmás, 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 lehetőség pedig Kézdialmást 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.

2. A megújuló energiaforrások hasznosítása a 2014-2020-as vidékfejlesztési programban

Országos szinten a mezőgazdaság és az erdészet által fogyasztott energiamennyiség emelkedő trendet ír (főként üzemanyag), miközben az agro élelmiszereket előállító szektorban 22%-al csökkent (2005-2011 között) az energia felhasználási mértéke. A megújuló energiák használata mind a mezőgazdaságban, mind pedig más szférákat tekintve igen alacsony. 2011-ben a felhasznált megújuló energiák 69.1%-a az erdőgazdálkodásból származott. A megújuló energiák változatosan fordulnak elő, viszont a technológiai elmaradottságok, és a gazdaság okok miatt szélesebb spektrumú alkalmazásuk még várat magára.

Románia 2014-2020-ra szóló vidékfejlesztési terve három nagy prioritási tengelyt nevez meg: környezet és klíma, innováció, valamint ismeretátadás és informálás.

A környezeti fenntarthatóság a tárgyi eszközökbe való befektetés útján érhető el, itt különösen nagy hangsúlyt kap a megújuló energia szerepe, főként az agro élelmiszertermelésben, a hulladékfeldolgozásban, szennyvíziszap hasznosításban és az ÜHG-ok kibocsájtásának csökkentésében (állattenyésztés metánképzésének hasznosítása biogáz-üzemekkel).

Az innovációs fejezet főként a hatékonyságot növelő növény- és állatfajták elterjesztését támogatja. Hangsúlyt fektet az energiahatékonyságot növelő berendezések alkalmazására is.
A tudásátadás és informálás fejezet kitér a konzultációk kibővítésére, a jó példák bemutatására, a vidéki szereplők összekötésére az innovációk és újítások érdekében.
A 2014-2020-as programozási időszakban a FEADR (Fondul European Agricol pentru Dezvoltare Rurală) és a FEDR (Fondul European de Dezvoltare Regională) közösen fogja támogatni a kizárólag megújuló energiák alkalmazására szóló pályázatokat. A kedvezményezettek a vállalkozások, és más termelői- és együttműködési szervezetek lesznek. A támogatás 80%-ig átvállalhatja a kedvezményezettektől a befektetések költségét. A fejlesztésekhez fűzött elvárások: a magas hozzáadott érték teremtése, feldolgozói láncolat létrehozása (termelő, raktározó, feldolgozó, csomagoló, értékesítő), az együttműködés, tartós munkahelyek teremtése, valamint egyesületek életre hívása. A PNDR 14-20 összesen hat prioritási tengelyt nevez meg, amelyekben több intézkedés is megfogalmazza a megújuló energiákat felhasználó- és termelő befektetések támogatását.

A 2A intézkedés támogatja azon megújuló energiatermelő vagy felhasználó berendezések beszerzését, amelyek a farmok fejlesztése érdekében lesznek beszerelve.

A 6A intézkedés támogatást nyújt fizikai személyek számára, akik megújuló energiát kívánnak termelni vagy felhasználni egy új beruházás révén. Amennyiben a mezőgazdasági termelés diverzifikációját (energiatermelésre fokuszálva) szolgálja, és fenntartható munkahelyteremtést eredményez.

Az 5C intézkedés támogatja az ellátásbiztonság növelését, a megújuló energiaforrások kiaknázását, a mezőgazdasági melléktermékek (hulladékok és más élelmiszergyártás, vagy nem élelmiszergyártás során előforduló maradékok, alapanyagok), energia termelésére való felhasználását a biogazdaság fejlesztése érdekében. Az 5C-n belül két alintézkedés a 4a.1 a gyümölcsösök termelőinek szóló beruházásnál, valamint a 4a.2-es intézkedésnél a gyümölcsösök feldolgozásához (szárításához, érleléséhez, vagy a hulladék égetéséhez) beruházási támogatást nyújtanak, abban az esetben, ha az megújuló energiát fog termelni vagy hasznosítani.

Más beruházások támogatásában előnyt élveznek (kumulatívan plusz pontszámot szereznek) azok a projektek, amelyek környezetkímélő és megújuló energiatermelést fognak beindítani vagy folytatni. Az elbíráláskor prioritásként kezelik azokat a pályázatokat, amelyek energiahatékonyság növelő, megújuló energia termelő vagy felhasználó, ÜHG kibocsájtást csökkentő eljárásokat tartalmaznak. Az innováció, mint fő direktíva feladatként jelentkezik a LEADER programokban is, az egyesületeknek támogatniuk kell az

energiahatékonyság növelését, a megújulók térnyerését, a helyi termelőket és piacfejlesztéseket, az IT-t, a természeti és épített örökség védelmét, termelési csoportok munkáját, és a sérülékeny és hátrányos helyzetű csoportokat.

Feltevődik a kérdés, hogy milyen forrásokból érkeznek a támogatások? A FEDR finanszírozza a megújuló energiákból termelt villamos– és hőenergiát előállító központokat (beleértve a biomassza üzemeket is). A FEPAM (Fondul European pentru Pescuit si Afaceri Maritime) főként azokat a gazdaságokat támogatja majd, amelyek halgazdaságokban vagy a halfeldolgozásban megújuló energiákat fognak alkalmazni (szél- és napenergia). A FC (Fond de Coeziune) által nyújtott támogatásból lesznek finanszírozva azok a befektetések, amelyek villamos– és hőenergiát biomassza, geotermális és kis vízerőművekkel fognak termelni. A FEADR által nyújtott támogatások fogják finanszírozni azon mezőgazdasági termelést, amelyek bioüzemanyag előállításában, és energianövények termesztésében érdekeltek. A FEADR-s támogatás érvényes lesz a biomassza feldolgozásra, amelynek a felhasználói lehetnek maguk az nyersanyag előállító gazdák, vagy más gazdasági szereplők, akik KKV-t működtetnek a vidéki térségekben. A PNDR 14-20 előirányozza továbbá azon gazdaságok támogatását, amelyek szintén megújuló erőforrásokat használnak fel: gyümölcsösök fenntartható fejlesztését végzik, vízvédelmi intézkedéseket eszközölnek, fenntartható talajmenedzsmentet folytatnak, a hulladékok valamilyen értékesítését végzik (égetés is beletartozik), vagy a mezőgazdasági termelők energiafogyasztását csökkentik energiahatékonyság útján.

A fenntartható vidékfejlesztés során szükség van a feldolgozóipar (erdészet, gyümölcsös) elsődleges hulladékainak feldolgozására, ehhez pedig elengedhetetlenül igény van olyan beruházásra, amivel az energia fogyasztói hatékonyságot növelni lehet. Kiemelt figyelmet kell szentelni az informáló, a tudásátadás, és a fenntartható vidéki élettérhez kapcsolódó tapasztalatok átadására.

A tárgyi eszközökbe való befektetést a következő intézkedések teszik lehetővé: 5, 5A, 5B, 5C, 5D, 2A és 6A. Ezekkel az intézkedésekkel az előttünk álló programozási időszakban a mezőgazdasági gépparkot, a feldolgozáshoz szükséges berendezéseket, épületek hő-energiaveszteségének csökkentésére szóló beruházást, a fenntartható energiatermelést- és fogyasztást lehet eszközölni.

3. A megújuló forrásokból termelt energia Romániában

A megújuló energiába való befektetést a 220/2008-as törvény indította be Romániában. Viszont az eredeti támogatási rendszer, ami minden megtermelt MWh villamos energia után a termelési forrástól függően bizonyos CV-t állít ki, az évek során igen bőkezűnek bizonyult. Románia a 2020-ra felvállalt és tervezett megújulókból származó energiamennyiséget (24%) már teljesítette, ezért az 57/2013-as törvénnyel csökkentették a CV-k mértékét. A CV-k érvényességi határideje 16-ról 12 hónapra csökkent. 2010 és 2013 között több mint 2000 MW termelő kapacitást indítottak be, döntően szél és napenergiából, 3 mrd. eurós befektetéssel. A problémát az okozta, hogy ez nem éppen a belföldi energiaipar fejlődését és a román területi fejlődést segítette elő (nem beszélve a vidékfejlesztés hatásainak elmaradásáról), hanem erőteljesen a külföldi beruházások melegágyaként fejlődött ki, amelyeknek értékei a hazai fogyasztók számláin csapódtak le. A PNAER 2020-ra tervezi, hogy 4000 MW-os szélenergia termelést, 260 MW napenergia termelést, és 600 MW biomasszából származó villamos energiatermelést valósít meg. Előreláthatóan ez 4,5 mrd. euróba fog kerülni.

Az PNAER megjelöli a megújuló energiák kiaknázására szánt befektetések vissza nem térítendő támogatási forrását is. Az Operacionális Szektoriális Program („gazdasági versenyképesség növelését támogató") 4. tengelye támogatja az energiahatékonyság növelését, és a biztonságos energiaellátás fejlesztését. A megújuló energiaforrások hasznosítását célzó beruházásoknál:

-70%-os vissza nem térítendő támogatást nyújt a KKV-k számára (kivéve Bukarest-Ilfov régióban, itt 60%-os)

- közepes nagyságú vállalatok számára 60% (illetve Bukarest-Ilfov régióban 50%)
- nagy vállalatok számára 50% (illetve Bukarest-Ilfov régióban 40%)

A hétköznapi tapasztalatok viszont azt mutatják, hogy egy kezdő vállalkozás (mikró –vagy kis vállalkozás), önerőből kell a teljes projektet finanszírozza. Mivel utófinanszírozásos a pályázati rendszer, így közel esélytelen nagyobb volumenű beruházás kivitelezése egy kezdő vállalkozó számára. A fent említett pályázati lehetőség akkor elérhető, ha az égetéses úton (kogenerálás, vagy külön hő- és villamos energia) a felhasznált nyersanyag 80%-a megújuló forrású, valamint, ha kogenerálás lép fel, és a megtermelt energia 40%-át kötelező módon értékesíti a befektető.

További támogatást élveznek azok a megújuló energiaforrásokat hasznosító beruházások, amelyek összértéke nem haladja meg az 1 millió eurót. Két fajtája van a támogatásnak:

jövedelemtermelő projekt és nem jövedelemtermelő projekt. A jövedelemtermelő projektek esetén külön állapítják meg a támogatás mértékét. A támogatható összeg nem haladhatja meg a teljes beruházás értékét úgy, hogy kivonják a nettó jövedelmet, amit később termelni fog egy megadott referencia értéken. Főként a hőközpontokba való beruházást támogatják, amelyek közszolgáltatásként működnek intézmények fűtésére.

Azon projektek, amelyek semmilyen jövedelemtermelő faktorral nem járnak, 98%-os támogatásban részesülhetnek. Itt főként azon intézmények pályázhatnak, amelyek elektromos energiát állítanak elő saját felhasználásra, vagy közérdekű gazdasági felhasználásra, és az intézmény elektromos energia fogyasztásának fedezése a helyi önkormányzatot terheli. Jó példa erre a közvilágítás a vidéki településeken. Az itt termelt villamos energiára viszont nem érvényes a CV-k által nyújtott további állami támogatás. A fent említett intézkedések megpályázási határideje 2013. december 31.-én lejárt, viszont a 2010-ben elfogadott PNAER által megfogalmazottak a 2014-2020-as programozási időszakban is érvényesek lesznek. A fent említett támogatást kihasználva sikeresen pályázott Sepsiszentgyörgy önkormányzata, továbbiakban erre részletesebben kitérünk.

Megújulók hasznosításának a támogatási célja:

- új megújuló energiaforrásokat hasznosító berendezések üzembe helyezése,
- gazdasági fejlesztés abban a régióban, ahol éppen a befektetést eszközölik,
- az elektromos- és hőenergia szükségletek ellátása a hátrányos helyzetű régiókban,
- zöld energiák termelése és a környezetvédelmi standardok elérése,
- környezeti terhelés csökkentése, kibocsájtások csökkentése
- konvencionális (fosszilis) energiaforrások importjától való függés csökkentése.

2010-ben a Környezetvédelmi Minisztérium alatt működő Környezetvédelmi Alap fejlesztési beruházások támogatását indította be. A megújuló forrásokból (mint: szél, nap, geotermális, biomassza és vízből) származó energiatermelésre fokuszáló projekteket a környezetvédelemhez befolyó adókból és illetékekből finanszírozta, a program végét a PNAER nem határozta meg.

A PNAER anyagi támogatást ír elő a megújuló energiák hasznosításának promoválására is, amelyet a strukturális alapokból biztosít. A Környezetvédelmi Alap pedig a hagyományos fűtési rendszerek felújítására, vagy megújuló forrásokat használó (nap, geotermális, szél) rendszerekkel való kicserélést is támogatja a levegő, víz és a talaj minőségének javítása érdekében. Ebből indult el a Környezetvédelmi Minisztérium népszerű „Zöld Ház" programja.

Románia 2011-2020-ra szóló energetikai stratégiája (SER 2011-2020: Strategia Energetică a României pentru perioada 2011-2020) három fő célrendszer köré épül: energia biztonság, fenntartható fejlesztés és versenyképesség. Kimondja, hogy a vidéki térség legnagyobb megújuló energiaforrása a biomassza, melyet főként fűtésre, meleg víz előállítására és főzésre használnak. A napenergia hasznosítása vidéki területeken főként a meleg víz előállítására lenne alkalmas, amely csökkentené a fosszilis primér nyersanyagok fogyasztását (pl. palackozott földgáz). A szélenergiát hasznosító turbinák a nehezen, vagy a villamos hálózattal nem megközelíthető területeken válnak igen hasznossá.

2.1. 2014: átmeneti időszak a vidékfejlesztésben

A Regionális Fejlesztésügyi Minisztérium 2014. május 16.-án közétette, miszerint megnyílik május 20.-tól az első 2014-2020 közötti programidőszak vidékfejlesztési (EU-s forrásokból finanszírozott) projekt támogatása, ami része a PNDR-nek is. Mivel még az EU az 1310/2013-as rendelet alapján nem fogadta el a 2014-2020-ra szóló Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Európai Alapot, életbe lép az úgynevezett átmeneti előírás. Ennek függvényében Kovászna megye vidékfejlesztési projekteket tehet le a 121-es intézkedésre (mezőgazdasági farmok modernizálása kizárólag magánszemélyek, vagy jogi státusszal rendelkező mezőgazdászok részére). Az elbírálást a 2007-2013 program kritériumai alapján fogják alkalmazni. A rendelkezés addig tart, amíg az EB jóváhagyja a következő programozási időszakra szóló támogatási rendszerét.

A rendelet szerint a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztő Minisztérium elfogad megújuló energiaforrást termelő és hasznosító projektekre való támogatás kérelmet is. Maximális támogatható összeg 4 mil. euró. A vissza nem térítendő támogatási összeg maximálisan 1,6 mill. euró lehet. Azon projektek, amelyek megújuló energiák termelését és hasznosítását tartalmazzák, a következő esetekben jogosultak a támogatási összeg növelésére:

- 10%-os támogatásnövelés: ha fiatal farmerek pályáznak, vagy olyan mezőgazdászok, akik hátrányos helyzetű zónában művelik területeiket, pl. hegyi zónába tartozik, leromlott állapotú terület vagy „Natura 2000” terület.
- abban az esetben is élvezhet a kedvezményezett támogatásnövelést, ha a projekt hatékonyságnövelést tűz ki célul a területek talajjavítását illetően, vagy szennyvíztisztító berendezéseket alkalmaz a mezőgazdasági termelés és értékesítési folyamat alatt.

4. A megújulókból származó energiatermelés SWOT-elemzése Kovászna megyében

A megújuló energiaforrások kiaknázására fokuszáló SWOT-elemzés célja, hogy egy szintézisszerű, reális helyzetképet adjon a Kovászna megyében tapasztalható jelenlegi energetikai, gazdasági, szabályozási és fejlesztési lehetőségekről. A felsorolt konklúziók a vizsgálat tapasztalatait összegzik, valamint a Közép Fejlesztési Régió ügynöksége által 2012-ben (RenErg EuReg projekt alapján), a témában kiadott eredményeire alapoz. Az elvégzett elemzések tükrében célként Kovászna megye megújuló energiákra alapozott fejlesztési stratégiáját nevezzük meg. Az itt olvasható erősségek, gyengeségek, lehetőségek és veszélyek főként a következő négy nagy elemzői szempontot követték:

1. Megújuló energiaforrások számszerűsítése Kovászna megyében
2. Az önkormányzatok, KKV-k, befektetők problémái a megújulók kiaknázására fokuszáló beruházások tekintetében
3. A megújuló energiákból termelt energia szabályozásai, megújuló forrásokra szóló kutatások, innovációk és technológiai transzferek elemzése
4. A megújuló energiaforrásokra szóló kutatások, innovációk, befektetések és fejlesztéseket támogató finanszírozási lehetőségek helyzete

4.1. Erősségek

- Kovászna megye 20 községe esetében a biomassza forrás energiahozama ki tudná elégíteni a helyi lakosság teljes hő- és villamosenergia igényét. A vidéki községek 70%-ban a biomassza források fedezik a teljes energiaszükségletet. A szélenergia potenciál a megye lakossági villamosenergia igényének 32,77%-t tudná biztosítani.
- Ébredező érdeklődés a környezettudatosságra, ami komoly felhajtóerőt jelent a környezetkímélő technológiák elterjedése részére.
- Az önkormányzatok autonóm energiatermelési infrastruktúrákat tudnak kialakítani helyi szinten. Lépésről-lépésre nyitnak a pályázati lehetőségek fele, egyrészt mert szűkös a költségvetésük, és rá vannak kényszerülve arra, hogy intézményeik energiafogyasztásának hatékonyságnövelését, valamint megújuló energiatermeléssel a fenntartási költségeik csökkentését elérjék. Másrészt a beruházások munkahelyteremtő hatással bírnak, az önkormányzatoknak pedig a lakossággal szembeni felelősségérzetük is egyre tudatosul.

- Erős érdekképviseletek (pl. Biomassza Klaszter, KO-FA faipari klaszter) szerepet játszanak az energianövények elterjesztésében, információ átadásában, tanácsadói hálózat kiépülésében. Ezek az ernyőszervezetek a pályázati programok kihasználására serkentik a helyi akciócsoportokat.
- A Biomassza klaszter törvénytervezetet nyújtott be, a megyében is elterjedő energianövények állami támogatásáért.
- Megfelelő számú kereskedelmi vállalkozás van a megyében, amelyek a megújuló energiaforrások kiaknázásához alkalmazott berendezéseket forgalmazzák.
- Kovászna megyében a többi székelyföldi megyékhez hasonlóan magas a vállalkozói kedv, ezt főként a közösségen belüli, egymás iránti magasabb bizalom teszi lehetővé (Csata Zs, 2011).
- Kovászna megye konvencionális energiaforrásokban szegény területnek mondható, épp emiatt a decentralizált energiatermelésben és ellátásban csak a megújulókra fektetett fejlesztések jöhetnek számításba.
- Kovászna megyében fejlődött ki a helyi, saját fejlesztésű, szilárd biomassza égetésű, elgázosító kazánokat készítő és forgalmazó vállalkozás. Továbbá vállalkozói inkubátor házak működnek a megye több városában, ami mind a vállalkozói élet fellendítését segíti elő.

4.2.Gyengeségek

- A főképp hegyes-dombos vidéknek köszönhetően elmarad a kiaknázható szélenergia-potenciál.
- A helyi önkormányzatoknak kevés tőkéje van a beruházásoknál, pályázatoknál szükséges önrészhez. Kovászna megyében az ezer lakosra jutó KKV-k, döntően a vidéki térségben, az országos átlag egyharmadát érik el.
- Hiányoznak a szakszerűen végzett potenciál felmérések, adatok. A megbízható kiindulási adatok hiánya miatta a döntéshozók kezében semmi sem áll rendelkezésre, ami egy a megyére szóló vidékfejlesztő programot elindíthatna.
- Kovászna megyének nincs közvetlen kapcsolata megújuló energiák kutatásával foglalkozó kutató intézettel, fenntartható fejlesztések kutatását végző egyetemmel stb.
- Kovászna megyében meglehetősen kevés az a vállalat, amely támogatási kérelmet nyújtott be a megújuló energiaforrásokból származó energiatermelését- és felhasználását célzó befektetésre. A beruházási költségek igen magasak, ezért sokan elállnak a projektektől.

- Gyenge kapcsolatok vannak a K+F és a vállalkozói szféra között. Alacsony a megújuló energiaforrások irányába tett kutatások támogatása, és a vállalkozói szféra kutatásra való bátorítása is elenyésző.
- Főképp a hegyvidéki területeken hiányos az alapinfrastruktúra, ami megnehezíti a megújuló forrásokhoz (fahulladékhoz) való jutást, vagy annak hatékony begyűjtését.
- Az országos energiaipar kifejlődése idején Kovászna megye energiatermelő szektora elmaradt ettől, mondhatni hiányszektor. Jelenleg megújuló energiaforrások adottságaihoz mérten ezek hasznosítása is alacsonyan kiépített és alacsony alkalmazási szinten maradt.
- A megye legtöbb vidéki települése a Közép Fejlesztési Régió megyéihez képest komplex hátrányos helyzettel küszködik.
- Főként a megye vidéki településein magas a nyilvántartásokon kívüli munkanélküliség. Országos viszonylatban az egyik legalacsonyabb az átlagbér értéke, alacsony a tőkefelhalmozási lehetőség, ami a befektetéseket serkenthetné.
- Bonyolult a megújulókból származó energiatermelésre szóló engedélyeztetési folyamat.
- Hiányzik a megyére szóló egységes irányt mutató, a megújuló energiákra szóló fejlesztési akcióterv, mesterterv, stb.
- Hiányzik a helyi önkormányzatok és az ANRE helyi, vagy regionális szintű képviselete, valamint az a kommunikáció, ami köztük kellene működjön (ADRC, 2012).
- Hiányoznak főként a vidéki településekről az olyan jól működő helyi akciócsoportok, akik felvállalnák a fejlesztési programok irányítását.
- A tisztázatlan jogi és kataszteri viszonyok fékezik a befektetőket az esetleges energianövények telepítésében, a farmok bővítésében, a szélerőművek és napenergia telepek kivitelezésében.

4.3.Lehetőségek

- A megújulókból termelt villamosenergiára a CV-k által biztosított egyfajta profit többlet, ez által felélénkült az a reform, ami a hazai villamos energiatermelésre jellemező.
- Az EU energiapolitikája a direktívák segítségével egyrészt kötelezi a tagországokat, másrészt pénzügyi forrással elősegíti az energiahatékonyságot, és a megújuló energiaforrások használatát.

- Külföldi társfinanszírozási lehetőségek vannak, amelyek energiahatékonyság növelő és zöld energiákat felhasználó beruházásokat vissza nem térítendő támogatással segítik (Norvég Alap, Svájci Együttműködés, EU-s tagállamok együttműködési szerződései).
- A hazai zöld energetikai piac nincs teljesen kiépülve, gondoljunk a potenciális megújuló energiákat fogyasztó privát vagy közszférára: pellet termelésre, a magas energiahatékonyságú berendezések piacára, közvilágítási berendezésekre, zöld fűtési rendszerekre.
- Az energiapiac liberalizációja felszámolja a szennyező villamosenergia termelő központok állami támogatási rendszerét, miközben az Európai Bíróság döntése szerint a hazánkban is alkalmazott zöldbizonyítvány-rendszere nem számít piactorzító intézkedésnek.
- A megyében 919 hektár leromlott állapotú, a mezőgazdaságból már kivont terület van, ami lehetőségként jelentkezik az energiafűz ültetvények elterjesztése tekintetében.
- Létezik olyan támogatási alap, amely a helyi és/vagy megyei, regionális megújuló energiákra alapozott fejlesztési stratégiáinak kidolgozását finanszírozza (Programul Naţional de Cercetare Inovare, Programul Cadru 7 al Comisiei Europene, POS CCE).
- Lehetőség van az EU-ból technológia és tudástranszfert lebonyolítani, ami a helyi megújulókkal való gazdálkodást segítené elő.

4.4.Veszélyek

- Az ország rossz adó- és pénzügyi politikája gátolja a vállalkozói kedvet, ez kihatással van az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrásokból származó energiatermelést és használatot célzó fejlesztésekre, befektetésekre is.
- A KKV-k kis része kapcsolódik be a megújulókból származó energiatermelést finanszírozó programokba, mert a támogatási rendszerek nem a beruházások igényeinek megfelelően vannak kialakítva.
- A megújuló alapú hőenergia előállítását az állam nem támogatja, miközben ez hatalmasat lendítene a szektor fejlődésén.
- Változó és inkonzekvens energiapolitika, az ad-hoc intézkedések sora instabilitást hoz az energiaipar életébe, a kiszámíthatatlanság elbátortalanítja a szektorba befektetni kívánókat.
- Kovászna megye népességszáma az utolsó két népszámlálás között több mint 10 ezerrel csökkent, ez erőteljes csökkenést jelent, csökken a gyermekvállalási hajlandóság, nő az elvándorlási kedv, mindez az energiafelhasználás további csökkenését fogja eredményezni.

- Hiányzik a megújuló energiákra szóló megyei fejlesztési terv, ami irányt mutatna a megújulók kiaknázására készült berendezések elhelyezésére.
- A külföldről érkező ellenőrizetlen technológiák nem megfelelő alkalmazása környezet romboló hatással lehetnek a megye természetes élővilágára.
- Hiányoznak a megyei szintű széleskörű felvilágosító kampányok, amelyek helyes információval látnák el a lakosságot az energiahatékonyságról és a megújuló energiaforrások kiaknázási lehetőségeiről.
- A gyakorlatban nem alkalmazzák a 372/2005-ös törvényt, a 22/2008-as kormányrendeletet, ami az energiahatékonyság és a megújulók alkalmazását írja elő.
- A banki rendszer megnehezítette azon vállalkozói tervek kivitelezését, amelyek a megújulókból származó energia termelését és felhasználását célozták volna.

5. Kovászna megye energia szektora

A Kovászna megyei konvencionális energiaforrások közül a lignitbányászást kell megemlíteni. Köpec-Barót határában évtizedekig folyt a lignit bányászat, főképp energiatermelés célzattal, amit viszont nem Kovászna megyei hő- vagy villamosenergiát termelő központban használtak fel. Ennek ellenére a helyi gazdasági élet legmeghatározóbb szereplője volt. A kormányzati támogatások megvonása, és az energia szektor átalakítását követően a szén kitermelése a fent nevezett területen hatékonytalanná vált. Ez oda vezetett, hogy 2009-ben a kitermelést felfüggesztették, a bánya területét bezárták. 2008-ban még 178 153 tonna lignitet termelt ez az egység (Profilul Județului Covasna, 2012).

Kovászna megyében kőolaj kitermelés is folyik a SC. Petrom SA. Grup irányítása alatt. A kitermelés a megye északkeleti részén, Gelence község területén található. A kitermelés 1982 óta folyik, a 33 kút folyamatos termelése 4500 m^2-en valósul meg. Termelése eléri a 155,1 m^3/nap kőolajat, valamint 3900 m^3/nap földgázt.

A megye egyetlen földgázellátó vállalata a SC. Distrigaz Sud SA. A megyében 2005-ben 16 településen volt földgázellátás, 2012-ben már csak 13 településen: 4 városban és 9 vidéki településen. A vidéki települések közül azon településeken, amelyek mentén elhalad a Medgyest Moldvával összekötő országos fontosságú földgázvezeték. Ez - összehasonlításként a Közép Fejlesztési Régió más megyéihez képest -, a legkisebb ilyen jellegű infrastruktúrát jelenti. A megyében összesen 229,2 km földgázvezeték található, 16

km-el több mint 2005-ben (INS). Ennek ellenére az adatok azt mutatják, hogy a földgázfogyasztás évről évre csökken. A fogyasztást főképp a lakossági felhasználás tette ki, de a dráguló földgáz árak egyre népszerűtlenebbé tették ezt az energiafogyasztást. A megye földgázfogyasztása 2005-ben 79 471 m^3 volt, 2012-re már 30%-os csökkenéssel csak 55 114 m^3 (INS). A háztartási földgázfogyasztás a referencia évben (2005) 37 524 m^3 volt, 2011-ben már 25%-al kisebb, 28 223 m^3. A megyében 2005-ben három településen volt távhőszolgáltatás, 2012-re csupán egy településen található, viszont ez a már sok alkalommal emlegetett új generációs bodzafordulói biomassza hőközpont (Planul de Dezvoltare a Regiunii Centru 2014-2020, 2014).

Kovászna megyében nem folyik elektromos energiatermelés. A megye háztartásainak 3,6%-ba még nincs bevezetve az elektromos áram, ez az érték az országos átlag alatt marad. Kovászna megye elektromos energiaellátását az Electrica SA Transilvania Sud biztosítja. Az elmúlt 15 évben jelentősen változott az elektromos energiafogyasztás. Az ipari energiafogyasztás 1995-ben 267,9 GWh, 2000-ben 244,5 GWh, míg 2009-ben már 139 GWh-ra csökkent (ANPM, 2009) Ezt a csökkenést azonban ellensúlyozza valamelyest a lakossági energiahasználat megduplázódása, ebben a periódusban a háztartások energiaigénye 1995-ről 2009-re közel megduplázódott, 66 GWh-ról 103 GWh-ra. Leolvasható tehát ezekből az adatokból is, hogy a nagy energiaigényű ipari szektor a transzformációs válsággal fokozatosan leépülni kényszerült, viszont vele párhuzamosan a lakossági energiaigény megtorpanás nélkül emelkedik, s ez a jövőre kivetítve sem változik majd jelentősen. Ugyanígy történt a földgáz használattal is, ebben az esetben úgy az ipari, mint a lakossági felhasználás felére csökkent az 1995-2009-es periódusban.

Kovászna megyében egyetlen vidéki településen sem működik a klasszikus értelemben vett távhőszolgáltatás. Sepsiszentgyörgyön a távhőszolgáltatás a 2000-es évektől kezdett rohamosan leépülni. 2004-ben, az akkori közel 19 000 tömbházlakásból már csak 1500 igényelt távhőt, 2005-től megszűnt az efajta energiaszolgáltatás. A városban a földgáz bevezetésével és a saját központi fűtéses rendszer kiépítésével oldották meg a problémát. Sepsiszentgyörgy önkormányzata 2014-ben egy 2,2 MW teljesítményű napelempark építését kivitelezi, 98%-os Operatív Programból lehívott támogatás segítségével, amellyel a város közintézményeinek villamosenergia-ellátását biztosítja, így a villamos energia költsége 85%-al fog csökkenni.

A Kovászna megyei Vízügyi Igazgatóság által 2013. október 7.-én kiadott adatok alapján a megyében még egyetlen vízerőmű építését sem kezdték el. A Gelencéhez tartozó Kis- és Nagy-Gelencére terveznek egy-egy vízerőművet, a területbérleti szerződést aláírták,

de még a Kovászna Megyei Tanács építkezési engedélyt nem adott rá. Erdőfüle fölött, a Kormos és a Kovács patakra egy jászvásári tervezőcég szintén tervezett három vízerőművet. Nagybacon községhez tartozó területen a Barót patakra ugyancsak terveztek két ilyen kisméretű vízerőművet, viszont ezek engedélyeztetési, majd tényleges kivitelezési időpontja még ismeretlen.

A Réty határába épülő fűrészüzem mellé 2014 áprilisában a Bioelectrica Transilvania cég építkezési engedélyt kért egy 60 MW teljesítményű hőközpontra. A fafeldolgozó üzem a számára szükséges hő- és villamosenergiát maga akarja előállítani a keletkező fahulladék égetésével. Az energiafelesleget pedig az országos hálózatba táplálja majd. Ezzel Kovászna megye első szilárd biomassza alapú elektromos energiatermelése valósul meg.

Kovászna megye mezőgazdaságában egyre sokoldalúbb a termelt növénykultúrák listája. Az energianövények közül az energiafűz ültetvények terjedtek el, 2014-ben több mint 100 hektáros területen termesztették e kultúrnövényt. Az energiafűz 25-30 éves életciklusú, s a tavalyi évben az ültetvények már el is érték az első betakarítást, szacskálás után pellet gyártó üzemek vásárolják ezt fel. 2010 óta egy másik növény, a repce jelent meg a háromszéki földeken. Korábban az éghajlat nem volt kedvező ennek a növénykultúrának, viszont az utóbbi évek enyhébb telei és főként a szárazabb időjárás kedvezett a növény térhódításának. Ezt a biohajtóanyag vagy olaj készítésére alkalmas növényt mezőgazdasági évektől függően a megyében már 500-1000 hektáron termesztik a gazdálkodók, 2011-ben 1142 hektáron termesztették (INS). Főként azért is népszerű a növény, mert a repce biztos felvásárlói a romániai feldolgozó üzemek.

5.1. Helyi energiatermelési lehetőségek

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 szólóan. 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 „Rumeguş 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 üzemelt be.

5.2. 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 jelelgű 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 villamosenergia 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 villamosenergia értékesítéséből fakadó jövedelem, a helyi adóbevételeken keresztül, az adott település általános gazdasági kondícióit javíthatja (Baranyai Béla, 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 (mellék) termékeiknek 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 jelentené, 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 fokuszálni. 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 folyamatokat, így a helyi közösség számára is pozitív hatásként jelentkezik, gondoljunk itt a munkahelymegtartó és új munkahely teremtő 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 humánerőforrás is magas fokú fejlődését érjük tetten. Ezen fejlesztések kivitelezését tudományos megalapozottságú hatásvizsgálatok kell megelőzzék: jól lehatárolt térben kell gondolkodni és a környezeti adottságokat számba vevő körültekintéssel 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 hatásra kell gondolni, ahol a gazdasági és szociális jóllét paraméterei emelkednek, azáltal, hogy a foglalkoztatottsági mutatók javulnak
- az új eljárások megismertetésével és alkalmazásával az inteligens energiahasználat, a megújuló energiaforrásokhoz való közeledés pozitív irányba mozdul el
- fejlődik az alapinfrastruktúra 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 energia ellátó 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 környezet politikájától, szabályozásaitól (Kollányi Zs.-Liska J., 2009).

Következtetések, lehetőségek a jövőre nézve

Mindent összegezve szakdolgozatom alapvető célkitűzése egy olyan átfogó és főképp lehetőségeket feltáró kutatás kivitelezése volt, amelyre egy újszerű koncepciókkal felállított területfejlesztési stratégiát lehet kiépíteni Kovászna megye területén. A kutatás azon körülmények között írodott, amikor is az energia ellátás, 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 elmúlta egy kis megájra és újragondolásra késztet bennünket. Kérdés az, hogy mik lesznek a következő évek, évtizedek gazdaságfellendítő erői. Napjaink minden percét energiával tartjuk működésben. Emiatt az energiaforrások felértékelődnek, sőt átértékelődnek. A fenntartható gazdasági fejlődés és a stabil energiaellátást helyi szinten a decentralizált, független megoldások hozhatják.

Kutatásom eredményei fényében kijelenthetem, hogy Kovászna megye rendelkezik elégséges megújuló energiaforrással, ami kiinduló pontja lesz majd területének 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. Egy másik tengely amin a fejlesztések kivitelezhetőek a települések intézmény hálózatának újszerű hő- és villamosenergia ellátási rendszerének kialakítása.

Jelen dolgozatom azzal járult hozzá a jövőbe tekintő fejlesztésekhez, hogy konkrétan számszerűsíti a nap–, szél- és biomassza-energia forásokat. Területi kvantitatív elemzést, gyakorlati javasalatokat fogalmaz meg, jó példákat hoz fel, amelyek margóján Kovászna megye is elindulhat. Reménykedem, hogy a vizsgálat túllép a tudományosság keretein, és valamilyen formában a helyi közösségek, önkormányzatok, esetleg megyei érdekképviseletek hasznára válik. Főképp azért tartom elkerülhetetlennek ezt a munkát, mivel nem tudunk fejlesztési startégiát kialakítani anélkül, hogy ne számszerűsítenénk a helyi adottságainkat, a zöld nyersanyag források méretét, azoknak előfordulási formáját stb. Egyben a kutatásomra visszatekintve tisztába vagyok a dolgozat gyengeségeivel is. Tudatosult bennem az, hogy egy átfogó mindenik megújuló energiaforrást kielemző vizsgálat teljesség igényét csak akkor lehet kielégíteni, ha a kutatott területen további mélyebb vizsgálatot végzünk. Ehhez

hosszabb időkeret és megannyi munka szükséges. Ennek ellenére jelen kutatás egy előrevetítés is, egyben a következő lépések szükségességét fogalmaztatja velem meg.

Kovászna megye fiataljaként lehetőséget látok a helyi megújuló energiákra alapozott vidékfejlesztésben. Reménykedem 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.

Köszönetnyílvánítás

A dolgozat végeztével szeretnék köszönetet mondani Bartók Blanka tanárnőnek, aki egyetemi éveim során, az első évtől kezdve folyamatosan irányított a megújuló energiák kutatása irányába. Több mint két éves terepi mérések alkalmával a műszaki meghibásodásoktól az utolsó apró kérdésig mindenben segített.

Köszönetet mondok Benedek József tanárúrnak a vizsgálat felkarolásáért és azért, hogy a rendkívűli szakmai hozzáértésével további fejlődésre adott lehetőséget. Köszönet illeti Imecs Zoltán tanárúrat a geoinformatikai és térképészeti ismereteinek átadásáért, melyek nélkül jelen munkámat nem tudtam volna ily módon ábrázolni. számos térkép segítségével. Valamint köszönet illeti a Magyar Földrajzi Intézet külön minden egyes oktatóját, akik az évek során munkájukkal hozzájárultak a szakirányú tudásom megszerzéséhez.

Jelen vizsgálat egy több éves terepi szél- és sugárzási paraméterek mérésének terméke is, ezt kivitelezni csupán a Cholnoky Jenő Földrajz Társaság jóvoltából tehettem. Az egyetem háttérintézménye támogatta hivatalosan kalibrált szenzorokat tartalmazó teljes meteorológiai állomással és más berendezésekkel, ezt a nem mindennapi, elsőkként végzett ilyen hosszú időszakú felmérést.

A kutatás a Székely Előfutár Alapítvány ösztöndíj program által támogatott, köszönet az anyagi támogatásért. Ezen keret segítségével motiválva voltam a precíz, kitartó munkára, nem utoló sorban nagyban szerepet játszott a további szakmai fejlődésben.

Köszönet továbbá a Kovászna megyei Green Energy Biomassza Klaszter szakembereinek, akik nagymértékű gyakorlati információkkal gazdagították a kutatást. Köszönet a Kovászna megyei Mezőgazdasági Szaktanácsadó Hivatal igazgatójának és Jancsó Szilvia agrármérnöknek a felpártoló hozzáállásért. Ezen kívűl köszönet a Kovászna megyei Statisztikai Hivatalnak, az Állategészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Igazgatóságnak, az Öko-Sepsi Hulladékgazdálkodási Társaságnak, a TEGA Kft., Gosp Com Kft., a Salubritate IBSV Kft., a Kovászna Megyei Regonális Szolgáltató Közüzemek szakembereinek a segítségéért és a vizsgálat rendelkezésére bocsájtott nyilvántartásokért.

Mellékletek

1.Melléklet: Kovászna megye közigazgatási egységei és a hozzátartozó területek típusok szerint

Települések	Mezőgazdasági területek (ha)	Szántó (ha)	Legelő (ha)	Kaszáló (ha)	Gyümölcsös (ha)	Erdő (ha)	Vizes területek (ha)
Sepsiszentgyörgy	4049	2272	1233	492	52	2042	60
Kézdivásárhely	4006	3138	302	561	5	246	90
Barót	7850	3748	2418	1633	51	4467	158
Kovászna	5163	1652	2796	713	2	9552	109
Bodzaforduló	3988	784	913	2291	0	1676	55
Nagyajta	4279	1412	1012	1833	22	1954	83
Árkos (Sepsiárkos)	1727	843	682	200	2	1438	12
Zágonbárkány	3643	354	2103	1186	0	2462	50
Nagybacon	12151	2718	5947	3475	11	9487	139
Bölön	3365	1669	1151	529	16	3294	93
Sepsibükszád	2610	647	763	1192	8	3449	22
Sepsibodok	4046	1796	1251	929	70	3265	80
Nagyborosnyó	5025	2901	1043	1080	1	1037	77
Bardóc	8847	3274	3143	2379	51	7657	79
Barátos	2885	2288	47	550	0	0	25
Bereck	3132	700	1239	1188	5	8134	55
Szentkatolna	4958	3764	440	754	0	86	71
Csernáton	6197	4712	907	575	3	4690	2
Kökös	1855	1376	75	400	4	0	62
Kommandó	596		500	96	0	2306	84
Dálnok	2922	2019	558	345	0	1964	29
Dobolló	2316	997	788	525	6	2782	33
Esztelnek	3516	634	2319	549	14	6058	6
Gelence	3764	1595	1400	731	38	6430	76
Gidófalva	4375	3352	673	289	61	2133	35
Hidvég	2895	1707	965	216	7	1343	139
Ilyefalva	4269	2780	1027	431	31	810	70

Lemhény	4040	1446	2105	473	16	5885	61
Málnás	1865	435	914	515	1	1846	22
Kézdialmás	2557	881	1337	325	14	1509	4
Mikóújfalu	2511	598	1093	794	26	1104	14
Maksa	2316	1747	335	227	7	923	125
Ozsdola	4169	1440	1565	1159	5	6661	55
Uzon	6990	3329	2384	1270	7	545	121
Kézdiszentkereszt	3366	1446	1200	716	4	2472	64
Réty	3830	2913	502	411	4	1214	115
Kézdiszentlélek	6459	2078	2610	1771	0	1767	80
Szitabodzsa	2989	406	1265	1318	0	9812	53
Torja	5829	2828	1009	1992	0	8261	22
Előpatak	3129	1555	1253	316	5	2406	83
Sepsikőröspatak	2588	1075	1094	398	21	2411	14
Nagypatak	980	295	450	235	0	722	9
Vargyas	3625	938	1144	1530	13	3031	63
Zabola	6681	3735	1378	1564	4	5238	124
Zágon	7714	2974	3595	1140	5	20592	148

2. Melléklet: Megyei és helyi jelentőségű természetvédelmi területek

Terület megnevezése, fajtája	Elhelyezkedés	Területe (ha)
Bodvaji geológiai természetvédelmi terület	*Magyarhermány-Nagybancon*	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)	*Miklósvár-Barót*	5
Felsőrákosi kökörcsin 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
Őrkő-hegy	Sepsiszentgyörgy	36.1
Papkútja völgy	Sepsiszentgyörgy	45
Szimeria természetivédelmi hely	Sepsiszentgyörgy	0.5
Debren-völgye	Sepsiszentgyörgy	0.2
Sepsikőröspatak természetvédelmi terület	Sepsikőröspatak	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**

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

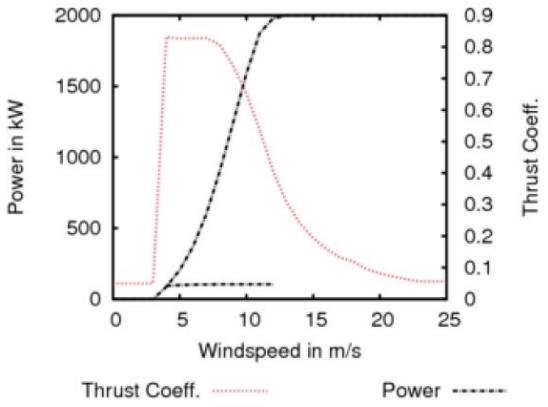
Települések	Számosállat	50 számosállatnál nagyobb gazdaságok száma
Aita Mare	221	2
Araci	253	1
Baraolt	295	1
Miclosoara	52	1
Băţ.Mari	217	1
Belin	92	3
Bodoc	58	1
Olteni	103	1
Brăduţ	81	1
Pachia	59	1
Telechia	161	1
Catalina	130	1
Cernat	72	1
Covasna	175	4
Ghidfalău	374	1
Angheluş	152	1
Hăghig	950	4
Iarăş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

4. Melléklet: Kovászna megye közigazgatási egységein termelődő hulladék (2010-2013)

Közigazgatási egységek	Lakosság a 2011-es népszámlálás alapján	Egy személy által termelt szemét (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

5. Melléklet: Vestas V90-es típusú szélturbina hatékonysági görbéje



6. Melléklet: Technikai szempontból turbina telepítésre alkalmas területek nagysága Kovászna megyében

Közigazgatási egység	Turbina telepítéshez alkalmas terület (km^2)	Hozzávetőleges teljesítmény MWh/év
Nagyajta	19.41	81.522
Árkos (Sepsiárkos)	8.2	34.44
Barót	9.83	41.286
Zágonbárkány	1.26	5.292
Nagybacon	61.59	258.678
Bölön	14.74	61.908
Sepsibükszád	6.05	25.41
Sepsibodok	8.52	35.784
Nagyborosnyó	10.85	45.57
Bardóc	43.61	183.162
Barátos	4.26	17.892
Bereck	0.87	3.654
Szentkatolna	4.07	17.094
Csernáton	11.79	49.518
Kökös	0.1	0.42
Kommandó	0.1	0.42
Kovászna	0.14	0.588

Dálnok	14.35	60.27
Dobolló	0.1	0.42
Gelence	0.52	2.184
Gidófalva	14.51	60.942
Hidvég	15.66	65.772
Ilyefalva	13.98	58.716
Bodzaforduló	0.09	0.378
Lemhény	7.16	30.072
Málnás	0.01	0.042
Almás	9.72	40.824
Mikóújfalu	13.06	54.852
Maksa	1.64	6.888
Ozsdola	6.02	25.284
Uzon	10.14	42.588
Kézdiszentkereszt	14.36	60.312
Réty	1.25	5.25
Kézdiszentlélek	28.95	121.59
Sepsiszentgyörgy	0.46	1.932
Szitabodzsa	0.35	1.47
Kézdivásárhely	5.02	21.084
Torja	11.4	47.88
Előpatak	0.19	0.798
Sepsikőröspatak	11.19	46.998
Nagypatak	0.14	0.588
Vargyas	14.27	59.934
Zabola	14.44	60.648
Zágon	0.57	2.394
Esztelnek	7.57	31.794

Idézett forrásmunkák

1. 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.
2. Bai A. et al., L. Z. (2002). A biomassza felhasználása, Szaktudás Kiadó Ház. Budapest
3. Bai, A. (2007). A biogáz. Budapest: Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht.
4. Balcsók I. – Koncz G.: The role of solid biomass in the renewal of energetics industry in the region of north Hungary. In: The Role of Environmental Industry in the Regional Reindustrialisation in Hungary. Eds.: Baranyi B., Fodor I. Debrecen, Pécs: Centre for Regional Studies of HAS, 2009. 197–213. p.
5. Baranyi Béla. (2010). Bioenergetika -Társadalom - Harmonikus vidékfejlődés. Debrecen: MTA Regionális Kutatások Központja és a Debreceni Egyetem Agrár -és Műszaki Tudományok Centruma.
6. Büki, G. (1984): Energetika, Magyar Energetikai Társaság, Budapest
7. Corbetta, G. (2014). The European offshore wind industry - key trends and statistics 2013. The European Wind Energy Association, EWEA , 1-21.
8. Csanaky Lilla et. al,. (2010). Nyerni a napenergiával! Budapest: Energia Klub.
9. Csata Zsombor (2011). Integrált vállalkozásfejlesztési modell három fejlesztési régió kisvárosaiban. Kolozsvár: Etnikumközi Viszonyok Erdélyi Kutatóközpontja.
10. 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.
11. 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.
12. Emery M, F. C. (2006). Spiraling-up: Mapping community transformation with . Community Development, 37(1), 19-35. .
13. Fazekas, A. I. (2006). Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I. pp. 543. Budapest: Akadémia Kiadó, .
14. Fogarassy. (2001). Energianövények a szántóföldön. Gödöllő: Szent István Egyetem, SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja.
15. Garai, G. (2008). A szennyvíztisztításban rejlő energiatermelési lehetőségek. Budapest: Magyar Vízközmű Szövetség.
16. Gergely, B. (1997). Energetika. Budapest: Műegyetemi Kiadó. pp. 368.
17. Hans Winkelmeier - Bernhard Geistlinger. (2004/12). Alpine Windharvest. Friedburg, Deutschland: Energiewerkstatt Verein.
18. 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.
19. 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.
20. Kárpáti, Á. (2002. március 20). Lakossági szennyvízek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel. Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Ismeretgyűjtemény, Veszprém, Magyarország.
21. Kazai, Z. (2008). Megújuló energiaforrásokban rejlő potenciális lehetőségek az Ister-Granum Eurórégió magyarországi területén és Komárom-Esztergom megye teljes területén. Budapest: Zöld kör-Föld barátai Magyarország, Projektgazda: Esztergomi Környezetkultúra Egyesület.
22. Kiss, I. (2000). Állattenyésztési irányszámok (segédlet). Miskolc: Pályázat, Tanácsadás, Információ.
23. Kocsis, K. (1992). A biomassza energetikai hasznosítása az agrárgazdaságban. I. Országos Agrár-Környezetvédelmi Konferencia. Budapest.
24. Kohlheb, N. (2010). Környezetbarát mezőgazdaság. Budapest: Lélegzet Alapítvány.
25. Kollányi Zs.-Liska J. (2009). Környezetipar és társadalom. A magyarországi környezetipar helyzetéről és lehetőségeiről. Budapest: Demos Magyarország.
26. Kurihara M. et al. (1999). Methane Production an energy partition of cattle ind the tropics. British Journal of Nutrition, Volume 81. , 227-234.
27. Mihai E., Panație L. (1987). Depresiunea Brașov. In Geografia României (pp. 211-323). Bucuresti: Editura Academiei.

28. 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 Sciencees, Institute of Agricultural Engineering.
29. Munkácsi Béla et al. (2007. 12 14). Szélenergia-potenciál és területi tervezés Magyarországon. Településgazdálkodás-Környezetgazdálkodás , old.: 254-259.
30. 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.
31. Salter, A. (2006). Selection of Energy Crops Agroeconomic and Environmental Considerations. Cropgen Dissemination BOKU-IFA-Tulln (old.: 15-19). Vienna: Cropgen.
32. Sandu D. (2010). Disparități sociale în dezvoltarea și în politica regională din România. București: Universitatea București, Facultatea de Sociologie și Asistență Socială.
33. Sandu, D. (2011). Disparități sociale în dezvoltarea și în politica regională din România. București: Internetional Review os Social Research.
34. Sáringer-Kenyeres, T. (2001. január 1). Pannon Központ., forrás: Növénytermesztési Technológiák: búza, rozs, árpa, zab, Letöltés dátuma: 2014. március 16http://www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/001_1_1_buza_arpa_rozs_zab_triticale_term.pdf
35. Sebestyén, T. (2012). Megújuló erőforrások, Kovászna megyei lehetőségek. Államvizsga Dolgozat. Kolozsvár.
36. Shelford, T. (2012). Estimating Farm Size Required to Economically Justify Anareobic Digestion on Small Dairy Farms. Enhancing Economic and Environmental Sustainability. New York: Cornell Pro-Dairy, Cornell University.
37. Szabó, A. (2011. november 11). Szennyvízkezelés. Budapest, Magyarország.
38. Szabó Z. et. al., . (2012). Tanulmány a biogáz-termelés lehetőségeiről a temes és csongrád megye határmenti régióban. Temesvár: SC Tartaruga Serviz srl.
39. Szemán, L. (2006). Gyepgazdálkodási alapismeretek. Gödöllő: Gyepgazdálkodási Tanszék, MKK NTTI.
40. Tian, Y.Q; Davies-Colley, R.J.; Gong, P.; Thorrold, B.W. (2001). Agricultural and Forest Meteorology vol. 109 issue (109. kötet).
41. Takács, J. (2013). Kommunális Szennyvizek tápanyagtartalmának csökkentési lehetősége. Hulladék Online Elektronikus Folyóirat .
42. Tóth Péter et al. (2011). Energetika. Budapest: Digitális Tankönyvtár.
43. Varga, Terézia et al. (2010). Települési szennyvíziszap energetikai kezelése és alkalmazható előkezelések a biógáz hozam fokozása érdekében. TÁMOP .
44. Vincze Márai (2005): Románia vidékpolitikája felül- és alulnézetből, Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola, Pécs

Kiadványok

1. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry. (2000). *Proceedings of Conference held in Sevilla*, (old.: 1503-1506). Sevilla, Spain.
2. Eco-Cortex Tanácsadó Iroda. (2010). *Megújuló energiára alapozott komplex kistérségi energetikai modell.* Pécs: Pécs Eco-Cortex.
3. FAO ENSZ, F. a. (2011. 11 11). *www.foodservicewarehouse.com*. Letöltés dátuma: 2014. 02 20, forrás: http://fswathome.foodservicewarehouse.com/visualizing-the-worlds-calorie-consumption-infographic/: http://fswathome.foodservicewarehouse.com/visualizing-the-worlds-calorie-consumption-infographic/
4. Master Plan (2010): Extinderea și modernizarea sistemelor de apă și apă uzată în județul Covasna *Kovászna megyei Regionális Szolgáltató Közművek Rt.* Letöltés dátuma: 2014. február, forrás: apacov.ro.
5. Ministerul Mediului și Schibărilor Climatice. (2010). *Ministerul Mediului și Schibărilor Climatice*. Letöltés dátuma: 2014. február 20, forrás: Ministerul Mediului și Schibărilor Climatice: http://apmsb.anpm.ro/upload/5352_arpmsb_Arii%20protejate%20la%20nivel%20local%20si%20judetean.pdf
6. Monitorul Official 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. Atlasul Climatologic al Republicii Socialiste România (R.S.R.) (1966): Institutul Meteorologic Central (IMC), Bucureşti, 1966
8. ADRC (2012): Analiza SWOT Regională a Sectoului Energiilo Regenerabile

9. Corbetta, G. (2014). The European offshore wind industry - key trends and statistics 2013. *The European Wind Energy Association, EWEA* , 1-21.
10. EB Jelentése 2010/11. (2010). *EB Jelentés a szilárd és a gáznemű biomasszaforrások villamosenergia-termelési, fűtési és hűtési célú.* Brüsszel: Európai Bizottság.
11. EEA Technical Report. (2009/6). *Europe's onshore and offshore wind energy potential.* Coppenhagen: European Environment Agency.
12. Planul de Dezvoltare a Regiunii Centru 2014-2020. (2014). *Analiza socio-economică a Regiunii Centru.*
13. Recensământul. (2012). *Recensământul populației și al locuințelor.* Sfântu Gheorghe: Comisia județeană pentru recensământul populației și al locuințelor, Județul Covasna.
14. EEA Technical Report. (2009/6). *Europe's onshore and offshore wind energy potential.* Coppenhagen: European Environment Agency.
15. Slovakia Green Energy. (2009). *Követendő Példák - Sikeres és fenntartható energetikai beruházások a kelet-közép és dél-kelet európai országokban - Energia Klub*. Letöltés dátuma: 2014. május 5, forrás: http://energy-bestpractice.eu/hun/szlova/main_sk_cerova.html
16. Profilul Județului Covasna. (2012). *Oportunități de dezvoltare și afaceri Covasna.* Twinning Follow Up EP017, Agenţia pentru Dezvoltare Regională Centru,. Ministerul Federal pentru Economie și Tehnologie.

Internetes oldalak

1. Institutul National de Statistica: - Consumul de energie pe locuitor, Letöltve: 2014 március 12.
2. INS. (2013). *Institutul National de Statistica*. Letöltés dátuma: 2014. február 20, forrás: Temp-Online: www.insse.ro
3. www.energiafűz.hu. Letöltve: 2014. február 27.
4. INS. (2012). Sfantu Gheorghe: Directia Judeteana de statistica-Covasna, Locuinte si utilitati publice.
5. INS. (2012). *Recensământului Populaţiei şi Locuinţelor – 2011*. București: Institul Național de Statistică.
6. www.multinvest.ro, Letöltés: 2014 marcius 12.
7. www.vestas.com, Letöltés: 2014 május 2.
8. www.culturienergetice.ro, Letöltés: 2014 február 23.
9. www.multinvest.ro, Letöltés: 2014 március 12.
10. www.energiafűz.hu, Letöltés: 2014 március 24.