

XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció

**Megújuló erőforrások kiaknázására
tett erőfeszítések Kovászna megyében
Efforts to Exploit Renewable Resources
in Covasna County**

Szerző:

Sebestyén Tihamér-Tibor

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, Földrajz és Területfejlesztés szak,

Alapképzés II. év

Készült: Kolozsvár, 2011. május 13.

Témavezető:

Bartók Blanka, tanársegéd

Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, Természetföldrajz és Technikai
Földrajz Tanszék

Budapest, 2013. április 18-20.

Kivonat

A dolgozat körütekint a megújuló erőforrások irodalmába, aztán az Európai Unió irányzatokat, majd romániai helyzetüket, végül Kovászna megye megújuló energia készleteit mutatja be biomassza, nap és szélenergia potenciál számítások alapján. A biomassza potenciált az Ister-Granum Euró-régióban, Kazai Zsolt által kifejlesztett módszer alapján becsülöm fel, a szél kinetikus energiájának számszerűsítése a WindSim széltérkép-modellező program felhasználásával történik, ezt egy másik módszerrel is ellenőrzöm a térségben mért adatok alapján (Hellmann kitevő számítása és extrapolálás). A munkához szükséges speciálisabb feladatok elvégzésére még a GlobalMapper, az ArcView és az ArcGIS programokat használtam. A napenergia potenciált pedig a PVGIS adatbázis alapján határoztuk meg. Továbbá adatokat használok az Országos Statisztikai Intézmény (INS) nyilvántartásából, a Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztériumtól valamint a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztériumtól, és a Corin felszínborítási adatbázisból.

A kutatás a felsorolt három alternatív energiaforrás által előállítható energiát hasonlítja össze. Így választ kapunk, hogy Kovászna megyében melyik alternatív energiaforrás kiaknázásában van nagyobb lehetőség.

Szakemberekkel készített interjúk alapján egy helyzetfelmérést is összegez a dolgozat, és pedig, hogy hol áll a megye jelenleg a zöld energia kiaknázására tett erőfeszítésekben.

Extract

This study presents detailed information about the renewable energy, trends in the European Union and their situations in Romania. In the next step I calculate the biomass, solar and wind energy potential in Covasna county, Romania. The biomass potential is estimated based on the method developed by Kazai Zsolt of the Ister-Granum Euroregion I will estimate on the basic of a method developed by Kazai Zsolt, for the quantification of the kinetic energy I use the WindSim windmaps modeling programme. The solar energy potencial is determined based on the PVGIS database. For some specific tasks of this work I also apply the GlobalMapper, ArcView and ArcGIS softwares. In addition, I use statistical data coming from the National Statistics Institute (INS) , from the Ministry of Environment and Forestry and from the Ministry of Agriculture and Rural Development, and also the Corin landcover database.

The research will compare the energy produced from these three alternative energy sources. This way we will find out wich of these alternative energy sources has the higher

potencial for exploitation in Covasna county. This study will also summarize the current situation of the county regarding the efforts made in exploiting this green energy.

Tartalom

Kivonat.....	1
Bevezetés	5
1. Megújuló energia: kezdet és jövő	7
1.1 Az energiahasználat evolúciója	7
1.2. Megújuló energiaforrások	8
1.3. Napjaink energiafelhasználása	9
1.4. Decentralizált energiaellátás	12
1.5. Az okos hálózat.....	14
1.6. A fosszilis és a megújuló energiaforrások vidékfejlesztő-hatás összevetés	15
1.6.1. A fosszilis energiahordozók vidékfejlesztő hatása	15
1.6.2. A megújuló energiák vidékfejlesztő hatása.....	15
2. Az európai unió megújuló energia stratégiája.....	17
2.1. Energia helyzet az Európai Unióban	17
2.2. Az Európai Unió megújuló energia célkitűzései 2020-ra	18
2.3. Megújuló energiaforrások az Európai Unióban.....	20
2.4. A megújuló energia hatásai az Európai Unióban.....	21
3 Románia megújuló energiái	24
3.1 Románia megújuló energia cselekvési tervezete 2010-2020	24
3.2 Románia zöld energia potenciálja	27
3.2.1. Szél-energia.....	28
3.2.2. Biomassza.....	29
3.2.3. Napenergia	30
3.3. Románia 2020-ra tekintő biomassza tervezete.....	31
3.3 Románia megújuló energiacélú beruházásainak támogatása.....	33
3.4.1. Romániai megújulókból származó villamos energia támogatása	33
3.4.2. Zöld Ház program.....	34

4. Kovászna megye biomassza tartalékai	35
4.1. <i>A biomassza források</i>	35
4.2. <i>Potenciálbecslés</i>	36
4.2.1. <i>Módszertan</i>	37
4.3. <i>Kovászna megye mezőgazdasági termelése</i>	37
4.4. <i>Kovászna megye lakosságának gabonaellátáshoz szükséges területnagyság meghatározása</i>	38
4.5. <i>Az energetikai célú biomassza lehetséges forrásai, mennyisége</i>	40
4.5.1. <i>Erdők</i>	41
4.5.2. <i>Gyümölcsösök nyesedéke</i>	42
4.6. <i>Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek</i>	43
4.6.1. <i>Gabonaszalma</i>	43
4.6.2. <i>Cukor répa feldolgozása</i>	44
4.6.3. <i>Kukoricaszár</i>	45
4.6.4. <i>Állati trágya</i>	45
4.7. <i>Legelők, kaszálók energetikai számbavétele</i>	46
4.8. <i>Energia fűz telepítés</i>	47
4.9. <i>Kovászna megye hulladékból és szennyvíziszapból származó biomasszája</i>	48
4.9.1. <i>Hulladékkezelésből származó energia lehetőségek</i>	48
4.9.2. <i>Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek</i>	49
4.10. <i>Potenciálösszesítés</i>	51
4.11. <i>Javaslatok</i>	51
4.12. <i>Jó példa</i>	53
5. Kovászna megye szélenergia-potenciálja	54
5.1. <i>Szélmezők modellezése. WindSim program</i>	54
5.2. <i>Adatok gyűjtése</i>	56
5.3. <i>A modellezés ellenőrzése</i>	57
5.4. <i>Szélenergia-potenciál meghatározása</i>	58
5.4.1. <i>Helyszínek kiválasztása a modellezésre</i>	58
5.4.2. <i>Vestas V90-es turbina Kovászna megyei energiatermelése</i>	63
5.4.2. a., Lemhényi szélturbina	63
5.4.2. b. Ojtozi szélturbina modell	64
5.4.2. c. Maksai szélturbina	65
5.4.2. d. Maksa második turbina modellje	66

5.4.2. e. Lisznyói turbinamodell	67
5.4.2. f. Nagyajtai turbina modell	69
5.5. Kitermelhető energia területi különbségei	71
6. Napenergiából származó villamos energiatermelés	74
6.1. Havi napsugárzás	74
6.2. PVGIS becslések napenergiából származó villamos energia termelésre	75
7. Kovászna megyében tett erőfeszítések	77
8. Összegzés	81
Köszönetnyilvánítás	85
9. Mellékletek	86
10. Irodalom jegyzék	94
11. Jogszabályok, törvénykezés	99

Bevezetés

Introduction

Napjainkban egyre fokozódik, valamint központi kérdéssé válnak a természeti erőforrások. A jelenlegi gazdasági fejlődés iránya és iramát nézve, több és több ember számára kezd világossá válni: egy fenntartható pályára kell átállítani, amihez elengedhetetlenek a megújuló energiaforrások. A megújuló energia viszont nem új találmány, hiszen az emberiség történetének reggelén is úgy melegedtek, hogy fával tüzet raktak. Ma a megújuló energia ismét jelentőséget kezdett kapni, viszont már nem ilyen egyszerű a képlete ennek. Különböző prognózisok láttak már napvilágot, amelyek a megújuló energiát előtérbe helyezik, világviszonylatban három főbb ok miatt is: főként a fosszilis energiahordozók égetésével jelentkező atmoszférikus CO₂-szint növekedése, a kőolajtartalékok végeessége, valamint az ellátás biztonságának veszélyeztetettsége miatt.

Nincs ma már olyan nagyléptékű nemzeti vagy nemzetközi energetikai cselekvési terv Európában, ami nem foglalkozna a környezetvédelem és a társadalmak energiaéhségéből származó problémák enyhítésével, jelenleg pedig az ebből fakadt válságos állapotok megoldását szolgáló energiatakarékosság és a megújuló energiaforrások kérdéseivel.

Hazánk Európai Unió tagságával, a tagországok segítségével és együttes erejét felhasználva is, igyekszik követni a megfogalmazott irányelveket a megújuló energiaforrások kiaknázásában is. Nem maradhatott tehát ki az áttekintésből az Unió energia politika, a megújuló energiaforrások hasznosításával kapcsolatos direktívák és a jövőbeni prognózisok. Ezt követően dolgozatom az általam összegyűjtött információk alapján arról nyújt képet, hogy Romániában milyen zöldenergia potenciálok vannak jelen, az energia politika hogyan illeszkedik a közös vállalásokhoz, és milyen támogatási rendszer van kiépítve a megújulókra épülő energia kiaknázásának elősegítésére.

Ezen kérdések – ezzel egy időben – egy geográfusnak is izgalmas kutatási terepet nyújthat: jelenlegi helyzet felmérésben, adottságok és lehetőségek feltárásában. Felvetődnek a kérdések a feltárás ideje alatt, hogy milyen természeti feltételek vannak? Az adottságokra alapozott-e a kiaknázási stratégia? Mekkora megújuló energia valószínűsíthető az általam vizsgált területen, Kovászna megyében? Milyen utakon érhetőek el ezek az energiaforrások és ugyanakkor, melyek azok a területek, amik eddig még számításba nem vett energiát tartalmaznak? Milyen utakat kínál gazdasági szempontból a válságos állapotba jutott és

perifériára szorult önkormányzati döntéshozóknak, gazdálkodóknak a helyi erőforrások újfajta szemléletmódot követelő alternatív hasznosítása? Van-e reális esély annak, hogy egy-egy település részben önellátóvá váljon a villamos – vagy hőenergia termelésben, úgy hogy közben mindezt a fenntartható fejlődés szempontjainak is megfelelő módon érje el?

Dolgozatom célja volt, hogy az általánosság keretein túlmenően egy konkrét területi egység – Kovászna megye – megújuló energiapotenciáljait megnevezsem, azokon belül minél részletesebben és terepi viszonyok számbavétele alapján minél körbetekintőbben számba vegyem. A Cholnoky Jenő Földrajzi Társaság, mint egyetemünk háttérintézménye, jóvoltából 2011 júliusától meteorológiai paramétereket mértünk egy állomás segítségével. A Kovászna megyében, közvetlen terepi mérések által szerzett adatokra támaszkodva becsülöm a szélenergia potenciált. A biomassa, a nap- és szélenergia-potenciál összefoglalásán túl célom továbbá, hogy mindazokat a feltevéseket, lehetséges társadalmi-gazdasági hatásokat, melyek általánosságban a megújuló energiaforrásokkal kapcsolatban hangoztatnak, Kovászna megyében is bemutassam. Ezzel párhuzamosan példát nevezek meg a felhasználásra, helyi kezdeményezések és megvalósításokról ejtek szót, szakemberek véleményét kérem ki egy-egy személyes találkozó alkalmával. Az empirikus méréseket több évre is visszatekintve vettem számításba például az energia fűz növekedése esetében. A biomassa potenciálszámítás esetében a statisztikai hivatal által közölt adatokkal kalkuláltam, ha adott volt a lehetőség, akkor az utolsó tíz év átlagát vagy a módszerhez igazodó adatsort figyelembe véve.

Elsődleges célom – a szakirodalom áttekintésén túl – gyakorlati tapasztalatokat is szerezzek a kérdésben, ezért is választottam kutatott területként szülőföldem tágabb terét. Az illetékes személyekkel interjúk során személyes találkozókra is sor kerül, amikor is értékes információkat igyekeztem gyűjteni, melyek a helyi helyzetekről, sajátosságokról szerzett gyakorlati tapasztalataimat növelték.

1. Megújuló energia: kezdet és jövő

Renewable energy: the beginning and the future

1.1 Az energiahasználat evolúciója

Evolution of energy use

Az utóbbi évtizedek környezeti, gazdasági és társadalmi folyamatai egyre inkább előtérbe helyezik az ökológiai szempontból fenntartható fejlődést szolgáló rendszerek kidolgozását, bevezetését és alkalmazását. Ez főképp energiatermelésben domborodik ki igazán, ahol az emberiség lépésről-lépésre felismerte az eddig hasznosított energiahordozó-készletek szűkösségét. Nemrégiben pedig az energiahordozók történelmi áremelkedéseivel, az energiaválság aggasztó, gazdasági működést nehezítő hatásait. Nem beszélve a felhasználásuk által okozott környezeti károkat.

A történelem során, ha megfigyeljük a hasznosított energiahordozók fajtáit, akkor láthatjuk, hogy az emberiség mindig a nagyobb energiasűrűségű anyagok hasznosítása felé haladt. Kezdetben tűzifa volt az egyedüli lehetőség hőtermelésre, aztán így jutott el az ipari forradalom kezdetével a tűzifától a szénig, mely utóbbi a XX. század első feléig alapvetően meghatározta az energiatermelést. A XX. század második felétől egy újabb váltás történt, amikor a szénhidrogének alkalmazása egyre inkább dominánssá vált gondoljunk csak a belső égésű motorra. Tovább haladva eljutunk a jelenleg sokat vitatott energiatermelési változatához, a maghasadás energiáját hasznosító atomenergetikához. A maghasadás közel százezerszer több energiát adhat, mint ha azonos tömegű szenet égetnénk el (*Antal – Wiegand, 1982*).

A megújuló energiaforrások hasznosításának előtérbe helyezése ezzel szemben nem jelent újabb ugrást. Energiasűrűség szempontból az alkalmazásban levő eljárásokhoz képest ellenkezőleg, ugyanis nagyságrendekkel kisebb energiasűrűséget mutathatunk ki ezen energiaforrások alkalmazásánál, hasonlítsuk például össze az atomenergiával (*Kazai Zsolt, 2004*). Ennek ellenére azt tapasztaljuk, hogy a jelenlegi energiapolitikák és kibocsájtott scénáriók egyre nagyobb teret nyitnak a megújuló energiák előtt. Nézzük meg tehát, hogy ez a látszólagos ellentmondás miként oldható fel.

1.2. Megújuló energiaforrások

Renewable energy sources

Első lépésben maga az energiát, mint fogalmat tisztázzuk, majd ennek alapján válasszuk külön-külön a forrás szempontjából a különböző fajtáit.

Az *energia* fogalma alapvetően a *változtatásra való képességet*, a *fizikában a munkavégző képességet* jelenti. Az erőművek közül, például a vízerőmű a folyó gravitációs energiáját alakítja át a turbinák mozgási energiájává, amely a révén elektromos energia termelhető.

Az emberiség által használt energiaforrásokat nem megújulókra fosszilis - vagyis nem megújulókra - és megújuló energiákra osztjuk.

Az emberiség környezetszennyező és energia pazarló életvitele hosszú távon a természeti erőforrások kimerüléséhez vezethet, ezért a fosszilis energiahordozók helyett egyre inkább az alternatív energiaforrások kerülnek az előtérbe. A fosszilis tüzelőanyagok használata korlátozott mennyiségű és a belátható időn belül kimeríthető készleteik miatt nem alkalmasak arra, hogy egy fenntartható energiagazdaság épüljön rá, ezért erre a megújuló energiaforrások hasznosítása jelenthet megoldást.

Feltehetjük a kérdést, hogy mit takar a megújuló energiaforrás kifejezés, azon túlmenően, hogy egy gyakran használt szókapcsolat a környezetvédelem, a természetvédelem, de inkább a gazdaság fenntartható fejlődése témaköreiben?

Megújuló energiaforrás: *olyan energiaforrások közös neve, amely egy jellemző időciklus alatt újra termelődnek, illetve a kimerülés veszélye nélkül felhasználhatók* (Magyar nagylexikon 2001). Olyan természeti erőforrások, melyek hasznosításával az emberiség a szükségleteit az adott gazdasági fejlettség szintjén kielégítheti, és használatuk ellenére természetes úton, újratermelődnek. A megújuló energiák használata korábbi időkre is visszavezethetőek (szélmalom, vízimalom), viszont a modern energiatermelési technológiák megjelenése a XX. század utolsó negyedére koncentrálódott, elterjedését inkább a XXI. században tapasztaljuk fokozatosan.

A megújulók terjedésének első lépései akkor indultak meg, amikor kialakulni indult a környezetvédelem eszmeisége. A fenntartható fejlődés fogalma azt jelenti, hogy *„kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy kielégítsék a saját szükségleteiket”*, ahogy az az Egyesült Nemzetek Szervezetének (ENSZ) 1987-es Brundtland - jelentésében szerepelt. Fontos része ennek az energiatermelés, amit a

megújuló energiaforrások hasznosítása egyértelműen elősegít, egy időben a környezet védelmét, megóvását biztosítja. Minden megújuló energiaforrás kiaknázásával termelt energia valamilyen fosszilis, üvegházhatású gázokat termelő energiaforrás hasznosításának kiváltását célozza meg.

Napjainkra a világ felismerte az eddigi túlzott fogyasztói életvitelből adódó veszélyeket, annál is inkább mivel az élővilág fennmaradását veszélyeztető folyamatokat már saját bőrünkön is tapasztalhatjuk, tulajdonképpen a mindennapjaink részévé is váltak ezek. Az információs technológia segítségével szinte percekben belül értesülhetünk a világ különböző pontjain előforduló környezeti katasztrófákról, az erről szóló sűrű híradások megváltoztatják valamelyest a mentalitást. Megnőtt tehát az emberiségre és főleg a politikusokra nehezedő nyomás, hogy tegyünk valamit az általunk okozott károk ellen. Gyakorlatilag azonban ma még csak a fejlett országok mutatnak eredményesen létrehozott berendezéseket, rendszereket, mivel elsősorban ezen országok rendelkeznek olyan magas tudás alapú értékes emberi tőkével, K+F centrumokkal és anyagi erőforrásokkal, amelyre alapozva az egyelőre „drága”, de környezetbarát technológiák kidolgozhatók és bevezethetők. Viszont mint minden új technológia és innováció, az elterjedéssel és méretgazdaságosság elvével számolva folyamatos árcsökkenést hozhat, a várakozások tehát a széterjedés folyamatos gyorsulását feltételezik. Az energia ipar minőségi alakulását a piaci erők, a környezetvédelem és a műszaki fejlődések fogják alakítani.

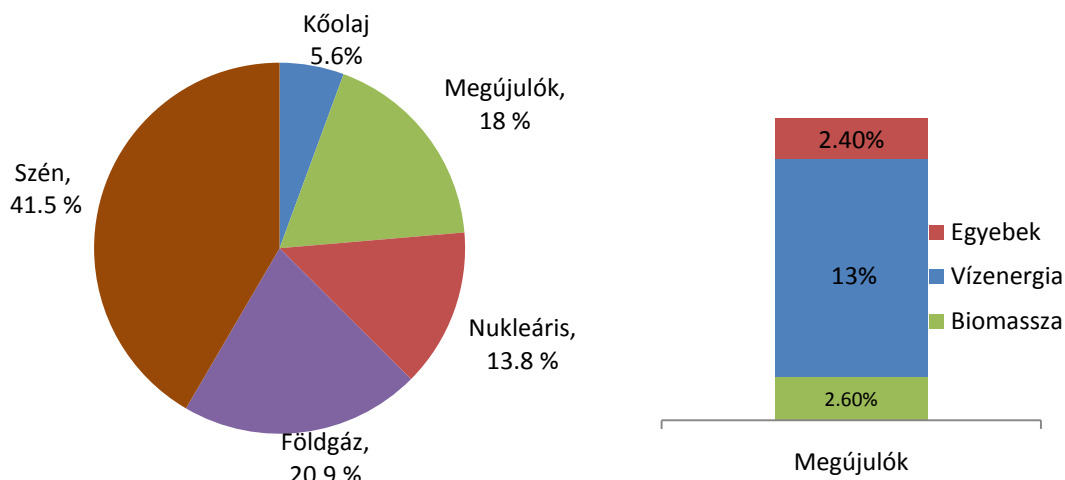
1.3. Napjaink energiafelhasználása

Our day's energy consumption

A fentiekkel szemben a fosszilis tüzelőanyagok (kőszén, kőolaj, földgáz) nem megújuló energiaforrások és a mennyiségük közel végesnek tekinthető. A fosszilis tüzelőanyagok készletei még jelentősek, viszont végesek és csökkennek, ezekre alapozva az eljövendő évszázadok energiaigénye nem tartható, nem tartható fenn tartósan életstílusunk és a további fejlődések nem biztosítottak ilyen módon.

Következésképpen a jövőben felmerülő energiaszükségleteink fenntartható módon történő kielégítése érdekében egyre nagyobb mértékben kell a fosszilis tüzelőanyagok helyettesítésére alkalmas alternatív megoldásokra – megújuló forrásokra – támaszkodni és

ezeket erőteljesen fejleszteni. A következő, 1. ábrán a világ, 2009-ben megjelent villamos-energiatermelésben részt vevő energiaforrásokat részesedés szerint mutatom be.

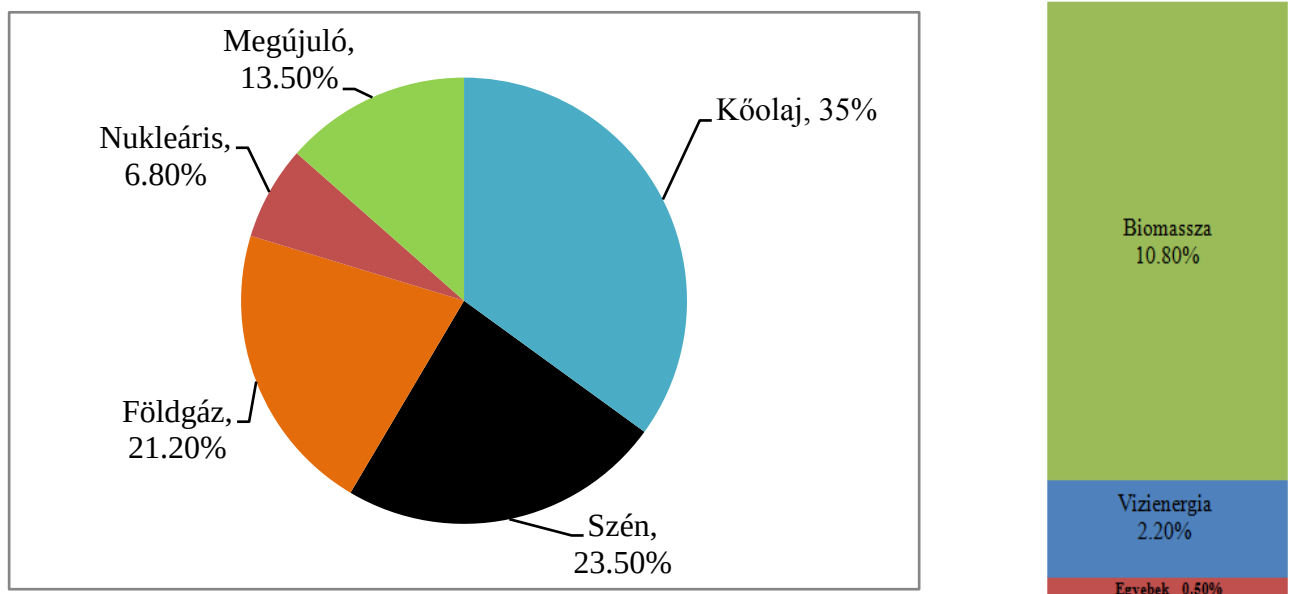


1. Ábra. A megújuló energiahordozók részesedése a világ villamosenergia-termelésében, 2007-ben

Forrás: International Energy Agency, Key World Statistics, 2009, Saját készítés

A fosszilis fűtőanyagoktól eltérően a megújuló energia olyan forrásokból származik, amelyek nem merülnek ki, és egyszerű módon újra feltöltik saját magukat. Ezek közé tartozik a Nap energiája, továbbá a szél, a szerves anyagok, a vízenergia, az apály és dagály, a hullámok, valamint a Föld kérgéből származó geotermális hő (2. ábra).

Megújuló energia általánosan elterjedt használatának fő akadálya a hagyományos fosszilis fűtőanyagokkal összehasonlítva a költségük. Ez csak a jelenlegi számítások mellett igaz, hiszen a fosszilis energia költsége nem tartalmazza a társadalomnak okozott károkat és többlet költségeket. Ezen a téren is igaz, hogy a profitot teljes mértékben sikerült az energetikai monopóliumoknak magánosítani, miközben a károkat és a közjót romboló tényezők költségeit a társadalom egésze viseli. Mivel jelenleg még a megújuló energia termelésére kidolgozott technológiák viszonylag kezdetlegesek, nagy sorozatú gyártásuk még nem kezdődött el ezért viszonylag nagy tőkét igényelnek. A diffúz energiaforrások hasznosításához jelentősebb befektetések szükségesek, és a fenti okok miatt rövidtávon nem vonzóak. A kezdeti tőkebefektetés után, hosszú távon azonban javul a megújuló energiaforrások gazdaságossága, mivel a működtetési és karbantartási költségek viszonylag kicsik a fosszilis fűtőanyagokat használó, különösen, ha az utóbbiak ára elkerülhetetlenül jelentős mértékben növekszik



2. Ábra. Megújuló energiahordozók részesedése a világ teljes primerenergia-ellátásában, 2002 és 2007

Forrás: International Energy Agency, Key World Statistics. 2009, Saját készítés

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) szerint 2002-ben a világ teljes primerenergia-ellátásban (TPES) mindössze 13,5% volt a megújuló energiák hányada. Ennek jelentősebb részét az inkább hagyományos forrás, így az elégethető biomassza és szemét alkották. 2,2% volt a vízerőművek hozzájárulása. A villamos vagy – hőenergia - termelésének megújuló forrásai, ide számítva a geotermális, a szél- és a napenergia hasznosítását, a TPES mindössze 0,5%-át adták.

A legnagyobb mértékben és mennyiségben felhasznált megújuló energiaforrás világszerte a *tűzifa*, amit jóval kisebb mennyiséggel követ a vízenergia, majd a geotermális energia követ. Jelenleg a világ energia igényének 13,8 százalékát megújuló energiahordozók fedezik (Lukács, 2010b).

A *biomassza* a legváltozatosabb energiahordozók gyűjtőfogalma. Ide sorolunk mindent a fa-, a szalma- és a trágya hasznosításától a repceolajon keresztül egészen a metántermelésig (biogáz) minden növényi, illetve állati eredetű energiahordozót. Ezek együttesen a világ energiaigényének 11 százalékát fedezik. Felhasználási aránya a fejlődő országok nagy tűzifa igénye miatt ilyen magas. Afrika például energia igényének felét tűzifával fedezi (Lukács, 2010b).

Vízenergia adja a világ energiafelhasználásának 2,3 százalékát.

Geotermális energia sajnálatos módon csak az emberiség energiafelhasználásának jelenleg mindössze 0,442 százalékát adja. A *napenergia* a világ energiafelhasználásának mindössze 0,039 százalékát fedezi jelenleg, noha ez a *legkevésbé környezetkárosító* és a *legnagyobb* - csaknem korlátlan - mennyiségben az emberiség rendelkezésére álló, *megújuló energiaforrás*. Elektromos energia egyelőre viszonylag drágán állítható elő ilyen módon, de az ellátó hálózatoktól távol eső területeken - szigetüzemben - már ma is jól kifizetődő lehet az alkalmazása. A napenergia hasznosítása felel meg leginkább annak a célnak, hogy a lakosság is hozzá tudjon járulni saját háztartása energiaszükségletének emisszió-mentes, megújuló energiával történő ellátásához. (Vajda, 2004)

Szélergiát 0,026 százalékban használnak fel világszerte az energiaigények fedezésére. Ezen a területen Németország számít úttörőnek, mivel a világtermelés egyharmadát szolgáltatja, de az USA, Kína és India is nagy fejlődési ütemet diktál. Világviszonylatban a nap- és szélergia technológiák költséghatékonysága legjobb, és ezért ezek a technológiák fejlődnek a leggyorsabban. Helyi adottságoktól függően az energetikai biomassa és a geotermikus energia technológiájának fejlesztése szintén nagymértékű.

1.4. Decentralizált energiaellátás

Decentralized energy supply

A világgazdasági fejlődésének egyik nagy jövőképe a *decentralizált energiaellátás*. A jövő intelligens energiaellátó rendszere a megújuló energiaforrásokból és azok szétosztó rendszeréből áll, és az energiapiacra olyan esélyekkel vesz részt, mint általában az eddigi klasszikus erőművek. Ez az új rendszerrel a modern információs és kommunikációs technológiákra alapoz. Lényegében a koncepció azzal válik hatékonyá, hogy összekötött az energiát biztosító erőművek rendszere és épp a hatékonyság magasabb fokát elérő egység termeli és adja az energiát, ez váltakozva növeli a megújuló energiák gazdasági hasznát. A decentralizált energiaellátás ma már a vezető ipari országokban fontos szempontot nyújt a megújuló energiák támogatásához. Versenyképessége igen jó a decentralizált energiaellátásnak.

Az alap ötlet az energia előállítása a fogyasztás helyén, vagy az energia termelése ott ahol arra szükség van. Fontos szempontként jelentkezik az energetikai, gazdasági és környezeti faktorok, mint pl. a termelés *árérték viszony versenyképessége és az előállítási folyamat alatt a lehető legkisebb káros anyag kibocsátás.*

A szakemberek aláhúzzák azt a gondolatot is, hogy már rövidtávon előtérbe kell helyezni az ökológiai szempontokat, ezért fontos a decentralizált energia ellátás, mint tervezési stratégia. Hosszabb távon ugyanis egy régió vagy kistérség környezeti egyensúlya jelentheti a gazdasági fenntarthatóságát. Ha a térség a környezet elszenvedett problémáival elfoglalt, rehabilitálja éppenséggel, anyagi forrásai nem lesznek már további fejlődésre, mert ezek márallokáltak lettek. Tehát a termelés méreteit a helyi fogyasztás, a környezeti adottságoknak megfelelően figyelembe kell venni. (Tóth, 2000)

A települések decentralizált energia ellátása új kiinduló pontokat von be a gondolkodásba. Ezek a következők lehetnek: települési ellátási rendszer, önálló települési energiagazdálkodást, okos hálózat, stb. A decentralizált, integrált, kevert energiaellátó és a helyi felhasználásra alapozott rendszerek elterjesztése különösen fontos Románia számára, hiszen alapvető módon járul majd hozzá az ország energia függőségének csökkentéséhez, miközben kiváló-sokoldalú adottságainkra alapozva elősegíti azt, hogy a legrosszabb helyzetű települések, községek a helyi energia előállítás révén növeljék felzárkózási esélyeiket.

Hazánk kiváló adottságokkal rendelkezik a vízenergia, a zöld (biomassza) és szél és napenergia, energiatermelés és hasznosítás terén. A földhő energiaforrásaink nagyságrendileg elmaradnak, de mégsem elhanyagolhatóak. A vízenergetikai potenciált már a rendszerváltás előtt igen jól hasznosították a kiépített erőművekkel. Szélenergia parkot meg éppen a jelenlegi időkben telepítenek, főként magas szárazföldi szélpotenciáljával rendelkező délkeleti ország részben, de ezekre részletesebben később térünk ki.

A környezetvédelemi szempontokon túl, a fosszilis energiaforrások árának folyamatos növekedése miatt is előtérbe kerül a megújuló energiaforrások hasznosítása. Ehhez a tendenciához járul hozzá a készletek csökkenése is, ahogyan már említettük, valamint nem teljesen indokolatlan - utóbbi években újra felfrissült - az atomenergiával kapcsolatos félelmek. Annak ellenére, hogy a megújuló energiaforrások használata nagy múltra tekint vissza, európai méretekben, meglehetősen szerény a részesedése az összes energiafelhasználásból, noha egyre több és egyre hatékonyabb erőfeszítést tesz az Európai Unió annak érdekében, hogy növelje a megújulók részesedését, mert a nagy részben

importból származó fosszilis energiaforrások túlsúlya miatt az ellátásbiztonság egyre fontosabbá válik.

1.5. Az okos hálózat

Smart Grid

Az okos hálózatok azaz a *smart grid*-ek kialakítása azért fontos, mert a megújulók terjedésének egyik legnagyobb akadálya a központosított, alapterheléssel működő erőművek köré épített infrastruktúra, amely nem képes a változó teljesítménnyel működő megújuló energiákat befogadni (*Jan Van De Putte, Rebecca Short, 2011*). Ezekben az intelligens hálózatokban mindig ott és annyi energia van jelen a hálózatban, ahol és amennyire szükség van.

A jelenlegi elavult hálózatok fokozatosan okos hálózattá való átalakításával tehetjük lehetővé, hogy a megújulók ne csak Nyugat-Európában, de itthon is rendszerbe építhetővé váljanak. Az okos hálózatok lényege, hogy számítógépes vezérléssel, nagy pontossággal irányítják oda az energiát ahol szükség van rá. Az intelligens mérőrendszer pedig pontosabban határozza meg az éppen fogyasztandó energia árát, így a kereslet is jobban igazodik a kínálatához. Értelemszerűen az történik a rendszerben, hogy amikor kevesebb áram áll rendelkezésre, például a délelőtti órákban, akkor drágább, amikor több áram van a rendszerbe kihasználatlanul, például éjszaka, akkor olcsóbb lesz az energia. Így „völgyidőszakokra” koncentrálva a nagy energiaigényű tevékenységeket ekkor fogják a fogyasztók beindítani, ezzel mind a háztartási és ipari megtakarítások is jelentősek lehetnek. A smart grid rendszernek a mostani nagy termelő hőerőművei is nyertesei lesznek, mert a jelenlegi elavult hálózat energiavesztesége náluk, termelőknél is veszteséggént jelentkezik. Az intelligens hálózatokat úgy lehet kiépíteni, ha a jelenlegi hálózatokra fokozatosan fejlesztve, intelligens vezérléssel látjuk el. A számítógép alapú vezérlő rendszer lehetővé teszi, hogy a nem centralizált energiatermelés (pl: szél és napenergiából származó) összhangba kerüljön a helyi aktuális energia felhasználással. Végeredménye a rendszernek, az, hogy a megújuló energiatermelésre támaszkodó hálózat, akkor is el tudja látni a szükségletet, ha éppen nem süt a nap vagy nem fúj a szél (*Jan Van De Putte, Rebecca Short, 2011*). Az okos hálózat tehát az ésszerű energia fogyasztás gyakorlati alkalmazása, ennek nemzeti szintű kiépítése a *szuper hálózatok* névvel illetettek.

A decentralizált energia ellátás hálózati fejlesztéssel tehát egy minőségi változást hoz a mindennapok energiafogyasztásában, a lakások, családok tudatos és folyamatos ellenőrző hozzáállásával. Ez önmagában azt a hozadékat eredményezi, hogy nagyfokú energia pazarlást iktatunk ki a felhasználás során, valamit ezáltal, lényegesen olcsóbb is majd a tényleges elhasznált energia.

1.6. A fosszilis és a megújuló energiaforrások vidékfejlesztő-hatás összevetés

Rural development effects of the fossil fuels and the regenerable energies

1.6.1. A fosszilis energiahordozók vidékfejlesztő hatása

2010-ben Lukács Gergely Sándor magyarországi kutató elemezte és összevetette a jelenleg elterjedt energiahordozók és az alternatív energiaforrások vidékfejlesztő hatását.

Az eredmények alapján fosszilis energiahordozók vidékfejlesztő hatása elmondható, hogy gyenge volt. Ez megnyilvánul, mind a gazdasági, mind a társadalmi, mind pedig a környezeti tényezők területén. A vizsgált gazdasági tényezők közül mindössze a munkatermelékenység kapott kiváló minősítést, a foglalkoztatottság, kutatás-fejlesztés és a kívülről jövő tőkebefektetés közepes, az infrastruktúrára a kis- és középvállalkozásokra és a gazdasági szerkezetre pedig kifejezetten gyenge.

Nem jobb a helyzet a társadalmi tényezők vizsgálatának eredményénél sem, hiszen itt sem kiváló, sem jó minősítés nincs. A vizsgált 10 tényező közül különösen gyenge a fele, a másik fele is csak közepes. (Lukács G., 2010a)

A vizsgált hat környezeti hatás (környezet minősége, víz levegő, talaj, környezeti kockázat) közül mindössze a szállítási energiaigény, ami nem kapott rossz minősítést, de az is mindössze gyenge szintet ért el.

1.6.2. A megújuló energiák vidékfejlesztő hatása

A megújuló energiák *vidékfejlesztő hatása meglepően jó minősítést kapott*. A kedvező hatás megnyilvánul, mind a gazdasági, mind a társadalmi, mind pedig a környezeti tényezőkben. A vizsgált gazdasági tényezők közül a foglalkoztatottságra, a kutatás-fejlesztésre, a kis- és középvállalkozások és a gazdasági szerkezetre gyakorolt hatás kapott kiváló minősítést.

Ugyancsak igen kedvező a helyzet a *társadalmi tényezők* vizsgálatának eredményénél is, hiszen itt az életminőség, az életszínvonal, a humán tőke, a döntési központok és a társadalmi kohézió is kiváló minősítést kapott.

Igen kedvező a helyzet a vizsgált hat környezeti hatás terén is, hiszen öt tényező kapott jó minősítést, a levegőre gyakorolt hatás pedig kiváló (*Lukács, 2010*)

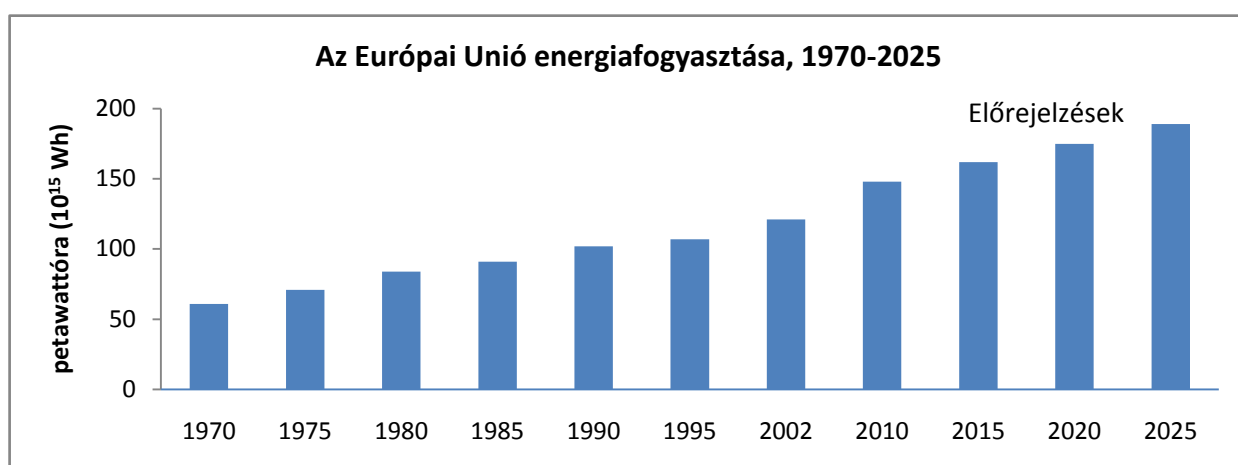
2. Az európai unió megújuló energia stratégiája

The renewable energy strategy of the european union

2.1. Energia helyzet az Európai Unióban

The Energy Situation in the European Union

Az EU-25 primer energia igényében a szilárd tüzelőanyagok (szénfélések) felhasználásában 2000 és 2030 között 3%-os csökkenés várható, a 2000-es 18%-os aránya 2030-ra 15%-ra fog csökkenni (3.Ábra).



1. Ábra. Az Európai Unió energia fogyasztása, 1970-2025

Forrás: Az Energy Information Administration (EIA) adatai alapján, International Energy Outlook 2005.

Az adatok szerint a kőolaj marad a legfontosabb primerenergia-forrás, 2030-ra 8%-os növekedést jeleznek a szakemberek, a primerenergia-mérlegben azonban 2000-es 38%-os részaránya 2030-ra 35%-ra fog csökkenni.

Az Európai Unió a megújuló energiaforrások felhasználásának 75%-os növekedését prognosztizálja, 2000 és 2030 között, és részarányuk a primerenergia-mérlegben 5,9%-ról 8,6%-ra emelkedik. Noha ez a növekedési ütem imponálónak tűnik, azonban nem veszi elég hangsúlyosan figyelembe a várható kőolaj és földgáz ellátási gondokat és ezek ártendenciáit. Az Európai Unió élelmiszer túltermelési gondjai is abba az irányba fogják befolyásolni az energiapiacot, hogy növelje a megújulók arányát. A legújabb Európai Unió bizottsági

jelképzés szerint a megújulók részarányában a cél: 20%. A program megvalósítása érdekében az EU elkötelezte magát a „20-20-20” kezdeményezés mellett, azaz vállalta, hogy 2020-ig az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását 20%-kal csökkenti, az energiafelhasználáson belül a megújuló energiaforrások részarányát a jelenlegi 8,5%-ról 20%-ra növeli, és az energiahatékonyságot 20%-kal javítja. (www.euvonal.hu)

1. Táblázat. Az EU-25 primer energia igénye 1990-2030 (Mtoe) Primary energy needs of the EU-25, 1990-2030 (Mtoe)

Megnevezés	1990	2000	2010	2020	2030
Szilárd tüzelőanyag	430,6	303,2	243,7	252,7	299,9
Kőolaj	596,21	635,6	653,5	671,6	674,4
Földgáz	259,2	376	506,9	597,8	628,2
Nukleáris	196,9	237,7	245,3	213,5	185,31
Villamos energia	2	2,1	2,1	2,1	2,4
Megújuló energiák	69,2	96,1	132,7	151,3	169,5
Összesen	15543	1650,7	1784,2	1889,0	1959,7
Ebből EU-15	1320,61	1452,5	1575,7	1657,2	1719,51

Mtoe = millió tonna olajegyenérték = egy millió tonna kőolaj energia tartalmával

Forrás: European Energy and Transport Scenarios on Key Drivers (2004)

2.2. Az Európai Unió megújuló energia célkitűzései 2020-ra

The European Union's renewable energy targets for 2020

Az EU Szakbizottsága *ambiciózus célokat jelölt ki 2020-ra*: a megújuló energiaforrások részarányát 20%-al kell emelni, ahogy ezt fentebb is tárgyaljuk, azzal viszont kiegészíteni szükséges, hogy *a gépjármű-üzemanyag bioüzemanyag-hányadát is 10%-ra kell emelni*, ahogy a 2. táblázatban meg lehet figyelni.

Ezek nagyra törő célok, ugyanis 2010-ben a felhasznált energia csak 8,5 %-a származott megújuló forrásokból. Ennek az arálynak a 20%-ra emelése 2020-ig nagy erőfeszítéseket fog igényelni a gazdaságok minden ágazata részéről valamint a tagállam politikai vezetésétől ugyancsak.

A *bioüzemanyagok legalább 10%-os részaránya az üzemanyagokban minden tagállamra érvényes*. A bioüzemanyagok megoldást jelentenek a közlekedési ágazat

kőolajfüggőségének enyhítésére, amely az Európai Unió energiaellátási biztonságának egyik legkomolyabba kihívása.

2. Táblázat. Az EU megújuló energia célkitűzései 2010-re és 2020-ra

I. A 2010-re vonatkozó célok (EU-15)		
1.1.	A megújuló energiahordozók részaránya (a primer energiafogyasztásból):	12%
1.2.	A megújulók részaránya a teljes termelt villamos áram mennyiségben:	22,1%
1.3.	Az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentése:	8%-kal
1.4.	A bioüzemanyagok részaránya a közlekedésben (benzin és dízel Üzemanyagú teherautók):	5,75%
I. A 2020-ra vonatkozó célok (EU-27)		
2.1.	A megújuló energiahordozók részaránya (a primer energiafogyasztásból):	20%
2.2.	Üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentése	20%-kal
2.3.	Energia hasznosítás hatékonyságnövelése:	20%-kal
2.4.	A gépjármű-üzemanyag bioüzemanyag hányadának 10%-ra emelése.	

Forrás: Lukács Gergely Sándor (2010) Megújuló energiák könyve

A megújuló energiaforrások 20%-os átfogó célkitűzésének hatékony teljesítése érdekében az egyes *tagállamok egyéni célokat* vállaltak fel, így nem teljesen azonos mértékű lesz az Unió megújuló energia ipara. Az országok saját erőforrásaik, lehetőségeikhez valamint az eddig már megvalósított eredményekhez mérten próbálta vállalásait meghatározni. Cél az is volt ezzel, hogy hasonló erőfeszítéseket kelljenek meghozni, fenntartva a közösség szolidaritását a tagokkal szemben.

A 2020-as tervezet 20 %-os részarányt kér megvalósítani, Romániában a potenciál számítások, azt igazolták, hogy ennél nagyobb a természeti adottságokból adódó lehetőség. Romániában a számított potenciál 24%-os megújuló energia arányt is elképzelhetővé tesz, épp ezért fokozottan ki kell használni a következő kilenc év befektetési lehetőségeit is. Romániában hatalmas a víziergetikai lehetőség, amit már hasznosítanak is, ennek a már kiépítettsége tette lehetővé az elvárásokkal szembeni felülvállalást. Viszont a vízierőművek pár évtizede kiépített rendszere nem végtelen életű, így ezek termelési hanyatlását is kell, figyelembe kell venni majd. Elsődleges alternatíva ezekre a biomasszában rejlik. A hatalmas erdős területek természetvédelmi szempontokat figyelembe vevő, kizárólag nélkülözhető hulladéka és a nem használt, volt mezőgazdasági területeket aktív bevonása az energiatermelésbe, az e célú fejlesztésekkel újra vérkeringésbe vonhatóak. „- A technológia

telepítése roppant nagy tőkét igényel, viszont ennek hosszú távú visszatérülése egyértelmű!”
- nyilatkozta a szakmába jártas *Mariana Gheorghe*, a *Petrom* vezető menedzserje.

A megújuló energiaforrások arányát a közlekedésben minden tagállamnál 10%-ra tervezték azért, hogy a közlekedési üzemanyagok azonos minőségűek legyenek az Európai Unióban.

2.3. Megújuló energiaforrások az Európai Unióban

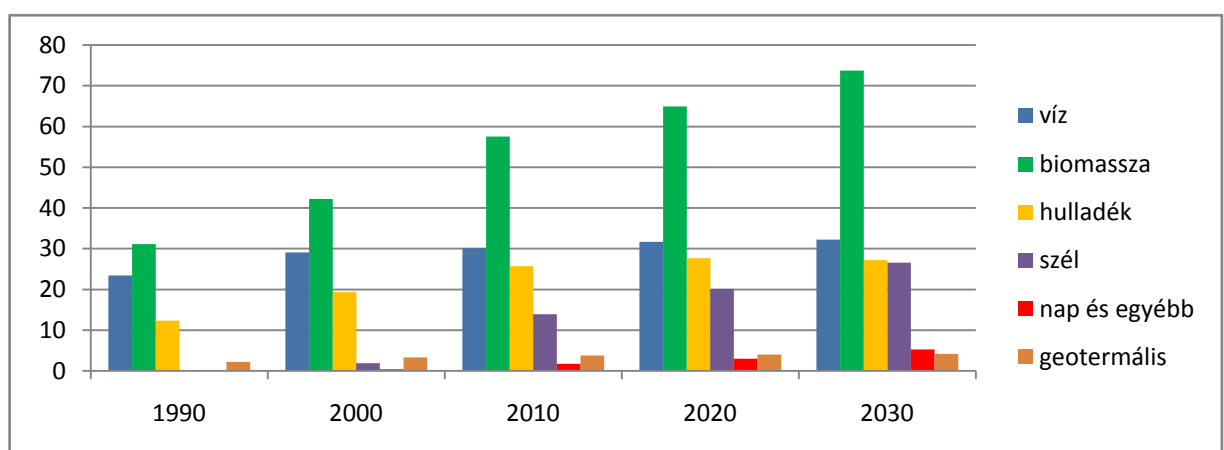
Renewable energy in the European Union

A 2001/77/EK irányelv szerint, az Európai Unióban a megújuló energiahordozókkal előállított villamos energia 14%-os részarányát 2010-re közel 60%-kal, 22,1%-ra kell növelni (erősen differenciált arányok szerint). Ezt ma már tudjuk, hogy nem sikerült megvalósítani.

A 2009/28/EK irányelve a megújuló erőforrásokból származó villamos energia el kell érje 30-35%-ot.

A megújuló energiaforrások felhasználása összességében 2000-es 96,1 Mtoe-ról 2030-ra 169,5 Mtoe-re növekszik, az összes energiatermelésben a 2000-es 7,8%-os arányról 2030-ra 25,6%-ra nő. A megújulók közül a biomassza képviseli a legnagyobb arányt, és itt prognosztizálható a legnagyobb növekedési ütem is (*Lukács, 2010b*).

Az egyes megújuló energiaforrások alakulását Mtoe-ben a 4. ábra szemlélteti.



4. Ábra. Az egyes megújuló energiaforrások alakulása az Európai Unióban, 1990-2030, Mtoe-ben

Forrás: European and Transport Scenarios on Key Drivers, 2004, Saját készítés

Az Európai Unió energiapolitikája 2030-ig az alábbi megállapításokat tartalmazza:

- Az Európai Unió energetikai jövőképében mérsékelten, de folyamatosan növekvő primerenergia-felhasználással számolnak
- A növekvő energiafelhasználás következtében az import primer energia mennyisége elérheti a szükséglet 67%-át. (*Fehér Könyv*)

2.4. A megújuló energia hatásai az Európai Unióban

The effects of renewable energy in the European Union

A Bizottság elemzése azt mutatja, hogy a megújuló energiával kapcsolatos célkitűzések elérésének eredményei:

Évi 600-900 millió tonna *CO₂-kibocsátás* takarítható meg, ami lelassítja az éghajlat-változást, és más országok számára jelzést ad, ami hasonló fellépésre ösztönöz.

- Évente 200-300 millió tonnával csökken a nagy részben *importált fosszilis* üzemanyagok fogyasztása, ami növelni fogja az energiaellátás biztonságát az európai polgárok számára.
- Ösztönzést kapnak a *csúcstechnológiai iparágak*, új gazdasági lehetőségek és munkahelyek keletkeznek.

Mindez *évente 13-18 milliárd euróba fog kerülni*. De ez a befektetés le fogja szorítani a megújuló energiák előállításához szükséges technológia árát, amelyek energiaellátásunk egyre nagyobb arányát fogják adni a jövőben.

Okkal tehetjük fel a kérdést: van-e értelme gazdaságilag a megújuló energia támogatásának?

Ugyanis a 2009/28/EK irányelv 27. cikkelye megfogalmazza: *„Állami támogatás szükséges ahhoz, hogy a Közösség elérje a megújuló energiaforrásból előállított villamos energia térnyerésével kapcsolatos célkitűzéseit, különösen addig, amíg a belső piac villamosenergia-árai nem tükrözik a felhasznált energiaforrások teljes környezeti és társadalmi költségeit és hasznát.”*

2007-ben a fenntartható energiába a világon a *beruházások értéke 43%-kal nőtt*. A piaci bevételek a nap- és szélenergiával, a bioüzemanyagokkal és üzemanyagcellákkal kapcsolatos előrelátások szerint kb. 150 milliárd euróra fognak nőni 2016-ra, miközben a szél- és

napenergiába, valamint a bioüzemanyagokba történő rekordméretű beruházások a *technológia értettségét*, a politika támogatottságának növekvését és a megnövekedett befektetói bizalmat sugallják.

Ezzel szemben a *fosszilis* tüzelőanyagok - például a kőolaj - előállítási *költsége* viszont folyamatosan *emelkedik* 1998 óta. A folyamat dinamikája világos: a megújuló energiák ára csökken, a fosszilis üzemanyagoké pedig nő.

A megújuló energiák piaci forgalma az Európai Unióban 30 milliárd euró, és mintegy 350 ezer *munkahelyet* jelentenek. A foglalkoztatási lehetőségek rendkívül széleskörűek, a fényelektromos (fotovoltaikus) alkatrészek csúcstechnológiát igénylő gyártásától, a szélerőművek karbantartásáig vagy a biomasszát termelő mezőgazdasági ágazatig (Somosné N. Adrienn, 2010).

Az Európai Unió megújuló energiákkal kapcsolatos előretekintő politikai lehetőségeket teremtenek az ipar számára. Pénzt takarítunk meg a behozott fosszilis tüzelőanyagok csökkenésével, és az energiaforrások nagyobb diverzifikációja biztosítja az *Európai Unió* megfelelőbb védelmét a külső sokkhatások ellen, gondolok én itt az energiafüggőség áldástalan hatásaira. Figyelembe véve a közel-keleti és észak-afrikai zavargásokat, ami ismét megugrasztotta a kőolaj világpiaci árát, s legjobban az európai felvásárló piacot érinti. Csak az 2010-2012 között egyes becslések szerint 20%-al nőtt az üzemanyagok ára.

A *fosszilis* energiaforrások *teljes életciklusuk alatt negatív* hatással vannak a környezetre: ez jellemző a nyersanyag kitermelésétől és az energia előállításától a szállításon át a végső felhasználásig. A megújuló energiák esetében ezek a kockázatok minimálisak, vagy teljesen hiányoznak. Természetesen a megújuló energia nem mindig tökéletes megoldás, és kapcsolódnak hozzá környezeti és esztétikai fenntartások, de az *új technológiai megoldások* hozzá fognak járulni ahhoz, hogy ezek idővel csökkenjenek (Lukács, 2010b.). Ugyanakkor kétségtelen, hogy az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásainak sokkal nagyobb jelentősége van.

A megújuló energia csökkenti az Európai Unió függőségét. Egyre nagyobb aggodalomra ad okot a kőolajtól és földgáztól való függőségünk. Az olajárak 25-30 USD körül ingadoztak az évtized elején, de az ár már volt hordónként 150 USD felett is. (Lukács, 2010b)

Az energia ellátás biztonságpolitikai szempontból is fontos, politikai stratégia, hogy az Európai Unió által felhasznált megújuló energia nagy részét az Európai Unió területén állítják elő. Továbbá diverzifikált energiaellátás biztosabb energiaellátást jelent. (2009/28/EK)

A fogyasztói magatartásban is egyre jobban megfigyelhető a zöld energiák irányába való elmozdulás. Az *Eurobarométer* 2007. januári közvélemény kutatása szerint az európai *polgárok 55%-a* nagyon ígéretesnek tartja a megújuló energiákon alapuló alkalmazások jövőjét. 60% gondolja úgy, hogy az energetikai kutatásoknak az Európai Unió kiemelt tevékenységi területei közé kell, hogy tartozniuk és 40%-uk hajlandó lenne *többet fizetni* a *megújuló* forrásokból származó energiáért. Ezen kívül úgy tűnik, hogy a polgárok támogatják az energiaszerkezet megváltoztatását, a kutatás és a fejlesztés fokozását és az energiastabilitás biztosítását. (*Union of concerned scientists*, www.ucsusa.org)

Sokan úgy gondolják, hogy a nemzeti kormányok elsőrendű feladata az alacsony energiaárak és az energiaellátás folyamatosságának biztosítása, viszont ez egyenes ellentmondásos a szabad piaci verseny elvének, valamint fenntarthatatlan bizonyos alternatív utak keresése nélkül.

Az Európai Unió, vezető szerepet tölt be világviszonylatban a megújuló energiák terén, és az ágazatnak hatalmas és növekvő gazdasági jelentősége van világszerte. Az Európai Unió célja, hogy az élvonalban maradjon ezen a gyorsan fejlődő területen. Hozzá kell tenni és több helyen is indokoljuk, hogy *Románia minden érdeke ugyanebbe az irányba mutat* és semmilyen fontos távlati nemzeti érdek nem szól amellet, hogy ne használjunk ki minden lehetőséget a korszerű megújuló energia ipar és szolgáltatás mielőbbi kifejlesztésre.

3 Románia megújuló energiái

Romania renewable energy

3.1 Románia megújuló energia cselekvési tervezete 2010-2020

Romania's renewable energy action plans for 2010-2020

Románia a megújuló energia hasznosításáról szóló hosszú távú cselekvési tervét legutóbb 2010. június 29-én módosításokkal adta ki Bukarestben.

Románia a 2000-es évek elejétől folytat közös megvalósításokra irányuló politikát, az energiagazdálkodás területén. A kivitelezett projekteket helyi szinten hozták létre, kezdetben geotermális és fűrészpont felhasználva. Az ország elsőként Svájjal (2001), Hollandiával (2002), Norvégiával (2003) és Ausztriával (2004) kötött együttműködési megállapodást, technológia, tudás transzfer célzattal. Az Unióval való csatlakozási tárgyalások ideje alatt, Románia az 1535/2003.-as kormányhatározattal ösztönözte az megújuló energiákat, a már általánossá vált érdekeket megnevezve, mint például az energia import csökkentése, az ellátás biztonság javítása és a környezetvédelem érdekében. Szükség volt akkor továbbá három irányba fejleszteni energia szektort: megújulók terjesztése, az iparban használt energia mennyiség csökkentése valamint elektromos áram határokon áthaladó rendszerének kialakítását.

Romániában 2003-ban elkészült a megújuló energia potenciálösszesítés (3.Táblázat), a gyakorlati hasznosítás viszont az elméleti számításoktól jóval kisebbnek vélték a szakemberek, a technológiai korlátozottság miatt, valamint a gazdaság alacsony hatékonysága valamint a környezetvédelmi előírások miatt (**PNAER**).

3.Táblázat: Megújuló energia potenciálok Romániában

Megújuló energiaforrás	Éves energia potenciál	Energia egyenérték	Alkalmazási terület
------------------------	------------------------	--------------------	---------------------

		(ezer toe)	
Napenergia, amelyből			
• Hőenergia	60*10 ⁶ GJ	1 433	Hőenergia
• Elektromos energia	1 200 GWh	103,2	Eletromos energia
Szélenergia	23 000 GWh	1 978	Eletromos energia
Vízenergia	40 000 GWh	3440	Eletromos energia
Biomassza	318*10 ⁶ GJ	7 597	Hőenergia
Geotermális	7*10 ⁶ GJ	167	Hőenergia

Forrás: Planul Național de Acțiune în Domeniul Energiei din Surse Regenerabile (PNAER), Sajat készítés

A korábban végzett előrejelzések azt a célt tűzték ki, hogy a megújulók részaránya a villamos energiatermelésben érje el a 30%-ot 2010-re, valamint 30,4 %-ot 2015-re (4. Táblázat).

4. Táblázat: Várható energiatermelés megújuló energiákból, Forrás: PNAER, Saját készítés

Megújuló energiaforrás	2010 (GWh)	2015 (GWh)
Napenergia	1 860	11 600
Szélenergia	314	1000
Vízenergia	18 200	18 700
Biomassza	1 134	3 654
Geotermális	-	-
Összesen	19 650	23 367

Viszont a későbbiekben ezeket a célkitűzéseket folyamatosan emelték, míg nem a módosított 2009/28/EK irányelvekhez igazodva elfogadták Bukarestben, 2010-ben a Nemzeti Cselekvési Tervet a megújuló energiaforrásokra nézve. Így a célkitűzések már 2015-re 35%-os részesedést irányoz meg, valamint 2020-ra 38%-ot (5. Táblázat).

5. Táblázat: 2007-ben előrelátott energia termelés 2020-ig előrelátva, Forrás: PNAER, Saját készítés

	2005 (TWh)	2008 (TWh)	2009 (TWh)	2010 (TWh)	2011 (TWh)	2012 (TWh)	2015 (TWh)	2020 (TWh)
Össz elektromos áram termelés	59,41	65,5	67,7	70,6	72,2	74,5	89,5	100
Bruttó belső energia fogyasztás	56,48	52,5	64,2	66,1	67,7	69,5	74, 5	85
Megújulókból való termelés	20,21	18	19,5	27	22,3	23	26	32,5
Nukleáris erőműből származó energia	5,54	10,8	10,8	10,8	10,8	10,2	21,6	21,6
Hőerőművekből származó energia	33,86	36,7	37,4	30,1	39,1	40,7	41,5	45,9
Megújulókból származó arány (%-ban)	35,8	28,8	30,4	32,8	32,9	33,4	34,9	38.2

Románia, összhangban a 2009/28/EK irányelvével célul tűzte ki, hogy 2020-ra, hogy a 2005-ös szintű energia termeléséhez képest 17,8%-al fogja 2020-ra a megújuló energiárészesedést, elérve a 24%-os végső értéket, a megújuló energiatermelésben való részesedésre értve. A lehetséges megújuló energia mennyiség (5. ábra) az országban 14 718 ktoe. van becsülve. Ez a potenciális energia mennyiség ismételt: nem tartalmazza a gazdasági-, a környezeti- és a piaci korlátozásokat. Ahhoz, hogy a 2020-as kitűzést tartani tudja, az országnak szükség van ennek a potenciálnak az 50 %-át hasznosítania. Ehhez

feltétlenül nagy befektetési erőre van szükség, amihez mindvégig következetes, tervezett együttműködés kell, hogy a megvalósítás a kitűzött célok eléréséhez vezessen. Románia kijelentette, hogy képes lesz ezeket a célokat realizálnia, a nélkül, hogy szüksége lenne a közösség tagállamaihoz forduljon, az átütemezés érdekében.

Románia 2007-es Európai Unióhoz való csatlakozása újabb lendületet hozott az energiatermelés zöldebbé tételében. Létre jött a 1069/2007-es Kormányhatározattal az ország energia stratégiája a 2007-2020-as időszakra, amiben megfogalmazódtak a következő célok, amik három nagy téma köré csoportosultak: energia biztonság, fenntartható fejlődés és versenyképesség.

Energia biztonságon belül fontos kiemelni a minél több energiaforrásra való helyezkedés, ezek szállítási útvonalainak bővítése, országos hálózat bővítés. A fenntartható fejlődés elősegítése megújuló energiákból kell származzon, felhasználás hatékonyságát javítani kell: az erőforrástól az előállításon keresztül, a szállítás-elosztás és fogyasztás során. Versenyképességet az energia tranzit liberalizációjával, nemzetközi hálózatok kiépítésének 15-20 %-os fejlesztését kell elérni 2020-ra, a szénhidrogének kitermelés szerkezetének újjá alakításával egy időben.

3.2 Románia zöld energia potenciálja

Romania's green energy potential

Románia az Európai Unió tervezett energia stratégiáját követve a megújuló energia részarányát a villamos energiatermelésben 2007-től (29%) fokozatosan 33 %-ra, majd 38%-ra emeli. Az elkészült megújuló energia térképen kitűnik (5 .*ábra*), hogy az ország különböző vidékein mekkorák az egyes energiatermelés fajtáira a természeti-környezeti adottságok. Első sorban itt domborzati adottságokat, klimatológiai adottságokat (szél és napsugárzási térképeket) kell megfigyelni, vízrajzi jellemzőket és talajminőséget és mezőgazdasági területek hasznosítását, erdőgazdálkodási és természetvédelmi szempontokat.

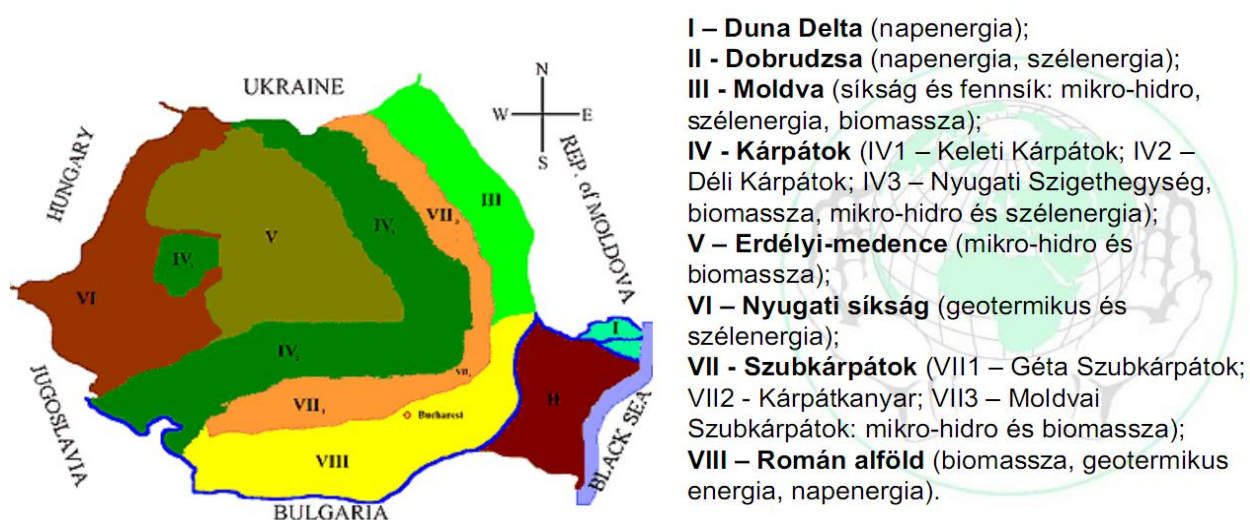
3.2.1. Szél-energia

A hegyvidéki területeken nem kedveznek a szélerőművek telepítésének nehézkes a technológia karbantartása, valamint a nem állandó, nagy lökéserősségű szélviszonyok miatt. A szél sebessége eléri, sőt gyakran meghaladja a szélerőművek működéséhez szükséges 4 m/s -os sebességet, egy a földfelszíntől mért 10 méteres magasságban.

A román tengerpart igen jól hasznosítható széljárással rendelkezik, eolikus potenciálja kimagasló, ezen a területen, a szél átlagsebessége meghaladja az erőműműködéshez szükséges 4 m/s és ami nagyon fontos a jó teljesítményhez, hogy viszonylag állandó értékek. A területek szélmodellezése és értékelése alátámasztotta azt a feltételezéseket, hogy nagyon jó szélpotenciállal rendelkező térség, ahol meg is kezdődtek 2009 óta a telepítési folyamatok.

A potenciális kapacitás 14000 MW, ami hozzájárul a villamos áram termelésében az évi 23000 GWh-val. A telepíthető szélerőmű termelése elérheti a 2000MW-t, egy átlagos 4500 GWh/éves hozammal. 2012 tavaszára itt a telepített szélerőművek nagysága meghaladja az 1500 MW teljesítményt, ami maga mögött hagyja az ország nukleáris energiatermelését, amit 1400MW-ra becsülnek. A távlatokba tekintve az ország 2020-ra 4000MW teljesítményt szeretne szélerőművekkel biztosítani.

A dombvidékeken a szél kinetikus energiája, kihasználhatósága ezeknek jóval kevesebb, figyelembe véve a technológiai korlátokat, a környezeti megszorításokat és a gazdasági hatékonyságot.



5. Ábra. Megújuló energiaforrások területi elterjedése (elméleti modell)

Forrás: Péter Pál - A hagyományos fűtésrendszer cseréje/kiegészítése megújuló energiaforrásokat használó rendszerekkel (Környezetvédelmi Ügynökség)

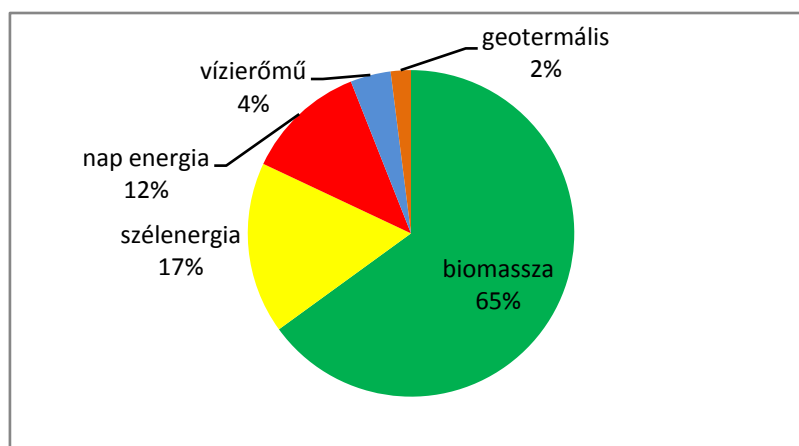
A Duna-deltában a napenergia a domináns lehetőség, Dobrudzsában nap és szél energia, Moldvában a törpe vízierőművek valamint szél és biomassza, a Kárpátokban és Elő-Kárpátokban biomassza és mikro-vízierőművek, Erdélyben a kis vízierőművek használhatók. A déli és nyugati alföldeken a biomassza, napenergia és geoenergia potenciál a magasabb. A jelenlegi állás szerint a hidroenergia potenciál 48 %-ka ki is van építve. (Péter Pál, 2010)

3.2.2. Biomassza

A romániai vidéki térségek elsőrendű energiaforrás lehetősége, elsősorban vízmelegítés és fűtés a célja.

A teljes kitermelhetőség érdeke arra késztet, hogy a források teljes körűen legyenek kihasználva: fakitermelések hulladék anyaga, forgácsok és korpák felhasználása, a mezőgazdasági hulladékok, gabonafélék, kukorica és más növényi maradványokat (szalma, széna, elhalt növények stb.), valamint a városgazdálkodások felgyülemelő (parkok és utcák karbantartásakor jelentkező) hulladéka.

Számítások szerint a vidéki településeken a fűtéshez szolgáló anyagok közül 89%-át biomasszából használják fel (Szunyog, 2008). Közép és hosszútávon a biomassza mennyiség növekedéssel lehet az elhanyagolt agrárterületek újbóli kihasználásra kerülnek energianövények telepítése által. A biomassza a legfontosabb tüzelőanyaga a vidéki települések vízmelegítésében és lakásfűtésében (6. ábra).



6. Ábra: Románia zöld energia potenciálja

Forrás: http://www.euractiv.ro/uniunea-europeana/articles%7CdisplayArticle/articleID_11027/Harta-energiei-regenerabile-a-Romaniei.html

3.2.3. Napenergia

Románia elhelyezkedése meglehetősen előnyös napsugárzási zónában található, egy évben 210 napsütéses nap van. Ezekből az adatokból kitűnik, hogy az ország felszínére érkező sugárzási energia $1000 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ és $1300 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ között mozog. Ebből a technikai lehetőségekre tekintve $600\text{-től } 800 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ az a mennyiség, ami kitermelhető energia. A klíma térképekre tekintve kitűnik, hogy az ország átlagától magasabb sugárzási értékekkel rendelkező régiók a Fekete-tengerparton, Dobrudzsában, Olténiában találhatók, ahol az évi átlagsugárzás eléri a $1\,600 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ energia mennyiséget.

Románia elhelyezkedése meglehetősen előnyös napsugárzási zónában található, egy évben 210 napsütéses nap van. Ezekből az adatokból számolva az ország felszínére érkező sugárzási energia $1000 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ és $1300 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ között mozog. Ebből a technikai lehetőségekre tekintve $600\text{-től } 800 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ az a mennyiség, ami kitermelhető energia. A klíma térképekre tekintve kitűnik, hogy az ország átlagától magasabb sugárzási értékekkel rendelkező régiók A Fekete-tengerparton, Dobrudzsában, Olténiában találhatók, ahol az évi átlag sugárzás eléri a $1\,600 \text{ kWh/m}^2/\text{év}$ energia mennyiséget.

Romániában a napenergiából termelt energia mennyisége elmaradt a lehetőségektől. A 2007-ben telepített kapacitás $0,81 \text{ MWh}$ volt, ami a 2010-es évre 2.9 MWh -ra növekedett. A romániai kormány elősegíti a napenergia kiaknázására irányuló befektetéseket. A zöld kártya rendszerrel az országban napenergiából megtermelt minden egyes MWh energiára 6 zöld kártyát kap az előállító. Így igen jövedelmezőnek tekintett ez a fajta energiatermelés. A romániai energia hatóság (ANRE) viszont ezen kiadandó zöldkártyák számának csökkentéséről tárgyalt 2012 elején.

A vállalalkozási kedv mégsem torpan meg, a 2012-es évre több napenergia parkot terveznek létrehozni az országban, a legnagyobb ilyen befektetési terv egy 480 ezer napelemből álló park létrehozása, ami 35 MWh -t tudna előállítani. Temes megyébe tervezik az elhelyezését. A következő rögtön Ialomița megyében, a Gura Ialomiței Solar Park, 10 MWh teljesítménnyel, majd ezt követi a Szatmárnémetiben tervezett 8 MWh -s park, és a Sepsiszentgyörgyi, Kovászna megyében 2.4 MWh -s napelem park.

Összességében elmondható, hogy az egész országot tekintve a Duna-deltában a napenergia a domináns lehetőség, Dobrudzsában nap és szél energia, Moldvában a törpe vízerőművek valamint szél és biomassza, a Kárpátokban és Elő-Kárpátokban biomassza és mikro-vízierőművek, Erdélyben a kis vízierőművek használhatók. A déli és nyugati

alföldeken a biomassza, napenergia és geoenergia potenciál a magasabb. A jelenlegi állás szerint a hidroenergia potenciál 48 %-ka ki is van építve. (Péter Pál, 2010)

3.3. Románia 2020-ra tekintő biomassza tervezete

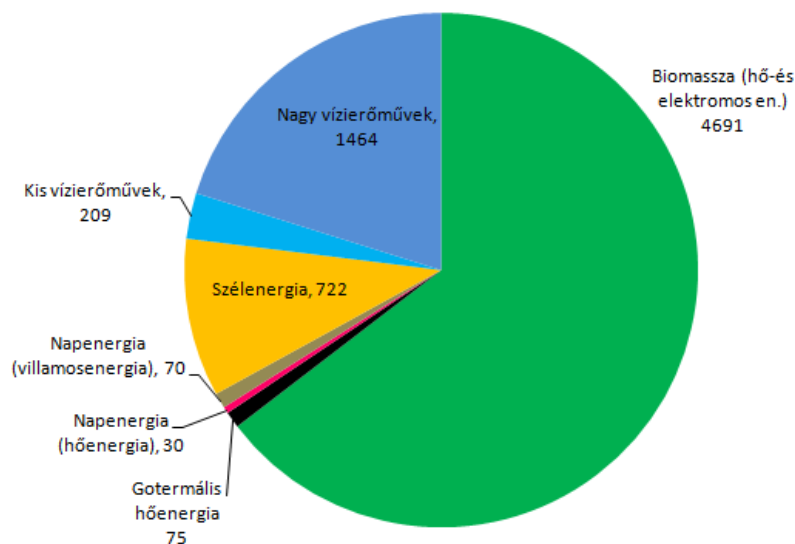
Romania's biomass darft for 2020

Románia 2010 júliusában, együttműködve a hollandiai NL Agency-vel, tervet dolgozott- és adott ki az ország legnagyobb megújuló potenciálrészesevel rendelkező megújuló energiára, a biomasszára. A tervezés 2020-ra hasonló prognózist adott ki, mint amilyen potenciállal rendelkezik jelenleg is az ország (7. ábra). A biomassza felhasználás, mint energiaforrás igen fontos, ugyanis míg az előző fejezetben láttuk, hogy legnagyobb lehetőségeket rejtí önmagában, mint volumenében mind pedig hozzáférhetőség szempontjából, mégsem alakult ki idáig hozzáillően nagy kiaknázási beruházások. A biomassza potenciál alapanyaga az ország erdészeti területeiről 20%-os arányban tevődik össze, míg a nagyobb 60%-os része a döntően mezőgazdasági hulladékokat foglalja magában. Jelenleg az ország technológiai fejlettségi szintje a tűzelléssel való hagyományos fűtésre használja ennek döntő hányadát. Ez hatalmas fejlődési lehetőséggel bír a továbbiakra tekintve, mivel az alapanyag felhasználásának, ha a hatékonyságát modern berendezésekkel akár megháromszorozzuk, energia többlet előállítására egyszerre fog jelentkezni a szükséges alapanyag bevitel csökkenése mellett. Románia mezőgazdaságára tekintve azonban problémát jelent az, hogy az átlagos gazdaságok nagysága még mindig 2 ha körül mozog, ami versenyképtelenné teszi a mezőgazdaságból kinyerhető energia alapanyagokat. E miatt a mezőgazdasági termelés évenként bármennyire is nagy mennyiségű alapanyagot, (a mezőgazdaság számára egyben mellékterméket) termel, hasznosítása igen sokrétű problémák megoldását előfeltételezi. Ennek érdekében szükséges egy integrált tervezés, ami fel tudja használni a becslések szerint évente országosan 140 PJ energia termelődését. (*Masterplan Biomasa pentru România, 2010*). Jelenleg a legnagyobb biomassza felhasználás a vidéki települések fűtésére szolgál (8. ábra), 140 PJ-ből mintegy 121 PJ, a további 19 PJ energiát az ipari berendezések és a terciér szektor használja fel (*Masterplan Biomasa pentru România, 2010*). Viszont a hagyományos fűtések nagy felhasználása csökken folyamatosan, miközben

energiahatékonyabb berendezések tűnnek fel ezen a téren. A modern vidéki fűtőművek oda vezetnek, hogy csökkentik a bruttó biomassza igényt.

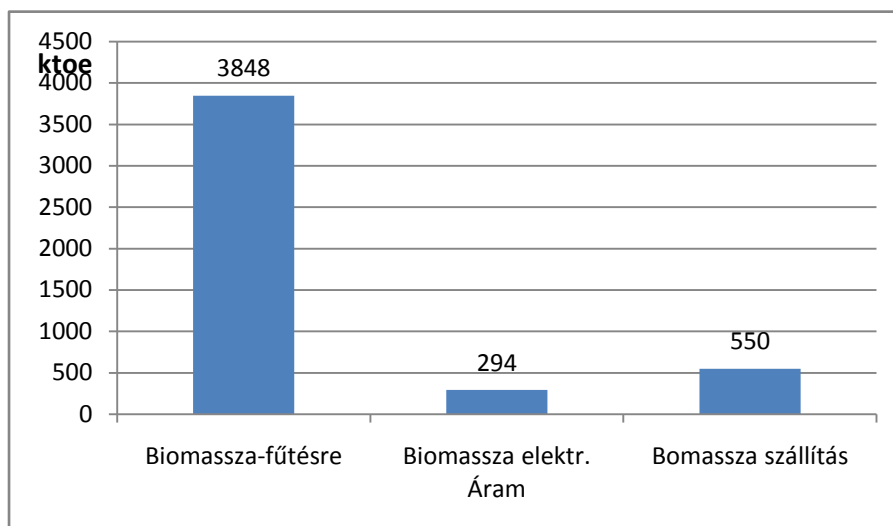
7. ábra: A megújuló energiaforrások hozzájárulása ktöe-ben 2020-ban az energiatermeléshez

Forrás: *Masterplan Biomasa pentru România, 2010, Saját készítés*



8. Ábra: Biomassza különböző felhasználási területei 2020-ban, Romániában,

Forrás: *Masterplan Biomasa pentru România, 2010, Saját készítés*



3.3 Románia megújuló energiacélú beruházásainak támogatása

Romania's support for investment in renewable energy

3.4.1. Romániai megújulókból származó villamos energia támogatása

Az országban 2008-as évben hozott 220-as számú törvény hozott nagy áttörést a megújulók számára. A törvény a megújuló energiaforrásokból származó villamos energiatermelés támogatási rendszerét határozta meg. A támogatási rendszer előírt egy olyan kötelező kvóta rendszert, amit egyébként már Lengyelország is bevezetett és több uniós tagország ezzel a rendszerrel működteti energetikai szektorát. Miközben a kvóta rendszer kötelező minden villamos energia termelőnek, kiadnak a megújuló energiából származó minden egyes megtermelt és leszállított MWh energia után egy úgynevezett Zöld Bizonylatot (*Certificatul Verde*), amelynek piaci értékét a törvény írja elő és minden villamos energia szolgáltató kötelezően, termeléséhez viszonyítva kell vásároljon.

A törvény célja, hogy bevonja a villamos energia termelőket az ország potenciális megújuló energia erőforrásainak kiaknázásába, ezeket a termelőket a bukaresti Országos Energia Szabályozási Hatóság (*ANRE*) ismeri el.

A törvény viszont módosításokat szenvedett, ez idáig 2 alkalommal is. Ugyanis ahhoz, hogy ténylegesen biztosítani lehessen a bizonyítványokat, a hatóságok egy alkalmazási normát kell felállítsanak. Így került sor a 139/2010-es módosításra. Viszont ezt követően szükség van az Európai Bizottság jóváhagyására, amit az ország az eljárás után meg is kapott. A rendszer bevezetése viszont az energiafogyasztókra terelné a drágább energia befektetésből származó díjat. A 8%-os energia árnövekedés nem fogadható el.

A Zöld Bizonyítványok értéke 27 és 55 euró között mozognak 2020-ig. Az utóbbi módosítások alapján három bizonyítványt kap minden egy MWh-t megtermelt energiáért az új vízierőművek, vagy az újra felújított vízierőművek. A szélenergia előállítására 2 bizonyítványt kaphat 2017-ig, ezek után már csak egyet. A napenergia előállítására 6 db. zöld bizonyítványt (CV-t) ér. A biomasszából előállított energia, beleértve a biogázt, bioüzemanyagot 2-őt érdemel, valamint egyet kap a hulladékot égető vagy szennyvíziszapból megújuló energiát előállító szolgáltató. Geotermális energiával előállított áram esetében ugyancsak 2 zöld bizonyítványt kap 1 MWh-ra.

Felmerült az a kérdés a támogatási rendszerrel kapcsolatban, hogy nem okozott-e a befektetők számára túlzott támogatást, az aggodalmak miatt jelenleg is tárgyalások folynak a támogatási rendszer alkalmazását illetően. A törvény előírja, hogy csak jogi személy, vállalkozások szerepelhetnek villamos energiatermelésben és eladásban, így a magánszemélyek elzárva vannak ettől a lehetőségtől továbbra is.

A megújulókat támogató törvénnyel egy igen vonzó célpontja lett Európának az ország azok számára, akik befektetni akartak elektromos áram termelésbe. Továbbá Romániában befektetni szándékozókát ösztönözheti az is, hogy egyre alacsonyabbak konkrétan a szélenergia előállítási költségei. Szakértők szerint egy MWh előállítása 2003-ban még 150 dollárba került, 2009-re ez 80 dollárra csökkent, ugyanazon árammennyiség előállítása 2012-ben pedig már alig 50 dollárba kerül. (www.napi.hu)

3.4.2. Zöld Ház program

A Zöld Ház program, a 950/2010-es Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium rendelete értelmében, 2010. július elsejével kezdődően egyre népszerűbb az országban. Elsősorban magánszemélyeknek valamint intézményeknek szóló visszanemtérítendő támogatás a Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium által indított program. Célja, hogy javítsa a levegő minőségét, a víz és talaj minőségét azzal, hogy csökkenti a tüzelés-fűtés biztosítására kitermelt erdő mennyiségét, valamint kihelyettesíti a fosszilis tüzelők használatát.

A cél elérése azzal történik meg, hogy támogatja anyagilag azokat a kezdeményezéseket, amelyek fűtési rendszere megújuló energiát használ fel, beleértve a klasszikus rendszerek kiegészítését, elősegítve a nem-szennyező eljárások elterjedését. A támogatás egy fix összeg, amit a magánszemélyek támogatásként kapnak meg, attól függően, hogy napkollektorokat tervez-e a befektetni vágyó, ebben az esetben 6000 lej a támogatás értéke, ugyanígy ha pellet, brikett, faapríték, vagy szerves anyag, mezőgazdasági, erdőgazdálkodási hulladékkal biztosítják az utánpótlását. Aki hőszivattyút tervez annak 8000 lej támogatást biztosít a program.

A Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási minisztérium kezdeményezése ország szinten elterjed, a támogatott keret számokat megye szinten, lakosság számot figyelembe véve osszák szerte. Minden évben újabb és újabb kiírásokkal tartja fenn a folyamatos térhódítását a megújulóknak.

4. Kovászna megye biomassza tartalékai

Covasna county biomass reserves of

4.1.A biomassza források

Biomass sources

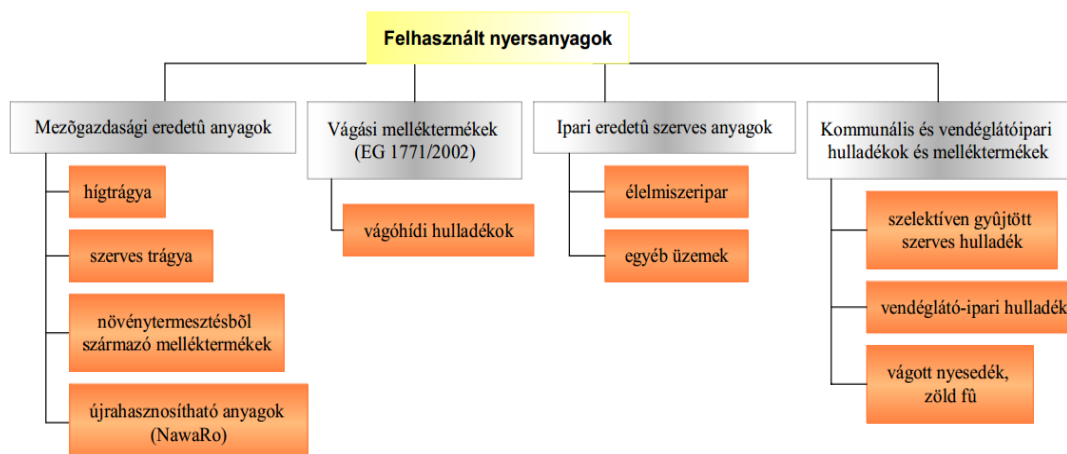
Kutasi (2007) megfogalmazása szerint a biomasszából előállított energia szerves anyagokból állítható elő, így felsorolható a trágya, az élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok, minden zöld növényi rész (lehet erdő vagy mezőgazdasági növény), háztartási zöldhulladékok, lejárt szavatosságú élelmiszerek, éttermi hulladékok, kommunális szennyvíziszapok, szemétkerakók elégetésre alkalmas anyagai stb.

A napsugárzás fotoszintézis útján jelentős mennyiségű biomasszát hoz létre megújuló jelleggel. A biomassza termelése elsődlegesen az élet fenntartásához kötődik, de meghatározott része energetikai célokra is hasznosítható. A biomasszából származó megújuló energia, amit sokan bioenergiának is neveznek, végső soron tehát szintén “idő és térfogatsűrített” napenergia.

Láng (1985) az egyes biomassza osztályokat a képződésük szerint három csoportra osztotta, melyek a következők:

1. *Elsődleges biomassza*: a természetes vegetáció, szántóföldi növények, erdő, rét legelő, kertészeti növények, vízben élő növények. Ennek felénél több része a növények fő-és mellékterméke, mint például a kukoricaszár, fű, lucerna, energiafű, repce, árpaszalma, búzaszalma, rozsszalma, zabszalma, krumpli. (*Forgács, 2010*)
2. A *másodlagos biomassza* az állatvilág, gazdasági haszonállatok, valamint az állattenyésztés főtermékei, melléktermékei, hulladécai adják, nevezetesen a trágyát, hígtrágyát. (*Láng, 1985*)
3. *Harmadlagos biomasszának* a biológiai eredetű anyagokat felhasználó iparok termékei, melléktermékei, hulladécai, emberi települések szerves eredetű hulladécai.

Az elsődleges és másodlagos biomasszák feldolgozása közben keletkezett melléktermékeket, kommunális hulladékokat érti ez alatt Mézes (2011), felsorolva a vágóhídi hulladékot, az ipari eredetű szerves hulladékot, vendéglátó-ipari szerves hulladékot, mellékterméket. A *Bayerisches Landesamt für Umwelt* (2004) a biogázüzemben felhasználható nyersanyagokat 9.ábra szerint csoportosította, viszont Bai (2007) azt állítja, hogy az alapanyag típusától és minőségétől függ az energia előállítás.



9. Ábra. Biogáz üzemben felhasznált alapanyagok csoportosítása (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2004 nyomán)

4.2.Potenciálbecslés

Potential estimate

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

4.2.1. Módszertan

A terület biomassza potenciál-felméréséhez az Országos Statisztikai Hivatal adatait vettük alapul (2000-2010 között), Európai Unió egész területét lefedő Corine Felszínborítási Adatbázisával térképen interpretálva. A Corine adatbázis műholdfelvételek digitális feldolgozásával készült. Hazánk teljes területére, a 2000-ben készített változattal dolgoztam, ez 1:50.000-es méretarányban számítottam.

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

2. lépésben: Meghatározható az érintett területen élő lakosság gabonaellátásához szükséges minimális szántóterület nagyságát, melyet 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 mennyiségét és annak energiatartalmát.

4. lépésben: Megbecsüljük a régióban keletkező mezőgazdasági melléktermékek és egyéb szerves hulladékok mennyiségét, majd ennek is meghatároztuk potenciális energiatartalmát.

5. lépésben: Összegezni kell az egyes alapanyagokra becsült potenciálértékeket.

6. lépésben: Javaslatok fogalmazhatók meg a régió biomassza hasznosítási stratégiájának kialakításához.

4.3.Kovászna megye mezőgazdasági termelése

Covasna County's current agricultural production (2009)

Kovászna megyében az összes szántóterület nagysága 83 327 ha volt 2009-ben, jelen alfejezet számításait az INS 2009-es adatai alapján becsültem fel. ez az összes mezőgazdasági területek 44,75 %-át teszi ki. A többi: legelők (60 932 ha), kaszálók (40 899) a gyümölcsösök (1014 ha) teszik ki a mezőgazdasági terület 55 % -át.

A nem mezőgazdasági területek a megye területének felét teszik ki, ebből 89 %-ka erdő, tehát Kovászna megyének teljes területének 44,5 %-ka erdő: ezen belül árterületi erdő is, de döntően lombhullató erdők, tűlevelű és vegyes erdők vannak jelen.

Nagyméretű szántóterületek a következő településeknek van: Csernáton (4713 ha), Barót (3748 ha), Zabola (3748 ha), Gidófalva (3352 ha), Uzon (3329 ha).

4.4.Kovászna megye lakosságának gabonaellátáshoz szükséges területnagyság meghatározása

Determination of the grain volume required for the population in the Covasna-county

A megye lakosságának gabonafogyasztására vonatkozóan az átlagos élelmiszerfogyasztás 3.309 kcal/fő/nap értéknek felel meg (Kazai, 2008). Ennek kevesebb, mint negyedét, mintegy 860 kcal/fő/nap értéket a liszt és gabonaőrlemény adja, melyet közvetlen gabonafogyasztásnak veszünk esetünkben.

A 860 kcal/fő/nap értéket átszámolva 3601 kJ-t kapunk (ha $1 \text{ J}=0,2388 \text{ kalória}$). Ezt megszorozva a lakosságszámmal és az év napjaival ($223\,364 \text{ fő} \times 3601 \text{ kJ} \times 365 \text{ nap}$) megkapjuk, hogy a megyében élő lakosság mintegy 293 TJ energiatartalomnak megfelelő mennyiségű gabonát fogyaszt ebben a formában.

Az 1 kg 14%-os nedvességtartalmú búza 15,74 MJ energiatartalmához viszonyítva így megkapjuk, hogy a megye lakosságának ellátásához mintegy 18 651 t gabonára van szükség évente.

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

A továbbiakban a húsfogyasztással számolunk, mely 2008-ban 64,5 kg/fő értéket képviselt országos átlagban a Román Mezőgazdasági Minisztérium adatai alapján.

Amennyiben elfogadjuk, hogy 1 kg hústerméket átlagban 10 kg növényi alapanyag felhasználásával állíthatunk elő, akkor a fenti húsfogyasztáshoz 645 kg gabonára van szükség fejenként, mely az érintett lakosságra vonatkoztatva 144 069 t gabonát jelent évente (Kazai Zsolt, 2008).

Megállapíthatjuk tehát, hogy a Kovászna megye lakossága összesen mintegy 162 720 t gabonát fogyaszt, ill. használ fel évente élelmiszerigényeinek kielégítésére. E mennyiség termőterület-igényének kiszámításához Kovászna megye búza termésátlagát vettük alapul

2005 és 2009 között, ez 2776 és 4094 kg/ha között változott. Így egy átlagos 3,3 t/ha értékkel számolva azt kapjuk, hogy a fenti gabonamennyiség megtermeléséhez, mintegy 49 309 ha területre van szükség.

A megye szántóterületeinek tehát (83 327 ha) a lakosság ellátásához csupán 59 %-ra van szükség. Az elméleti számításomat, vagyis azt, hogy mekkora szántó terület szükséges a lakosság fenntartásához, összevetettem a 2000 és 2003 közötti termesztett növénykultúrák területével. Meglepő módon az eredmények nagyságrendileg megegyeznek! Vagyis akkora termelés van, amekkora a fenti módszer szerint szükséges is a lakosság ellátására. Számottevő többlettermelés csak krumpliból származik, de ezt kiegyenlíti a behozatal. A fennmaradó 41% szántóföldön vagy ellátásfölötti termelés valósul meg, vagy pedig maga a területek kihasználása igen alacsony. Személyes meglátásom, hogy a bioenergia termelésre lehetőség van, hiszen kihasználatlanok a földterületek nagy százaléka. A Green Energy¹ biomassza klaszter vezetője, Vajda Lajos 15 000 hektár olyan megműveletlen területet említ, amely azonnali energia növény termelésébe fogható a megyében. (1. *Melléklet*)

Az Országos Statisztikai Intézet (INS) adatai alapján a megyében a mezőgazdasági területeken kívül még 2971 hektár olyan árterület van, ami teljesen megfelelne kimondottan energiafűz termeléséhez, ahol igen magas a talaj nedvességtartalma, s más kultúrnövények nem viselik el azt a környezetet.

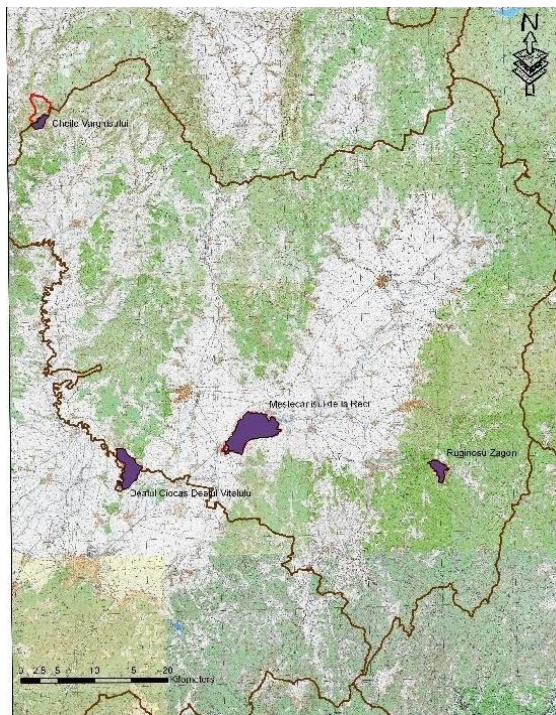
¹**Green Energy Egyesület:**

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

4.5. Az energetikai célú biomassza lehetséges forrásai, mennyisége

Possible sources of biomass for energy, quantity

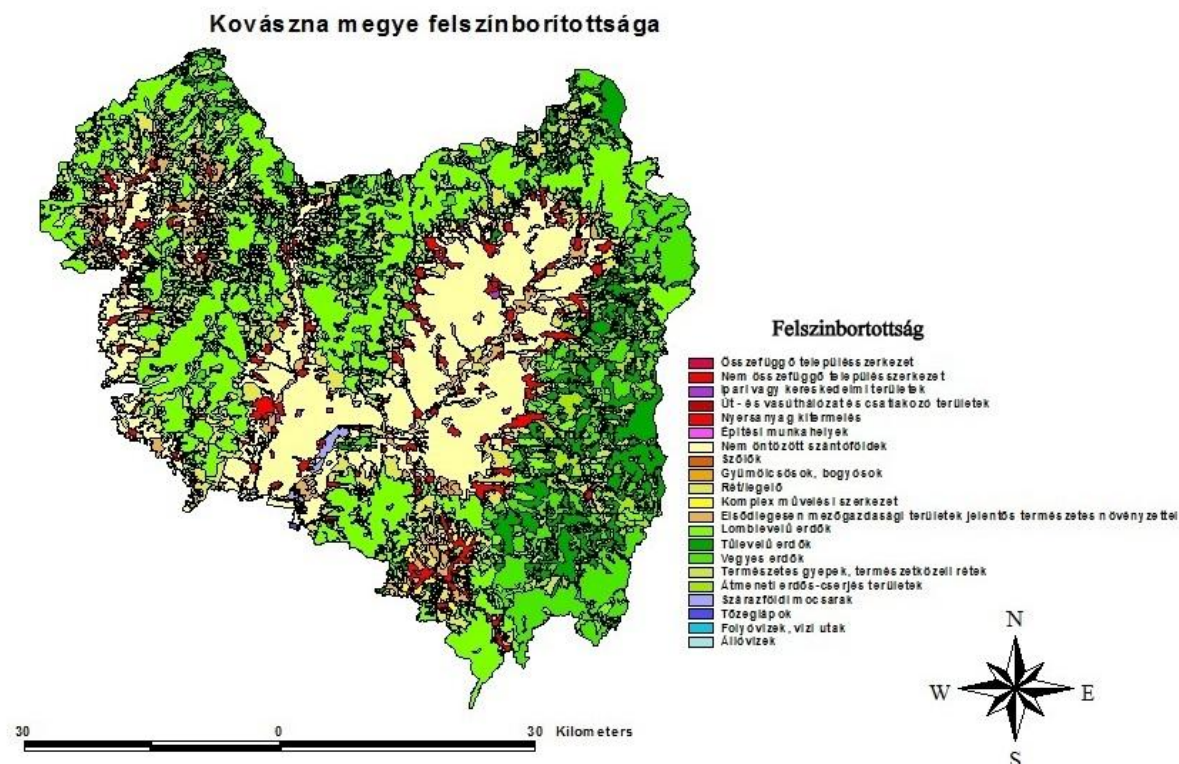
10. Ábra: Kovászna megye természetvédelmi területeinek lehatárolása, Saját készítés



Az energetikai célra hasznosítható biomassza mennyiségének meghatározásához figyelembe vettük a terület már jelenleg is mezőgazdasági művelés alatt álló területeinek nagyságát és hozamát, az erdőterületek nagyságát és fahozamát, valamint az évente keletkező állati trágya mennyiségét.

Az előző lépésben gyakorlatilag megállapítottuk, hogy a szántóföldek egy része nincs használatban, legtöbbjét parlagon hagyták, mivel a termesztett kultúrák értékesítésénél gondok léptek fel az utóbbi években. Ezek a földterületeknek az aktív megművelés ez után is a piaci helyzettől függően fog alakulni. Amennyiben az energia fűz telepítésének jövedelmezősége bebizonyosodik, mint potenciális energetikai célú növénytermesztés, az alkalmas, területeket, igénybe lehet venni. De elsősorban, mivel a lakosság élelmezése magasabb prioritást élvez, ez egy másodlagos földhasznosítási formát jelent majd a termelésben.

Ezek után meg kell néznünk, esetlegesen milyen egyéb területekkel számolhatunk még. Az alábbi táblázatban és térképen a Corine felszínborítási adatai alapján lehatároltuk azokat a területeket, melyek semmilyen fokú védettséget nem élveznek és jelenleg is mezőgazdasági termelést folytatnak rajtuk.



11. Ábra: Kovácsna megye felszínborítottsága

Forrás: saját készítés

Készült a Földmérési és Távérzékelési Intézet által biztosított CLC50 adatok felhasználásával

Természetesen mindezen területeknek csak egy része állítható át energetikai célú növénytermesztésre. A fentiekben láttuk, hogy az élelmiszerellátás magas prioritása mellett a szántóterületekkel gyakorlatilag a változó piaci igények mellett lehet számolni, viszont ehhez külön folyamatosan frissítendő helyzetelemzést kell végezni. A további területeken is inkább csak mozaikosan lehet számítani fás-, vagy lágyszárú energetikai célú ültetvény telepítésével, hiszen a maradék területeken igen sokfajta felszínborítást találunk, ami nagy eltéréseket eredményezhet a hozam adatokban is akár. Azt hogy egy területen élelmiszer-, vagy energetikai, vagy ipari célú növénytermesztést folytatnak, elsősorban a mindenkor piaci viszonyok döntenek el.

4.5.1. Erdők

Kovácsna megye nagy része rendkívül jó adottságokkal rendelkezik az erdők kiterjedése tekintetében. A megye területén található erdőkből megközelítően ezer hektár fekszik természetvédelmi védelem alatt. Az erdős területeken azonban erdőgazdálkodás folyik, melynek kitermelési adatait az alábbi táblázatban foglaltuk össze. Ezen kívül, ahogy azt már

a felszínborítási adatokban is láttuk, vannak nem védett erdős területek, melyek további energetikai potenciált jelentenek. Az alábbi táblázatba tehát nem tartoznak bele a védett területek, csupán az ettől mentes területek kitermelése.

6. Táblázat: Kovászna megye fakitermelése, 2009

	Fakitermelés (ezer m³)
Tűlevelű	220.28
Bükk	197.62
Tölgy	23.9
Kemény szárú	31.78
Puha szárú	13.02
Összesen	486.6

Forrás: INSSE

2005-2009 között Kovászna megyében az erdészeti fakitermelés átlagosan 486 600 m³. Ennek átlagos sűrűsége esetén mintegy 292 000 t-val egyenértékű. Különböző fafajok szakirodalomban megadott energiatartalmával számolva (18,5 MJ/kg), (*Barótfi István, 1999*) ez a mennyiség mintegy **5,40 PJ/év** energiatartalmat képvisel. Ha ezt a mennyiséget nem is használjuk kimondottan energiatermelésre akkor is ebből számolható még az ún. vágástéri apadék, melynek nagy része ma a helyszínen elégetésre kerül, mivel begyűjtése nem megoldott, de mennyisége nem elhanyagolható, hiszen a mindenkori véghasználati hozam kb. 20%-a. Az ebből számolt érték megfelel **1,08 PJ/év**.

4.5.2. Gyümölcsösök nyesedéke

Kovászna megye gyümölcsösei mindössze megközelítően ezer hektár területre terjednek ki a statisztikai hivatal adatai alapján. Visszatekintve ezekre a területekre egy gyors leépülését láthatjuk a gyümölcsfák kultúráját illetően. Az INS adatai alapján míg a 2000-es évben közel 1200 ha ültetett gyümölcsöst tartottak számon, addigra a 2010-es évre ez folyamatosan, gyors ütemben zsugorodott ez a terület. Magyarázható ez azzal is, hogy az ültetvények nagy része már az életciklusuk lehajló felében vannak. A kiöregedő ültetvények gyakran maradnak gondozatlanul is, viszont visszaültetésre, az állomány fiatalítására egyre kisebb esély van.

A gyümölcsösök eddig megszokott évenként megismétlődő nyesése bizonyos energiát hordozó hulladékkal jár, ami a gyakorlati tapasztalataim szerint összegyűjtve csomókba

szárad ki majd bomlik le, sok esetben, helyben elégetik, jobbik esetben pedig hagyományos fűtési rendszereket lát el alapanyaggal, tűzifával. Potenciális energia hordozóként figyelembe véve, ezer hektárra számolva a következő eredményeket hozza.

Gyümölcsösök nyesedéke esetében az éves átlagos biomassa hozama hektáronként 4,5-5 tonna. A biomassa várható fűtőértéke 14,4 MJ/kg, 18%-os nedvességtartalom esetében. (*Eco-Cortex, 2010*). Amennyiben ezer hektár gyümölcsöst veszünk figyelembe, eltekintve a vidéki települések magán kertjeinek állományától, **0,06 PJ** éves energia hozamot jelent, amit elsősorban fűtési energiaként hasznosíthatunk.

4.6. Kovászna megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek

The by-products of agriculture in Covasna county

4.6.1. Gabonaszalma

Mivel a gabonatermesztés során jelentős mennyiségű mezőgazdasági melléktermék keletkezhet, melynek egy része ma nem hasznosul, ebben az esetben számolnunk kell az energetikai célú hasznosítás lehetőségével. A pontos információkat az INS adatai alapján számítottuk, hogy Kovászna megye területén hány hektáron termelnek búzát és kukoricát, a fellelhető adatok 2000 és 2010 időszakra vonatkoznak, ebből átlagos arányt kiszámolva indulok ki. Ez alapján a megyében is nagyobb része gabonával ültetett, míg a kukoricatermesztés kis arányban jellemző. A gabonaszalma hozamára vonatkozó adatokkal (2,7-4 t/ha) számolva az alábbi eredményeket kaptuk.

7. Táblázat: A megyében keletkező mezőgazdasági melléktermékek

	Termőterület nagysága (ha)	Éves hozam (t/ha)***	Fűtőérték MJ/kg	Energiahozam a régióban PJ/év
Búzaszalma	19350*	2,7-4	14,3**	0,74-1,10
Kukoricaszár	5001*	3,5-5,5	15,5**	0,27-0,42
Rozsszalma	579	3-3,4	12	0,02
Árpa	362	2,4-4,5	13	0,01-0,02
Zab		2-3	14	0,05-0,07

Forrás: saját számítás

*Készült az Országos Statisztikai Intézet (INS) által 2000 és 2010 közötti nyilvántartása alapján

** Kazai Zsolt, 2008

*** Sáringer-Kenyeres Tamás, Növényvédelmi és agrokémiai szakmérnök

Mivel a gabonaszalmát is többféle célra használják (almozás, takarmányozás, ipari felhasználás stb.), ezért ennek csak mintegy 40%-ával számolhatunk (Kazai Zsolt, 2008). Így a megyében a gabonaszalmában jelentkező potenciál mintegy **0.32-0.48 PJ/év**.

4.6.2. Cukor répa feldolgozása

Kovászna megye klimatikus viszonyainak köszönhetően évtizedekre visszanyúló ipari növénytermesztéssel rendelkezik. A cukorgyártás folyamata alatt keletkező reszelék sok esetben használatra kerül az állatok takarmányozására, viszont meg kell említeni ennek a mellékterméknek az energetikai célzatú felhasználási lehetőségeit.

Figyelemmel követve egy lengyelországi (Mioduszevska N. et al.) és egy írországi (J.D. Murphya & N. Powerc) tanulmányt, kiderül, hogy a cukorrépa biogáz termelésben igen nagy lehetőséget rejt magában. Két eshetőség van a cukorrépa energetikai hasznosításának: a leveleinek és a gyökérzetének hasznosítása. Első esetben a leveleket a begyűjtés ideje alatt lehet külön választani, ez a hagyományos betakarítás része, ezt követné a biogáz képzés. A másik része a cukorrépának a cukorgyárakhoz siet, ami után a mellékterméket a gazdák vissza szokták kapni vagy vásárolni. Ennek biogáz fejlesztésére irányuló hasznosítása nem megvetendő lehetőségeket rejt magába.

A lengyelországi *Mezőgazdasági Mérnöki Hivatal* kutatásai alapján egy tonna száraz cukorrépa masszából 750 m³ (melynek 57,8 %-os metán tartalma van) biogázt, míg a levélzetből 540 m³ biogáz (melynek 59%-os metán tartalma van) nyerhető ki. A kutatások szerint 2,65 kWh energia nyerhető ki cukorrépa alapú 1 m³ biogázból. (Mioduszevska N). A cukorrépa növénynek biológiai felépítése súlyát tekintve 20%-ban áll levélzetből és 80%-os arányban gyökérzetből épül fel.

Az INS adatai alapján a Kovászna megyei átlag cukorrépatermés 30-35 t közt alakult az elmúlt 10 évben. Átlagosan a megyében 40-50 ezer tonna cukorrépa termelése folyik (7. *Melléklet*). Figyelembe véve a 46 304 t átlag hozamot, ennek a 80%-os (37 043 t) gyökérzetét, valamint a 20%-os (9260 t) levélzetet, kiszámolhatjuk a bennük rejlő energia mennyiséget. Ezeket az adatokat tekintve azt az eredményt kapjuk, hogy évente a levélzetből előállított energia mennyiség 12,8 GWh, a gyökérzetből pedig 73,6 GWh energia nyerhető. Természetesen a gyakorlatba külön választani a cukorrépa szeletet és a levélzetet értelmetlen, csupán az általam a potenciálszámítás érdekében követtem a jelen módszert. Elmondható

összegezve, hogy **86,4 GWh** avagy **0,31 PJ** termelhető évente ebből az iparilag már felhasznált, hátramaradó melléktermékből.

4.6.3. Kukoricaszár

A kukoricaszár szintén értékes energetikai alapanyag lehet, melynek fűtőértéke 15,5 MJ/kg körül alakul, mivel pedig ennek a hátra maradt anyagnak nincs a mezőgazdaságban további felhasználásra kialakult igény, így a teljes hozamot biomassza rendelkezésére bocsájthatónak számoltam, ezek után a kiszámolt energiahozam potenciál **0,27-0,42 PJ/év**.

4.6.4. Állati trágya

A megye területének állatállományára és az egyes állatfajták fajlagos trágya- és annak gázkihozatali mutatóira vonatkozó adatokból meghatároztuk Kovászna megye részére vonatkozó várható biogáz-hozamot. Az összesítést az alábbi táblázat tartalmazza.

8. Táblázat: Állati trágyából nyerhető energia

Fajta	Állomány Kovászna megyében (db)	Állomány Kovászna megyében (számosállat*)	Átlagos gázkihozatal számosállat*/nap (m ³)	Gázkihozatal a megyében számosállat*/év (m ³)
Szarvasmarha	46 176 ¹	36940.8	0,88**	11865385
Sertés	86 553 ¹	9867.042	2,00	7202941
Baromfi	373398 ¹	9406.95	3,75	1703683
Juh	148 245 ²	22236.75	0,32	2668400
Ló	12577 ²	10061.6	3,42	12575000
Kecske	6777 ²	481	0,32	57740
Összesen	673726	88994.142		36073149

Forrás: saját számítás

1-es adatok a INS 2003-as összesített állatállomány adatait vette figyelembe

2-es adatok a INS 2000-2010-közötti átlagos állatállományát vette figyelembe

* 6. Melléklet: számosállat: áll.-statistikai, valamint üzemszervezési mértékegység, amely különböző fajú, fajtájú, korú és ivarú állatokat közös egységre hozva, együttesen fejez ki. (Bővebben: http://www.agraroldal.hu/szamosallat_szotar.html)

** Szendrei János, 2008

A 60% metántartalmú biogáz fűtőértéke 23 MJ/ m³ körül alakul (Kurihara et al., 1999), így a régióban évente potenciálisan az állati trágyákból kinyerhető biogáz mintegy **0.82 PJ/év** energiatartalommal rendelkezik.

Amennyiben elfogadjuk, hogy a 23 MJ/Nm^3 energiatartalommal rendelkező gázból, mintegy $2,4 \text{ kWh}$ villamos-, és $3,3 \text{ kWh}$ hőenergia állítható elő gázmotorban, akkor a régióban keletkező állati trágyából, mintegy 86.5 GWh/év villamos- és 119 GWh/év hőenergia állítható elő potenciálisan. A biogáz-erőművekben megtermelt hő körülbelül 30%-át saját fogyasztásra - a fermentorok fűtésére - használják fel, illetve további fogyasztással kell még számolni a villamos energia tekintetében is. (Hódi János, 2006)

4.7. Legelők, kaszálók energetikai számbavétele

Pastures, hayfields energy enumeration

További szilárd biomassza termelése valósulhat meg, ha a természetes növények termelését is figyelembe vesszük a megye területén. A kaszálók és legelők területi kiterjedése a megyében igen nagy százalékban fordulnak elő, az összterület 27%-át teszik ki. Régebben főleg takarmány előállítására szánt gyepterületeket azért kell számításba venni, mert az igen nagymennyiségű szárazanyag hozammal jellemezhetőek, illetve ezt jelentős mértékben lehet tovább növelni műtrágya adagok fokozásával, vagy öntözéssel. Ennek megfelelően a művelésük és a használatban való tartásuk jelenlegi helyzete igen eltérő. Viszont a takarmánynövényként termesztett gyepek esetében a mennyiségi hozamok a legfontosabbak. A megye területén hagyományosan évi kétszeri kaszálással próbálják a minél nagyobb mennyiségű betakarítást elérni. Gyengébb talajjal rendelkező, periférikus területeken előfordulhat egyszeri begyűjtés is. A takarmányozás esetében fontos a fehérje tartalma, így fokozott figyelem övezi a területek tápanyag utánpótlására is. Viszont, ha energiatermelés szempontjából takarítjuk be a növény biomasszáit, csupán a hozam nagysága fontos szempont, ezen belül a rost és szénhidrát tartalom (Fogarassy, 2001). A gyepterületek növényeit két féle képen is lehet energia kinyerésre alkalmazni, az egyik esetben, amikor a növényeket zölden (nyersen) gyűjtik be és biogáz fejlesztésére hasznosítják, valamint a másik esetben – nagyobb részben is egyben – szénaként szárazon kerül felhasználásra, ugyanúgy akár a szalmák esetében (Kohlheb, 2010). Abban az esetben, ha frissen, zölden kerül be a biogáz termelő egységbe az alapanyag 4 MJ/kg átlagos energia tartalmat hordoz magában, ha ez az alapanyag száraztartalmúvá válik, a kiszáradás folyamata akár 18 MJ/kg -os energia tartalomra fokozódik, miközben súlyának nagy részét elveszti. (1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, 1503-1506. o.). A megye gyepterületeivel megegyezően a vadon növekvő fűfélékre jellemző energia tartalommal számlálhatunk. A különböző nemesített

fajok esetében elérhető 30-50 t/ha/év-es száraz-anyag termelés, addigra a vadon élő növények produktuma szerényebb, 15-20 t/ha/év-es mennyiségre tehető (Kohlhleb, 2010), de fenn tartom azt a tényt is, hogy ez mind évek időjárási viszonyaitól, mind pedig a betakarítás sikerességétől függően igen tág határok között variálhat. Természetesen ez az érték is variálhat a 20 tonnától jóval magasabb mennyiség, valamint a tápanyagban szegényebb talajok növényzetének 5 t/éves hozama között (Fogarassy, 2001). Hasznosításuk gyakran brikettálás vagy pellet készítést igényel, majd tüzelőként ér célba.

A Statisztikai Intézet (www.insse.ro) 2010-es évi kimutatása szerint (5.Melléklet) a megye 102 242 hektár gyepterülettel rendelkezik, amelyből 60 931 ha legelő, ebben az esetben feltételezhető az alacsonyabb hozam, valamint 40 899 ha kaszáló. Ezen területek biomassza potenciálja tehát megfelel – ha évi 15-20 t szárazanyag hozammal számolunk – **0,27-0,37 PJ/év**-es kinyerhető energia mennyiséggel, ami megfelel **7,6-10,2 GWh** éves villamos energiával. Viszont meg kell említenem rögtön a számítások után, hogy a legrealisabb kép nyérése érdekében nem vettem figyelembe esetleges ültetett, lágyszárú energia növények potenciálját, valamint a szárazalapanyag hozam alsó értékeivel próbáltam számolni. Ezeket figyelembe véve elmondható, hogy az éves energiahozam változó, ha merészebb számításokba bocsátkozunk, azonnal ehhez mérten jóval nagyobb potenciállal találkozunk, ami még mindig racionális keretek között mozoghat.

4.8.Energia fűz telepítés

Energy willow instalation

A mai ismeretek szerint ez a fafajta a leggyorsabban növvő faj közé tartozik, úgy hossza, (naponta 3-3,5cm-t képes a hajtás növekedni) mint tömegre, mivel már az első vegetációs év után is vágható állapotba kerül. Hozama az első év után kb. 8-10 t/hektár/év, míg a 3.év után már 40-60 t/ha/év. (www.energiafuz.hu)

A kinemesített fajtának is, mint a fűzeknek általában is, jellemzője, hogy a nedvesebb talajviszonyokat igen jól kedvelik. Növekedésük alatt magas víztartalmú talajon vagy árvizes területen naponta egy kifejlett növény kb.15-20 liter vizet képes elpárologtatni (Y. Q. Tian et al. 2001).

E fűz további kedvező tulajdonsága, hogy évente képes hektáronként 20-30 tonna úgynevezett szennyvíz iszapot is feldolgozni, hasznosítani.

Az energia fűz fajtát elsősorban energetikai célokra nemesítették ki. A növény magas szalicil alkohol tartalma miatt igen magas fűtőértékkel rendelkezik kb.4900 kcal/kg. Kovászna megyében a túlzott nedves talajok nagysága igen jelentős mértékű. Az Országos Statisztikai Intézet 2971 hektár árteret tart nyilván. Ugyanakkor a gazdálkodó szakemberek (*Green Energy alapító tagjai*) is minimum 2000 hektárra teszik a megyében az energia fűz telepítésére alkalmas területet, ami fokozottan vizes talajok és más kultúrák termelése már kimondottan haszontalan ott. (lásd: 3. *Melléklet*). A Green Energy elnökének kijelentése szerint a megyében 15 000 ha terület alkalmas a fenti kultúra telepítésére. A két említett terület nagyságrendileg eltérő, ezért tehát ha figyelembe vesszük, hogy az energia fűz átlag hozama a harmadik évtől 40-60t/ha/év (*Green Energy*), minimális elterjedéssel számolva (2000 ha.) **2,05 PJ/év** energia nyerhető ebből. A maximum érték eléri a 10,42 PJ/évet, amit viszont igen intenzív telepítéssel lehet elérni, s csupán elméleti keretei vannak. Ezért a megye összesített energiapotenciáljakor a kisebb értéket veszem figyelembe.

4.9.Kovászna megye hulladékból és szennyvíziszapból származó biomasszája

Biomass from waste and sewage sludge in Covasna county

4.9.1. Hulladékkezelésből származó energia lehetőségek

Az *Eurostat* 2009-es statisztikája szerint Romániában megközelítőleg 400 kg szemetet halmoz fel egy személy évente (4. *Melléklet*). Továbbá sajnálatos helyzet, hogy a meglévő szemétmennyiség 99%-át az országban még mindig lerakókban tárolásra gyűjtik össze, ha általánosítunk, akkor ezt Kovászna megyére is elfogadhatjuk. Ha megfordítjuk viszont a képet, láthatjuk úgy is a jelenlegi helyzetet, mint óriási lehetőséget energetika szempontjából. A települési- és ipari hulladékok mennyisége a növekvő életszintvonallal, az ipari termeléssel további növekedési prognózishoz vezetnek. Az tárolásuk evidens mindenki számára, hogy a legrosszabb, amit tehetünk vele. Ez alapján a hulladékot „megújuló energiaforrásnak” tekinthetjük. (*Büki Gergely, 1997.*) Hasznosításuk kiépülése most hajt gyökeret, megsemmisítésük pedig egyre nagyobb erőfeszítéseket igényel. A Kovászna Megyei Integrált Hulladékgazdálkodási Rendszer kiépítése 2013-ra fejeződik be. Barót település kivételével az egész megye hulladék kezelését megoldja majd a következő 20 évben.

A hulladékkezelés egy formája a hulladék- és szemétegető erőmű. A hulladék fűtőértéke, ha nem válogatják szét 8-10 MJ/kg, ami növelhető szelektív gyűjtéssel. Felhasználás módja szerint kétféleképpen hasznosítják így a hulladékokat: tüzelés útján gőzerőműben, illetve gáztermelés útján. A villamosenergia-termelés ezen módjának hatékonysága 22-28%. (Fazekas András István, 2006). Amennyiben a megye lakosságát a 2011-es népszámlálást figyelembe véve 206 300-ra tesszük, az Eurostat hulladékkezelési adatai alapján **0,66-0,82 PJ** energia termelhető, átlagosan **0,74 PJ** évenként, ez megfelel a 206,3 GWh villamos energia mennyiségnek, figyelembe véve az előválogatás hiányát. Viszont további szelektálás után ez a hatékonyság növelhető, így nem túlzás, ha kijelentjük: el lehet érni az 1 PJ évenkénti hulladékból származtatható energia termelést is.

4.9.2. Szennyvíziszapban rejlő energetikai lehetőségek

A települési szennyvíz iszap mezőgazdasági felhasználását, mint tápanyagbevétel a talajba nem egyértelműen elfogadott, ugyanis korlátozzák a környezetvédelmi előírások, gondoljunk csak a mérgező komponensek talajba jutására. (Varga T. et al. , 2010)

A szennyvíziszap kezelésének az energetikai hasznosítása második alternatíva úgymond. Elsősorban a hőkezelésre gondolhatunk, - égetés, pirolízis, elgázosítás -, valamint az anaerob lebontás. Az égetéshez az iszapot előkezelésnek kell alávetni, ez a víztelenítés, vagy előszárítás, ezért a költségei magasak. A legalkalmasabb megoldásnak az anaerob lebontás tekinthető, amely során környezetbarát és magas energia tartalmú biogáz keletkezik, valamint a folyamat végén a komposztálásnál jobb minőségű stabilizált iszap nyerhető (Varga T. et al, 2010). Tovább menve, az anaerob kezeléssel az üvegház hatású gázok kibocsátása csökkenthető, a termelődő biogáz felhasználható tüzelőanyagként. Így joggal nevezhetjük megújuló energiaforrásként.

Átlagosan elfogadható, hogy a lakossági szennyvizek tisztítása eredményeként keletkező, mintegy 5 % szárazanyag tartalmú iszappal számolva, éves átlagban lakosonként 1m³ 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, a mindenkori iszapkoncentrációnak vagy szárazanyag tartalomnak megfelelően. Dr. Kárpáti Árpád fenti adataival számolva eljutunk ahhoz a megállapításhoz, hogy évente kb. 833 kg szennyvíziszapot produkál egy lakos átlagban.

Messzemenően bátor cselekedet lenne, ha a megye teljes lakosságát beleszámolnánk ebbe a rendszerbe. Ugyanis a megye csatornázottsági szintje 52%-os. Viszont Románia vállalta a 2015-re való 70%-os felfejlesztést. Ezen az úton haladva indul meg a megye városaiban az ivóvíz és szennyvízhálózat teljes rehabilitációja. Mivel a regionális fejlesztés már 2014-re készen áll így ajánlott ezeket a számításokba bevonni. Ha csupán a városok lakosságára számolunk a 2011-es népszámlálás adataival, ami összesen (Sepsiszentgyörgy 54.312 fő, Kézdivásárhely 18.082 fő, Barót 8.567, míg Kovászna 9.909, Bodzafordulón pedig 7.319-en élnek) 98189 fő, akkor az éves szennyvíziszap keletkezés eléri a 8179 tonnát.

Egy tonna lebontott szennyvíziszap szerves anyagból kedvező esetben 1000 m^3 biogáz keletkezhet. A biogáz fűtőértéke $23\text{-}24 \text{ MJ/Nm}^3$. Összehasonlításképpen a gázhálózatba 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 György, 2008). Az így keletkező energia megegyezik **0,19-0,20- PJ** tiszta energiával. Villamos energiában kifejezve **16,3-18,8 GWh**.

Amennyiben előre tekintünk és látva azt, hogy a vidéki települések úgymond ivóvíz- és szennyvíztisztító rendszer kiépítésének lázában vannak, feltételezve továbbá azt, hogy a kialakuló beruházások korszerűsége tartalmazni fog rothasztó tartályokat is, további reális számításokat végezhetünk. 2015-re a megye lakosságának (206 300 fő) 60%-ka bevehető a számításba (lásd: Az európai környezetvédelmi normák elfogadásával, Románia célul tűzte a lakossági szennyvizek 60%-os összegyűjtését 2015-ig), így egyszerű matematika diktál: **0,242-0,247 PJ**- energia, avagy **20,64-23,71 GWh** villamos energia keletkezik.

4.10. Potenciálösszesítés

Potential summary

A fenti számítások eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy Kovászna megye területének becsült biomassza potenciálja mintegy **6,03-5,59 PJ/év**.

9. Táblázat: Biomassza potenciálösszegzés

Alapanyag típusa	Energiahozam PJ/év
Erdei fa	1,08
Gyümölcsösök nyesedéke	0,06
Gabonaszalma	0,32-0,48
Kukoricaszár	0,27-0,42
Cukorrépa	0,31
Állati trágya	0,82
Energia fűz	2,05
Hulladék	0,66-0,82
Kaszáló, legelő	0,27-0,37
Szennyvíziszap	0,24
Összesen	6,03-6,59

Forrás: saját számítás

Mindezekon felül további, a jelen felmérésben nem szereplő további potenciált jelenthetnek: a szőlőkben és a gyümölcsösökben keletkező nyesedék, tóparti nádasok

4.11. Javaslatok

Proposals

A megújuló energiaforrások közül az egyik legellentmondásosabb terület a biomassza a fentiekből kitűnően. Napjainkban, ha megújulókról szóló híreket nézünk, láthatjuk, hogy a legtöbb vitát ez a terület generálja, nem csak hazánkban, de az Európai Unióban és szerte a világon. Amennyiben hajlandóak vagyunk belemélyedni a témába, hogy megértsük mi áll ezen viták háttérében érezhető, hogy mindig akkor keletkeznek feszültségek, amikor a túl

nagy haszon érdekében irreális terveket próbálnak megvalósítani környezetbarát energiatermelés címén.

Ahogy az elején említettem, a biomassza azért tud ellentmondásos megújuló energiaforrás lenni, mivel az összes többi közül talán ezt a legkönnyebb pazarló, nem fenntartható módon hasznosítani. Innentől kezdve pedig már nem is megújuló, hanem fogyó energiaforrás lesz.

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

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

Biomasszára alapozott erőmű tervezésekor a beépített kapacitást a mindenkori hőigényre méretezzék, ami mellett kapcsolatosan villamos energiát is előállíthatnak. A Kovászna megyei önkormányzatok, amennyiben tervbe veszik, akkor a következő esztendőben egy 5-10 hektáros energiafűz telepítésből egy községen belül kivitelezni lehet a fűtést az önkormányzat intézményei számára. Községi fűtőerőművek alapanyagául szolgálna a községi hulladék, ami mint folyamatosan képződő anyag, megújulónak tekinthető. Alternatíva lehet a regionális hulladék lerakók és költséges odaszállításra egyaránt. A jelenlegi szabályozás, amiről majd a dolgozatom egy része külön foglalkozik, 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 összefüggésben az alapanyag-beszállítási távolságok meghatározása. Túl nagy távolságok esetén előfordul, hogy a szállításra használt teherautók több energiát használnak fel, mint amit az egész rendszer megtermel, nem beszélve környezetterhelésükről. A decentralizáltság minden területen érezhető előnyösebb hatását, eltekintve a kezdeti magas beruházási költségektől, nincs más ellenérv erre vonatkozóan.

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

4.12. Jó példa

The good practise

A megye dél-keleti részén fekvő Bodzafordulón már pár év óta működik egy magas hatásfokot elérő faapríték fűtőerőmű, mely a környező erdészeti és faipari melléktermékekre (fűrészkorpa, faforgács, fahéj, stb.) alapozva állít elő hőenergiát (lásd: 8. Táblázat). A felhasznált alapanyagok a környező fakitermelő és feldolgozó telepek fahulladékát használják fel, aminek éves mennyisége eléri a 120 ezer tonnát. A városban közel három ezer embernek közvetít fűtést és továbbá egy ipari parkot is ellát hasonló energiával. A beruházás közel 2,7 millió euróba került, aminek 58%-át az uniós támogatások fedezték, továbbá egy 14%-os részt vállalt Dánia Minisztériuma, ami mellett Románia egy 18%-os, míg a helyi költségvetés egy 10%-os részel szállt be a megvalósításba, ami 80 éves életképes működésre volt építve. A kiváltott fosszilis energiaforma a földgáz volt, ezzel párhuzamosan a távfűtés ára Gcal-hoz mérten 20%-al lett olcsóbb – az ország egyik leghidegebb szögeltében – az országos átlaghoz képest. Ez méretében és működési elvében is mintaként szolgálhat a Kovászna megyei települései számára, amennyiben biomasszán alapuló energiatermelésbe fognak.

10. 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

5. Kovászna megye szélenergia-potenciálja

Wind energy potential in kovászna county

5.1.Szélmezők modellezése. WindSim program

Windenergy model. WindSim program

A WindSim egy norvég-amerikai fejlesztésű programcsomag, melyet szélparkok tervezésének céljából fejlesztettek ki. A szélmezők fizikai modellezése a folyadékdinamika egyenletrendszerének numerikus megoldásával történik, a levegő viselkedését folyadékként tekintve. Ez a módszer egyre elterjedtebb a légköri mozgások modellezésben, főként mivel jó megközelítés tudja leírni a változatos felszín áramlást módosító hatását, ami a Windsim esetében is igazolt (Wallbank, 2008).

A dolgozatban a WindSim Evaluation 5. ingyenes változatát használtam, melynek nincsenek időbeni, illetve funkcióbeli korlátozásai, viszont térben maximum 5000 pixelszámot, illetve csak 10 függőleges szintet enged. A modell futtatása hat lépéssorozatból áll. Bemenő adatként, szükségünk van a kiválasztott térség domborzatmodelljére és a térség minimum egy pontján mért szélirány és szélesség adatokra. 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 térképkészítő software segítségével UTM koordinátarendszerbe helyezünk, a térképről behatároljuk a kívánt területet és exportáljuk a fájlt xyz formátumban. Ezt már be lehet tölteni a WindSimbe, amely ezt átalakítja a saját kiterjesztésbe.

A második lépés a széladatok eloszlásának egységes formátumba helyezését jelenti, ez egy .tab kiterjesztésű táblázat, amelybe bekerül a mérési pont neve, földrajzi szélessége és hosszúsága UTM koordinátarendszerben, magassága, valamint a mérési időszak. Esetünkben a nyolc szélirány-szektor (É, ÉK, K, DK, D, DNY, NY, ÉNY), melyek esetében rendre megadjuk az egyes szektorok százalékos megosztását, valamint minden szektor esetében a szélesség 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 térképen.

A következő lépésben a megadott adatok alapján különböző magasságokban térképek formájában elő tudjuk kérni az alábbi paramétereket:

1. Skaláris szélsőbességet észak-dél irányban
2. Skaláris szélsőbességet kelet-nyugat irányban
3. Skaláris szélsőbességet vertikális irányban
4. Skaláris szélsőbességet horizontális síkon
5. Skaláris szélsőbességet 3 dimenziós térben
6. Vektoriális szélsőbességet horizontális síkon
7. Vektoriális szélsőbességet 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 egy 2MW teljesítményű (90 méteren) turbina termelését határozom meg, mindezt a saját mérési adataim alapján. A turbina lokalizálása a legoptimálisabb terepi viszonyok figyelembe vételével történt, nem hagyva figyelmen kívül a hálózatba kapcsolási lehetőség meglétét sem. A továbbiakban fény derül, arra hogy miért is került a választás a modellezésben a kijelölt pontokra.

5.2. Adatok gyűjtése

Data collection

A felhasznált meteorológiai adatokat a Cholnoky Jenő Földrajzi Társaság jóvoltából mérhettem egy meteorológiai állomás segítségével. A Társaság hivatalosan kalibrált műszereit tartó állomás Kovászna megyében, a Háromszéki-medence északkeleti szögletében került felállításra, Lemhény község belterületén (8. *Melléklet*). 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, a folyamatos energiaellátás lehetővé tétele, az állomás biztonságos elhelyezése és biztonságának védelme, folyamatos felügyelés lehetővé tétele, stb. Az állomás 100 méteres körzetében nem található sem természeti sem épített felszíni tárgy, a befolyásoltságtól így eltekinthetünk, a terep felszíne gyepterítésű egyenletes, természetes kaszálás történt az év során két alkalommal.

A mérések jelenleg is tartanak, tervben van egy 2012 nyarán elinduló program keretén belül a 2013-as év tavaszáig ezt folytatni. A meteorológiai paraméterek közül két esetben történik a szélesség mérés: földfelszíntől számolva 3 méter magasságában valamint 10 méter magasságában. A szélesség méréséhez természetesen hozzá járul egy széliránymérés is, ami szintén 10 méter magasságban volt elhelyezve. További adatokat rögzít a levegő páratartalom mérője valamint a hőmérsékletmérő is. Ugyanakkor egy anemóméter rögzíti a globális sugárzást 2 méteren. Digitális kijelzőn keresztül a meteorológiai paraméterek helyszínen azonnal és folyamatosan követhetők. A mérések rögzítése hagyományos meteorológiai állomások adatrögzítésétől eltérően igen sűrűn történnek. Minden 4 percben a fent felsorolt szenzorok mérése rögzül. Célunk az, hogy az így kapott adatok a sűrű adatfelvétellel alapot biztosítsanak egy precíz és minél több meteorológiai esetet figyelembe vevő potenciálbecslésnek. Továbbá a későbbiekben részletesebben tárgyalt szélenergia potenciál modellezés ellenőrzésére is alkalmas a nagyméretű adatsor rendelkezésünkre állása.

A méréseket egy adatgyűjtő segítségével rögzítjük, az adatokat elvileg 19 naponként szükséges egy adattárolóra letölteni, amiből majd összeáll az adatsor. A mérések következő célja az volt, hogy saját adatbankot hozzunk létre. Ez a cél túlmutat a jelen dolgozathoz szükséges adatok gyűjtésétől. A kezdetben egy évre tervezett mérések olyan felhasználható információ bázist hoznak létre, amik meteorológiai célzatú kutatások alapját is képezhetik az

elkövetkezőkben. Dolgozatomban 2011. július 29.-tól 2012. április 22.-ig mért adatokat vettünk számításba.

A szélenergia potenciál számításához szükséges szélirány és szélesség méréseket a fent leírtak alapján gyűjtöttük. Az adatsor jelenlegi felhasználása még nem tartalmaz egy teljes kalendarisztikus évet, viszont erre a Windsim modellező program nem is tart igényt.. A hangsúly inkább a mérések sűrűségén van, mivel a gyakorisági eloszlást kéri mint input paraméter, így az esetek számának bősége biztosítja a potenciálszámítás valódi helyzetképet.

5.3. A modellezés ellenőrzése

The model control

A WinSimmel való modellezés után, a reális helyzetkép ellenőrzése érdekében egy klasszikus módszert alkalmazva, kiszámítjuk, hogy az adatgyűjtés helyszínén hogyan alakul a szélesség a modell által számított magasságban. A meteorológiai állomáson annak érdekében, hogy ellenőrző számításokat tudjunk végezni elhelyeztünk egy szélesség mérő szenzort 3 méter felszíntől számított magasságban és egyet tíz méter magasságban. A két magasságban mért szélerősség közti különbség megadja a számunkra szükséges kitevőt, az úgynevezett *Hellmann kitevőt*, amivel számolva egy meghatározott magasságban, jelen esetben 90 méteren, kiszámítható az adott szélesség, ahogyan az alábbi képleten is ezt jól 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 rétegződése határozza meg. Gyenge szél figyelembe vételével ez a rétegződés kimutatható. Az eddig mért adatok több mint 78 000 esetében első lépésben kiválasztásra került a 2 m/s alatti szelek. Erős széljárás esetén (6 m/s felett), 10 m alatti magasságban, ez a hatás elhanyagolhatóan alacsony, amikor erőteljes, mechanikus turbulencia lép fel.

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

ahol: - h számítási magasság (m)

- h_g a mérési magasság (m)
- v a h magasságban várható sebesség (m/s)
- v_g gradients szél sebessége a mérési magasságban (m/s)
- α a terep egyenetlenségétől (érdességétől), a szélesebségtől függő korrekciós tényező

Kiszámításra került, tehát, előrejelzés jelleggel, hogy 90 m magasan az átlag szélesebség mekkora értéket ér el. Az eredmény a módszert követve 2,72 m/s –ot prognosztizált, *Windsim* 5. program bár eltérő algoritmust használ és közben bonyolult paraméter sorokat vesz figyelembe mégis 2,85 m/s-ra kalkulált (11. Táblázat). Elmondható tehát, hogy a két módszer igen hasonló eredményt ad, bizakodást keltve ezzel arra, hogy nem téves számításokkal maradunk.

5.4.Szélenergia-potenciál meghatározása

Definition of windenergy potential

5.4.1. Helyszínek kiválasztása a modellezésre

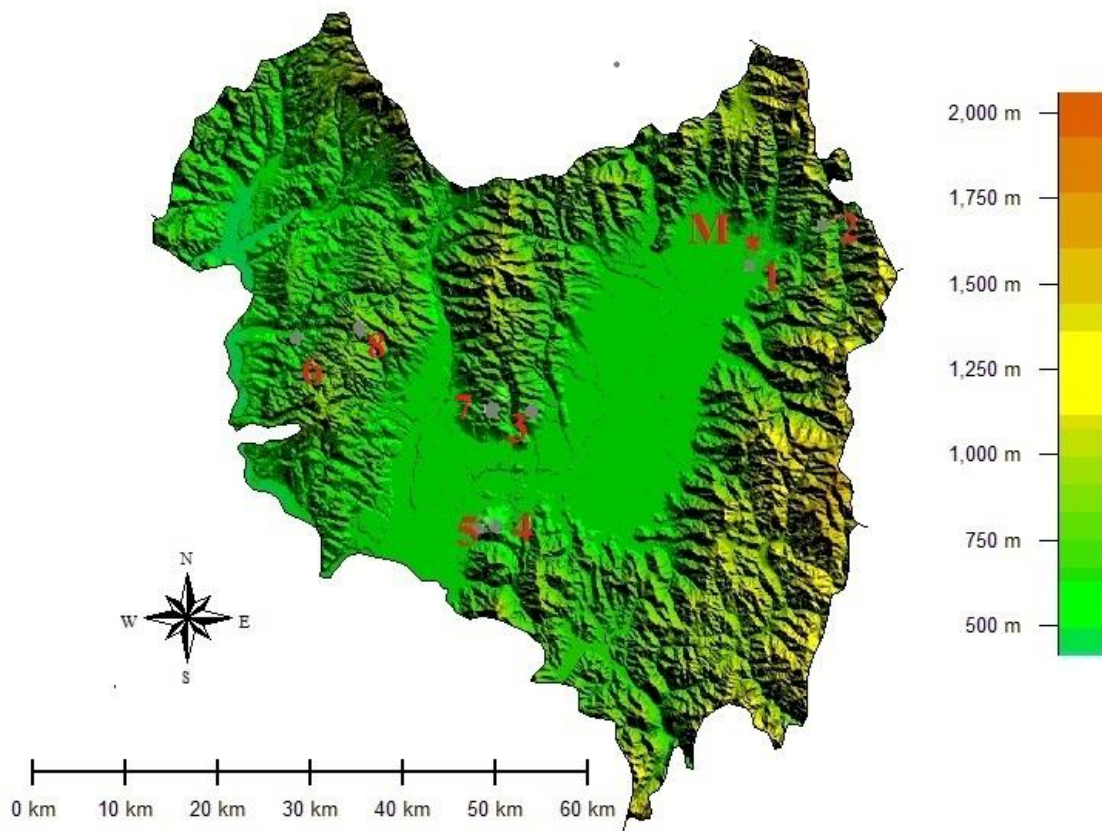
Kovászna megye szélenergia potenciáljának feltérképezése, a fent említett adatgyűjtés eredményeként rendelkezésünkre álló adatokból történik. Kovászna megye domborzatára tekintve (12.Ábra) látjuk, hogy nem egy homogén felszínnel találkozunk. Ennek érdekében egy olyan térséget választottam ki, amely eltérő domborzati sajátosságokkal rendelkezik. A vizsgálat célja, hogy egyrészt számszerűsítsuk Kovászna megye szélenergia potenciálját, ugyanakkor, hogy megvizsgáljuk, hogy az eltérő forrásból származó energiák közül az adott térségben melyiknek van nagyobb vonzereje, kitermelhetőség szempontjából melyik gazdaságosabb. A vizsgálat célja továbbá az is, hogy megvizsgáljam, hogy az eltérő domborzati adottságok milyen eltéréseket idéznek elő az energiatermelésben, ha minden ponton ugyanolyan teljesítményű turbinákat működtetnénk.

Mivel az adatok gyűjtése egy felsőháromszéki községben, Lemhényben zajlik, így ésszerűnek látszik az, hogy első ízben a szomszédságába eső, Felső-háromszéki-medencébe modellezünk szélerőművet. Ezek után nem áll meg a kutatás, miután a meteorológiai állomás adatai szerinti széltérkép került modellezésre a térkép segítségével felismerhetőek azok a térségek, ahol magasabb a széljárás, így potenciál becslés alkalmával is magasabb

energiatermelésre számíthatunk. A modellezés során kiinduló pont volt, hogy olyan helyeken modellezzünk szélturbinát, ahol az energiatermelés relatívan magasabb a szomszédos területekhez képest. Így jutott a választás általában dombokra, az Ojtozi-szoros esetében az átjáróhoz közelre. Minél jobban kitett a szélerőmű a széljárásnak, annál nagyobb az éves kitermelhető energia. A következő fontos szempont, az hogy a szélturbinák olyan helyen legyenek modellezve, tekintettel az esetleges megvalósításra, ahol csökkentett erőfeszítések árán lehet felállítani őket. A már meglévő utakhoz való közelség fontos szempont. A szélturbinák oda szállítása nagy áteresztő képességű utat kíván, vagy létrehozást szükségel. Továbbá a ugyancsak figyelembe kell venni azt, hogy egyedi szélerőművek, illetve kis-vagy nagyméretű szélerőmű parkok esetén az alapvető gazdaságossági követelmény hogy 10km-es körzetbe legyen közép vagy nagy feszültségű állomás vagy vezeték, amibe a sikeresen felszerelt termelő, hálózatba való kötése megoldott (Hunár, 2004). Nem elengedhetetlen a közeli, már kiépített hálózathoz való csatlakozás csak a befektetési költségeket csökkentő. Utolsóként említem, de annál fontosabb, kihagyhatatlan szempont a környezeti ártalom vizsgálata. Jelen turbinamodellezés kizárólag olyan helyekre voltak meghatározva, ahol kivitelezésük nem járna környezet romboló tevékenységekkel. A turbinamodellezés mindenik esetben vagy pusztákra, kopár felszínre vagy kaszáló területekre esett. Erdős területekre való modellezést elkerültük, ugyanis sok esetben famentessé kell tenni a szűkebb környezetet. Továbbá nincs helyezve egyik esetben sem ma is használt szántó területekre, ami további kivitelezési problémáktól óvhat meg.

A modellezés egy típusú, Vestas V90-es turbinával végeztük. A modellezés összesen hat helyen folyt, ezek a következők (12.Ábra):

Kovászna megye Srtm. domborzati térképe

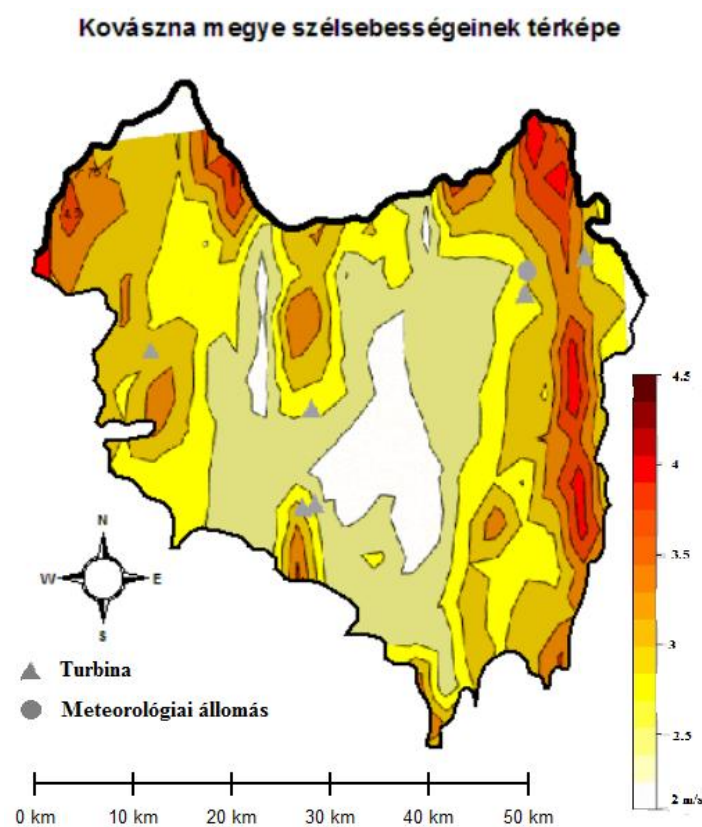


12. Ábra. Kovászna megye SRTM domborzat térképe, jelölt pontok a vizsgálat tárgya

Forrás: saját készítés

1. Lemhénytől délkeletre, Fekete-ügy völgyében, 560 m tengerszint feletti magasságban, ami kitett az Ojtozi-szoros felől érkező szélnek.
2. Ojtozi-szorosban, az E574 európai út mentén, 900 méteres tengerszint feletti magasságban. Főképp a csatorna jellege hágónak, a helyi mikroklímának teszi érdekessé a vizsgálat előtt az adott területet.
3. és 7. Maksa községtől nyugatra található mindkét modellezett turbina, a Bodoki-hegységhez tartozó dombokra 725 m tengerszint feletti magasságra az első, valamint a második abszolút magassága 800 méter fölötti, mindkét turbinamodell relatív magassága is eléri a 150 métert. Kitétsége van a magasabb intenzitású szeleknek, ugyanis innen belátható egész Háromszék, a medencében fújó szél arcvonalaiba tartozik. A felszíntől magasabban fújó szeleknek van fokozottan kitéve, a tőle alacsonyabban fekvő területek nem rendelkeznek olyan felszíni objektumokkal, ami a szelet turbulens mozgásra ítélné vagy lassítaná azt.

4. és 5. Lisznyó településtől északra található az itt található turbinamodell, közel 750 méteres abszolút magasságban lévő domb két oldalán modelleztünk külön-külön két turbinát. Ebben az esetben egy összehasonlítást végez a modellezés. Két eltérő helyzetben lévő, de ugyanolyan típusú turbina energiatermelését vetítettük elé. A felszín szélenergia potenciálra meghatározóan hat, későbbiekben bemutatásra kerül részletekben az eredmények.
6. Nagyajta közelében van elhelyezve a hatodik turbina, közel 800 m tengerszint feletti magasságban. Erdővidék szélenergia potenciálja fokozottan jelenik meg ezen a vidéken, számításaink szerint.
8. Vadas tetőn modellezett turbina közel 950 m magasságban, Erdővidék egyik legmagasabb pontja kimagaslik a környezetéből.

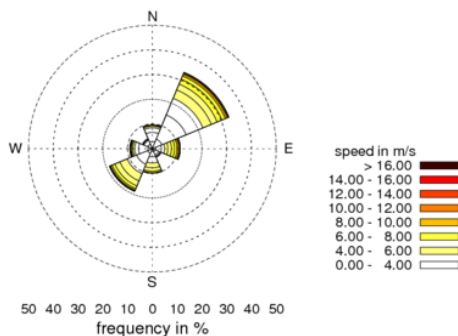


13. Ábra: Kovászna megye széltérképe, Forrás: saját készítés

A széltérképen, a megadott nyolc égtáj szerint átlagolt értékeket tüntet fel a térkép, amennyiben összevetjük a domborzati térképpel (12. Ábra), jól látható, hogy a magasabb térségekben szinte duplájára nő a szélesebesség. A fehér és citromsárga részek a szélárnyékolt területeket, völgyeket ábrázolják, nagy területi kiterjedésben. A Háromszéki-medence jól láthatóan szélmentes terület, mivel jóval, a tengerszint feletti magasságával alacsonyabb a környező perem területektől, amik egyben a Kárpáti-hegységhez képezik. A nagyfelületen lévő homogén szélesebesség hasonló jellegű domborzat hatására alakulhat ki. Az egyre

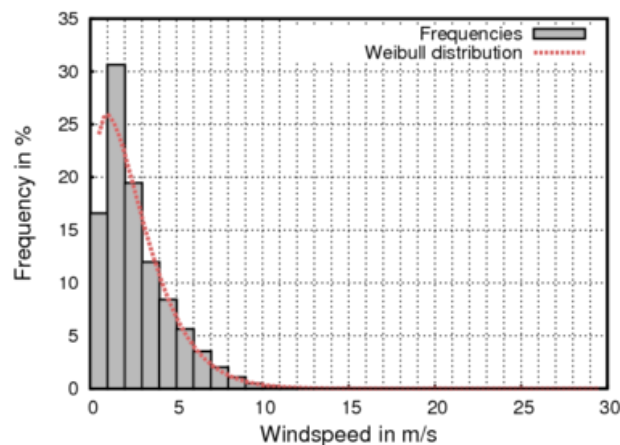
vörösebb szín az egyre magasabb dombokat takarja, ami a széljárás sebességének növekedését idézte elő (13. Ábra). A szürke háromszögek az általam elhelyezett 2MW-os névleges teljesítményű Vestas V90-es modellű szélturbinát jelöli, amelyek eltérő magasságban a szél kitettség szempontjából lettek elhelyezve.

Háromszéken jellemző az északkeleti nemere széljárás, ahogy a helyi lakosság szóhasználatában is él ez. Nem véletlen tehát, hogy a népi megfigyeléseket alátámasztó eredmények jönnek ki a szélrózsát vizsgálva (14. Ábra). A szélrózsza készítése a meteorológiai állomás adatai alapján készültek (8.Melléklet). Legmarkánsabban megjelenő



tehát az északkeleti szél, ami eléri a 30%-os gyakoriságot. Az ebből fújó szél igen kedvezően hasznosítható energiatermelésre, a szélesebesség eléri a turbinának kedvező értéket. Ezzel ellentétes irányú a délnyugati szél, ami a második legjelentősebb irányú, a maga 20%-val, további említésre méltó szél keletről érkezik.

14. Ábra: Szélrózsza, lemhenyi állomás mérései alapján, saját készítés



15. Ábra: Szélesebesség hisztogram a lemhenyi meteorológiai állomás alapján, 10 m magasságban.

Forrás: saját készítés

A 15. ábra hisztogramja alapján elmondhatjuk, hogy Kovászna megye észak-keleti részében a leggyakoribb szelek átlag sebessége 2 m/s, tíz méter magasságban. Ennek relatív értéke több mint 30%, az egyre erősödő szél gyakorisága csökken exponenciálisan, a közel 10 m/s-os szél már pár százalékban fordulhat elő. A legerősebb szél sebessége 10 m/s, de ennek a gyakorisága nagyon ritka. Amennyiben összevetjük a turbina hatékonysági

görbájével, (9.Melléklet) rájövünk, hogy a teljes kapacitású energiatermelést az erőmű nem mindig tudja elérni, az alacsony szélebségek miatt. Viszont ne feledkezzünk meg arról, hogy a turbina felszíntől mért magasságával egyenesen arányosan nő a szélebség, a továbbiakban még részletesebben kitérünk erre.

5.4.2. Vestas V90-es turbina Kovászna megyei energiatermelése

5.4.2. a., Lemhényi szélturbina

A 11. táblázatból kiolvashatóak a következő adatok: a kettes szektorral jelölt északkeleti szélirányból termelhető az évi energiatermelés túlnyomó többsége, közel 1/3-da, (328,6 MWh/év), ahogy az adatok soraiból is kitűnik tehát, hogy az északkeleti szél dominál a medencében. Ez a széljárás az Ojtozi-szoroson át érkező, állandó moldvai széljárásból átbukó szél, ami a Kárpátok belső medencéiben élénkebb széljárást idéz elő, egyúttal meghatározva a domináns szélirányt. A következő szektor szélerősség szempontjából a keleti (3-as szektor), mennyiségileg (235.2 MWh/év) és a délnyugati (6. szektor) 186 MWh/év elektromos energia mennyiséggel.

A 2 MW-os szélturbina éves termelése **910 MWh/év** villamos energiát jelentene számításaim szerint, a felső-háromszéki medencében elhelyezve.

11.Táblázat: A 2MW-os szélturbina energiatermelése a lemhényi térségben

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(Hz)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	15.0	0.10	1.72	1.76	1.02
2	328.6	0.33	2.83	2.97	1.05
3	235.2	0.11	3.79	3.97	1.05
4	2.1	0.04	1.52	1.50	0.99
5	62.7	0.10	2.81	2.95	1.05
6	186.4	0.19	2.92	3.17	1.08
7	72.5	0.09	2.24	2.63	1.17
8	7.5	0.04	1.38	1.40	1.01
1 - 8	910.0	1.00	2.68	2.85	1.06

Forrás: Saját készítés, Windsim

5.4.2. b. Ojtozi szélturbina modell

12.Táblázat: Ojtozi-szorosban modellezett szélturbina energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	20.8	0.10	1.72	1.93	1.12
2	641.1	0.33	2.83	3.71	1.31
3	365.6	0.11	3.79	4.62	1.22
4	8.2	0.04	1.52	2.00	1.32
5	75.3	0.10	2.81	3.11	1.11
6	234.9	0.19	2.92	3.42	1.17
7	89.8	0.09	2.24	2.79	1.24
8	16.5	0.04	1.38	1.82	1.32
1 - 8	1452.3	1.00	2.68	3.30	1.23

Forrás: saját számítás

Az Ojtozi-szoros teremt kapcsolatot a háromszéki-medence és a moldvai fennsík között, viszont kevesek gondolnak bele, hogy ez igaz a szélmozgásra is. Északról a Nemere hegység, délről a közvetlen közelében lévő Fekete-hegy szorítja össze az itt átkelő légmozgásokat. A megyében jellemző északkeleti, télen intenzívebb és hideg szél, a Nemere átbukó szelei járnak, meghosszabbítva a Moldvában uralkodó kontinentális légmozgásokat, amik igencsak állandónak és irányítottaságukban is stabilak. Széleresia potenciál vizsgálatom elkezdésekor, azt a hipotézist tettem fel, hogy legtöbb energiát fent említett viszonyokból fakadóan itt lehet kitermelni. A várakozás bebizonyosodása helyesli a feltevést. A szoros által topográfiai adottságából származó, csatorna jelleg, magas intenzitású erőteljes széljárásnak köszönhetően. A korridor formájú térségben ugyanis a szél felgyorsul, a szorison való átpréselődése alatt a megye más helyszíneéhez képest többlet energia potenciállal bír.

Az Ojtozi-szorosban modellezett szélturbina az előző esetben fellépő domináns északkeleti szél ebben az esetben is érezhetően erőteljes. Közel 33%-a az energiatermelésnek, tehát a szélnek ebből az irányból érkezik, egy másik érdekes meglátás, hogy a legerőteljesebb szelek mégis a szomszédos keleti irányból érkeznek (12.Táblázat), hatásfokát tekintve a turbina ezzel a szélsébséggel tud megfelelő hatékonysággal termelni (lásd 9. Melléklet). A turbina elhelyezése a könnyen megközelíthetőség szempontjából volt kiválasztva. A tőle nem messze, 5 km-re elhelyezett első modellezett turbina hatékonysága elmarad e mellett. A medence aljában nem érvényesülnek a hatékony energiatermeléshez szükséges szél paraméterek.

5.4.2. c. Maksai szélturbina

A harmadik modellezés geometriailag is a megye középső részére esik, itt emelkednek azok a dombok, amik tovább haladva északra a Bodoki-hegységet alkotják. A modellezés során ugyancsak érvényesül fent említett kritériumok sora: a megközelíthetőség, a természetes felszín borítottság állomány lehető legminimálisabb károsítása. Elmarad viszont az energiatermelés a korábbi modellezéstől. Az eddig, Felső-Háromszéken megszokott északkeleti szél nem arat vezető szerepet, itt, sőt az ellentétes irányítottságú szél, a délnyugati az erősebb. Jól megfigyelhető a maksai dombokon és vélhetően a háromszéki medence ide tartozó részein is, hogy az északkeleti széljárás gyakoriság szempontjából nem marad el, mégis hevedése lankadt. Magyarázható ez azzal is, hogy távolabbra esik az eddig sokszor emlegetett Ojtozi-szorostól, ami mintegy katalizátora az ott áthaladó szeleknek. Jellemző tehát a háromszéki medencére, hogy a szél felgyorsuló üteme, ahogy áthalad a szoroson, a medencében szétterjedve lankad, ez főleg a téli hónapokban igaz, ha a rögzített adatsort végigtekintjük. A szoros préselő, gyorsító hatása nem érvényesül tehát, a számunkra fontos energia kinyerés szempontjából, így csökkennek lehetőségek is. Az Ojtozi-szoros energia hozamának fele valósulhat meg a vizsgált paraméterek alapján. Érdemes megjegyezni, hogy inkább az eddig uralkodó északkeleti szeleknek az úgymond ellenszele a domináns energiatermelő: a deli, délnyugati, és a nyugati. Érdemes további számításokat végezni ehhez hasonló esetekben: a modellezett turbina a dombok keleti részére volt helyezve. Amennyiben a modellezés kimutatja a délnyugati szélnek a helyi erős hatását, fontos modellezni tehát azon részét egy kisterületnek, amelyik oldala épp kitettebb a gyakoribb széljárásnak. Felvetül ilyen esetben a szélerősségeknek a fontossága, a szélnek való kitettsége a turbinának, valamint a kiválasztott pont a szomszédos területeitől viszonyított magassága is. A szélturbina hálószerűen kell befogja azt a szelet, ami épp a térben mozog, vagy más megfogalmazásban a turbinát oda kell állítani ahol és amilyen magasságban épp a legtöbb szelet pásztázhat. Ezt a feltevést fogjuk a következő modellezés segítségével kiértékelni. Fog-e energiatermelésben változást hozni, ha épp arra az oldalra helyezzük el a turbinát, amelyikre épp a domináló szél fúj.

13. Táblázat: Maksára modellezett szélturbina energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	8.9	0.10	1.72	1.56	0.90
2	90.7	0.33	2.83	2.01	0.71
3	80.2	0.11	3.79	2.80	0.74
4	1.8	0.04	1.52	1.42	0.93
5	142.8	0.10	2.81	3.73	1.33
6	324.2	0.19	2.92	3.80	1.30
7	134.6	0.09	2.24	3.26	1.46
8	11.2	0.04	1.38	1.59	1.15
1 - 8	794.5	1.00	2.68	2.64	0.98

Forrás: Saját készítés, Windsim

5.4.2. d. Maksa második turbina modellje

Maksa településétől kissé távolabb az előző turbinától nyugati irányba találtuk a megfelelő helyet annak kutatására, hogy ha a domináns szélnek kitett domb oldalára telepítjük, az előző megfogalmazást követve, érzékelhető változás fog-e energia kihozatalban megjelenni. Az eredmény azt mutatja, hogy szignifikánsan befolyásolja az általam felismert tényező az energiapotenciált. A két turbina modell közötti fizikai távolság nem haladja meg az 5 km-t. Viszont a vonulat gerincének nyugati oldalán helyezkedik el. Második esetben megfigyelhetjük a prognosztizált energia kihozatalban a növekedést, ami több mint 150 MWh/év. Figyelembe véve az éves többlettermelés lehetőségét, további terepi modellezésre sarkal, cél megtalálni a legoptimálisabb helyszínt az elméleti energiatermelésben.

14. Táblázat: Maksa 2. dik szélturbina modellezésének az energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	10.2	0.10	1.72	1.60	0.93
2	116.7	0.33	2.83	2.15	0.76
3	112.6	0.11	3.79	3.09	0.82
4	2.0	0.04	1.52	1.44	0.95
5	135.9	0.10	2.81	3.68	1.31
6	382.8	0.19	2.92	4.04	1.38
7	174.1	0.09	2.24	3.67	1.64
8	12.7	0.04	1.38	1.66	1.20
1 - 8	947.0	1.00	2.68	2.80	1.04

Forrás: Saját készítés, Windsim

5.4.2. e. Lisznyói turbinamodell

A Lisznyó határában modellezett szélenergia potenciálszámítás ugyancsak, két azonos típusú turbinával készült el. Ennek főbb magyarázata az, hogy az előzőkben modellezett maksai esetre példával szolgáljunk. Az első mérés alatt az elhelyezés ugyancsak egy dombra volt. Ebben az esetben viszont az észak keleti lejtőhöz közel. Ezek után fontos figyelemmel követni, hogy az északkeleti szél erőssége elmarad, az 1,81 m/s-os szél nem elégíti ki a turbina hatásfok igényét. Ezzel szemben itt domináns szél a deli és délnyugati szél, sebességbe annál jobb eléri közel 4m/s-ot, így magasabb energiatermelést prognosztizál.

Ezekkel szembesülve kérdés vetül fel bennünk, valóban annyira fontos, hogy egyik vagy másik oldalán legyen a szélturbina az adott dombnak? Fontos befogni a domináns szelet, vagy az állandó szélre kell specializálni a turbina helyzetét? A turbina elhelyezésekor akár kis területen belül nagy eltérések következhetnek be?

15. Táblázat: Lisznyóban modellezett szélturbina energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	3.3	0.10	1.72	1.25	0.73
2	58.5	0.33	2.83	1.81	0.64
3	81.3	0.11	3.79	2.81	0.74
4	1.7	0.04	1.52	1.41	0.93
5	177.0	0.10	2.81	3.99	1.42
6	292.6	0.19	2.92	3.67	1.26
7	91.3	0.09	2.24	2.80	1.25
8	6.1	0.04	1.38	1.29	0.93
1 - 8	711.8	1.00	2.68	2.49	0.93

Forrás: Saját készítés, Windsim

Az előző kérdésre a választ, a 16. táblázatba találjuk meg. Következő lépésünkkel a domborzatbefolyásoló tényezőit kellett figyelembe venni. Az kitermelhető energia nagysága a szélturbina elhelyezésétől jobban függ, mint gondolnánk. Nagyon körültekintően kell kijelölni ezt a területet. Mivel a lisznyói második esetben a szélturbina arra az oldalra volt modellezve, amelyik éppen a déli és délnyugati és nyugati szeleknek van kitéve. Nem elég tehát a dombsági vidéken csak az, hogy a domb tetejére elhelyezzük az adott termelő egységet. A következő fontos észrevétele az összehasonlított turbinamodellelésnek, hogy annak ellenére, hogy az első lisznyói turbina tengerszint feletti magassága nagyobb,

térfelszínileg magasabb ponton modellezett, mint a második eset, ez ugyanis alacsonyabban helyezkedik el pár tíz méterrel, ennek ellenére mégis magasabb energia kihozatalra képes. Figyelembe véve tehát egy következő paramétert, a tengerszint feletti magassága is, amiről természetesen helyi szinten relatív értelemben kell tekinteni, nem hoz nagyobb termelést az, ha magasabbra tesszük az energia generálás pontját. Nem lehet tehát minden tényező elé helyezni a környezettől számított relatív magasságot, az energiatermelésre fókuszálva sokkal bonyolultabb, összetettebb szélismerettel kell rendelkezni.

Az erősebb intenzitású szeleknek kitett domboldalon egyszerre több hatás érvényesül: a hegyszéllal ütköző szél erőteljes pressziót érvényesít az adott oldalra, ezek mellett miközben a felszállni kényszerülő szél további energia mennyiséget fektet be a felemelkedésbe. A szél erejének dinamikája ebben az esetben, jól láthatóan fokozottabb energiatermelésre képes. Ebben a gondolatban tovább haladva feltehetjük azt, hogy a széllal szembeni kitettség további pozitív befolyásoló elem az energia termelékenység növelésére.

Lisznyó második turbinája egy délnyugatnak kitett oldal közelében volt elhelyezkedve. A potenciális elektromos áram termelése az előző modellhez viszonyítva több mint felével nőtt. Ebben az esetben a szélgyakoriság továbbá marad az északnyugati irányból, viszont a hatékonyság magasabb fokát a 4m/s –os széllal éri el a turbina, amit délnyugati szél biztosít. Az állandó, azonos irányítottságú széljárás az ideális a turbina termelésére. Viszont ebben az esetben meg kell haladja a 4m/s-os szél erősséget, gondoljunk csak a turbina hatékonysági görbéjére. Amennyiben ez az állandó szél nem ér el egy minimális sebességi küszöb értéket, szinte figyelmen kívül hagyható, közben az intenzívebb szelekre lehet fókuszálni. Amíg nem vettük figyelembe, hogy az energia kitermelésre fogható széliránynak kell a turbina legjobban kitéve legyen, addig a várható energia termelés 711 MWh/év maradt. Ezzel szemben a következő lépésben, pár kilométer távolságra ugyanaz a turbina típus várhatóéves termelése túlmutat az 1120 MWh-n.

16. Táblázat: Lisznyói 2. turbina energia hozam

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	3.3	0.10	1.72	1.25	0.73
2	99.4	0.33	2.83	2.06	0.73
3	146.1	0.11	3.79	3.35	0.88
4	1.7	0.04	1.52	1.41	0.93
5	181.3	0.10	2.81	4.02	1.43
6	510.2	0.19	2.92	4.52	1.54
7	171.8	0.09	2.24	3.65	1.63
8	8.9	0.04	1.38	1.46	1.06
1 - 8	1122.6	1.00	2.68	2.87	1.07

Forrás: Saját készítés, Windsim

5.4.2. f. Nagyajtai turbina modellezése

Nagyajta közelében is, a fenti szélterkép (13.Ábra) alapján egy turbinaműködést érdemes modellezni. Az erdővidéki széljárás intenzitása a településtől keletre található Vadas-tetőn megélénkül. A turbina elhelyezése a domborzati tagoltság miatt fontos, hogy minél magasabb pontra kerüljön. A közel 900 méteres tengerszint feletti magasságával a kiválasztott terület a környező dombok fölé emelkedik. Hasonlóan az Alsó-Háromszéken tapasztaltakhoz, Erdővidéken is meghatározó a délnyugati szél energia termelése. A modellező program számításai szerint a referencia szélesebségből, ami 2,92 m/s-os, a turbina magasságáig tovább emelkedik ez az érték, elérve az 5m/s-os határt, ami optimális energia generálásra ad lehetőséget. Ebből is látszik, hogy az éves kapacitásnak felét így állítja elő. Ezek után a nyugati szél értéke számottevő, ugyancsak átlépve a 4m/s-os határt. Az éves energia kihozatala 1213 MWh-ban határozható meg a modell alapján.

16.Táblázat: Nagyajtán elhelyezett turbina energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	14.1	0.10	1.72	1.73	1.00
2	128.3	0.33	2.83	2.21	0.78
3	50.6	0.11	3.79	2.49	0.66
4	0.3	0.04	1.52	1.04	0.68
5	76.0	0.10	2.81	3.12	1.11
6	644.9	0.19	2.92	5.00	1.71
7	282.6	0.09	2.24	4.78	2.13
8	17.0	0.04	1.38	1.84	1.33
1 - 8	1213.8	1.00	2.68	2.98	1.11

Forrás: Saját készítés, Windsim

Vadas tetői turbinamodellezés

A Vadas-tető azért került kiválasztásra a modellezés számára, mert a szűkebb környezetének legmagasabb pontja, a nagyajtai modellezett szélturbinától magasabb helyen áll, közel 20 méterrel. A domináns szelek itt is a déli, délnyugati ész nyugati, ezzel párhuzamosan viszont észak keletről is fúj a szél. Az erdővidéki dombság keletibb oldalán található, 4 km-re az előző turbinától. Ettől a ponttól keleti irányban van a domborzat lejtése. A magassági viszonyok első látásra fokozottabb szélkitettséget várnak el, viszont ebben az esetben sem történik ez így. A tőle nyugatabbra lévő turbina lefutott modellje délnyugati lejtésű dombok fölött áll. Előző turbina energia kihozatala több mint 23%-kal magasabb. Megfordítva a történetet, amíg nem vesszük figyelembe a főbb szélirányra való kitettséget, és csak a legmagasabb térfelszín megtalálásán ügyködünk addig a modellezett turbinánk csupán 77%-os relatív teljesítmény ér el, ahhoz képest, ha a hely meghatározásakor figyelünk az adatbázis szerinti szélirányok megoszlására.

18.Táblázat: Vadas-tetén elhelyezett turbina energia termelése

Sector	Energy	Frequency	Wind speed ref	Wind speed wecs	Speed-up
	(MWh/y)	(-)	(m/s)	(m/s)	(-)
1	15.1	0.10	1.72	1.76	1.02
2	113.6	0.33	2.83	2.13	0.75
3	171.5	0.11	3.79	3.52	0.93
4	4.3	0.04	1.52	1.74	1.15
5	127.6	0.10	2.81	3.61	1.28
6	294.3	0.19	2.92	3.68	1.26
7	194.0	0.09	2.24	3.88	1.73
8	14.6	0.04	1.38	1.74	1.26
1 - 8	935.0	1.00	2.68	2.82	1.05

Forrás: Saját készítés, Windsim

5.5. Kitermelhető energia területi különbségei

Regional differences in exploitable energy

Kovászna megye széljárását meghatározza a hegységek vonulata, a belső medencék, valamint a megyén kívüli területekről érkező általánosabb légmozgás. Eltérő szélsébség tapasztalható a kimagasló területeken, miközben például az Olt Tuszánadtól dél fele kiszélesedő völgyében szélárnyékoltság a jellemző. Szélenergia potenciál számítások alapján kijelenthető, hogy a Háromszéki-medencében modellezett energia kihozatal elmarad, hasznosításra nem alkalmasak annak területei (13. ábra). A modellezésekhez hasonlóan az elhelyezést olyan területre kell tenni, ahol kivitelezhető a berendezés felállítása, megközelíthetősége nem okoz nagy befektetést igénylő utak kialakítását. Viszont a szél kinetikus energiájának kifogására alkalmas, sőt leghatékonyabb helyet kell keresni. A kivitelezésekre gondolva, tehát 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 vagy a magasabb hegyvidék, viszont a turbina modellezés elhelyezése során fentebb már említett szempontok alapján nem vállalkozhatunk.

Kovászna megye területén elsősorban két, ellentétes irányítottságú széljárás figyelhető meg. Amíg a Felső- háromszéki-medencében dominál az északkeleti szél, az Alsó- háromszéki területen a délnyugati szél veszi át ezt a szerepet, hasonlóan Erdővidék területén is ez a jelenség figyelhető meg. Ezt a széljárás jelleget figyelembe kell venni abban a pillanatban, amikor számba vesszük azt, hogy a turbina melyik égtájjal szembe legyen fokozottan kitéve. Az energiaszámítások alatt kiderült három esetben határozottan, hogy a vártnál jelentősebb hatása van energia kihozatalra az, ha fokozottan figyelünk a széllal szembeni kitettségre. Az energia termelő szél irányok arcvonalába helyezett turbina szignifikáns energia többletet termel a lisznyói 2-es turbina esetében, valamint hasonlóan viselkedik az Ojtozi-szorosba modellezett eset is, amikor is kimondottan az északkeleti szélnek kitett helyre lokalizált. Ezzel szemben az ojtozi turbinától mindössze 5 km-es távolságra lévő turbina éves energia hozama 500 MWh-val marad el társától. A lisznyói turbinák termelése is hasonlóan nagy eltéréseket mutatnak, a különbség közel meghaladja a 400MWh-t évente (19. Táblázat). További két esetben egy korábban feltételezett tényező befolyása is átértékelődik. A relatív magasság nagyajtai-vadas tető és a lisznyói két esetben

nem tudja abszolút pozitív hatását érvényesíteni. Annak ellenére, hogy alacsonyabban, nem tetőre voltak elhelyezve a turbinák, inkább prioritást élveztek a második esetekben a domináló szélnek való kitettség mégis energia többlettermelést értünk el. Kovászna megye domborzati jellemzőire felírható ez a következtetés: a dombsági viszonyok között jellemző volt a szélirányoknak kitettség sikeressége.

A modellezett szélturbinák közül legtöbb energia hozammal az Ojtozi-szorosban elhelyezett turbina áll. Éves megtermelt energia mennyisége szinte eléri az 1500 MWh/évet. A turbina Kovászna megyei viszonylatban teljesítményét tekintve a legjobb, viszont további érvek sorakoznak fel egy esetleges kivitelezési döntés során az e megoldás melletti kiálláshoz. Az hágó úgy közlekedési, mint energia és információs hálózat elemeinek ad áthaladást. A modellezett turbinától számolva nem több mint 500 méterre halad el egy magasfeszültségű elektromos áram vezeték. A terep megközelítése az európai rangú E574-es úton megoldható, az útvonaltól mindössze pár száz méterre található az elméleti modellezés.

A településektől távolabbra eső turbina a működése során keltett zajhatás elenyésző, zavart nem kelt az emberi életre. Egyetlen problémaforrás jöhet számításba, ami további szakértői véleményezést igényelne, ekkor a nemkívánatos hullámhosszak zavaró hatására gondolok. Az Ojtozi-szorosban ugyanis összesen négy mobiltelefon hálózati jelerősítő toronnyal rendelkezik már, és az interferencia (fény, mikrohullámú átjátszó állomások, stb.) hatása aggodalmakra adhat okot (Tóth László, 2009).

További jó lehetőséget mutat energiatermelésre a Nagyajta közelében modellezett turbina, aminek éves energia kihozatala 1200 MW/h. A környezete nem legmagasabb pontján elhelyezett turbina főleg délnyugati szélből táplálkozik, megemlíthető még az, hogy legerősebb szél előfordulás itt volt a modell számára tapasztalt (17. Ábra).

19. Turbinák energiatermelésének összehasonlítása

Név	Turbina típus	Teljesítmény (kW)	Magasság (m)	Sűrűség (kg/m ³)	Szélsőbesség (m/s)	Energia (MWh/y)
Lemhény	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.85	941.5
Ojtoz	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	3.30	1452.3
Maksa	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.64	794.5
Lisznyó	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.49	711.8
Lisznyó 2.	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.87	1122.6
Nagyajta	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.98	1213.8
Maksa 2.	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.80	947.0
Vadastető	Vestas V90 mod..	2000	90.0	1.225	2.82	935.0
Összesen	-	16000	-	-	-	8118.5

Forrás: Saját számítás, Windsim

Végezetül a szélenergia potenciálhoz kapcsolódóan megfogalmazódik, hogy a megyén belüli energiatermelés nyertese lehet az ojtozi szélviszony, mégsem garantál ez a közeljövőben kivitelezést. A szélenergiába való befektetés országos szinten is körültekintésre int. Az ország magasabb szélesebségű és állandóbb széljárású területeire koncentrálódnak. Viszont a hálózat szerves részébe való integrálódás energiatermeléssel előnyére válna az országnak. Az elméletben megfogalmazott okos hálózatok elvére utalva, egy nagyobb területi egységben nem azonos időben működő termelők egymás termelését kiegészítik, fenntartva a hálózatba azt az energia mennyiséget, ami a mindenkori fogyasztás mértékét kielégíti. A szűkebb területi egységen belül, így a Kovászna megye területén belül is új lehetőség nyílna energiafüggettség csökkentésre, a környezetkímélő energiatermelésre.

6. Napenergiából származó villamos energiatermelés

Production of electricity from solar energy

6.1. Havi napsugárzás

Monthly solar radiation

A becsléseket a PVGIS (Fotovoltaikus Földrajzi Információs Rendszer) interaktív térképén számoltam. A rendszer elérhető a (www.re.jrc.ec.europa.eu) honlapon. Az interaktív működését az Európai Bizottság, valamint a Deutscher Wetterdienst, németországi meteorológiai szolgálat együttműködve a finn, belga, holland, svéd és svájci nemzeti meteorológiai szolgálataival hozta létre a CM SAF-ot (Satellite Application Facility on Climate Monitoring), amely folyamatos fejlesztés és működtetés alatt van, jelenleg műveleti szakaszban, tehát mint adatbázis alkalmazható szituációban van a 2004-ben kiépített rendszer.

A helyszín kiválasztásánál Kézdivásárhelyt, egy sűrűn lakott települést vettem figyelembe. Földrajzi helyzete a következő: 45°59'48" északi, 26°8'26" kelet, tengerszint feletti magassága: 564 m.

Az évi besugárzás árnyékoló hatás miatti veszteséget nem 0 értéket veszünk, mivel a vízszintesen mérünk szabad (leárnyékoló hatásokat kizáró) területen. A meghatározott földrajzi szélességen az optimális dőlésszög 37 fok. A táblázatban kitűnően összehasonlítható, hogy mekkora energia veszteség éri a rendszert, ha nincs a dőlési foka optimálisan beállítva, illetve ha vízszintesen van rögzítve. Egy év alatt a kristály-szilikonos technológiájú berendezéssel **4310 kWh**-t lehet termelni, egy négyzetméteren. Tehát konkrét számítást lehet végezni, egy bizonyos tető-felülettel rendelkező épület energiaigény kielégítéséhez szükséges berendezés tervezett telepítésekor.

11. Táblázat: Hónapos bontású napsugárzás Kézdivásárhelyen

Month-scale solar radiation in Kézdivásárhely

Month	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Jan	1230	2110	2150	65	-2.9	628
Feb	2070	3190	2980	59	-0.4	501
Mar	3390	4400	3450	46	3.2	415
Apr	4450	4910	3060	30	9.3	184
May	5750	5680	2910	17	15.1	65
Jun	6060	5690	2660	12	18.5	33
Jul	6240	6020	2910	16	20.4	26
Aug	5670	6060	3470	27	19.7	56
Sep	4050	5070	3690	42	14.5	154
Oct	2860	4300	3840	56	9.8	350
Nov	1510	2480	2470	63	4.1	521
Dec	1010	1750	1810	66	-1.7	648
Year	3700	4310	2950	37	9.1	3581

Forrás: PVGIS © European Communities, 2001-2010

H_h : Besugárzás vízszintes síkban (Wh/m²/nap)

H_{opt} : Besugárzás az optimálisan beállított ferde síkra (Wh/m²/nap)

$H(90)$: A síkra való besugárzás, szög: 90fok. (Wh/m²/nap)

I_{opt} : Optimális dőlésszög (fok)

T_{24h} : 24 órás átlagos hőmérséklet (°C)

N_{DD} : Fűtési napok száma

6.2. PVGIS becslések napenergiából származó villamos energia termelésre

PVGIS estimates of solar electricity generation

A használt napsugárzási adatbázis a PVGIS-klasszikus adatai. A számításkor a földrajzi fotovoltaiikus rendszerben egy 5 kW-os névleges teljesítményű, kristály-szilícium technológiájú napelemre kalkuláltam. A számításkor egy 8.8%-os becsült hőmérséklet veszteséget vettem figyelembe, a napelem környezeti hőmérsékletéből. A besugárzás ferdeségét és a visszaverődési hatásokat 2.8 %-ra becsülte a számítás. A további veszteségek (kábelek, inverter) 14%-os, tehát összesen a rendszer 23 %-os össz veszteséggel kell számoljon. A táblázatból kiderül, hogy a fent említett 5kW-os felszereléssel évente, a becslések szerint **5980 kWh** villamosáramot lehet generálni. Négyzetméterenkénti **1570 kWh-t**, mindkét esetben viszont az havi eloszlásokat érdemes megfigyelni, ugyanis például míg decemberben 53,3 kWh-t lehet négyzetméterenként termelni a berendezéssel, viszont a

nyári hónapokban ennek természetesen többszörösét lehet elérni, július-augusztusban közel 190 kWh-t.

12. Táblázat: PVGIS becslések napenergiából származó villamos energiatermelésre
PVGIS estimates of solar electricity generation

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	8.72	270	2.07	64.3
Feb	13.00	363	3.16	88.4
Mar	17.40	538	4.38	136
Apr	18.60	559	4.92	147
May	21.10	654	5.73	178
Jun	20.80	624	5.75	172
Jul	22.00	681	6.08	189
Aug	22.10	685	6.09	189
Sep	19.10	573	5.06	152
Oct	16.50	512	4.25	132
Nov	9.94	298	2.45	73.5
Dec	7.23	224	1.72	53.3
Yearly average	16.4	499	4.31	131
Total for year	5980		1570	

Forrás: PVGIS © European Communities, 2001-2010

E_d : Átlagos napi villamosenergia-termelés az adott rendszerben (kWh)
 E_m : Átlagos havi villamosenergia-termelés az adott rendszerbe (kWh)
 H_d : Az átlagos napi össz-globális besugárzás, négyzetméterre osztva (kWh/m²)
 H_m : Átlagos összege a globális besugárzásnak, négyzetméterenként kapott modulo, az adott rendszerben (kWh/m²)

7. Kovászna megyében tett erőfeszítések

Effort to exploit the renewable energy in Covasna County

Az Európai irányelvekhez hasonlóan beindultak a Kovászna megyei kezdeményezések is célul kitűzve, hogy alternatívákat keresnek az eddig szüntelenül növekvő energia szükséglet és igény kielégítésére.

A megújuló energiaforrásokban rejlő lehetőségeket sok esetben nem ismerik a lakosok, ezért tartom fontosnak, hogy minden adandó lehetőséget meg kell ragadni ezeknek az információk átadására. Az utóbbi években a Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium által meghirdetett („Zöld-Ház”) támogatási-program alapján sok esetben sziget jellegű beruházások jelennek meg, amelyek csak egy épület energia igényét elégítette ki részben, legtöbb esetben magán lakásokra gondoljunk. A napelemek vagy kollektorok elterjedése, a befektetőkhez közelálló árérték miatt is történik, viszont legtöbb esetben kiegészítő jelleget ölthet, meleg víz és áram előállításában.

Viszont a teljes energiaigény lefedését (fűtés, elektromos áram, meleg víz) csak olyan állandó jelenlétű és magasabb energia tartalmat magában hordozó forrás jelentheti, amelynek azonban már komplexebb technológiai fejlesztést és átfogóbb fejlesztési vonalvezetést igényel.

A biomassa, mint energiaforrásnak feladata lesz nemcsak Kovászna megyében, de más régiókban is, hogy átvegye a klasszikus fa- és más energiából nyert fűtési funkciót. A potenciálszámítások azt bizonyították be, hogy legnagyobb volumenű, évente megújuló biomassa alapanyag, biztos megoldás az energia válságra.

A Kovászna megyei mezőgazdaság - de nemcsak – egyik kitörő lehetőséget látja az energia növények, pontosabban az energiafűz termesztésében. Törvénytervezetet készítettek a gazdálkodók, a Green Energy Egyesület segítségével, cél megtalálni a burgonya és a búza alternatív terményét, amire még kínálat nem épült ki, viszont előrelátható kereslet formálódik. A székelyföldi megyék képviselői együtt vállalták fel a közös érdekeket. A politikai támogatás azt eredményezheti, hogy 2013-ban a zöld kártya rendszeren kívül további támogatást kap az energia növények ültetése. A készülő határozattervezet szerint az állam a költségek felét állná, ez hektáronként mintegy 1500-2000 eurót jelentene, abban az

esetben, ha a beruházás nem haladja meg a száz hektárt. Ebből látszik, hogy a vidék kistermelőit célozza a tervezett támogatási rendszer. Ennek azért van vidékfejlesztő és népesség megtartó célzata, mert így a támogatással a több ezer hektáron gazdálkodó nagyberuházókat nem érintené az üzleti érdekek. Amennyiben a nem szívják el a támogatásokat a kisebb befektetések elől, fejlődést fejthet ki a megrekedt mezőgazdaság számára. Az ültetvények ezek utáni fenntartása irányítást igényel, magát a munkát azonban szakképzetlenek is elvégezhetik, itt lehetne bevonni a szociális hátrányban lévőket, az aluliskolázott lakosságot. Ezzel a programmal is példázható, a megújuló elterjedésének multiplikátor hatása, ugyanis szociális problémát is lehet orvosolni. Antal István képviselő elmondása szerint 5-10 év múlva a zöld energia felhasználása országos szinten 100 -150 ezer új munkahelyet jelentene. Kovászna megye 2012-es évi energia fűz ültetvényeinek nagysága 60 hektárra tehető, exponenciális növekedés várható ezek terjedésében, ugyanis egyre sűrűbb az érdeklődés a gazdálkodók irányából. Az EU-ban sok kultúrnövény termesztésének esetében szabályozások vannak, gondoljunk csak a kvóta rendszerre. Az energiafűz (salix) korlátlanul előállítható. Viszont a jövőben várható majd ennek a szabályozása is. A kvóta megállapítások az addigi termesztésben álló területek nagyságából indul ki. Ezért is fontos a megye számára, hogy a növénytermesztésben egy tekintélyes nagyságú elterjesztést valósítson meg már kezdetektől fogva.

Kutatásom befejezésekor megengedek egy kis személyesebb hangvételt: néhány éve indult a megújuló energiák fele érdeklődésem, majd elindulni a kutatási terv szerinti munkában kihívást jelentett. Viszont nem gondoltam volna, hogy ennyire aktuális problematikává válik az érintett téma: energia válságról hallunk mindenfele. A fosszilis energiahordozók emberiség történetében nem látott csúcsponton állnak és újra rettegni kezdtek Japán példája miatt az atomenergiáról hallva. Evidens tehát, hogy az igények fedezésében a megoldás a csupán megújuló források lesznek.

Kovászna megyében felismerve az erdős borítottságot és a klimatikus viszonyoktól származó óriási mennyiségű biomassza alapanyagát, adottságát, az ország első biomassza klasztere alakult meg. Célja igen is fontos szerepet vállalni az energiaforrás kitermelése –elő állítási folyamatának megkönnyítésében, továbbá, hogy a piaci folyamatokat koordinálja és fogyasztóköri kialakítása. El kell kerülni azt a csapdát, amikor a befektetések mozaikus jellegűek lesznek. Ugyanis a nyugati tapasztalatok rámutatnak, arra hogy a probléma sokszor az előre tervezés hiánya, emiatt marad el a fejlődés, az előrelépés.

A biomassza termelések egy nagyfokú vidékfejlesztéssel is járhat, ha a megye rendszerjelleget épít ki magának a kiaknázási folyamat alatt. Ugyanis az alternatív

erőforrások kiaknázása alternatív, azaz új technológiai fejlődésre adhat lehetőséget: megreformálhatja az ipari termelést, a mezőgazdaságban új kultúrák jelennek meg, ezek telepítése, nemesítése innovációs lehetőség. Kutatás és fejlesztés outputokat hozhat létre. A decentralizált energiaellátás kitűnő példája a Bodzafordulói biomassa hő központ, amely példázza azt, hogy költségtakarékosabb rendszer kiépítése közben még az életszintvonal növekedését is eredményezi.

A megújuló energiaforrások kiaknázása gazdasági, társadalmi és környezet minőségbeli javulásához vezet. Az új technológiák korszerűsége munkatermelékenységet növel, a foglalkoztatottak számát emelheti és egyben új kis-és középvállalkozások indulhatnak útjukra. Megjelenik egy szakember gárda, amelyik emeli a munkaerő felkészültségét. Ahogyan Bartha Sándor² is elmondta: helyben érhetünk el olyan újításokat, amelyek a fejlesztést elősegítik és ez által magas hozzáadott értékű terméket állíthatunk elő. A környezet hatásairól el kell mondani, hogy a növényi és egyes más, ipari jellegű hulladékok is felhasználásra kerülnek. Csökkenti a toxikus anyagok kibocsátását, mert kíméletesebb módszerrel állítja elő ugyanazt az energiát, mint a klasszikus szénhidrogén energiahordozók, tehát a talaj, a víz és a levegő tisztaságára is pozitív hatást fejt ki. A megújuló energiaforrások alkalmazása nem jár semmilyen környezeti kockázattal, nem alakíthat ki tragikus károkat, élettér fertőző jellege nincs. Sok lakás esetében, ahol nincs még az elektromos áram szolgáltató hálózatára csatlakoztatva, egyetlen megoldásként a napenergia, nagyobb befektetéssel szélenergia hasznosítása a megfelelő.

Kovászna megye egyben egy olyan kedvező helyzetben fekszik, amely lehetőséget nyújt a közeli regionális központ, Brassó igényei kielégítésére. Kereslet mutatkozik ugyanis nemcsak Brassó irányából, konkrétan az energiafűzből készített pellet felvásárlására, energetikai hasznosítására, ugyanis a faaprítékkal előállított hőenergia tízszer olcsóbb, mint a gázolajfűtés, négyszer olcsóbb, mint a villanyfűtés, és két és félszer olcsóbb, mint a földgázfűtésnél (2. *Melléklet*).

Ezen igények időbeni kielégítése a nagy területek paragon maradására is megoldást nyújtana, újra aktív területhasznosításba kerülne, hosszú távú befektetést képezve. Viszont a telepítés egyszeri, de tökeigényes beruházás. A megalakult klaszter érdeke tehát, hogy

² **Bartha Sándor**, mérnök, az ErPék IND. KFT igazgatója, 2002 óta gyárt fával működő kazánokat, utólag pellet tüzelésű teljesen automatizált fűtésrendszert fejlesztett ki és terjeszt nem csak Kovászna megyében

változtasson azon a mostoha törvénykezési helyzeten, ami az unióban csak egyetlen országban fordul elő, Romániában: az energia fűz telepítése államilag nem támogatott.

Kovászna megye jövőjében adott a lehetőség, hogy fejlesztésekkel, alternatív energiát előállítson, de megcélozhat nemcsak egy önellátó termelést, hanem akár ellátóvá is válhat egyes tekintetben bizonyos kultúrák termesztésével. Ahhoz pedig, hogy a jelenlegi lehetőséghez mértén kiaknázódjanak a források, a berendezések beszerzésére és telepítésére való támogatási lehetőségeket ("Zöld Ház Program") előadások, felvilágosító programok teljes körű információ ellátásra van szüksége a lakosoknak.

A kézdivásárhelyi meteorológiai állomás munkatársa interjú alkalmával megjegyezte, hogy több esetben már volt szélenergia potenciálszámításokra példa a megyében.

Miben hozhat újat ezek után a jelenlegi kutatás, tesszük fel a kérdést. A válasz kis módszertani áttekintést kér. Meteorológiai vagy klíma adatok nem teljesen megfelelőek szélenergia potenciálszámításra. Saját adatok gyűjtése biztosabb és reálisabb képet bocsájt számunkra. A sűrűn rögzített adatbázis precíz és példanélkülien reális helyzetképet tud vázolni. Az egy teljes éves leforgású adatrögzítés jelenleg is tart. Kovászna megye számára is az, hogy rentábilis-e vagy sem egy turbina megépítése az energia áraktól függ, a befektetői hajlandóságtól - ami a törvénykezés és befektetési környezet hozadéka -. Nem kell lemondani amiatt egy tervezésről, mert nincs akkora energia potenciálja amekkorát más hely adottságai képesek felkínálni. A fékezhetetlen technológiai fejlődés egyre finomabb és hatékonyabb megoldásokat talál. Valóban meg kell látni a megye lehetséges, hatékonyabb szélenergia termelő vidékét. Kutatásomban az Ojtozi-szoros csatorna jellegéből eredendő, magasabb fokú széljárással rendelkező térségét emelném ki. Megfontolandó tehát az adottság kiaknázása.

8. Összegzés

A kutatásban alaposabban megvizsgált három megújuló energia (biomassza, szél, nap) forma kiaknázását külön-külön tekintettem át. A legszertetekintőbb elemzés a biomassza, mint energiaforrás lehetőségeinél volt. Ezt azzal indokolható, hogy míg a megye biomassza mennyiségét konkrétan ki lehet számolni, az elmúlt évek mezőgazdasági, erdőgazdálkodási és más területhasználati jellemzőktől és felszínborítottsági jellegektől kiindulva és ezeknek az adottságoknak a felhasználása elsődlegesen a technológiaváltástól és az összehangolható, fenntartható gazdálkodástól függ. A szél energia ellentétben a biomasszával csak áramfejlesztésre alkalmas. A napenergia hasznosításának nagyon jó példája az elterjedőben lévő és mondhatni igen népszerű a „Zöld Ház” program, amelyet a Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium támogatási rendszerrel finanszíroz, ösztönözve a befektetéseket. Jelenleg van úton az a törvénytervezet, amit a bukaresti szenátus elfogadott, az energiafűz telepítésének hasonló támogatási rendszerét biztosítaná, felgyorsítva a kultúra elterjedését.

Kovácsna megyében biomassza potenciált PJ/év-ben számoltam ki, de hogy az értékek összehasonlíthatóak legyenek, így végső soron közös nevezőként Wh/év-ben vetjük össze a számításokat. E számítások szerint a megye biomassza potenciálja 1675-1830 GWh/év, ennek nagy részét energiafűz termelése tenné ki, reális körülmények alapján számítva, ami meghaladja az 569 GWh/év-et.

A 90 méteren modellezet 2MW-os Vestas V90-as turbinák közül ha figyelembe vesszük a legjobb hatásfokúak termelését, számolhatunk az 1400 MWh/év tényleges termelését, kapcsolni ajánlott a hálózatra, ezzel ellátná a közeli településeket energiával akár. Egy 2MW-os névleges teljesítményű szélturbina 25 000-29 000 lakás éves energiaszükségletét biztosítja. Ugyancsak becslések szerint egy átlag lakás évi energiaszükséglete a fűtést is beleszámítva kb. 15000 kWh/év (*Tóth Imre, 2010*). Ezzel az értékkel számolva a biomassza potenciális energiatermeléséből több mint 110-120 ezer lakás teljes körű energiaellátását lehet biztosítani, de a legnagyobb hő veszteséggel számolt nagy lakások (100 m² fölött) esetében is közel 100 ezer lakás energiaigényét lehetne ellátni. A számok nyelvén hatalmas értékekről beszélünk. A megye lakosságának háztartásbeli energia igényeit a biomasszából kinyerhető energia nemcsak kielégíti, hanem számottevően további fölül termelést alapoznának meg a számításba vett megújuló energiaforrások. Ez önmagában is több lehetőséget biztosít a megye

energia szektorának fejlesztésére. Egyik szempontból az elméleti számítások bizonyított alapot nyújtnak a fejlesztések lehetőségeiről. Ahogyan az elméleti részben is említett volt, decentralizált energiaellátó rendszereket lehet kiépíteni, ahogyan a bodzafordulói falu fűtőmű, mint példa megjelent, irányjelző lehet települési szinten. További fejlesztési irányt jelent a települések intézmény rendszerét tápláló hő és elektromos energia ellátása. A Kovászna megyei Green Energy klaszter szakembereinek becslései szerint egy pár hektáros energia fűz ültetvény egy községi intézmény rendszernek a hő és elektromos energia igényét ki elégítheti. Viszont további többlettermelésre van lehetősége a megyének, elsősorban a biomasszára gondolva. A számszerűsített adatok megjelenése előtt az itt lakók számára evidens volt, hogy Kovászna megye biomassza erőforrásai távolabb érnek a szükségletektől. Az új dimenziójú, energiatermelésre fókuszáló előállítás fejlődést és versenyképes vállalkozásokat szül.

A napenergia aktív hasznosításával a fűtés, a meleg víz ellátás és elektromos energiaellátást inkább csak pótlólagosan használható, viszont az ez a fajta felhasználás csökkenti a hagyományos energiahordozók igénybevételét és hosszabb távon megtakarításhoz vezet, ez elérheti a lakások részenergia-ellátását különböző mértékben. Miközben ne feledjük el, ha az zöldenergiát előállító technológiát használjuk, fokozatosan csökken vele a CO₂ kibocsátás és környezetkímélőbb, mely a megye környezeti állapotát javítana.

Kovászna megyében a megújuló energiaforrások tekintetében a biomassza potenciál a legnagyobb, amint ez alátámasztásra, bizonyításra is került. Felismerve ezt a tényt, itt épül ki Románia biomassza-klasztere is, törvényalkotó kezdeményezésbe fogva építik a rendszert a termelőtől a piacon át a fogyasztóig. Az új technológiák elterjesztése nehézkesen megy, épp ezért felvilágosító rendezvényeket szerveznek a kompetens szervezetek, hivatalok. A lakosság nagy része ugyanis még mindig elzárkózik még a támogatási lehetőségek kihasználása előtt is. A megyében fejlesztések folynak a pellet égetéshez szükséges berendezésekre, több vállalkozás is települt elsősorban a napelemek, napkollektorok forgalmazására. Döntő többsége a befektetéseknek ugyanis az állami támogatásokat igénybe véve valósul meg. Tehát jól látszik az, hogyha az állam támogatási rendszere kiterjed majd az energia növények illetve biomassza hasznosításhoz szükséges technológiák és berendezések támogatására, azonnal megindul a szerteágazó telepítések sora, hiszen széleskörű lehetőség igazán ebben rejlenek.

SUMMARY

I reviewed separately the exploitation of the three renewable energy sources (biomass, wind, solar) which are examined more thoroughly in research. The most detailed analysis was made about the possibilities given by the biomass as an energy source. The reason for this is that the biomass quantity in the county can be calculated exactly starting from the agricultural, forestry and other land-use characteristics of recent years and also based on the land cover characteristics, and the utilization of these capacities depends primarily on the change of technology and on the synchronized and sustainable farming. The wind energy in contrast with biomass is suitable only to generate electricity. For the utilization of solar energy a good example is the spreading and – we can say – very popular “Green House” program which is sustained financially through a grant system by the Ministry of Environment and Forestry, by this encouraging investments. Currently there is a law coming soon which will provide a similar grant system for planting energy willows, this would accelerate the spreading of the plant.

I calculated the biomass potential in Covasna County in PJ/year, but in order to have comparable values, finally we will compare the calculations in Wh/year – as a common ground. According to these calculations the biomass potential of the county is 108-121 GWh/year, much of this would be made up by the production of energy willow, calculated for realistic conditions, this would be more than 57 GWh/year.

It would be recommended that the 86.3 MWh/year nominal production of the 2 MW Vestas V80 turbine modeled on 80 meters would be connected to the system, this would provide energy for the nearby villages. The 2 MWh nominal output wind turbine would provide the one year energy need of 1500-1800 homes. Also according to some estimation the one year energy need of an average home including heating energy it's around 15000 kWh/year (*Toth Imre, 2010*). Using this value we estimate that with energy potentially produced by the biomass the energy need of more than 8000 homes could be covered, but also in the case of big houses (bigger than 100 m²) with the biggest heat loss, nearly 6000 of them would be covered in their energy need.

Utilizing actively solar energy, the produced heating, hot water and electricity can be used rather additionally, however this kind of use can reduce the use of traditional energy sources and it leads to savings on long-term, this would cover part of the energy need of the homes.

In Covasna County among the renewable energy sources the biomass potential is the biggest as it's been showed and proved. Recognizing this fact, here is built the biomass-cluster of Romania, initiating new legislations, they are building the system from the producer through the market to the consumer. The spreading of the new technology is difficult, that's why the competent organizations and offices are organizing informative events. The majority of the population is still refusing to benefit from the granting opportunities in the county. There are efforts put in the development of the equipments for burning pellets, several companies moved here primarily for distributing solar cells and solar panels. The vast majority of the investments are carried out utilizing government grants. So we can see clearly that if the grant system of the state will cover the financial support of the equipments necessary for the utilization of energy plants and biomass, immediately a wider planting would begin, because a bigger opportunity only in this we can envision.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetét fejezi ki a kutatása alatt segítséget nyújtott szakembereknek, akik elősegítették a dolgozat befejezését, elősegítve a kutatás véghez vitelét. Köszönet Dr. Imecs Zoltánnak (BBTE, Földrajz Kar), a Corin adatbázis rendelkezésemre való bocsájtásáért, a felhasználásánál nyújtott segítségével.

Külön hálás köszönetet kell megfogalmazni Bartok Blanka tanárnőnek (BBTE, Földrajz Kar), aki első megkeresésre felvállalta azt a fáradságos munkát, hogy elvállalja a témavezetőséget és a munka lefolyását koordinálja, tanácsaival, nagyra becsült szaktudásával elősegíti azt. A mára már harmadik évre kinyúló kutatásokban való iránymutatásáért.

Ugyancsak megemlíteni szükséges a Green Energy Egyesület elnökét, Vajda Lajost aki, rendelkezésre állott és értékes tapasztalatait megosztotta a helyzetjelentés felkutatásában. Domokos Árpád alelnök és Barta Sándor mérnök nyitott segítőkészségéért tisztelet kinyilvánítást fogalmazok meg.

Értékes útbaigazításaiért Munkácsi Bélának, az ELTE TTK, Természet Földrajzi Tanszék Tanárának köszönet, aki az Ister-Granum Eurorégió energia potenciál becslése alatt alkalmazott módszereket rendelkezésre bocsájtotta eme kutatás elkészítése érdekében.

További köszönet a kolozsvári Cholnoky Jenő Földrajzi Társaságnak, hogy együttműködik a kutatásban, technikai felszerelést biztosít a meteorológiai paraméterek rögzítésében.

Utolsó sorban köszönet Sebestyén Barnabásnak, testvéremnek, aki közel egy éve vállalja a mindennapos felügyeletet és a műszerek energia ellátását, önkéntes munkája nélkülözhetetlen a sikeres munka elvégzéséhez.

9. Mellékletek

1. Melléklet: Interjú Vajda Lajossal, a Green Energy biomassza-klaszter egyesület elnökével

1. Mikor és honnan jött az ötlet a Green Energy Egyesület megalapítására?

Az Európai Unió direktíváinak megfelelően, ami kötelezi tagországai energia ellátásában a 20%-os megújuló energiarészesedést 2020-ig, indította el az egyesület megalapozását.

Az osztrák és a svéd példát megismerve már láttuk, hogy a hőenergiát és a villamos energiát is, bizonyos százalékban bioenergiából nyerik. A megyének felét erdők borítják, hatalmasak a felhagyott területek mennyisége. A 90-es években a felvásárolt szántókat arra gondolva, hogy pityókat fognak termelni a gazdák, mostanra felhagyták, s én nem látok az elkövetkező 10 évben sem változást ezen a területen. Ha ezeket a területeket képesek leszünk bevonni a termelésbe, akkor a vidéken energia ellátottság megoldódik, helyi munka lehetőség alakul ki, munkahelyek létesülnek miközben olcsóbb energiára teszünk szert!

Rendszert akarunk felállítani: a nyersanyag előállítása. De amíg nem lesz erre felvásárló addig nem lesz termelés sem, ezért ezzel párhuzamosan a fűtésrendszereket, a hő központokat és akár villamos energiatermelő berendezéseket is kell telepíteni a térségbe.

Így alakulna ki egy egészséges kör, ahol a felhasználás is megoldódna. Nehogy úgy járjunk, mint a pityóka előállításával: megtermelni megtermeltük, de az eladási piacot nem építettük ki.

2. Mekkora területre szól az Önök klaszterkiépítési erőfeszítéseik? Hasonló profilú tevékenység van-e a piacon, mekkora a konkurálók tábora?

Ebben a tekintetben, egész Romániában a kezdetek kezdetén vagyunk, bár érdeklődés van az ország minden részéről. Jelenleg a magyarországi értékesítési rendszert tanulmányozzuk. Az energia fűz ültetvényekbe, biomasszába fektetők, a géppark megvásárlását közös ügyként kezelje, ugyanígy a dugványok kitermelése vagy beszerzése is közös ügy legyen, és a közös kiállítás érdeke az is, hogy a felvásárlóval a felvásárlási árat tudja letárgyalni, s egységes árban tudja ezt tovább adni. mindezeket a klaszter fel kell vállalja. Úgy tanácsadástól, árak megállapítása stb.

3. Az energia fűz Ön szerint az egyik biomassza alapanyag, amit fel lehet használni. Mekkora anyagi befektetésre van szükség? Mennyi idő alatt térülhet meg a befektetés?

Az első telepítéskor van nagy anyagi forrásra szükség, ez az előkészületekkel, dugványozással együtt 1500-2000 euro/ha, majd évi 200-300 euro/hektárba kerül a további

gondozás és a betakarítás. De ennek az árát sok minden hordozza. A telepítés 25-30 évig hagyható a parcellán. A rendszerben az a jó, hogy mindez Kovászna megyébe történik: a termeléssel kezdődik. De Bartha Sándor mérnök úr egy újító. Az általa kifejlesztett teljes égésű kazánokban a pellet teljesen elég. Az újítása hasonló a német technológiákhoz. Itt helyben állít elő berendezéseket: irányított, automatizált égetésű technológia. Tehát termeléstől felhasználásig, itt Kovászna megyei fejlesztéssel megoldható a teljes körű rendszerkiépítés.

Erre a legjobb példa a gidófalvi magánvállalkozás, egy virágtermesztéssel foglalkozó üvegház.

Itt az üvegház fűtését biomassza tüzeléssel oldják meg, a teljes beruházás 1 millió euróba került, maga virág állomány értéke eléri a kétmilliárd lejt. A befektető vállalta a beruházást, és a kazán gyártó is vállalta az óriási felelőséget, mert a téli -25 fokos hidegben is állandó fűtést kell biztosítson a virágkertésznek.

A másik követendő példa, a sepsiszentgyörgyi közgazdálkodási cég, a Tega kft. A parkokba levágják az ágakat, a különböző szemetet most már nem elégetik, hanem a fent említett kazánokkal egy 700 m²-es alapterületű műhelyt és irodaházat fűtenek szinte mondhatni ingyen. A biomassza alapanyag akkora mennyiségben halmozta fel, hogy 2-3 évre előre már bebiztosítottak magukat, e felett jelenleg a cég a készített pelletet esetleges igénylőnek ingyen adja, csupán az elszállítást kell megoldani.

Itt akarom ismételni, akár százszor is, hogy rendszert kell kialakítani, az egyedi jó példákat a rendszerbe kell beilleszteni, Romániában népszerűsíteni.

4. Hogyan terjesztik a klasztert, hogyan folyik a népszerűsítés?

Elsősorban a klaszter kialakítása a cél. A tagok egymás közötti termék forgalmat kell kialakítani, különböző előadásokkal népszerűsíteni lehet. Az újítások érdekében szoros kapcsolat működik a brassói Transilvania Egyetemmel és a Bukaresti Egyetemmel, ez által országos biomassza klaszterre kell kiépüljön az egyesület. Nemzetközi kapcsolatot építünk, európai hálózatban gondolkozunk: svéd, osztrák, magyar hasonló érdekképviselletekkel vettük fel a kapcsolatot.

Azonkívül az országban egy erős lobbiszerű tevékenységet kell folytatni, ugyanis a törvények idáig állami támogatást nem nyújtottak a telepítés támogatására. Az egyesület nemrég (2011 első hónapjai) energetikai növény-ültetvények létesítését támogató törvénytervezetet is kidolgozott, amelyet a mezőgazdasági, az ipari és környezetvédelmi minisztériumhoz is benyújtott. A tervezetben egyebek mellett az energetikai ültetvények telepítési költségének hetvenszázalékos állami támogatását javasolják, ez ugyanis uniós

támogatást élvez. Az országos vidékfejlesztési terv 121-es fejezeténél (a gazdaságok korszerűsítése címén) viszont már pályázni lehet energiaültetvények létesítésére. Jelenleg is van egy támogatási rendszer, ami a közintézmények, ellátási egységek alternatív erőforrású fűtésrendszer kiépítésére 90%-os állami finanszírozást biztosít. Ezen kívül működik a Zöldház-program, ami szintén hasonló, viszont ez fizikai személyeknek szóló támogatások, az itt kapható maximális támogatási összeg egyénenként 6000 RON lehet.

Kovászna megyében is megjelentek a napkollektoros, geotermális energia kiaknázást szorgalmazó cégek, viszont igazán a megyében a biomasszának van nagy kapacitása.

5. Menyire érzi a befogadó hozzáállást az alternatív energiákhoz a megye lakói?

Idegenkednek elsősorban. A támogatásokban sokan nem hisznek. Az papírok összegyűjtése eléggé bonyolult. Különbség az, hogy Ausztriában a befektetők rendszerben gondolkoznak, hosszútávon, megszervezett piaci rendszereket hoznak létre. A beruházások mozaikszerűen jelentkeznek a hazai terepen, ezért nincs előre lépés, vagy csak lassan döcögve.

2. Melléklet: Barta Sándor mérnök, pellet égetésű kazánok kifejlesztője Kovászna megyében

Elmondása szerint a zöldház program nem teljesen jó megoldás. Az Energia Ügynökség nem hívta fel senkinek a figyelmét, hogy a beruházás szempontjából melyik térül meg a leghamarabb. A napkollektorok például 30-40%-os részt oldhat meg az éves energia szükségletből, viszont biomasszából akár 70 %-át is lehet fedezni a meleg víz és a fűtés éves igényét. Az itt fennmaradó 30%-ot kellett volna kollektorokkal kiteljesíteni, hogy a rendszer teljes hatékonysággal működjön. 100%-ban kell gondolkodni, a két rendszert csatlakoztatni kellett volna és együtt teljesítsék a teljes energia igényt. Sokan elégtelen információ miatt meghozzák a hibás döntését, sokszor nem is fogalmazzák meg előre, hogy mi a céljuk, mit akarnak elérni és beleszoknék a Zöldház-programba, utólag kiderül, hogy nem erre van szükségük.

Sok kistelepülésen a biomassza energiával a fűtést meglehet oldani, akár szigetszerű üzemmódban, vagy város negyedek ellátásában is.

Ilyen elven pályázati forrásokból építették meg a Bodzafordulói biomassza hő központot, amelynek kb 7,5 MW a teljesítménye. A helyi komplexum 1000 lakást lát el fűtéssel, és egy 80 hektáros ipari parkot. Az üzemnek a faforgácson, fűrészporon kívül is biomassza igénye van, évente szükséglete 120 000 tonna.

Barta szerint Kovászna megyében a legolcsóbb energiaforrás mindent egybe véve is a biomassa, mert például a földgáz m³-e 0,25 euro.

Az automatizált kalorifer állandó meleget tart takarékosan, a hagyományos csempekályhák hatékonysága hőtermelésben és leadásban csupán 30%-os, az intelligens rendszer elérheti akár a 90-95 %-ost is.

Az automatizált kazánok 90%-os hatékonysággal működnek. A technikai fejlesztést 5-6 éve indította.

3. Melléklet: Domokos Árpád, Green Energy Egyesület alelnöke, kézdiszentkereszti gazdálkodó, energia fűz telepítő.

1. Mikor indult a befektetése?

2009-ben telepítettem az első 4,5 hektáros nagyságú területen az energia fűzet.

2010-ben 18 hektárt ültettem be, és 2011. évben előkészítettem már újabb 15 ha szeretnék betelepíteni.

Domokos Árpád elmondása szerint a 20 ha alatti telepítés alatt a kézi ültetés kijövedelmezőbb. Így a randamentum, a megélhetési ráta 98%-os. Gépi ültetéskor a 70% alatt marad.

2. A megyében önnek van jelenleg a legnagyobb energia fűz telepítése. Miért vállalkozott erre?

Elsősorban a falu szántóterületei vizenyősek, ezért egy olyan kultúrát kerestem, ami kedveli a vizesebb talajt és amivel ugyancsak el lehet érni azt a termelést, amivel fenntarthatom a gazdaságot. A másik szempont az volt, hogy kerestem egy olyan kultúrát amit nem kell évente újra ültetni, mert ha kiszámítjuk hogy évente a földet elő kell készíteni például 10 év évenkénti előkészítése többbe kerül, mint hogy egyszer fektessen be tíz évben az ember. Tehát legyen évelő növény. Harmadik szempont a választáskor az volt, hogy mi az, ami a jövőben igényként megjelenik. Az energia, mint életünk mindennapos rugója biztos szükségletként fog megjelenni a piacon. És figyelembe vettem természetesen az EU-s direktívákat is, a 20%-os követelést 2020-ra. Az energia fűz egy olyan kultúra a gazdálkodóknak, amivel olyan területeket vonhatnak be a megművelésben. Ami idáig nem volt megművelhető, vagy éppen a parlagon maradt területeket újra bevonhatják.

A másik dolog, az hogy a kollektivizálás idején a '80-as években a vizesebb területeket alácsövezték, hogy a plusz talajvizet levezethessék. Ez a rendszer egy 25-30 éves garanciával rendelkezett. A mai napokra ezek a csövezetek összetörték, nem tudják elvezetni a vizet, így

a répa, a pityóka legtöbbször nem hozott termést. Ezeknek a területeknek az újbóli lekanalizálása mivel feldarabolódtak így magán befektetésekből lehetetlen megvalósítani. A földek elvizesedtek. Ezért alkalmazkodni kellett az új adottságokhoz.

3. Mekkora területen lehetne energia fűzet telepíteni Ön szerint a térségben?

Számításaink szerint Felső-Háromszéken minimális terület nagyság, ami erre a célra alkalmas lenne legalább 2000 ha. A megyében ez a Green Energy Egyesület szerint ez meghaladja a 12000 ha-t.

4. Miért jó az, ha országos biomassza klasztert építenek ki?

Az erőteljes érdekképviselőhöz elengedhetetlen, kapcsolatot vettünk fel.

Kapcsolatot létesítettek Brassó, Bukarest és Kolozsvári érdeklődőkkel.

Törvénytervezetet nyújtunk be a támogatási rendszer kialakításáért. Mert egyedüli ország Románia, ahol az energiafűz telepítést államilag nem támogatják.

A romániai Mezőgazdasági Minisztérium nomenklatúrájában az energia fűz (salix), mint „altă culturi permanentă” megnevezés alatt van feltüntetve, ezt szeretnénk még, hogy termesztett növényként ismerjék el, s ennek megfelelő pontrendszer szerint támogassák a termesztését.

5. Hogyan adja Ön tovább a jártasságát, tapasztalatait a gazda társainak?

Minden évben szoktunk Zöld Napot tartani, ez egy nyílt nap ahová meghívjuk a termelésben érdeklődőket az országból. Akkor kimegyünk terepre s a termést megtekintjük.

Amire büszke vagyok az, hogy a Brüsszelben tartott Föld Napon kiadásban megjelent az én telepített energiafűzem is, mint az ország egyik első telepítése.

6. Hogyan fejlődik itt a telepített növény?

Amit 2009 tavaszán telepítettünk az 2010 őszére már 5-6 méter magasra nőtt.

Ami érdekes részvétel, hogy a magyarországi átlagnövekedési ütemnél gyorsabban fejlődik a növény, ugyanis az itteni klímahatások is sokkal hűvösebbek, mint a magyar alföldeken s az eredetileg Svédországban és az ausztriai hegyes vidéken elterjedő kultúra otthonosabban érzi a Kárpátok belső medencéiben magát.

Ahogy szaporítsuk, közben úgy építsük ki a piacot is.

7. Fog-e terjeszkedni tovább a betelepített területek tekintetében?

Jelenleg a Renel brassói telepe tervez egy nagyobb biomassza üzem létrehozni, s ebből majd villamos energiát előállítani. Az ElektriKA felvásárlási lehetőséget kínált a háromszéki energiafűzre, de ezeket a felvásárlásokat a majdani begyűjtéskor, 1-2 éven belül lehet konkretizálni.

A telepítéssel kapcsolatban- Domokos Árpád elmondása szerint felkérték őt, mint tapasztalt szakembert, hogy a telepítést lekoordinálja. Ez a telepítés nagyobb volumenű. Az energia fűzzel való telepítés mérete 300 ha körül várható. Ezek a tárgyalások folyamatban vannak. A biomassza klaszter kialakítása hivatalosan 2011. februárjában indult el, a partnerségi alapító okiratra 34 aláírás került.

4. Melléklet: Municipal waste, 2009

	Municipal waste generated, kg per person	Total municipal waste treated, kg per person	Municipal waste treated, %			
			Landfilled	Incinerated	Recycled	Composted
EU27	513	504	38	20	24	18
Belgium	491	486	5	35	36	24
Bulgaria	468	450	100	-	-	-
Czech Republic	316	274	83	12	2	2
Denmark	833	833	4	48	34	14
Germany	587	564	0	34	48	18
Estonia	346	285	75	0	14	11
Ireland	742	730	62	3	32	4
Greece	478	474	82	-	17	2
Spain	547	547	52	9	15	24
France	536	536	32	34	18	16
Italy	541	594	45	12	11	32
Cyprus	778	778	86	-	14	-
Latvia	333	333	92	0	7	0
Lithuania	360	342	95	-	3	1
Luxembourg	707	707	17	36	27	20
Hungary	430	427	75	10	13	2
Malta	647	643	96	-	4	-
Netherlands	616	520	1	39	32	28
Austria	591	591	1	29	30	40
Poland	316	264	78	1	14	7
Portugal	488	488	62	19	8	12
Romania	396	308	99	-	1	0
Slovenia	449	495	62	1	34	2
Slovakia	339	311	82	10	2	6
Finland	481	481	46	18	24	12
Sweden	485	480	1	49	36	14
United Kingdom	529	538	48	11	26	14
Iceland	554	520	73	11	14	2
Norway	473	467	14	42	28	16
Switzerland	706	706	-	49	34	17

Forrás: Eurostat

5. Melléklet: Mezőgazdasági területek hasznosítás alapján Kovászna megyében

Mezőgazdasági területek használata Kovászna megyében											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár	Hektár
A megye területe összesen	370980	370980	370980	370980	370980	370980	370980	370980	370980	370980	370980
Mezőgazdasági terület	186416	186416	186416	186416	186289	186289	186289	186269	186289	186172	186139
Szántó	86331	86331	86331	86331	83785	83787	83428	86308	83428	83327	83305
Legelő	65009	65009	65009	65009	60862	60727	60941	58863	60941	60932	60931
Kaszáló	33814	33814	33814	33814	40617	40731	40906	40092	40906	40899	41311
Gyümölcsösök	1262	1262	1262	1262	1025	1044	1014	1006	1014	1014	592
Nem megművelt területek	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	184841
Erdők és más területek	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	165161
Víz és árterek	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	2971
Beépített terület	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	10995
Út és vasúthálózat	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	4795
Terméketlen és leromlott területek	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	919
© 1998 - 2007 INSTITUTUL NATIONAL DE STATISTICA											

Forrás: www.insse.ro

6. Melléklet: Számos állat kiszámítása

Állatfaj megnevezése	Állatfajhoz tartozó 1 db egyed tapasztalati átszámítási kulcsszáma számosállat egységre átlagos összetételű állomány esetén
Szarvasmarha	0,8
Sertés	0,114
Juh, kecske	0,0714
Ló	0,8
Tyúkféle	0,004
Kacsa	0,004
Liba	0,007
Pulyka	0,013

*Egy számosállat 500 kg élő tömegű állat, illetve állatcsoport. A különböző fajok esetében, a fenti beszorzást alkalmazzuk

7. Melléklet: Cukorrépa termelése Kovászna megyében

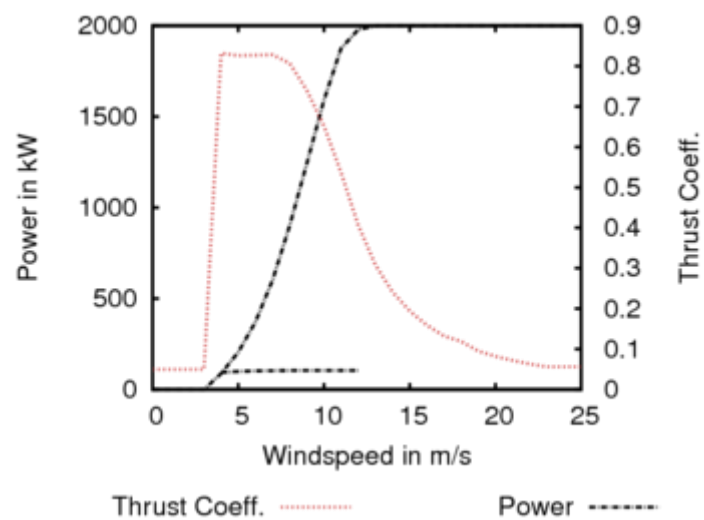
Termesztett kultúra	Megye	Évek			
		2000	2001	2002	2003
		Tonna	Tonna	Tonna	Tonna
Cukorrépa	Kovászna	30266	41738	58510	54703
© 1998 - 2007 INSTITUTUL NATIONAL DE STATISTICA					

8. Melléklet: Lemhényi meteorológiai állomás nyáron illetve télen



Forrás: Saját készítés

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



10. Irodalom jegyzék

1. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Proceedings of the Conference held in Sevilla, Spain 5-9 June 2000.
http://www.ramiran.net/ramiran2010/docs/Ramiran2010_0151_final.pdf
Letöltve: 2012. március 21.
2. Antal Z.-Wiegand Gy. (1982): Általános gazdaságföldrajz. (Atomenergetika.) Tankönyvkiadó, Budapest,
3. Baranyi Béla(szerk.)(2010): Bioenergetika – társadalom –harmonikus vidékfejlődés, Kiadja az MTA Regionális Kutatások Központja –Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen
http://www.rkk.hu/rkk/publishing/onallo/bioenergetika_tartalom.pdf Letöltve: 2012. május 14.
4. Barótfi István (szerkesztő), 1999, A biomassa energetikai hasznosítása. Energiagazdálkodási Kézikönyv, Budapest
5. Bálint Szidónia et al. (2010): Modellezett szélmezők elemzése Románia északnyugati régiójában, Elhangzott a XIII. Erdélyi Tudományos Diákköri Konferencián. Kolozsvár, 2010. május 14.-16. Kolozsvári Magyar Diák Szövetség
6. Büki Gergely (1997): Energetika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 368 p.
7. Eco-Cortex Tanácsadó Iroda (2010): Megújuló energiára alapozott komplex kistérségi energetikai modell, Tanulmány, A Homokhátság Fejlődéséért Nonprofit Kft. megbízásából, Pécs.
8. Environmental Audit Comitee (2007): Are biofuel sustainable? , House of Commons, First Report of Session 2007–08 ,Volume II. Published on 21 January 2008, London
<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200708/cmselect/cmenvaud/76/76ii.pdf>,
Letöltve : 2012. május 14.
9. Fazekas András István: Villamosenergia-rendszerek rendszerszintű tervezése I., Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006 543. oldal
10. Fogarassy Csaba (2001): Energianövények a szántóföldön, Szent István Egyetem, Kiadja a SZIE GTK Európai Tanulmányok Központja, Gödöllő

11. Dr. Forgács Emese (2010): Német és dán megújuló energia, Nemzetgazdasági Minisztérium, Budapest
http://www.kormany.hu/download/3/15/10000/nemet_dan_megujuloenergia.pdf.
 Letöltve 2012. március 20
12. Fehér Könyv (2009/28): Megújuló energia irányelv, Európai Közösségek Bizottsága, Brüsszel
13. Garai György (2008): A szennyvíztisztításban rejlő energiatermelési lehetőségek, Magyar Vízközmű Szövetség, Szennyvíz szakmai testület, Budapest
http://www.maviz.org/system/files/filemanager/private/active/5/A_szennyviztisztitasban_rejlo_energiatermelési_lehetosegek.pdf. Letöltve 2012 március 16-án
14. Gyulai Iván (2009): A biomassza dilemma, III. bővített kiadás, Micropress, Miskolc
15. Hunyár Mátyás (2004): A szélenergia potenciál hasznosítását korlátozó tényezők Magyarországon, Magyar Energetika 2004/4, Budapest
http://www.omikk.bme.hu:8080/cikkadat/bitstream/123456789/1227/1/2004_4bol2.pdf-2012.) Letöltés: 2012. április 25
16. Jan Van De Putte, Rebecca Short (2011): Battle of Grids - Report 2011, Greenpeace International, Amsterdam
17. Kazai et al.(2008): Megújuló energiaforrásokban Rejlő potenciális lehetőségek az Ister-Granum Eurorégió magyarországi területén, és Komárom-Esztergom megye teljes területén, Zöld kör - föld barátai Magyarország tagja, Projektgazda: Esztergomi környezetkultúra egyesület, Budapest
18. Kárpáti Árpád (2002): Lakossági szennyvizek aerob tisztítása eleveniszapos és más módszerekkel , Veszprémi Egyetem Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, Ismeretgyűjtemény, Veszprém
<http://www.epito.bme.hu/vcst/oktatas/feltoltesek/BMEEOVKMHT1/03.pdf>, Letöltve 2012.március 20-án
19. Kohlheb Norbert et al.(2010): Környezetbarát mezőgazdaság, Lélegzet Alapítvány, Budapest
20. Kutasi József (2007): Fermentációs biotechnológia, Glia Számítástechnika és Tanácsadó Kft., Digitális Könyvtár
<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/fermentacios/adatok.html> , Letöltve 2012 február 28.

21. Lukács Gergely S. (2010a): Megújuló energia- kitörési lehetőség a szegénységből, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
22. Lukács Gergely S. (2010b): Megújuló energiák könyve, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
23. Mézes Lili (2011): Mezőgazdasági és élelmiszeripari biogáz-termelés optimalizálása, Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében, Mezőgazdasági-, Élelmiszeripari és Környezetgazdálkodási Kar Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet, Debrecen
24. M. Kurihara, T. Magner, R. A. Hunter and G. J. McCrabb† (1999): Methane production and energy partition of cattle in the tropics, British Journal of Nutrition, 81, 227–234 p.
25. Mioduszevska N. et al. (2010): Sugar beet production as a substrate for biogas plants in aspect of polish sugar industry revitalization, Poznan University of Life Sciences, Institute of Agricultural Engineering, Poznan
26. J.D. Murphy N. Powerc (2009): Applied Energy, Technical and economic analysis of biogas production in Ireland utilising three different crop rotations, Volume 86, Issue 1, January 2009, Pages 25–36
27. Németh Ákos (2004): A globál sugárzás modellezése digitális domborzat modell alkalmazásával,
28. Péter Pál (2010) - A hagyományos fűtésrendszer cseréje/kiegészítése megújuló energiaforrásokat használó rendszerekkel (Környezetvédelmi Ügynökség)
29. Planul National de actiune in domeniul energiei din surse regenerabile, Bucuresti, 2010
30. Sáringer-Kenyeres Tamás: Növénytermesztési technológiák: Búza, Rozs, Árpa, Zab, Triticale,
http://www.pkkft.hu/agrarium/eloadas/001_1_1_buza_arpa_rozs_zab_triticales_term.pdf,
Letöltés ideje: 2012. ápr. 27
31. Szendrei János (2005): A biomassza energetikai hasznosítása, Agrártudományi Közlemények 2005/16. Különszám, Debreceni Egyetemi Agrártudományi Centrum, Debrecen
32. Somosné Nagy Adrien. (2010): A biogáz szerepe a vidékgazdaságban, Kiadó n.a., Budapest,

33. Szunyog István (2008): Elmeleti Biogáz potenciál, Energiagazdálkodás, Az energiagazdálkodás tudományos egyesület szakfolyóirata, 49. Évfolyam, 2008. 2. szám, Budapest
34. Tájékoztató az alternatív, megújuló energiák helyi hasznosítási lehetőségeik, Városfejlesztési és Üzemeltetési iroda, Hódmezővásárhely, 2009
35. Tóth Imre (2010): Gondolatok a szélenergia otthoni hasznosításáról, Budakalász
36. Tóth László et al (2009): A szél energetikai célú jellemzése, a várható energiatermelés, Szent István Egyetem, Gödöllő,
http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Projcet_Documents/RES_in_EU_and_CC/HUwind.pdf, Letöltés ideje: 2012. május 12.
37. Tóth Péter (2000): Megújuló energiaforrásokon alapuló komplex energiaellátó rendszerek alkalmazási lehetősége mezőgazdasági üzemekben, Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
38. Tristan Wallbank (2008): Windsim validation Study, CFD validation in Complex terrain
39. Vajda Gy. (2004) : Energiaellátás ma és holnap, MTA Társadalomkutató Központ, Budapest
40. Varga Bálint, Németh Péter, Dobi Ildikó (2006): Szélprofil vizsgálatok eredményeinek összefoglalása, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest,
41. Varga Teréza, Dr. Borkány Ljudmilla (2010): Települési szennyvíziszap energetikai kezelése és az alkalmazható előkezelések a biogáz hozam fokozása érdekében, E-folyóirat:TÁMOP.
http://epa.oszk.hu/02000/02099/00001/pdf/EPA02099_2010_1_telepulesi.pdf), Letöltve 2012. április 25.-én
42. Y. Q. Tian et al. (2001): Agricultural and Forest Meteorology, Volume 109, Issue 1, 2001. aug. 1., 67-74 p.
43. Zoltán Antal, Gyoző Wiegand (1982): Atomenergetika ma és holnap , Kossuth Könyvkiadó, 1982, Budapest

Internetes források

- Bóda János: Iszaprothasztás gázmotoros biogázhasznosítással, Mélyépterv Komplex Mérnöki Rt.
<http://www.aquadocinter.hu/themes/vandorgyules/pages/5szekcio/boda.htm> - 23.3.2012
- http://jagaber.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=8#top –
Letöltve: 2012.március.23
- Molnár Dávid: A villamos energia előállításának módjai, Hulladék- és szemétegető erőművek
<http://molnardavid.uw.hu/hulladek.html> - Letöltve: 2012.március.23
- Molnár Dávid: A villamos energia előállításának módjai, Gőz munkaközegű hőerőművek
<http://molnardavid.uw.hu/gozturb.html> Letöltve: 2012.március.23
- http://www.zoldkoznapok.hu/nulla_hulladek.php - Letöltve: 2012.március.23
- http://agrarszektor.hu/hir/938/kik_termelik_az_eu-ban_a_legtobb_szemetet.html Letöltve:
2012.március.23
- Eurostat: 8 March 2011, Environment in the EU27, Recycling accounted for a quarter of total municipal waste treated in 2009 http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/8-08032011-AP-EN_0.pdf - Letöltve: 2012.március.24
- http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN81_03%2FS0007114599000422a.pdf&code=c856f9cbba706d7b91f4e05f6aebbcf Letöltve: 2012.április.23
- <http://teeic.anl.gov/er/biomass/restech/uses/howmuch/index.cfm> -Letöltve: 2012.április 24.

11. Jogszabályok, törvénykezés

- 2001/77/EK, AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE
A belső villamosenergia-piacon a megújuló energiaforrásokból előállított villamos energia támogatásáról (2001. szeptember 27.)
- 2003/30/EK AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE
A közlekedési ágazatban a bio-üzemanyagok, illetve más megújuló üzemanyagok használatának előmozdításáról (2003. május 8.)
- 2009/28/EK, AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE, A
megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról (2009. április 23.), ezzel
egy időben a 2001/77/EK és a 2003/30/EK módosítása, majd hatályon kívülre
helyezésére került sor
- Románia Nemzeti Cselekvési Terve a Megújuló Energiákra - Planul Național de
Acțiune în Domeniul Energiei din Surse Regenerabile (PNAER)
- 2003/1.535-as Kormány Határozat, a megújuló energiaforrások értékesítési
stratégiájának elfogadásáról szólóan. Megjelent 8-as számú Román Hivatalos
Közlöny 2004. január 7.-ei kiadásában.
- 2007. szeptember 5-ei 1069 Kormányhatározat, ami elfogadta Románia 2007-2020-ra
szóló energia stratégiáját. Megjelent a Román Hivatalos Közlöny, 781-es számában
2007. november 19-én.
- 2008/22-as Kormányhatározat, ami a hatékonyabb energiafogyasztást és támogatást ír
elő a megújuló energiaforrások használatában a végső fogyasztók számára.
Életbelépésének dátuma 2008. szeptember elseje volt, miután a Román Hivatalos
Közlöny 628/2008.08.29.-ei kiadásában megjelent.
- 2008/220-as számú törvény, a megújuló energiaforrások terjesztését, megújuló
erőforrásból termelt energia elősegítését és támogatási rendszerének megállapítását
fejti ki.
- 2008/220 Sürgősségi Rendelettel, a törvény módosítására és kiegészítésére kerül sor, a
megújuló energiából termelt energia támogatási rendszerét illetően, utólagos
kiegészítésekkel.
- 2009/565-es Környezetvédelmi Minisztérium rendelete, amely elfogadja azt az
 költségvetési útmutatót, ami támogatja a fűtés rendszerek cseréjére vagy kiegészítésére
benyújtott kérelmeket. A rendelet a napenergia, a geotermális, szélenergia vagy más

olyan rendszerre vonatkozik, aminek használata a levegő és talaj minőség javításához vezet.

- 2009/409-es Kormányhatározat, ami 2009.április 22-én életbe lépett, elfogadta azt a módszertant, amivel a 22/2008-as Kormányhatározatban szereplő energia hatékonyságot és a fogyasztók általi megújuló energiák hasznosítását támogatja, Ezeknek a támogatásoknak a módszertana tartalmazza a szabályokat is. Közzétéve 2009. április 22.-én volt a H. K.-ben volt.
- A 2010/42-es Rendelettel az ANRE (*Országos Energetikai Szabályozó Hatóság*) útmutatót adott ki, az energetikai szereplők és az energetikai ellenőrök működésére, az energia mérleg számítására úgyszintén. Ezenkívül, előkészítő útmutatót dolgozott ki az energia mérlegben szereplők vizsgáztatására, és a működés-monitorring folyamatára az energia megőrzése érdekében.
- 2010/139 Törvény, amely módosítja és kiegészíti a 220/2008-as számú törvényt, a megújuló energiákból nyert energia támogatási rendszerének megállapítására, amely megjelent a Hivatalos Közlönyben, Első rész, 474-es számában, 2010. július 9.-én
- 2010/950-es számú rendelet, amelyet a Környezetvédelmi és Erdőgazdálkodási Minisztérium adott ki, kibocsájtja a támogatási rendszerre vonatkozó útmutatót, ami megújuló energiát hasznosító fűtési rendszerek finanszírozását biztosítja vissza nem térítendő támogatásként. Megjelent a Román Hivatalos Közlöny első részében, a 409-es számmal és ezzel hatályba is lépett 2010. június 18-án. Viszont az 1223-as Rendelet, ami ebben az évben, 2010. augusztus 11-én megjelent a Hivatalos Közlöny 603-dik számában, augusztus 26-án ezt módosította. Többek között abban az értelemben is, hogy a 20.dik cikkely 3. és 4. bekezdése megfogalmazza azt, hogy az államilag támogatott beruházás kivitelezési szerződése életbe lép a megkötése pillanatában - amit a minisztérium és a támogatást igénylő köt – és érvényben lesz, amíg a projekt be nem fejeződik, de nem több mint 12 hónap áll ennek rendelkezésére. Vagyis lényegében a kifizetések gyorsítását vonta maga után, az elhúzódo támogatásoktól félőket megnyugtatta, a Zöld Ház program dinamikusan támogatta a résztvevőit.
- 2012/46-os, március 5.-ei, Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Minisztérium által kiadott rendelet, megjelent a H.K. 2012/162-es számában, 2012. március 12.-én, ami jóváhagyja a származási bizonyítványok kiadását, a mezőgazdaságból és a hozzá kapcsolódó iparágakból származó biomasszára vonatkozóan, a tüzelőanyagként vagy villamosenergia-előállítás nyersanyagaként való használatra.