



**Magyarország-Horvátország**  
Határon Átnyúló Együttműködési Program



**RuRES**

Renewable energy sources and  
energy efficiency in the function of rural development

# MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREKBEN

*HUHR/1601/3.1.1/0033*

*Interreg V-A Magyarország-Horvátország Együttműködési Program*

*2014-2020*

## **Szerkesztők:**

Topić, Danijel; Varjú Viktor; Horváthné Kovács Bernadett

## **Lektorok:**

Németh Kornél (PhD) – energetikus, környezetvédelmi szakértő

Marinko Stojkov (PhD) – villamosmérnök egyetemi tanár

Elmer György (PhD) – okleveles villamosmérnök

***Egy határon átnyúló régió, ahol a folyók  
összekötnek, nem elválasztanak***

## **SZERZŐK**

BÁLINT Dóra – tudományos segédmunkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
BODOR Ákos – tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
DOŠEN, Dario – szenior labortechnikus, FERIT, Osijek  
FEKETE, Krešimir – egyetemi adjunktus, FERIT, Osijek  
HAJDÚ Zoltán – tudományos tanácsadó, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
HORECZKI Réka – tudományos segédmunkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
HORVÁTHNÉ KOVÁCS Bernadett – egyetemi docens, Kaposvári Egyetem  
KLAJĆ, Zvonimir – egyetemi docens, FERIT, Osijek  
KNEŽEVIĆ, Goran – egyetemi adjunktus, FERIT, Osijek  
KOVÁCS Sándor Zsolt – tudományos segédmunkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
MEZEI Cecília – tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
PELIN, Denis – egyetemi tanár, FERIT, Osijek  
PRIMORAC, Mario – szakértő, FERIT, Osijek  
ŠLJIVAC, Damir – egyetemi tanár, FERIT, Osijek  
PÓLA Péter – tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
TITOV, Alexander – doktorandusz, Kaposvári Egyetem  
TOPIC, Danijel – egyetemi adjunktus, FERIT, Osijek  
VARJÚ Viktor – tudományos főmunkatárs, MTA KRTK RKI DTO, Pécs  
ŽNIDAREC Matej – asszisztens, FERIT, Osijek

Ábrszerkesztők: FONYÓDI Valéria, SZABÓ Tamás

Technikai szerkesztő: GLIED Viktor

Kiadja: MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete

Nyomda: Kontraszt Plusz Kft. 7623 Pécs, Petőfi u. 48.

ISBN 978-615-5949-01-2 (nyomtatott verzió)

ISBN 978-615-5949-02-9 (pdf)

Pécs, 2018

A jelen dokumentum az Európai Unió társfinanszírozásával valósult meg. A tartalma kizárólag MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete, Josip Juraj Strossmayer Egyetem, Eszék, FERIT és a Kaposvári Egyetem felelősségi körébe tartozik. Az itt megtalálható anyagok nem tekinthetők olyanoknak, mint amelyek az Európai Unió és / vagy a HU-HR Interreg V-A CBC Program Irányító Hatóságának hivatalos állásfoglalását tükrözik.

## TARTALOM

<b>1 Bevezető</b>	7
<b>2 Sérülékeny földrajzi terек a változó világban – A kutatási terület komplex földrajzi elemzése</b>	10
2.1 Bevezetés: a vidék fogalma	10
2.2 A határmenti kutatási terület adminisztratív, történeti és természeti háttérének áttekintése	12
<b>2.3 Sérülékeny térségek a változó világban – a terület társadalmi és gazdasági mutatóinak elemzése</b>	16
2.3.1. A népességfogyás lehetséges hosszútávú hatásai a megújuló energiaforrások használatában	18
2.3.2. Területi mintázatok, településhálózat	19
<b>3. Környezeti attitűd a baranyai határtérség rurális területein</b>	22
3.1 A környezeti attitűd és magatartás mérése	22
3.2 Környezeti attitűd és magatartás – a lekérdezés főbb eredményei	24
3.3 A helyi lakossági felmérés eredményei a Koppány-völgyben	27
3.3.1 A minta jellemzői (háttér információ)	27
3.3.2 A megújuló energiaforrásokról szerzett ismeretek	29
3.3.3 Biomassza alapú energiaforrások ismerete és elfogadása	32
<b>4 Társadalmi-gazdasági háttérfeltételek – a megújulóenergia-hasznosítás és a vidékfejlesztés közötti szinergiák erősítése</b>	35
4.1 Megújuló energiaforrások a multifunkciós vidékgazdaságban	36
4.2 A megújuló energiaforrásokat hasznosító rendszerek fejlesztésének feltételei, alkalmazásuk korlátai	37
4.3 A vidék számára legfontosabb megújuló energia, a biomassza sikeres hasznosításának feltételei	38
4.4 Megújuló energiaforrások vidékfejlesztési stratégiákban	39
<b>5 Megújuló energiaforrás-potenciál és döntéstámogatás Horvátország és Magyarország határon átnyúló régiójában – egy modell-alkalmazás lehetőségei</b>	41
5.1 Döntéstámogatás iránti önkormányzati igény a vidéki térségekben	41

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

5.2 A megújuló energetikára fókuszáló döntéstámogató alkalmazás	44
5.3 Az önkormányzati döntéstámogató alkalmazás, modell egy lehetséges módozata	46
5.4 Napenergia	47
5.5 Biomassza	50
5.5.1 Mezőgazdasági eredetű biomassza	50
5.5.2 Biogáz	51
5.5.3 Folyékony bioüzemanyagok	53
5.5.4 Erdészeti biomassza	54
5.5.5 Szilárd hulladék biomassza	56
5.6 Hulladék	57
5.7 Geotermikus energia	58
5.8 A modell korlátai, fejlesztési lehetőségei	63
<b>6 A megújuló energiaforrások hasznosításának technológiai</b>	<b>64</b>
6.1 Biomassza erőművek	64
6.1.1 A biomasszából energiát kinyerő folyamatok	65
6.1.2 Költségek	68
6.2 Fotovillamos erőművek	71
6.2.1 Fotovillamos erőművek technológiája	72
6.2.2 Fotovillamos erőmű költségei	74
6.3 Napkollektorok	79
6.3.1 Napkollektor technológia	79
6.3.2 A napkollektor beruházási költségei	81
6.4 Hőszivattyú	82
6.4.1 A hőszivattyúk felosztása	83
6.4.2 Beruházási költségek	84
<b>7 Energiahatékonysági ajánlások a határon átnyúló vidéki területekre vonatkozóan</b>	<b>86</b>
7.1 Mi az energiahatékonyság?	86
7.2 Hő	87
7.3 Villamos energia	92

<b>8 A megújuló energiaforrások alkalmazása a vidéki területeken</b>	95
8.1 Energiakoncepciók Horvátország és Magyarország határon átnyúló régiójában a megújuló energiaforrások alapján	95
8.1.1 Jó gyakorlati példa Horvátországban	100
8.2 Az elosztott termelés hatása	
8.2.1 A megújuló energetikán alapuló erőművek hatása a villamosenergia-minőségre a vidéki területeken	106
8.2.1 A megújuló energetikán alapuló erőművek hatása az elosztóhálózat teljesítményminőségére	107
8.2.2 Áramminőség mérés	108
<b>9 Jó gyakorlatok</b>	113
9.1 Megújuló energetikai laboratórium	113
9.1.1 Öt különböző technológiából álló fotovoltaikus modul adatgyűjtő rendszere	114
9.1.2 Egyéb oktatási eszközök	118
9.2 Didaktikai berendezések a megújuló energiaforrásokból származó villamosenergia-termelés megismeréséhez	119
9.2.1 Kis méretezhető didaktikus fotovoltaikus rendszerek	119
9.2.2 Didaktikus skálázható rendszer üzemanyagcellákkal	122
9.2.3 Áramforrás-átalakítók FV-rendszerek és üzemanyagcellás rendszerek összekapcsolása AC-terheléssel	124
<b>10 A megújuló energiaforrásokba és energiahatékonyságba történő beruházások hatásainak értékelése</b>	128
10.1 A fenntarthatóság értékelésének elméleti kerete	128
10.2 Társadalmi hatások	130
10.3 Környezeti hatások	134
10.4 Gazdasági hatás	135
<b>11 Konklúzió</b>	137
<b>12 Felhasznált irodalom</b>	140
Egyéb felhasznált internetes forrás	152
<b>13 Közreműködők</b>	153

## 1 BEVEZETŐ

**DANIJEL TOPIĆ, HORVÁTHNÉ KOVÁCS BERNADETT, VARJÚ VIKTOR**

Az Európai Unió felismerte az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrásokban rejlő fejlesztési lehetőségeket. Az EU 2020, az EU 2030 célkitűzések (a megújuló energia arányának növelése az EU energiafogyasztásának legalább 27%-ára) és a 2050-es Ütemterv meghatározta az EU ambiciózus céljait a megújuló energiaforrások felhasználásának növelésére vonatkozóan, azonban nem határoztak meg közös irányelveket a tagállamok számára. Így az EU27/28 tagországai maguk határozták meg saját hozzájárulásuk mértékét és eszközeit a megújuló energiaforrások fejlesztése támogatásának vonatkozásában.

Az EU energiaszatisztikái szerint (Európai Bizottság 2017), a megújuló energiaforrások részaránya 2015 végén 29% volt Horvátországban és 14.5% Magyarországon. A megújuló energiaforrások a 2020-ra vonatkozó célkitűzés alapján 20% Horvátország esetében, és 13.0% Magyarország vonatkozásában (melyet a cselekvési tervében Magyarország 14,65%-ra növelt). Bár Horvátország és Magyarország a megújuló erőforrások tekintetében túlteljesítő ország, hangsúlyozni kell, hogy a horvátországi megújuló energiaforrások többsége hagyományos vízi erőművekből és szélerőművekből származik, amelyek a határrégiókn kívül helyezkednek el, miközben a biomasszát hagyományos fűtésre használják, és Magyarországon az erőforrások elsősorban a hagyományos biomasszából származnak. Másfelől, a Horvátország és Magyarország határtérsége nagymérvű potenciállal rendelkezik a megújuló energiaforrások terén, különösen a nap-, és a biomassza tekintetében, amelyeket villamos áram és hő termelésére lehet felhasználni.

A megújuló energiaforrásokra és az energiahatékonyságra vonatkozó intézkedések nagyon fontosak a fenti célok elérése érdekében. A megújuló energiaforrások a fosszilis üzemanyagok helyett az energiahálózathoz nem kapcsolódó fogyasztók hő- és villamos energia ellátására is használhatók. A megújuló energiaforrások felhasználhatók a mezőgazdasági, gazdasági vállalkozások és a vidéki térség egyéb objektumainak villamos energiával és hővel történő ellátására, melyek gyakran nem kapcsolódnak a villamoshálózathoz, vagy gazdaságilag nem fenntarthatók az energiaárak növekedésének következtében. A megújuló energiaforrások felhasználása és az energiahatékonyságra vonatkozó intézkedések végrehajtása a fosszilis üzemanyagok helyettesítésével és az energiafogyasztás csökkentésével közvetlen módon hozzájárulhat a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentéséhez.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

Az Eszéki Egyetem Elektrotechnikai Kara (FERIT) és az MTA KRTK RKI már sikeresen megvalósította a REGPHOSYS projektet, amelynek célja a Horvátország és Magyarország határ régiójában a fotovillamos rendszerek optimális kialakítása volt a regionális technikai, gazdasági és meteorológiai feltételeknek megfelelően. A projekt keretében jelentős kutatásra került sor, és az eredmények egy külön kötetben jelentek meg. Az együttműködés a RuRES projekt keretében folytatódott, ahol bevonásra került a Kaposvári Egyetem is, s a projekt külön figyelmet fordított a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság vidékfejlesztésben betöltött szerepére. A Kaposvári Egyetemnek a projektbe történő bevonásával további ismeretek és tapasztalatok álltak rendelkezésre és bővült a szakértői csoport. A Kaposvári Egyetem projektcsapata a biomassza és a hulladékgazdálkodás terén végzett kutatásokat.

*A projekt célja, hogy tudományos kutatást végezzünk a megújuló energia és energiahatékonyság területén, azok vidékfejlesztésre vonatkozó feltételei és hatásait illetően.*

A projektnek három átfogó célkitűzése van:

1. Tipikus megújuló energiaforrás fejlesztése a vidéki területek energiaellátására.
2. Ajánlások készítése az energiahatékonyság fejlesztésére és a hulladékgazdálkodásra vonatkozóan a vidéki térségben és
3. A megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság gazdasági, társadalmi és környezeti hatásainak vizsgálata a határ régió rurális területein.

A rövidtávú cél a megújuló energiaforrások, az energiahatékonyság és a hulladékgazdálkodásra vonatkozó információk terjesztése a programterület vidéki részein. A hosszú távú cél a megújuló energiafelhasználás mértékének és az energiahatékonyság növelése, a fenntartható hulladékgazdálkodás javítása, és a fosszilis tüzelőanyagok használatának, a CO<sub>2</sub> kibocsátásnak és az energiaköltségeknek a csökkentése. A konkrét cél a határokon átnyúló innováció kiterjesztése és a kutatási hálózat bővítése, a vidéki területeken az energiaellátás jellegzetes megújulóenergia-rendszereinek.

A projekt várható eredményei a következők:

- Az érintettek/önkormányzatok számára kifejlesztett modell, amely megmutatja nekik a megújuló energiaforrások-, az energiahatékonyságban rejlő potenciáljukat és javaslatokat tesz arra vonatkozóan, hogy mit kell fejleszteni.
- Az újonnan beszerzett berendezések telepítése és egy szimulátor, amely segít bemutatni, hogyan építsenek kisméretű megújuló energetikai rendszert a vidéki térségben.



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

- Egy weboldal, amelyen az érdekeltek tájékozódhatnak méréseink és kutatásaink legfrissebb eredményeiről, amelyek az ő céljaikra hasznosíthatóak.
- Három nyelven készült könyv, amely összefoglalja a projekt legfontosabb eredményeit a tudományos közönség és az érdekeltek számára.
- A záró konferencia, amelyen az eredmények megvitatásra kerülnek mind a tudományos közönséggel, mind pedig az érdekeltekkel.
- Képzések a helyi érdekeltek számára a vidéki területeken, egy Eszék-Baranya megyében, egy Baranya megyében és egy Somogy megyében.

Ennek a könyvnek a célja a RuRES projekt legfontosabb eredményeinek az összefoglalása multidiszciplináris megközelítéssel. A vidéki területeken végzett mérnöki méréseken kívül a fejezetek áttekintést nyújtanak a vizsgált területről, figyelembe véve a földrajzi, társadalmi és gazdasági körülményeket, a hétköznapi emberek magatartását és lehetséges viselkedését. A könyv szintén áttekintést nyújt a megújuló- és energiahatékonysági beruházások lehetséges hatásait illetően a programterület vidéki térségeiben.

## 2 SÉRÜLÉKENY FÖLDRAJZI TEREK A VÁLTOZÓ VILÁGBAN – A KUTATÁSI TERÜLET KOMPLEX FÖLDRAJZI ELEMZÉSE

BÁLINT DÓRA, HORECZKI RÉKA, HAJDÚ ZOLTÁN

### 2.1 BEVEZETÉS: A VIDÉK FOGALMA

A fejezetben áttekintjük és kiemeljük a vidék komplex fogalmának szakirodalmi definícióit, illetve természeti, társadalmi és gazdasági mutatókra, elsősorban népszámlálási adatokra támaszkodva a kutatási terület komplex, földrajzi elemzését végezzük el.

A vidék rendeltetése és megítélése az elmúlt ötven évben jelentős változásokon ment keresztül. A falu hagyományos szerepét a modern mezőgazdasági tömegtermelés, a piaci kapcsolatok megváltozott relációi, a szuburbanizáció jelensége, a periferizálódás (előregedés, elnéptelenedés) alakította. A legnagyobb problémát a téma kutatói (Csatári 2011) abban látják, hogy a térségben alig volt előre jelezhető a jelenség; a vidék egyes térségeinek leértékelődése, eltartó képességének csökkenése elősegítette a vidék társadalmi-szociális, gazdasági és környezeti problémáinak markánsabbá válását. A vidék fogalomkörének áttekintésére kétféle elgondolás ad támpontot számunkra. Az első esetben a ruralitás, a vidékiség objektív mutatókkal leírható; míg a második esetben a vidék, mint térségtípus léte, a városoktól való „különállása” megkérdőjeleződik. A definíció attól függően is változhat, hogy milyen szempontot helyezünk előtérbe: földrajzi, szociális, gazdasági vagy kulturális (Maáczi 2001). Az Unióban már a 1980-as évek végén lefektették a vidéki térségek sajátos fejlesztési igényeivel kapcsolatos problémákat (EC 1988). Az Európa Tanács által elfogadott Vidéki Területek Európai Alapokmánya (1996) a vidéki térségeket a következőképpen definiálta: az a téregység, ahol dominánsan jelenik meg a mezőgazdaság, az erdészet és a halászat, a vidéki lakosság speciális gazdasági, kulturális tevékenysége, a rekreáció és a természetvédelem, illetve a posztmodern társadalmi igényeknek megfelelő életmód is. A definíció újdonságtartalma abban rejlett, hogy meghaladta a vidék = „nem városi” megfogalmazást (Arcaini et al. 1999). Az 1999-es Európai Területfejlesztési Perspektíva (EC 1999) komplex gazdasági-természeti-kulturális területként tekint a vidéki térségekre, amelyek nem homogén egységet alkotnak, változatosság és más-más korlátozó tényező jellemzi őket. A város-vidék kapcsolatok megértését az ESPON 1.1.2 keretében végzett kutatások segítették. A kapcsolatok fontosságára hívta fel a kutatás a figyelmet, azok intenzitására és irányára – a strukturális (területhasználat, településszerkezet)

és funkcionális kapcsolatok (termelés-fogyasztás-kommunikáció formációi) közötti különbségre. Az Európai Unió nem alkalmaz egységes lehatárolási rendszert a rurális térségekre, viszont minden tagország rendelkezik saját meghatározással, ami általában valamilyen típusú társadalmi-gazdasági ismérvre épül. Figyelembe veszik a településszerkezetet, a területhasznosítást, a gazdasági funkciókat; de a legelfogadottabb mutató: a népsűrűség. Kiemelt fontossággal bír emiatt az OECD (1994) módszere, amely a vidéki és városi területek különbség-tételezésére a népsűrűséget használja. Az OECD módszertana területi szinten két lépésben határozódik meg: helyi (LAU2-települési) szinten vidékinek tekinti a küszöbérték (150 lakos/ km<sup>2</sup>) alatti településeket. Regionális szinten (NUTS3): az adott adminisztratív vagy funkcionális egység népességének mekkora része él vidéki településeken.

A három alaptípus:

- alapvetően vidéki térség, amelyben a vidéki településeken élők aránya több mint 50%;
- jellemzően vidéki térség (köztes), ahol a vidéki településeken élők aránya 15 és 50% között van;
- alapvetően városi térség, ahol a népesség kevesebb, mint 15%-a él vidéki településeken (Eurostat 2007).

2010-ben új módszer kidolgozásával, térinformatikai eszközök<sup>1</sup> segítségével pontosították a vidéki tipológiát. Az új módszer számol a változó területi nagyságok, a nagyvárosok problémájával. Az Európai Unió területének 56%-a számít túlnyomóan vidéki térségnek, Magyarország szempontjából 66,1%-a a területnek és a lakosságnak 47,9%-a; Horvátországban a terület 26%-a, a népesség 53,4%-a számít vidéki térségnek. A magyar vidék-fogalom első használata az 1996. évi XXI. törvényhez és az Országos Agrárstruktúra és Vidékfejlesztési Programhoz (év) kapcsolódik, a vidéki térség ezekben már elkülönítésre kerül a mezőgazdasági, elmaradott térség és a falu fogalmaitól. Kovács (1998) vidéki térségként határozta meg azt a területet, ahol az aktív keresők legalább 20%-a mezőgazdaságban dolgozott 1990-ben; az ezer lakosra 120 őstermelő jut; a lakosságnak a fele 120 fő/km<sup>2</sup> népsűrűség alatti településen lakik; a népsűrűség kisebb mint 80 fő/km<sup>2</sup> a térségben. Földművelésügyi Minisztérium (1997) szerint a vidék az a terület, ahol a mezőgazdasági tevékenység, a zöldfelület (erdő, természetes táj) és az aprófalvas településszerkezet dominál, alacsony beépítettség és népsűrűség jellemző. Dorgai (1999) a következőképp fogalmaz: vidéki egy település, ha városi státusszal nem rendelkezik, de lakónépessége 10000 főnél kevesebb, illetve vidéki jellegű, ha a vidéki településen élők aránya több mint

<sup>1</sup> Lásd bővebben: [http://ec.europa.eu/eurostat/documents/35209/35256/Urban\\_rural\\_poster\\_3levels\\_A1\\_Aug2013.pdf](http://ec.europa.eu/eurostat/documents/35209/35256/Urban_rural_poster_3levels_A1_Aug2013.pdf)

15%. Csatári (2000) kísérletet tett a magyar kistérségek urbanitási/ruralitási index alapján történő besorolására. Azokat a kistérségeket tekintette vidékinek, amelyekben az adott terület népességének kevesebb mint 50%-a élt 120 fő/km<sup>2</sup> népsűrűséget meghaladó településen. Kovács és munkatársai (2015) a vidéki járások nyolc komplex típusát határozták meg, a Vidékfejlesztési Program 3.0 tervezet rurális térség lehatárolásának „rekonstrukcióját” végezték. Németh és munkatársai (Németh 2011; Németh et al., 2018) kutatásaikban igyekeznek leegyszerűsíteni a fogalomkört. Környezeti, társadalmi szempontokat és értékeket középpontba helyező megfogalmazásukban a vidék az, ahol az ember és az ember által végzett tevékenységek még harmóniában lehetnek a természettel. Véleményünk szerint minden térségnek, településnek a helyi adottságaihoz ténylegesen illeszthető fejlesztési irányokat kell megtalálnia, az egyes beavatkozások csak ezáltal felelhetnek meg hosszú távon a fenntarthatóság hármas kritériumrendszerének.

Összefoglalva, a vidéki térség fogalma mindezek figyelembevételével nem határozható meg egyértelműen a népsűrűséggel, népességszámmal, viszont kategorikusan besorolható általa.

## **2.2 A HATÁRMENTI KUTATÁSI TERÜLET ADMINISZTRATÍV, TÖRTÉNETI ÉS TERMÉSZETI HÁTTERÉNEK ÁTTEKINTÉSE**

A kutatási terület három, NUTS 3-as besorolású területi egységet foglal magában, a nem hivatalos horvát-magyar határmenti régió két oldalán. Ebből kettő Magyarországon (Baranya és Somogy megye) és egy Horvátországban helyezkedik el (Osijek-Baranja). Mindhárom egység országa összterületének kevesebb, mint 10%-át foglalja el (EUROSTAT 2018).

A történeti változások a természeti tényezőkkel párhuzamosan fontos szerepet játszottak a terület jelenlegi társadalmi és gazdasági folyamatainak formálásában. Ebben a részben áttekintjük és kiemeljük a legfontosabb eseményeket. A római korban a területi keleti határán a Duna fontos stratégiai elem volt, elsősorban katonai szerepet töltött be (a folyó vonalában húzódott a limes-rendszer), később, a terület honfoglalás után prosperáló mezőgazdasággal és növekvő népességgel rendelkezett. Jelentősebb népességfogyáshoz külső okok vezettek: a török uralom idején a települések és infrastruktúra is jelentős károkat szenvedett, mely időszakban a kutatási terület két nagy birodalom, civilizáció közti határregióként funkcionált. A 17. századi bevándorlás során elsősorban sváb telepések érkeztek a Dél-Dunántúl és Szlavónia területére, mely hozzájárult a terület multietnikus arculatának létrejöttéhez. A 19. század közepén a folyó szerepét a vasút vette át a térszervezésben és közlekedésben, mely többek között a településrendszerre is hatást tett, egyes községek fel-, míg mások leértékelődéséhez vezetett. 1920 után az Osztrák-Magyar Monarchia felbomlása után

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

a mai Osijek-Baranja területe a Szerb-Horvát-Szlovén Királyság, majd 1929 után az egykori Jugoszlávia része lett. A második világháborút követően a határmenti terület mindkét oldala kommunista berendezkedésű, ám eltérő fejlődési utakat járó országban helyezkedett el.



2.1. Ábra: A megyék terület és elhelyezkedése (km<sup>2</sup>)

Forrás: TEIR adatok alapján saját szerkesztés

1990-ben Magyarország, majd Horvátország (1991) kiáltotta ki függetlenségét, ám utóbbi esetben elmaradt a békés átmenet: az események a délszláv háborúba torkollottak. Később, 1993-ban születtek meg napjaink horvát közigazgatási egységei és megyerendszere. A 21. század első felében pedig már a terület mindkét oldala az

Európai Unió tagállamaihoz tartozik, mely többek között a határmenti kapcsolatok és nemzetközi fejlesztési projektek elősegítését is biztosítja.

Belső kapcsolataiban, más szocialista államokhoz hasonló struktúrákban sok tekintetben dominánsak voltak de a jugoszláv öngazgatású szocializmus születése az országot egyedi tulajdonságokkal ruházta fel. A legtöbb szocialista országtól eltérően, Jugoszlávia sok tekintetben nyitott maradt Nyugatra. A szervezett kivándorlás-és a külföldi tömeges foglalkoztatás feltételeit fokozatosan teremtették meg (Hajdú 2013:494).

Az ország az 1960-as évek közepétől kezdődően építette ki kapcsolatait az Európai Gazdasági Közösséggel (EGK). A gazdasági kapcsolatok terén az EGK lett Jugoszlávia legfontosabb kereskedelmi partnere és e kapcsolatok keretében az ország fejlesztési forrásokat is kapott (Hajdú 2013:494).

Az átalakuló Európai Unió, ami számos szempontból újra meghatározta önmagát, 1992 óta jelentős szerepet játszott Horvátország és Szlovénia támogatásában és nemzetközi kapcsolataik kialakításában. A többi egykori jugoszláv állam, különösen Bosznia és Hercegovina transzformációs folyamatát illetően, az EU-nak nem sikerült támogatni ezeket a folyamatokat. Az ENSZ, a NATO és az USA lettek a legfontosabb szereplők a probléma megoldását illetően. Az EU a pénzügyek és a fejlesztés területén járult hozzá a stabilizációhoz (Hajdú 2013:495).

1990-ben Magyarország, majd Horvátország (1991) kiáltotta ki függetlenségét, ám utóbbi esetben elmaradt a békés átmenet: az események a délszláv háborúba torkollottak. Később, 1993-ban születtek meg napjaink horvát közigazgatási egységei és megyerendszere. A 21. század első felében pedig már a terület mindkét oldala az Európai Unió tagállamaihoz tartozik, mely többek között a határmenti kapcsolatok és nemzetközi fejlesztési projektek elősegítését is biztosítja.

A vizsgált határokon átnyúló terület egy sávot képez a Mura, a Dráva folyó és a Dráva torkolat fölötti Duna mentén. Részben a következő okok miatt, ez a terület ökológiailag a legegységesebb szerves és összefüggő folyórendszer, ami zöld övezettel rendelkezik. A közelmúltban ezt a területet „Európa Amazóniájának” nevezték. Ennek alapján az 1990-es évektől kezdődően egyre nagyobb „meta-irányításra” vonatkozó igény lépett fel az általános természetvédelem / Természeti Park vonatkozásában, amely egyesíti Magyarország, Horvátország és Szerbia természeti értékeit (Varjú 2016:85).

A természeti tényezőkre fókuszálva a kutatási terület legfontosabb sajátosságának a medence-helyzetet tekinthetjük. Az egység a Pannon-síkság része, mely tulajdonság egy sor tényezőt meghatároz a klímától kezdve egészen a hidrológiai adottságokig. Ennek következtében morfológiai szempontból a síkság dominál, elsősorban a középső és déli területeken, ahol keleten a magyar Alföld nyugati kistájai fekszenek. Somogy megye területét elsősorban futóhomok borítja (Martonné 2006), de az előzőkből

következően a területet nagyjából alluviális, folyóközi üledékekkel feltöltött síkság uralja, a horvát szakaszon a Dráva és völgye a Duna egyik legfontosabb Kárpát-medencei mellékfolyója. A terület mérsékelt szárazföldi klímával rendelkezik (a Köppen-féle klasszifikáció szerint), a déli területek felé haladva erősödő mediterrán hatással. A megyék klímadiagrammjaikat vizsgálva szignifikáns különbségeket nem figyelhetünk meg, melynek oka a terület viszonylag kis horizontális (szélességi és hosszúsági körök mentén) és vertikális (tengerszint feletti magasság) kiterjedése. Megállapítható, hogy a területen nyár elején és kora ősszel figyelhető meg csapadékmaximum, utóbbi a déli-délnyugati területeken, a mediterrán hatás okán. Az évi napsütéses órák száma 1800-200 között alakul, míg az éves középhőmérséklet 10-11°C, a tengerszint feletti magasságtól függően. A legmelegebb hónap július, míg a leghidegebb január mindhárom megye esetén, a legtöbb csapadék pedig Észak-Baranyában hullik (750-800 mm). A határmenti terület mindkét oldalán jellemzők a nyári konvektív feláramlások, melyek villámárvizekhez vezethetnek, elsősorban a Mecsek területén.

A kutatási terület elhelyezkedése, klímája, medence-helyzete a vízgyűjtő terület további jellemzőit is befolyásolja. Mindhárom megye a Duna vízgyűjtő területének része. A dombosági és hegységi területeken a barna erdőtalajok egyes változatai a legelterjedtebbek, ahol a csapadékosabb időjárás és alacsonyabb hőmérséklet is hozzájárul a közepes minőségű talajok képződéséhez. A legtermékenyebb, negyedidőszaki löszön képződött csernozjom talajokat pedig Külső-Somogy területén találjuk (Martonné 2006).

A környezetvédelmi tervezés szempontjából figyelembe véve a természeti körülményeket, a Dráva határfolyóként Magyar és horvát területre osztja a térséget. A Dráva folyó mentén mindkét oldal történelmileg perifériális jellegű, amit a rossz gazdasági teljesítmény jellemez. Az 1920-as és az 1980-as évek vége közötti időszakban a Dráva régiója szinte teljes mértékben zárt jellegű volt. A szovjet korszak ideje alatt mindkét ország szocialista ideológia hatása alatt állt, azonban az egykori Jugoszlávia nem tartozott a szovjet felségterülethez. A nagyon szigorú határőrség miatt csak a helyi állampolgárok vagy az engedéllyel rendelkező személyek közelíthették meg a határsávot, beleértve a határ közelében elhelyezkedő falvakat. Az egész térség kedvezőtlen helyzetben volt a beruházásokat illetően a magyarországi oldalon lévő geopolitikai kockázatok, és az 1990-es években zajló jugoszláv polgárháború miatt. Az elmúlt 25 évben a határokon átnyúló térség fejlődésének a pályája különbözött az „anyaországok” más részein tapasztaltaktól. A horvát oldalon, „miközben a tengerpart menti területek és a nagyvárosi térség (Közép-Horvátország) bővítésen ment keresztül, az ország keleti részén található Szlavónia nyilvánvalóan mindezen átalakítások vesztese” (Rácz 2016; Varjú et al. 2014, Varjú 2016:86).

A Dráva koncepció, mint energiaforrás már a XIX században megjelent az Osztrák-Magyar Monarchia idején. Számátalan, több, mint 20 vízerőmű épült a folyó felső

szakaszán. Számos koncepció létezett egy, a Magyarország és Jugoszláv határvidéken történő vízi erőmű építésére vonatkozóan (horvát oldal), azonban kormányközi tárgyalásokra csak a szocialista korszak végén, 1988-ban került sor, amikor Magyarország és az egykori Jugoszlávia aláírt egy szerződést egy erőmű megépítésére vonatkozóan a Dráván, Djurdevac közelében. A (magyar) rendszerváltozás után, (és párhuzamosan a tervezett, a Dunán létesítendő Gabčíkovo–Nagymaros gátak kérdésével) Magyarország környezettudatos irányba fordult. Ennek a fordulatnak köszönhetően Horvátország úgy döntött, hogy Djurdevac helyett Novo Virje-ben épít egy erőművet. A két ország közti tárgyalások és viták (vízerőművek, vs. természetvédelmi és környezeti érdekek) 2000 közepéig tartottak, amikor Horvátország az EU felé fordult. A csatlakozásra vonatkozó tárgyalások 2005-ben kezdődtek és ennek a folyamatnak köszönhetően a környezetvédelem és a környezet fenntarthatóságának kérdése Horvátországban is előtérbe került (Reményik 2008; Cvritla 2000; Bali 2012). Horvátország környezettudatos irányba fordult, azonban a vízi erőművekre vonatkozó tervek időről időre, a közelmúltban is megjelentek. A fenti történelmi okok miatt a természeti értékek jó állapotban maradtak, különösen a Magyar oldalon. Az 1990-es évektől kezdődően ezen a területen nagy figyelmet fordítanak a természet védelmére. A horvát oldalon a Kopački rit 1993-ban felkerült a Ramsar területek listájára. A Magyar oldalon a természeti örökségekre történő nagyobb figyelem szentelésének jeléül a Duna-Dráva Nemzeti park (és Igazgatóság) került létrehozásra 1996-ban. Ez a természetvédelmi terület a térség legnagyobb nemzeti jelentőségű területe. A vizes élőhelyek ex-lege védettek, a vizeket az európai vízügyi keretirányelvek (EC 2000/60) keretében folyamatosan figyelemmel kísérik. Nem csak a Magyar oldalon lévő Dráva áll a korábbi és az eljövendő időkre vonatkozóan nemzeti természetvédelem alatt. A vizsgálati terület közel 20%-a NATURA 2000 terület, 6,6%-a magas szintű nemzeti védelem alatt áll és 1,1%-a szigorú nemzeti védelem alatt van, és teljesen el van zárva a nyilvánosság elől (Varjú et al. 2014, Varjú 2016:86-87).

## **2.3 SÉRÜLÉKENY TÉRSÉGEK A VÁLTOZÓ VILÁGBAN –**

### **A TERÜLET TÁRSADALMI ÉS GAZDASÁGI MUTATÓINAK ELEMZÉSE**

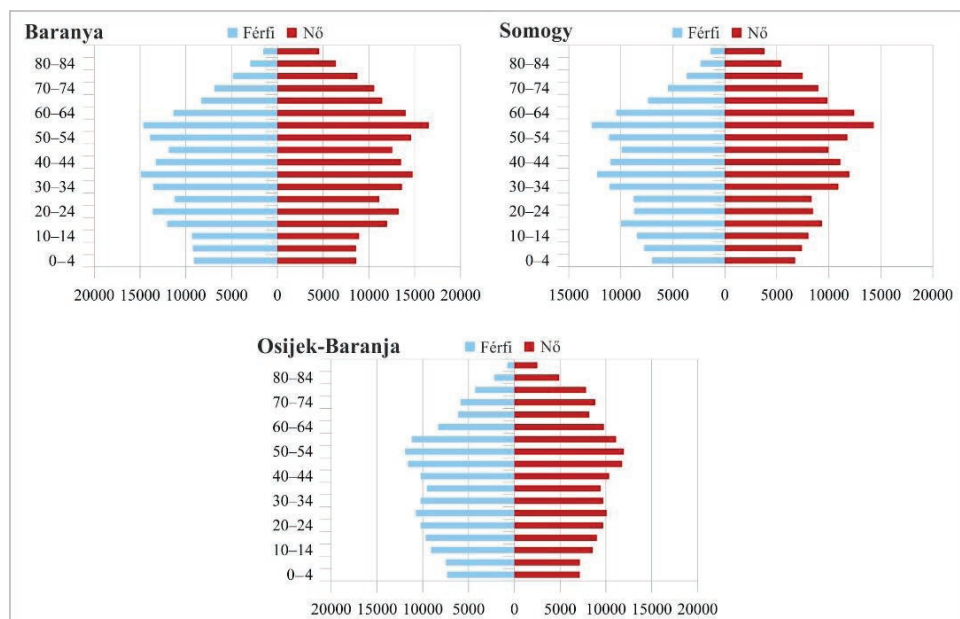
Napjaink, egymással szorosan összefüggő folyamatai, mint a globalizáció, a poszt-indusztriális információs társadalom vagy a szolgáltató szektor dominanciája olyan térbeli folyamatokat eredményezett, melyek elsősorban a városi területek, konurbációk és megalopoliszok soha nem látott léptékű növekedését segítették elő. Ezek a folyamatok a Föld valamennyi pontján nyomom követhetők, azonban Kelet-Közép-Európában egy másik fontos tényező is kiemelhető: a népességfogyás (Ubarevičienė Van Ham 2017). Ez nem csupán országos viszonylatban vagy az elvándorlás révén a falvak elnéptelenedése esetén, hanem a településrendszer valamennyi hierarchiaszintjén megfigyelhető jelenség (Makkai et al. 2017). Mindezek eredményeképpen a vidéki



## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

területek komoly kihívásokkal néznek szembe a versenyképességük jövőbeli kilátásait illetően, melyek számszerűsíthető (népességszám, korszerkezet, iskolai végzettség) és puhább tényezők, mint az imázs vagy az élhetőség terén is megmutatkoznak. Ezekre az állításokra támaszkodva megállapítható, hogy a vidéki térségek a földrajzi terek különösen sérülékeny részei, melyek a külső változások és problémák számára erősen kitettek. Ezek a térségek gyakran olyan „nem-helyekké” válnak, melyektől, mind a lakosok, mind a transznacionális vállalatok elfordulnak, jellemző rájuk az elvándorlás illetve a nagy ipari foglalkoztatók hiánya. A RURES projekt kutatási területe esetén a vidéki térségek az ország népességkoncentrációjától (Budapest, Zágráb) távol helyezkednek el, perifériális, kedvezőtlen közlekedési helyzettel rendelkeznek, mely tovább erősíti a negatív trendeket.

Ebben a részben az említett folyamatokat szeretnénk részletesen feltárni, melyhez különböző társadalmi és gazdasági mutatókat vizsgálunk (KSH). Elsőként a megyék korfáit, melyekből képet kaphatunk a korszerkezetről, a társadalom nemi összetételéről, illetve a jelen mellett múltbeli folyamatokról is. Ahogy a 2.2. ábrán megfigyelhető, a területen az alacsony születési arányszám, a 65 év felettiek aránya magas, vagyis a társadalom a demográfiai átmenet kései, negyedik-ötödik szakaszában található, népességfogyás jellemzi.



2.2. Ábra: A megyék korfái  
Forrás: KSH 2016.

A korfákon a történelmi események, háborúk vagy családpolitikai beavatkozások szintén megfigyelhetők. A magyar megyékben több, magasabb születési arányszámot mutató időszak is leolvasható, mely elsősorban a Ratkó-gyerekekre vezethető vissza. A horvát korfán két kisebb hullám emelkedik ki és az alacsonyabb népességszám a korfa karcsúbb alakján. A természetes népességváltozás azonban közel sem ad teljes képet egy terület népességéről, azt csak a népesség vándorlási különbözetével együtt értelmezhető. A RURES projektbe bevont vizsgálati területre az elvándorlás jellemző (pl. 2016-os KSH adatok alapján Baranya megyét 646 fő hagyta el). A mobilitás elsősorban szűkebb társadalmi csoportok, a fiatal, magasán kvalifikált férfiak körében magas, akik a belföldi és nemzetközi migrációban egyaránt aktívak. Ez a helyi társadalom összetételére nézve kedvezőtlen hatásokat tesz (pl. a munkaerőpiac számára értékes aktív korúak számának csökkenése), melynek további multiplikátor hatásai lehetnek.

### ***2.3.1 A népességfogyás lehetséges hosszú távú hatásai a megújuló energiaforrások használatában***

A kiegyensúlyozatlan korszerkezet számos jövőbeli hatással járhat, mint például növekvő nyomást az aktív korúak felé (15-65 év közöttiek). A RURES projekt esetében a jelenség meghatározza azt a társadalmi és gazdasági környezetet, ahova új, megújuló energiaforrásokon alapuló technológiák integrálódnak. A 2.1. táblázat foglalja össze ezeket a várható hatásokat, melyek komplexek, pozitív és negatív következmények egyaránt leolvashatók: a terület eltartó képessége és a természeti erőforrások nem kerülnek veszélybe. Ezzel szemben gazdasági oldalról a fiatal és szakképzett munkaerő hiánya az új technológiák használatát megnehezíti, ahogy ilyen irányban végzett kutatások utalnak rá, a fiatalabb korosztályok nyitottabbak a megújuló energiaforrásokra épülő új technológiák alkalmazása terén (Devine-Wright 2007). Mindezek mellett a népességfogyás másfajta turisztikai lehetőségek kiaknázásához járulhat hozzá, amely a nagyvárosi, zsúfolt népességkoncentrációkkal szemben rekreációs övezetek létrejöttéhez és fejlesztéséhez vezethet. A technológiai változások és az információs társadalom a munka változásán keresztül pedig elérhetővé teszi a vidéki térségek lakói számára a távmunka lehetőségeit a várositól eltérő környezetet megőrizve.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

*2.1. Táblázat: A népességfogyás lehetséges hosszú távú hatásai*

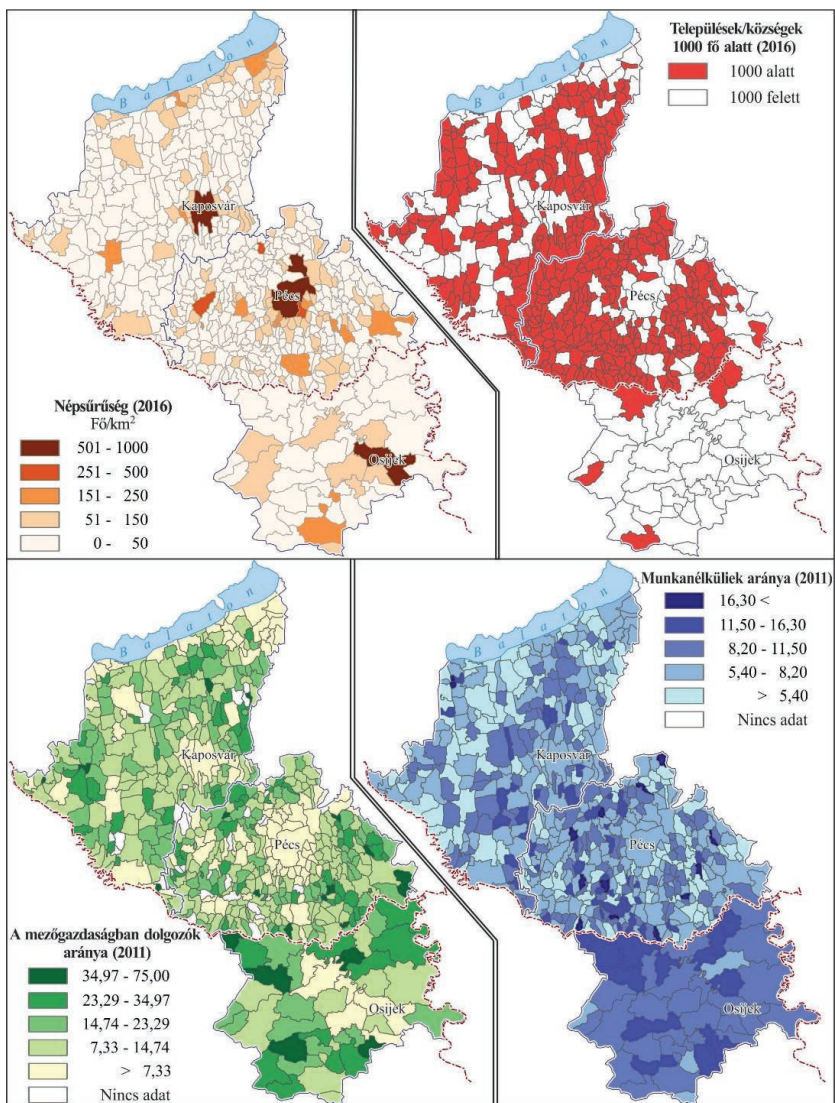
	<b>Természeti tényezők</b>	<b>Társadalmi tényezők</b>	<b>Gazdasági tényezők</b>
<b>Pozitív hatások</b>	Kisebb nyomás a környezeten (pl. szennyezés)	Új technológiák az idősebb korosztályok számára is lehetőséget teremtenek	Új típusú szolgáltatások megjelenése
	Eltartó-képesség kedvezőbb helyzetben		Kedvező lehetőségek a falusi turizmus számára
	Az idősebb korosztály kevesebbet utazik és fogyaszt, így ökológiai lábnyomuk alacsonyabb		
<b>Negatív hatások</b>	Változó területhasználat	Az idősebb korosztályok nehezebben alkalmazkodnak az új technológiák használatához	Az aktív korúak alacsonyabb aránya miatt alacsonyabb helyi bevételek, az infrastruktúra fenntartása költségesebb
		A helyi költségvetés nem tudja kigazdálkodni az új technológiák fenntartási költségeit	
		A nyugdíj- és egészségügyi kiadások egyre nagyobb nyomást jelentenek a csökkenő aktív korúak számára	

*Forrás: Saját szerkesztés*

### **2.3.2. Területi mintázatok, településhálózat**

Az általános, demográfiai trendek után szűkítve a fókuszot, a kutatási terület belső területi mintázatait tárjuk fel. Az összehasonlító elemzést nehezíti, hogy a horvát és magyar adminisztratív egységek eltérnek. A 2.3. ábra alapján a népességkoncentrációk közül kiemelkedik Pécs (144 000 fő) és Eszék (108 000 fő). Az egyes hierarchia szinteken lévő települések esetén megállapítható, különösen Baranya megyében, hiányoznak a kis- és középvárosok (Komlót leszámítva). Az 1000 fő alatti települések összefüggően Pécs vonzáskörzetét ölelik körül, valamint Somogy megye keleti részét. A másik magyarországi megye településrendszere már kiegyensúlyozottabb, a kisvárosok és nagyobb falvak aránya magasabb. Ennek ellenére, Somogy megye rendelkezik a legalacsonyabb népsűrűséggel a 19 magyar megye közül (52 fő/km<sup>2</sup>).

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



2. 3. Ábra: A RURES kutatási terület belső mintázatai  
 Forrás: KSH és DZS adatok alapján saját szerkesztés

A népesség korcsoportok szerinti megoszlása szerint a 14 év alatti, fiatal korcsoportok aránya mindössze 5-10%. A legmagasabb érték az Ormánság területén található, a horvát oldalon pedig elsősorban a délen fekvő községek rendelkeznek fiatalabb korszerkezettel. Ezzel szemben az idősek (65 év feletti) aránya Somogy megyében, a Balaton déli partján lévő konurbációban és Osijek-Baranja északi részeinek településein jellemző.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

Pécs kedvezőtlen korszerkezete az elvándorlásra utal. A város nem tudja megtartani aktív korú lakosainak nagyobb részét egyetemvárosi státusza ellenére sem.

A legmagasabb iskolai végzettséggel rendelkezők hagyományosan a városokban koncentrálódnak, a kutatási terület esetén Pécs emelkedik ki, valamint Kaposvár és a balatoni települések azonban, ha nagyobb területi léptékben vizsgáljuk ugyanezt, az adatok szerint Osijek-Baranja megye rendelkezik a legmagasabb értékkel.

A vidéki térségekben, ahogy a migráció és a mezőgazdasági szektor szerepének változása is indukálja, a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya Ormánságban a legalacsonyabb.

Ahogy a következő mutató is alátámasztja, a munkanélküliek aránya korrelálva az előzőkkel, a településmérethez kapcsolódik (a 2011-es népszámlálás adatai alapján). A gazdasági és társadalmi szempontból sérülékeny területekként azonosíthatók Baranya megye belső periferián és Osijek-Baranja határmenti községei.

A két oldal értékeit összehasonlítva megállapítható, hogy Horvátországban a mezőgazdaság fontosabb szerepet kap a foglalkoztatottságban (mezőgazdaságban dolgozók aránya Horvátországban: 14.57%, Magyarországon: 4.89%), melynek elsősorban történelmi előzményei vannak. A szekunder szektorban dolgozók aránya közel azonos, a szolgáltató szektorban pedig a magyar megyékben dolgoznak nagyobb arányban. Ezek a trendek a kutatási terület esetén, kisebb léptékben is megjelennek. Baranya megyében a foglalkoztatottak 6%-a dolgozik a mezőgazdaságban, míg Osijek-Baranjában ez az érték 10%. Ahogy a bal alsó térképen látható elsősorban a horvát területek határmenti térségeiben magas a primer szektorban dolgozók aránya.

A szolgáltató szektor elsősorban Baranyában jelentős (68%), a korábban említett, regionális vonzáskörrel bíró felsőoktatási intézmény jelenléte okán, mely erőteljesen függővé teszi a várost transznacionális vállalatok hiányában.

### 3 KÖRNYEZETI ATTITÚD A BARANYAI HATÁRTÉRSÉG RURÁLIS TERÜLETEIN

BODOR ÁKOS, TITOV ALEXANDER<sup>2</sup>, VARJÚ VIKTOR<sup>3</sup>

A fejezet célja, hogy áttekintést nyújtson a magyar-horvát határon átnyúló térség társadalmi körülményeiről, amely a horvát oldalon található Osijek-Baranja megyére, magyar oldalon pedig Baranya és Somogy megyékre összpontosít. A RuRES kutatás e részének célja az volt, hogy megvizsgálja a megújuló energiaforrásokkal és az energiahatékonsággal kapcsolatos megközelítést és környezeti viselkedést a vidéki térségekben a határ menti régióban. Az empirikus kutatás két részre oszlott. Az első részben a határ két oldalán lévő Baranya megyékben reprezentatív felmérést végeztünk, a második részben pedig egy reprezentatív lakossági megkérdezés készült Koppány-völgyről Somogy megyében.

#### 3.1 A KÖRNYEZETI ATTITÚD ÉS MAGATARTÁS MÉRÉSE

Természeti környezetünk degradálódásával – s vele párhuzamosan a környezetvédelem és környezeti politika előtérbe kerülésével – a környezeti attitúd és „környezeti viselkedés” tanulmányozása egyre inkább előtérbe került. Eagly & Chaiken (1993) szerint az attitúd olyan „pszichológiai tendencia, amely kifejezhető egy bizonyos dolog favorizálásának vagy nem favorizálásának mértékével” (Eagly & Chaiken 1993), és kulcsfontosságú a valós viselkedés előrejelzésében (Casaló & Escario 2017), beleértve a környezeti (környezetvédelmi) attitúdot és magatartást is.

A környezeti problémák jelentős része az emberi magatartásra vezethető vissza, ezért a legtöbb kutatás is arra irányul, hogy feltárja a környezeti cselekvések motivációit, hátterét. Számos kutatási eredmény a környezeti attitúd és a környezetvédelmi cselekvés (vagy nem cselekvés) között szoros összefüggést tárt fel (Bamberg–Möser 2006; Kaiser et al. 2007; Levine–Strube 2012). Németh és munkatársai (Németh et al. 2018a; Németh et al. 2018b) többek között a környezeti problémákat érintő cselekvések, „ellenlépések” motivációit, az eredeti célkitűzések és a ténylegesen elért eredmények kérdéskörét helyezik kutatásaik középpontjába. A magatartást – és a környezetvédelmi magatartást – befolyásoló tényezők között az attitúdon kívül mások is szerepelnek. A környezetvédelmi attitúddal foglalkozó munkák (pl. Gaterslaben et al. 2014, Steg–Vlek 2009; Ertz et al. 2016) legtöbbször Ajzen (1991) magatartásteó-

<sup>2</sup> 3.3. fejezet

<sup>3</sup> Awarded by Bolyai János Research Scholarship, 2016-2019

riáját hivatkozik alpműként, amely az attitűd – mint szintén kulcstényező mellett – a szubjektív normára (mely a környezet nyomására utal, amely befolyásolhatja az illető magatartását, hogy megtegyen egy cselekedetet, vagy se), vagy a „megélt magatartás kontrollra” (amely a múlt tapasztalataira, illetve a látható akadályokra (pénz, képzettség, tudás, rendelkezésre álló idő) utal) hivatkozik, mint a magatartást még befolyásoló tényező. Ezt a gondolatot újra kell gondolni mondanivalójában, és megjelenítésében pl. sok zárójel már zavaró és helyenként duplikálva van.

A környezeti magatartás kutatásában több más tényező szerepét is hangsúlyozzák egyes kutatók, úgy mint az értékválasztás, identitás, morális meggyőződések, a már megtapasztalt előnyök és hátrányok, a kontextust, vagy a szokások (Gaterslaben et al. 2014, Steg–Vlek 2009).

Kevesebbet foglalkozik a szakirodalomban a környezeti attitűdök területtípus szerint különbségek vizsgálatával. Freudenburg–McGinn (1989) szakirodalmi áttekintésükben azt találták, hogy a korábbi kutatások elég vegyes képet adnak arról, hogy van-e különbség a területi jelleg (város vs. vidék, iparosított vs. mezőgazdasági szektor dominancia), illetve a környezeti attitűd között. Voltak olyan kutatások, amelyek nem találtak különbséget a környezeti meggyőződés és a válaszadói területi jelleg között, és voltak olyanok is, amelyek pozitív összefüggést tártak fel az urbanizációs szint és a környezeti meggyőződés között (Freudenburg–McGinn 1989).

A környezeti attitűd és környezetvédelmi magatartás „mérésére” mind az interjú (pl. Vicente–Molina et al. 2018), mind kérdőív módszerét (pl. Buta et al. 2014) alkalmazzák. A mintavétel a többlépcsősötől vagy szisztematikus véletlen mintavételtől (pl. Buta et al. 2014) a kvótás mintavételig (pl. Vicente–Molina et al. 2018) terjed. A legtöbb kutatás azonban nem reprezentatív mintákkal dolgozik – a vizsgált térség nagyságára tekintet nélkül – így egy területi egységre általános következtetést nem tud levonni (még ha meg is kísérel). Jelen kutatásunk reprezentatív mintavételi eljárásából azonban kutatásunk általánosításra adhat okot a horvát és magyar Baranya megyék vidéki tereiben élők vonatkozásában. (A környezeti attitűddel és magatartással kapcsolatos reprezentatív minták elemzésére jellemzően nemzetközi lekérdezések (pl. Eurobarometer) adhat lehetőséget, ezek azonban jellemzően nagy területi egységekre reprezentatívok csak (pl. ország, nagy NUTS2 területi szint).

Jelen kutatás a magyar és a horvát Baranya megyék vidéki tereit vizsgálja, és arra próbál választ keresni, hogy a nem nagyvárosi lakosság hogy viszonyul a megújuló energiaforrások használatához, a környezetvédelmi kérdésekhez, mennyire tartják fontosnak a környezeti ügyeket és a megújuló energia kérdését. A lakossági lekérdezés Baranya megye és a horvát Baranya megye (Osječko-baranjska županija) rurális, vidéki területeire terjedt ki, ahol 4 településtípusra, nemre és korcsoportra vonatkozóan reprezentatív lekérdezés történt kvótás mintavétellel. Mind a magyar, mind a horvát oldalon 400-400 fő (összesen 800 fő) megkérdezésére került sor a mintegy 30

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

perces interjú keretében. A településkategóriákat a 3.1. táblázatban foglaltak szerint alakítottuk ki annak érdekében, hogy minden településtípus egyforma súllyal szerepeljen a mintában.

*3.1. Táblázat: Településméret-kategóriák, és az azokban a magyar és horvát oldalon lekérdezett településszámok és megkérdezettek számának eloszlása.*

	aprófalú (500 fő alatt)	kistelepülés (501-2000 fő)	Közepes község (2001-5000 fő)	kisváros (5001-10000 fő)
HU	20 db település; 112 fő	8 db település; 150 fő	2 db település; 88 fő	1 db település; 50 fő
HR	12 db település; 63 fő	12 db település; 177 fő	2 db település; 50 fő	1 db település; 110 fő

*Forrás: Saját kutatás*

Azaz a magyar oldalon a fentiek alapján 31 darab település, míg a horvát oldalon 27 db település lekérdezésére került sor.

### **3.2 KÖRNYEZETI ATTITŰD ÉS MAGATARTÁS – A LEKÉRDEZÉS FŐBB EREDMÉNYEI**

A lekérdezés eredményeinek elemzésekor az egyes kérdéseket külön-külön is elemeztük, valamint az egyes kérdésekből komplex változókat hoztunk létre annak érdekében, hogy a környezeti attitűd összefüggéseit biztosabban lehessen elemezni, a környezeti attitűdöt ne csak egy kérdés reprezentálja. Éppen ezért már a kérdések megfogalmazásánál is arra törekedtünk, hogy egy-egy attitűdöt, magatartásmintát, értéket és további jellemzőket több, különböző megfogalmazású de egylényű kérdéssel fogjunk meg.

A lekérdezés első blokkja azt próbálta meg feltárni, hogy a különböző társadalmi problémák között hol helyezkedik el a környezeti probléma a válaszadók problémahalmazában. Általában megjegyezhető, hogy a horvát oldal válaszadói elégedettebbek mint a magyar válaszadók, s ez a különbség néhány kérdésben szignifikáns eltérést is mutat (pl. gazdasági helyzet, nemzetközi terrorizmus kérdése, egészségügyi helyzet). A környezetszennyezés illetve a klímaváltozás hatásai, mint társadalmi probléma mindkét vizsgált térségben a középmezőnyben helyezkedik el a társadalmi problémák között.

Érdekes ellentmondásokat fedezhetünk fel akkor, amikor az attitűdöt és a valódi cselekedetet, vagy magatartást hasonlítjuk össze. Általában elmondható a felmérés alapján, hogy a környezeti attitűd magasabb a magyar, mint a horvát válaszadók esetében, azaz a magyar válaszadók magasabbra értékelik a környezetszennyezést mint



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

problémát. Ugyanakkor, ha a környezeti magatartásokat vizsgáljuk a kérdőívre adott válaszok alapján, akkor az látszik, hogy a horvát válaszadók környezettudatosabban cselekednek. Azaz, például, amikor izzót vásárolnak, fontosabb nekik a termék energiafogyasztása, mint az ára (bár ez a magyarokra is vonatkozik, a százalékok megoszlása pedig számottevő eltérést mutat (3.2. táblázat).

3.2. Táblázat: A 7. kérdésre adott válaszok %-os megoszlása a magyar, majd a horvát oldalon. (7. kérdés: Amikor izzót vásárol, mi a legfontosabb szempont az Ön számára? Egy válasz lehetséges.)

Magyarország			
	Gyakoriság	Megoszlás (%)	Halmazott megoszlás (%)
NT/NV	4	0,6	0,6
Minőség	90	19,2	19,9
A termék energiafogyasztása	102	37,6	57,4
A termék környezetkímélő hatása	26	7,9	65,3
A termék ára	121	26,2	91,5
A termék származása	48	6,4	97,9
A márka	13	2	100
Más	0	0	100
Összesen	401	100	
Horvátország			
	Gyakoriság	Megoszlás (%)	Halmazott megoszlás (%)
NT/NV	1	0,3	0,3
Minőség	64	16	16,3
A termék energiafogyasztása	199	49,8	66
A termék környezetkímélő hatása	37	9,3	75,3
A termék ára	89	22,3	97,5
A termék származása	3	0,8	98,3
A márka	6	1,5	99,8
Más	1	0,3	100
NT/NV	400	100	

Hasonló, de ellentétes értelmű különbség mutatkozik az új hűtő vásárlásánál is. A horvát válaszadók mindössze 20,4%-ának a legfontosabb szempont hűtővásárlásánál az energiahatékonyság, míg ugyanez az arányszám a magyar válaszadók esetében 47%. Mindezek mellett a magyar válaszadók szignifikánsan (95%-os konfidenciaintervallum mellett  $\sigma=0,001$ ) nagyobb mértékben érzik úgy, hogy a gazdasági tényezők befolyásolják személyes életminőségüket (Átlagok: HU=4,2; HR=3,79).

További érdekes elemzésekre ad módot, ha az egyes válaszok és a válaszadók szocio-demográfiai sajátosságai között keresünk összefüggéseket. Itt a környezeti attitűdökre vonatkozó kérdéseket összevontuk (jónak tekinthető kommunalitás mellett, ugyanakkor a megmagyarázott variancia százalékos értéke csak nagyon alacsonynak minősíthető) komplex változót készítve belőle. Komplex mutató készült még az energiahatékonyság gazdasági hatásainak megítélésével kapcsolatban, illetve a szándék és a valódi cselekvés tekintetében is. Ezeknél a komplex mutatóknál a különböző kérdésekre adott válaszok együttmozgása és a megmagyarázott variancia %-os értéke is sokkal magasabb volt. A következő lépésben regresszió analízisek végzésére került sor, azaz összefüggéseket kerestünk a szociáldemográfiai változók (nem, életkor, iskolai végzettség, jövedelem, szubjektív anyagi helyzet) és a kérdésekre adott válaszok között. A regressziós modellszámítás eredménye ugyan azt mutatja, hogy az iskolai végzettségnek van szignifikáns előrejelző hatása a pozitív környezeti attitűdre vonatkozóan (a modell magyarázóereje szignifikáns, ugyanakkor nem valami nagy a magyarázóereje, az attitűdök varianciájából mindösszesen 0,7%-ot tudunk megmagyarázni). Az eredmények alapján a legalacsonyabb iskolai végzettségűeknél a legalacsonyabb az attitűd átlagértéke, és a felsőfokú végzettségűeknél a legmagasabb, ugyanakkor a két véglet között emelkedő trend nem igazolható.

A környezeti attitűd mellett nagyon fontosnak tartjuk kiemelni azt is, hogy a válaszadók hogyan cselekednek, azaz konkrétan mit tettek az elmúlt egy évben a környezet védelméért, vagy az energiahatékonyságért. A regressziós modell vizsgálatból az derült ki, hogy érdekes módon a jövedelem, vagy a szubjektív anyagi helyzet nincs szignifikáns hatással a környezetorientált cselekvésre, és ebben a tekintetben nincs különbség sem az idősek, sem a fiatalok között. Ugyanakkor az iskolai végzettség és az attitűd előrejelzi a várható környezetvédelmi vagy energiahatékonysági cselekvést. Azaz, minél magasabb az iskolai végzettség, illetve minél környezettudatosabbnak vallja magát valaki, annál nagyobb az esély, hogy úgy is cselekszik.

A projekt szempontjából kulcskérdés az energiahatékonyság, annak vélt gazdasági szerepe, illetve az ebbe való állami beavatkozás kérdése. A regressziós modellvizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy azok tartják fontosabbnak az energiatakarékosság gazdasági szerepét, illetve támogatják az ebbe való állami beavatkozást, akiknek nagyobb jövőbeni, feltételes szándékuk van a környezettudatos cselekvésre, környezettudatosabbak, akik jelenleg is környezettudatosabban cselekednek, akiknek magasabb az életkora, illetve alacsonyabb az iskolai végzettsége.

### 3.3 A HELYI LAKOSSÁGI FELMÉRÉS EREDMÉNYEI A KOPPÁNY-VÖLGYBEN

A helyi lakossági felmérésre 2018 májusában került sor a Koppány-völgyi kistérség 10 településén (n=310). A felmérés során az egy-és többszörös választás, a Likert-skála és a nyitott válaszokat lehetővé tevő kérdések kerültek alkalmazásra. Az eredmények elemzése során a leíró statisztika került alkalmazásra. A kérdőív több blokkból állt: háttér (személyes) információ a válaszadókról, általában a megújuló energiáról szerzett ismeretek megléte és különösen a biomassza alapú energiaforrásokról szerzett ismeretek és azok elfogadása.

#### 3.3.1 A minta jellemzői (háttér információ)

A válaszadók többsége nő, 56% (a megkérdezett lakosok közül 172 fő), a válaszadók 44%-a férfi (135 fő). A válaszadók nemek szerinti megoszlása meglehetősen kiegyensúlyozott (3.1. ábra).

Az életkor megoszlása szempontjából a válaszadók többsége a 40–60 éves korosztályhoz tartozik. A 3.2. ábra szerint a válaszadók többnyire 30 évnél idősebbek (a megkérdezettek 80%-a).

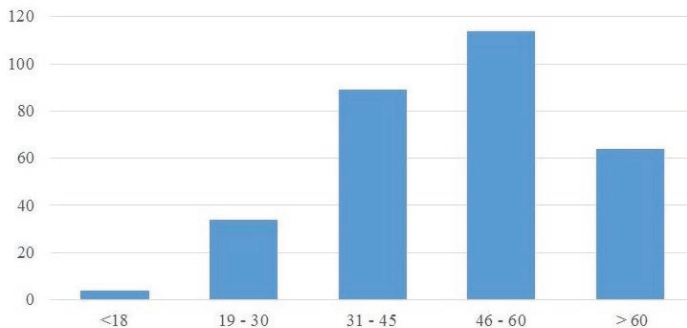
Ami a válaszadók képzettségi szintjét illeti (3.3. ábra), a legtöbb fő szakmunkás, vagy középiskolai legmagasabb képzettséggel rendelkezik. Csak 16% rendelkezik egyetemi diplomával.



3.1. Ábra: A válaszadók neme (N=307)

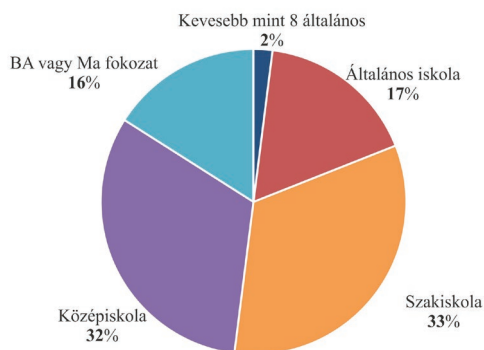
Forrás: Saját szerkesztés

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



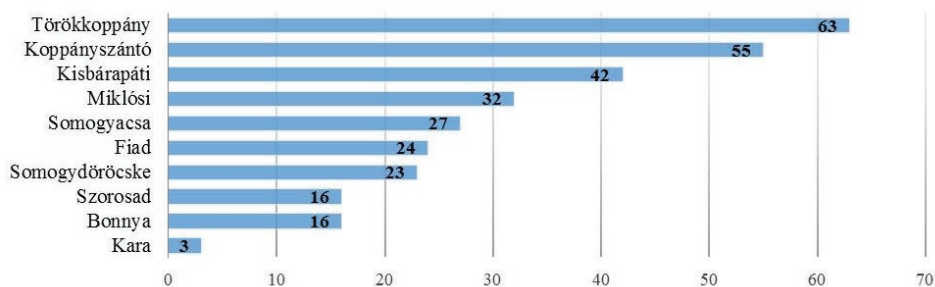
3.2. Ábra: A válaszadók kor szerinti eloszlása (N=305)

Forrás: Saját szerkesztés



3.3. Ábra: A válaszadók képzettségi szintje (N=306)

Forrás: Saját szerkesztés



3.4. Ábra: A válaszadók lakóhelye (N=301)

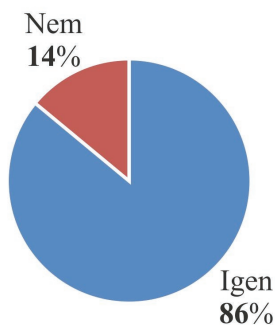
Forrás: Saját szerkesztés

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A 3.4. ábra alapján megállapítható, hogy a legnagyobb számú válaszadókkal rendelkező települések Törökkoppány, Koppányszántó és Kisbárapáti. Ezzel ellentétben, Szorosad, Bonnya és Kara a legkevesebb válaszadóval rendelkező falvak

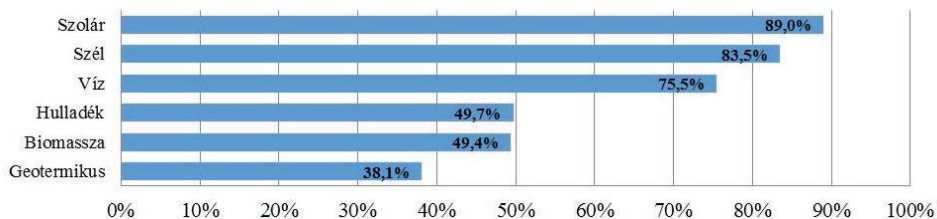
### 3.3.2 A megújuló energiaforrásokról szerzett ismeretek

A megkérdezett 300 lakos közül 41 (13.7%) soha nem hallott a megújuló energiaforrásokról, míg 259 fő (86.3%) már hallott a megújuló energiaforrásokról (3.5. ábra). Mindez azt mutatja, hogy a Koppány völgy lakói magas szinten tájékozottak a megújuló energiaforrásokra vonatkozóan. A legismertebbek közt a napenergiát, a szél- és vízenergiát említették a megkérdezettek (3.6. ábra).



3.5. Ábra: A megújuló energiaforrásokról szerzett ismeretek (N=300)

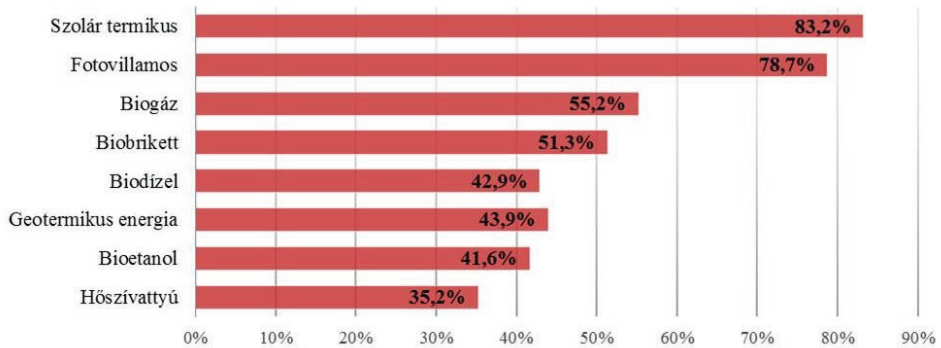
Forrás: Saját szerkesztés



3.6. Ábra: Ismeret a különböző megújuló energiaforrásokról (N=310)

Forrás: Saját szerkesztés

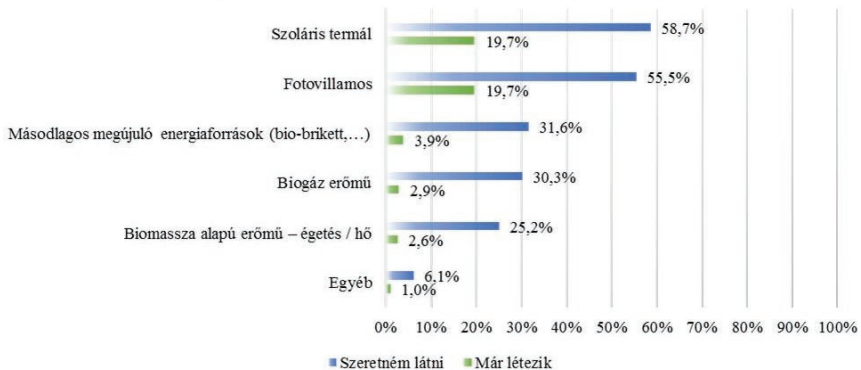
## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



3.7. Ábra: Megújuló technológiák ismerete (többszörös választás) (N=310)

Forrás: Saját szerkesztés

A 3.7. ábra megerősíti a 3.6. ábra eredményeit azáltal, hogy tükrözi: a szoláris alapú megújuló energiatechnológiák (szolár termál és szolár fotovoltaikus) a leginkább elismertek és ismertek a helyi lakosság körében, 83.2% és 78.7%.

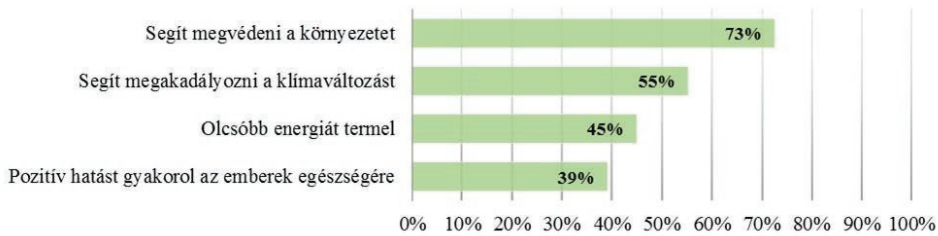


3.8. Ábra: A különböző megújulók elfogadottsága (N=310, Többszörös választás).

Forrás: Saját szerkesztés

A 3.6. és a 3.7. ábrának megfelelően, a 3.8. ábrán az látható, hogy a Koppány völgy lakói akarják a leginkább elfogadni a szoláris alapú megújuló energiát a helyi közösségükben. Csupán a megkérdezettek 30.3% szeretne biogáz erőművet.

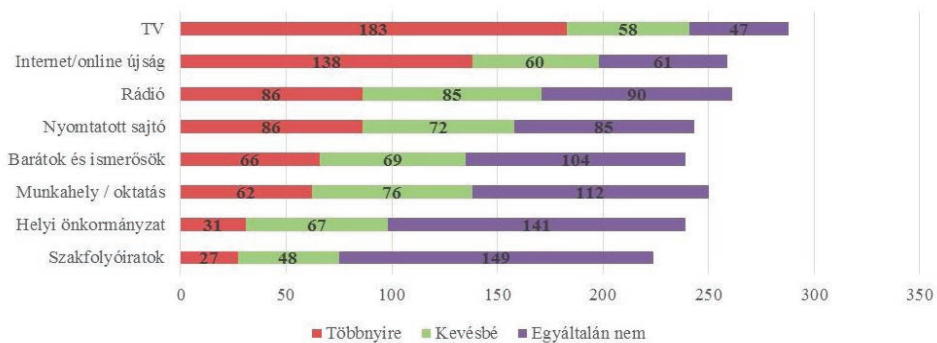
## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



3.9. Ábra: A megújuló energia felhasználásának okai (N=310)

Forrás: Saját szerkesztés

A 310 lakos véleményét kérdezték a megújuló energia használatának okairól. Több választási lehetőséggel rendelkeztek. Közülük 73% (a legmagasabb) választotta azt a lehetőséget, amely szerint, „segít megvédeni a környezetet”. 55% szerint „segít megakadályozni a klímaváltozást”. Az emberek 45% azt választotta, hogy „olcsóbb energiát termel”. Végül 39% választotta azt a véleményt, hogy „pozitív hatást gyakorol az emberek egészségére”.



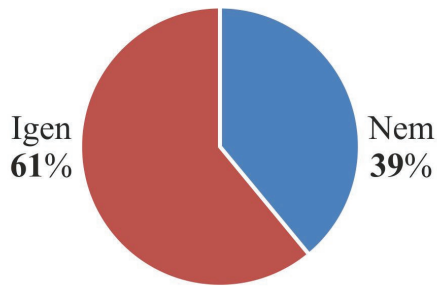
3.10. Ábra: A megújuló energiára vonatkozó információforrások. (N=300)

Forrás: Saját szerkesztés

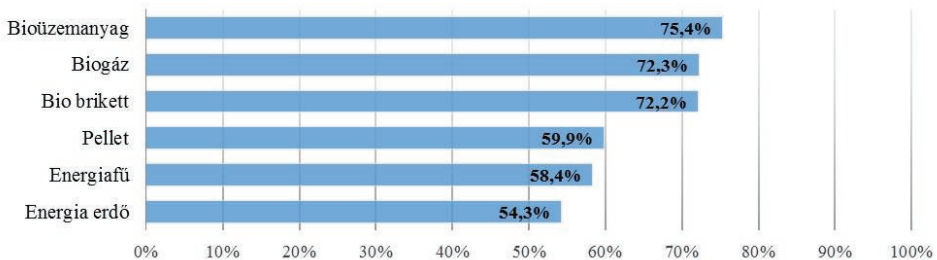
Különböző forrásokból lehetséges információkat gyűjteni a megújuló energiával kapcsolatban. A 3.10. grafikon jól mutatja, hogy mely források a leggyakoribbak vagy kevésbé fontosak ahhoz, hogy a lakosok az adott területre vonatkozó információkhoz jussanak. A televíziót úgy említették, mint a megújuló energiáról szerezhető legelterjedtebb forrás, a második helyen az internet állt. A legkevésbé fontos információforrások a kutatási területen a megújuló energiára vonatkozóan a helyi önkormányzatok és a szakkönyvek.

### 3.3.3 Biomassza alapú energiaforrások ismerete és elfogadása

A megkérdezettek 61%-a nyilatkozott arról, mit tud a biomasszáról (3.11. ábra). A biomassza energiaforrások közül a biomassza-alapú fűtőanyag, a biogáz és a brikett került említésre, mint a leginkább ismertek, az ismertségi arány több, mint 72%. A lakosság legalább 54%-a rendelkezik ismeretekkel az energiaerdőre, az energiafűre és a pelletre. (3.12. ábra). Így a Koppány völgy lakosainak általános ismerete a biomassza meghatározásról és a biomassza-alapú energiaforrásokról alapvetően mérsékelt.



3.11. Ábra: Ismeret a biomasszáról (N=301)  
Forrás: Saját szerkesztés

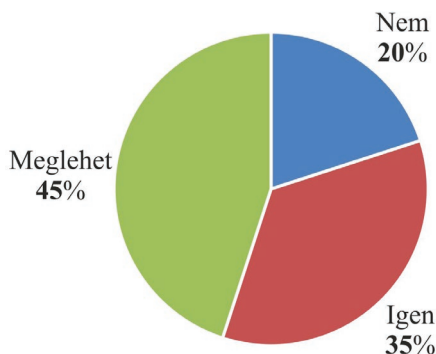


3.12. Ábra: Biomassza alapú energiaforrásokra vonatkozó ismeretek (N=310)  
Forrás: Saját szerkesztés

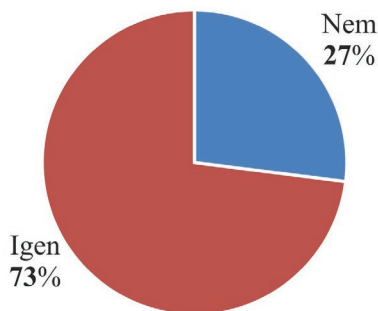
Azután átváltottunk a nyilvános elfogadás kérdéskörére. Megkérdeztük az érintetteket, hogy támogatnák-e egy biogáz erőmű telepítését a helyi közösségben. A megkérdezettek 35%-a „igennel” válaszolt, 20%-a azt mondta, hogy „nem”, és a maradék 45% a „mögylehet” választ adta (3.13. ábra). Mindez azt jelenti, hogy az emberek többsége nem biztos abban, hogy milyen döntést hozna egy biogáz erőmű telepítésével kapcsolatban. Ennek ellenére, az emberek 73% készen áll arra, hogy növényi hulladékot gyűjtsön a kertjében a javasolt biogáz erőmű számára. (3.14. ábra).



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



3.13. Ábra: Biogáz erőmű telepítésének támogatása (N7299)  
Forrás: Saját szerkesztés

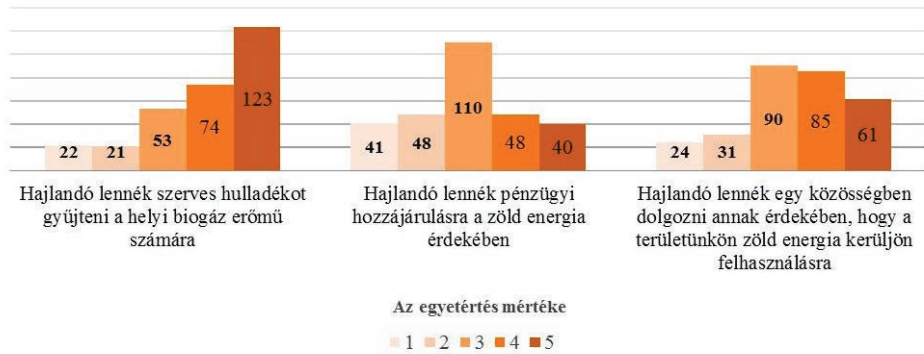


3.14. Ábra: Kollektív tevékenységek (N=306)  
Kérdés: „Gyűjtene növényi hulladékot a kertjéből, hogy azzal ellássák a biogáz erőművet?”  
Forrás: Saját szerkesztés

Likert-skála segítségével szondáztuk a válaszadókat, hogy fejtsek ki a véleményüket az állításokról egy 1-től 5-ig terjedő skálán, ahol az 1 jelentése: „egyáltalán nem értek egyet” és az 5 jelentése: „teljes mértékben egyetértek”. A különböző elfogadási szempontok elemzése, mint a szerves hulladék gyűjtésére való hajlandóság (ez a kérdés a Likert-skálán is alkalmazásra került), a zöld energiahasznosításra vonatkozó pénzügyi hozzájárulásra való hajlandóság, és a biogáz termeléssel kapcsolatos közösségi tevékenységben való részvételre való készséget (3.14. ábra) is elemzésünkben.

A nyersanyagok felhalmozódása döntő fontosságú kérdés biogáz erőmű működtetésében. Ezért, az a tény, hogy a helyi lakosság hajlandó gyűjteni a növényi hulladékokat, szerves hulladékokat és egyéb, a biogázhoz szükséges forrásokat a biogáz erőmű üzemeltetéséhez, jelentős előrelépést mutat a térség társadalmi potenciáljában.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



3.15. Ábra: A biogáz erőmű elfogadásának aspektusai (N=293)

Forrás: Saját szerkesztés

## 4 TÁRSADALMI-GAZDASÁGI HÁTTÉRFELTÉTELEK – A MEGÚJULÓENERGIA-HASZNOSÍTÁS ÉS A VIDÉKFEJLESZTÉS KÖZÖTTI SZINERGIÁK ERŐSÍTÉSE

PÓLA PÉTER, KOVÁCS SÁNDOR ZSOLT, HORECZKI RÉKA

A 21. század elejére a helyi gazdaságfejlesztésben egyre nagyobb szerepet kapnak a fenntarthatósági szempontokat előtérbe helyező megoldások. Ezek jellemzően olyan innovatív technológiákra épülnek, amelyek a kisebb (és gyakran hátrányos helyzetű) településeknek is lehetőséget adnak a fejlődésre. A megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó fejlesztések is ilyenek (Póla 2018).

Az endogén növekedésmélet szerint egy térség sikeres fejlesztése jelentős részben a helyi erőforrások optimális felhasználásán, azok megfelelő kihasználásán múlik, ezért a helyi fejlesztéseket helyi adottságokra, helyi erőforrásokra célszerű alapozni (Mezei–Póla 2016; Peyrache–Gadeau–Pecqueur 2004) Keveset tudunk azonban ezekről a helyi erőforrásokról. Milyen mennyiségben és minőségben vannak jelen? A RuRES projekt által vizsgált térség nagyobb része hátrányos helyzetű, ahol egy sikeres fejlesztési stratégia alapja, hogy megfelelően listázzák saját erőforrásaikat. Fedezzék fel és fejlesszék ezeket. A megújuló energiaforrások előnye, hogy viszonylag könnyen kerülnek fel egy ilyen erőforrás listára. Hátrányuk viszont, hogy sikeres alkalmazásuk a fejlesztési folyamatban komplex és tudatos tervezést feltételez, s már a szükséges humán erőforrás háttér is idő- és forrásigényes feladat.

A *tőke* a gazdaság által a későbbi termelés érdekében előállított produktum, s ez a humán tőkére is kiterjed. A különböző ökoszisztéma szolgáltatások (energiahordozók, ásványkincsek, nyersanyagok stb.) pedig a természeti *erőforrások* körébe tartoznak (Mezei–Póla 2016). Ezek a típusú erőforrások, s mindenekelőtt a megújuló energiaforrások olyan területeket is képesek lesz bekapcsolni a gazdasági fejlődés rendszerébe, akik alapvetően erőforrás hiánnyal küzdenek, így ezekben a térségekben új terület-hasznosítási módok jöhetnek létre (Lukács 2009). Nagyon fontos azonban, hogy a gazdasági hatás akkor tud kiteljesedni, ha a megújuló energia termeléséhez (szállításhoz, elosztáshoz, fogyasztáshoz) kapcsolódó eszközök és szolgáltatások jelentős része helyi, regionális termék. Ez is egy fontos és szintén nem könnyen megteremthető feltétel. Jól láthatjuk, hogy az egyik legalapvetőbb tőkeelem a humán tőke, amelynek fejlesztése megkerülhetetlen a megújuló energiaforrások megfelelő valorizálásához.

#### 4.1 MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK A MULTIFUNKCIÓS VIDÉKGAZDASÁGBAN

Könnyen belátható, hogy a vidéki terek kiválóan alkalmasak a megújuló energiaforrások előállítására és azok használatára. A rurális térségek gazdasági erőforrás potenciálja bizonyosan meghaladja az urbánus térségekét. Egy állattartó telepet lehet fűteni biomasszával, az épületeknek óriási tetőfelületén napelemek gyűjthetnék a fényt elektromos áramot generálva. Nyugat-Európában több éve úgy tervezik ezeket az épületeket, hogy alkalmasak legyenek megújuló energiák felhasználására. Ebben Magyarországon és Horvátországban is szemléletváltásra van szükség.

Megújuló energiarendszerek kiépítésekor azonban nem csupán az energiaforrás *élérhetősége* miatt jut kitüntetett szerep a vidéknek. A kevésbé sűrűn lakott térségekben, kisebb településeken van igazán lehetőség a *kis léptékű* rendszerek kiépítésére, működtetésére. Amíg tehát a gazdasági hatékonyság szempontjából a vidék, az alacsonyabb lélekszám (kevesebb fogyasztó) inkább hátrány, addig a kis lépték most előnyös lehet. Hasonlóan fontos szempont a *foglalkoztatási hatás*. Amíg a városokban a tradicionális ipar, a szolgáltatások, s az IT szektor is jelentős foglalkoztató, s a munkahelyteremtő beruházásoknak is inkább a (nagy)városok a célpontjai, addig a falvakban mindent meg kell ragadni, amelytől az aktivitás növelése remélhető (Póla 2018). Márpedig a megújuló energiákhoz kapcsolódó fejlesztéseknek – fajtától és technológiától függetlenül ugyan, de van foglalkoztatási hatása. Ahol opcionális (gyorsabban és jobban megtérülő) jövedelemszerzési lehetőség csekély, ott a megújuló energiák felé fordulás lehetőségei jobbakké lesznek. Érdekes például, hogy bár Horvátországban a napenergia hasznosítás potenciálisan Dalmáciában a legerősebb és Szlavóniában a leggyengébb, mégis a szlavóniai régióban valósult meg messze a legtöbb napenergiához kapcsolódó beruházás, míg az adriai régiót elkerülték ezek. Mi más lehet az ok, mint a turizmusban rejlő rövidtávon is jól jövedelmező alternatív befektetési lehetőségek.

A vidéki térségek komoly kihívása, hogy az egykor meghatározó foglalkoztató mezőgazdasági szektor modernizációját követően a munkanélküliség növekedésére válaszokat adjon. A népességmegtartó képesség mindenütt stratégiai cél. Ennek legfontosabb eszköze pedig a gazdasági diverzifikáció lehetőségének megteremtése. Mind a foglalkoztatás, mind a helyi gazdaságfejlesztés felől közelítve abból kell kiindulni, hogy a vidéken élők helyben találják meg a megélhetéshez szükséges munkalehetőségeket. Mindezt lehetőleg úgy, hogy állítson elő gazdasági (és/vagy társadalmi) értéket, tartsa karban környezetét, ápolja a hagyományokat stb.

A vidéki térségek funkciói (gazdasági, ökológiai, társadalmi-kulturális) közül kettő is szorosan kapcsolódik a megújuló energiatermeléshez és az energiafelhasználáshoz (Kovács et al. 2018)

A *gazdasági funkció* lényege a piacképes, jövedelmező termelés (jellemzően élelmiszer, ipari alapanyag). A gazdasági funkció elemei között találjuk az alternatív gazdasági tevékenységi formák kialakításának támogatását, így a megújuló energiához kapcsolódó fejlesztéseket, főként a biomasszára támaszkodó energiatermelés lehetőségeinek javítását, ami jól illeszkedik a gazdaság diverzifikáltságának növeléséhez kapcsolódó célokhoz, megfelel a kedvezőtlenebb mezőgazdasági adottságú területek színvonalas hasznosítására irányuló törekvéseknek (Buday-Sántha 2011). A gazdasági funkció erősödéséhez egyfajta vidéki újra iparosítás is szükséges, amelynek egyik pillére lehet a megújuló energetikához kapcsolódó gyártás kisebb léptékű formáinak elterjedése is, de mindenekelőtt maga az energiatermelés. Ezekén túl a vidéki vállalkozások (farmok, feldolgozóipari üzemek), köz- és magánszolgáltatások költséghatékony működését is támogatni tudják a lokális energiarendszerek által megtermelt olcsó energiával (Póla 2018).

Az ökológiai funkció kapcsán a legfontosabb tényező, hogy a vidéki térségek képesek biztosítani a városi lakosság rekreációját és a természeti elemek regenerálódását, védelmét. A tiszta energiaforrások használatának elterjedése segíti a természeti elemek védelmét is.

#### 4.2 A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKAT HASZNOSÍTÓ RENDSZEREK FEJLESZTÉSÉNEK FELTÉTELEI, ALKALMAZÁSUK KORLÁTAI

A megújuló energiahasznosító és az energia megtakarítást eredményező eszköz-rendszerek tervezési folyamatai, kivitelezése, alkalmazási módjainak bővítése az elmúlt években felgyorsult (Németh et al. 2015). Az újszerű technológiához kapcsolódó fejlesztések és a beruházásokat követő üzemeltetés számos társadalmi kérdést is felvet. A megújuló energiaforrások hatékony valorizációjának is az egyik legfontosabb feltétele a jó minőségű humán tőke jelenléte. A RuRES projekt által érintett régió vidéki térségei ebben nincsenek jó helyzetben. Hiába az észéki és a pécsi egyetemek jelenléte, a s így a technológiai ismeretek jelenléte, a hátrányos helyzetű vidéki térségeig ez a humán kapacitás nem ér el. Az érintett régió rurális térségeire kedvezőtlen *demográfiai* folyamatok, alacsony *aktivitási* ráta jellemző (Bálint 2018). A *képzettségi szint* egyelőre nem tudja támogatni a komolyabb innovációs, modern technológiák elterjedését, a térségben a *szakképzési* és felnőttoktatási bázis fejlesztése is szükséges. Ezek a problémák a *térség tőkevonzó képességét* is csökkentik, nem csak a nagyberuházások, de a kapcsolódó beszállító kisvállalkozások számára sem kedvező a társadalmi-gazdasági környezet. Ez a kihívás érinti a helyi gazdasági szereplők együttműködési rendszerét, a helyi fejlesztéspolitikai szereplőit, mindenekelőtt a szükséges szakképzett munkaerő bázist megalapozni képes szakképzési intézményrendszert (Póla 2018).

A beruházások jelentős pénzügyi erőforrás igénye és a viszonylag lassú megtérülési idő miatt a forráshiányos önkormányzatok csakis támogató szabályozási és finanszírozási környezetben tudnak érdemi fejlesztéseket megvalósítani, miközben nyilvánvaló, hogy ezek a fejlesztések jelentős megtakarításokat eredményezhetnek a település intézményeinél. Hasonló a helyzet a lakosság és a vállalkozások oldalán is: a növekvő érdeklődés ellenére a rendelkezésre álló – saját és külső – források hiánya miatt gyakran maradnak el beruházások.

A megújuló energiaforrások integrált hasznosításának feltételeit javítani kell. Segíteni szükséges a térségben fellelhető energiaforrások közösségi hasznosítását. Amennyiben az önkormányzati fejlesztésekkel a gazdaság-ösztönzési eszközként értelmezhető infrastruktúrák (pl. ipari park) energiaigénye csökkenthető az a vállalkozások számára vonzó tényező lehet.

Adott tehát egy gazdaságfejlesztési modell. A sikeres adaptáció első lépése a szemléletformálás, a tudatos gazdaság-szervező munka, helyenként az önkormányzati gazdaság-szervező funkció megerősítése, a helyi vállalkozók és a lakosság mozgósítása, felkészítése, bevonása a fejlesztésekbe.

Összességében elmondható, hogy a megújuló energiák fejlesztése és a vidékfejlesztés közötti potenciális szinergiák megerősítésének szükséges feltétele a társadalmi-gazdasági háttérfeltételek feltárása és tudatos fejlesztése.

#### **4.3 A VIDÉK SZÁMÁRA LEGFONTOSABB MEGÚJULÓ ENERGIA, A BIOMASSZA SIKERES HASZNOSÍTÁSÁNAK FELTÉTELEI**

Bár a RuRES projekt által vizsgált régióban a geotermikus energia és a napenergia kihasználásához is nagyon jók a természeti adottságok, a fent említett szinergiát mindenekelőtt a biomasszára épülő energiatermeléstől várhatjuk. Ennek alapvetően két oka van. Az egyik, hogy a vidéki területeken képződő és előállítható biomassza mennyisége jelentős fejlesztéseket tesz lehetővé, illetve hogy a másik két vizsgált energiával szemben a biomasszához kapcsolódó energiatermelés jelentősebb foglalkoztatási hatással is bír. A primer biomassza előállítására is jók a lehetőségek, de nagyon fontos a melléktermékek tudatos összegyűjtése és felhasználása is. A biomassza sikeres energetikai célú hasznosításának feltétele a szereplők közötti kooperáció és koordináció minősége. Ezek a szereplők többek között az alábbiak:

- mezőgazdasági és erdőgazdasági termelők,
- kereskedők, szállítók,
- helyi és állami hatóságok,
- térségi oktatási szereplők stb.

A biomassza felhasználását a kooperáció és a koordináció problémái mellett az érdekeltségi viszonyok bizonytalansága, kiforratlanság korlátozza. A felhasználók érdekeltségét csökkenti az energiasztruktúra jellegzetessége, amely – különösen a vizsgált térség magyarországi megyéiben – a földgázhoz kapcsolódó infrastruktúra fejlettségét és a kapcsolódó állami támogatásokat tekintve jelentős fékezőerőnek bizonyul, hiszen csökkenti a megújuló energiák használatának gazdaságosságát. A vidéki térségekben az általánosan jelen lévő tőkehiány mindezt csak fokozza.

A biomassza energetikai célú hasznosításának jelentős foglalkoztatási hatása abban van, hogy a talajelőkészítéstől a növényvédelmen át a betakarításig, a melléktermékek összegyűjtésétől a települési vagy kistérségi szintű fűtőmű működtetéséig több ponton is találunk nehezen kiváltható (gépesíthető) munkaerőt.

Németh et al. (2011) szerint a megfelelő adottságokkal rendelkező települések faapríték-felhasználáson alapuló decentralizált energiatermelő rendszerei hazai viszonyok között is alkalmasak fosszilis energiahordozók helyettesítésére és versenyképes áron történő energiatermelésre, valamint pozitív hatással vannak közvetlen környezetük fejlődésére. A helyben keletkező biomassza-féleségek hasznosításával az energiahordozókra kiadott pénz egy része a térségben marad, és annak további fejlődését eredményezi, továbbá hozzájárul az energiainport-függőség csökkentéséhez.

Paradox helyzet áll elő, amennyiben azt látjuk, hogy a megújuló energiák, köztük a zöldenergia (biomassza) fejlesztésének és fejlesztettségének akadályai éppen ott tűnnek leginkább leküzdhetetlennek, ahol a legnagyobb lehetőséget (vagy éppen talán az egyetlen lehetőséget) ez a fejlesztési irány jelenti. A megfelelő területhasznosítási terv és a klaszteresedés, az együttműködések (termelők, feldolgozók) az eredményes zöldenergia felhasználás alapjai.

#### 4.4 MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK VIDÉKFEJLESZTÉSI STRATÉGIÁKBAN

Ahhoz, hogy a helyi erőforrások feltárása, majd kihasználtsága megfelelő legyen *képzésre, infrastruktúra-fejlesztésre, helyi szolgáltatásokra, együttműködésre* stb. van szükség. A leghátrányosabb helyzetű periferikus térségekben bár **külső gazdasági segítség** nélkül fejlődésére nincs esély, az nem mindegy, hogy ezek a külső források, támogatások miként hasznosulnak. A **tudatos tervezés** a hatékony forrásfelhasználás alapja.

A megújuló energia alapú térségfejlesztés akkor lehet igazán sikeres, ha az kisebb térségekre adaptált komplex stratégia alapján valósul meg. Ugyanakkor ma az tapasztalható, hogy az eredményes működés alapfeltételeit jelentő együttműködések még gyengék. Kistérségi szintről induló, alulról felfelé építkező, megalapozott, országosan összehangolt fejlesztési stratégiára van szükség, amelyet megfelelő gazdasági szabályozás kísér (Lukács 2009).

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

Ma a vidéki térségekben a valódi bottom-up tervezés a helyi közösségek szintjén (LEADER) történik, ugyanakkor az ebben a programban elérhető forrásmennyiség nem teszi lehetővé a komolyabb fejlesztéseket. Azok a külső források, amelyek érdemi fejlesztéshez elegendők lennének, s amelyek a megújuló energiaforrások fejlesztését is segíthetik, már egy kevésbé organikus stratégia alkotási folyamathoz kötődnek (lásd megyei fejlesztési koncepciók és integrált programok, amelyekhez a KEHOP, GINOP, TOP forrásai).

A megyei fejlesztési programokban említésre kerül a természeti erőforrások felhasználásának növelését segítő feltételek megteremtése, de a szükséges kapcsolódások (pl. képzési programok) nem világosak (Póla, 2018). Ebből adódóan kifejezetten a megújuló energiákhoz kapcsolódó komplex stratégiáról aligha beszélhetünk. Pozitívum azonban, hogy éppen a LEADER hívott életre olyan térségi együttműködésekben megvalósult projekteket, amelyek eredményeként sikeresen működő, biomassza tüzelési fűtőműveket helyeztek üzembe.

A vidéknek tehát konzekvens, *hosszú távú*, jogilag, közgazdaságilag megalapozott *megújuló-energia programokra* van szüksége, amelynek a finanszírozási háttérfeltételei biztosítottak. Egy-egy ilyen program hangsúlyos eleme a helyi (regionális) energiatermelési és felhasználási lehetőségek felmérése. Amennyiben az önkormányzati fejlesztésekkel a gazdaság-ösztönzési eszközként értelmezhető infrastruktúrák (pl. ipari park) energiaigénye csökkenthető az a vállalkozások számára vonzó tényező lehet.



## 5 MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁS-POTENCIÁL ÉS DÖNTÉSTÁMOGATÁS HORVÁTORSZÁG ÉS MAGYARORSZÁG HATÁRON ÁTNYÚLÓ RÉGIÓJÁBAN – EGY MODELL-ALKALMAZÁS LEHETŐSÉGEI

MATEJ ŽNIDAREC, MARIO PRIMORAC, MEZEI CECÍLIA,  
KOVÁCS SÁNDOR ZSOLT

A Horvátország-Magyarország határmenti régió jelentős nap-, biomassza és geotermikus energiapotenciállal rendelkezik, míg a víz-és szélenergia-potenciál nagyon csekély. A fentiekre tekintettel a fejezet – a napenergia mellett – kimondottan biomassza és geotermikus energia potenciálokra összpontosít három határmenti megyében: Eszék-Baranya megye Horvátországban, míg Baranya és Somogy megye Magyarországon.

### 5.1 DÖNTÉSTÁMOGATÁS IRÁNTI ÖNKORMÁNYZATI IGÉNY A VIDÉKI TÉRSÉGEKBEN

A helyi önkormányzatoknak a helyi fejlesztések megszervezésében, elindításában, ösztönzésében kitüntetett szerep jut. Ők azok a helyi szereplők, amelyek rendelkeznek azzal a felhatalmazással, hogy a közösség érdekét képviseljék, hogy az egyes helyi aktorok fejlesztési elképzeléseit közös nevezőre hozzák. Jó esetben ezek az elképzelések olyan participatív tervezési folyamat (Gébert et al. 2016) során csatornázódnak be a helyi fejlesztési terv, program vagy akár csupán egy projekt keretei közé, ahol minden érintett hallathatja a hangját, s amely során minden potenciális hozzáadott érték (egyéni aktivitás, saját erőforrás) meg tud jelenni.

Nem kicsi azonban az a felelősség, ami a helyi önkormányzatokat terheli a helyi fejlesztések tekintetében. S ha itt most rákoncentrálunk a vidéki térségek specialitásaira (előregedő népesség, elvándorlás, koncentráló hátrányok, romló elérhetőségi jellemzők stb.) és az őket általában (különösen Magyarországon) jellemző kisebb önkormányzatokra (kevesebb funkció, hiányzó intézmények, szolgáltatások, kisebb költségvetés, kisebb fejlesztési erő), még erősebb kényszerpálya rajzolódik ki (5.1. táblázat). A falvakban legtöbbször akkor történik valami, ha az önkormányzat egy-egy sikeres pályázattal be tud hozni kiegészítő fejlesztési forrásokat. Ugyanakkor ez a pályázati magatartás egyúttal deformálja is a helyi fejlesztéseket, hiszen azok így

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

rendszerint nem a legégetőbb problémákra reflektálnak, hanem a központi fejlesztéspolitikai által meghatározott prioritásokhoz igazodnak. Tehát éppen a helyi igényekhez való illeszkedés esik így ki, miközben ezek a projektek felemésztik a rendelkezésre álló szűkös önkormányzati pénzügyi kereteket.

5.1. Táblázat: A két vizsgált ország közigazgatási és tervezési térkategóriái, 2018

Szemponctok	Magyarország	Horvátország
Államtípus	centralizált, unitárius	centralizált, unitárius
Helyi önkormányzatok száma (LAU2), db	3155	556
Ebből városi önkormányzatok száma, db	346	127
Egy önkormányzatra eső átlagos népesség-szám, fő	3150 <sup>1)</sup>	7707 <sup>1)</sup>
Települések száma, db	3155	6756
Önkormányzatisággal nem rendelkező LAU1 szintek	járások (197 db)	-
Területi önkormányzatok (NUTS3)	megyék és a főváros (20 db)	Županija (21)
NUTS2-es tervezési-statisztikai régiók száma	8	2

*Megjegyzés: 1) népszámlálási (2011) népességadatokkal kalkulálva  
Forrás: Eurostat 2018, Rácz 2016, KSH 2018.*

Ugyanezek a vidéki önkormányzatok akkor is *kényszerpályákon* mozognak, ha egy-egy befektető elsöre jónak tűnő befektetési ötlettel megkínálja az adott önkormányzatot. Akkor és ott a képviselő-testületnek arról kell döntenie, hogy az adott helyi erőforrást (egy telket, egy önkormányzati épületet vagy éppen a helyi távfűtő rendszert stb.) a beruházó rendelkezésére bocsátja-e. Ilyenkor a legkritikább esetben történik meg annak a mérlegelése, hogy vajon az így létrejövő beruházás illeszkedik-e a helyi fejlesztési stratégiába, tervbe, ahogy arra sem kerül sor, hogy a beruházás alternatíváit (másik típusú távfűtés, a középület vagy a telek más funkciójú kihasználása) végiggondolják, elemezzék.

Óriási kihívás a kis, vidéki önkormányzatok számára a döntéshozáshoz *szükséges információk begyűjtése, rendszerezése, megfelelő szintű elemzése, értékelése*, akkor, amikor a legtöbb helyi terv, fejlesztési koncepció eleve központi statisztikai adatokon alapulva, egységes sablonok táblázatain, útmutatásain végighaladva készülnek. A legtöbbször *a helyi fejlesztések koordinálásához szükséges szakértelem és kompetencia sincs meg helyben*, s az nem is várható el, hiszen a polgármesteri hivatali adminisztrációban olyan köztisztviselők ülnek, akik a vidéki önkormányzatok szűkített funkcióköreire reflektálnak.

A participatív módon előálló helyi fejlesztési tervek elkészítéséhez tehát legelsőként azok a *mozgatórugók, személyek, szakértők hiányoznak*, akik az egész folyamatot el tud-

nák indítani helyben. Ez feltétele lenne annak, hogy a helyi önkormányzat felvállaljon olyan alternatív, vagyis nem kötelező feladatokat, mint a helyi fejlesztések ösztönzése, koordinálása, kivitelezése. Sok esetben persze ez tényleg pénzkérdés. Egy kisebb önkormányzatnál kevesebb *fejlesztési forrás* képződik (helyi adóztatáson keresztül), vagy halmozódhat fel az állami transfereken keresztül, vagy lesz lehívható a pályázatokon keresztül. A méret tehát meghatározó. A helyi szereplők bevonása, aktivizálása, megértése, együttműködésre készítetése azonban nem pénzkérdés. Ez inkább egy olyan szemléletmódot, *bevonási gyakorlatot* feltételez, ami a kelet-közép-európai közösségi tervezési gyakorlatból rendszerint még hiányzik. Pedig ez lenne képes a helyi tudás, a helyi igények, a partnerek erőforrásainak és törekvéseinek a becsatornázására.

A következő elem, ami hiányzik a sikeres adaptív helyi fejlesztésekhez az éppen a *helyi sajátosságokról és a helyi erőforrásokról szóló rendszerezett információk köre és megfelelő értékelése*. Számos információ gyűjthető ki a központi statisztikai és információs rendszerekből, ám ezek megtalálásához, rendszerezett legyűjtéséhez és megfelelő szintű kezeléséhez (elemzés, értékelés, viszonyítás stb.) már jórészt speciális tudás kell. A probléma másik forrása, hogy a helyi információk egy része meg se jelenik, vagy nem gyűjthető le ezekből a központi adatbázisokból, mert a helyi aktorok birtokolják, s tőlük kellene megtudni, vagy sok esetben éppen a helyi önkormányzatoknál halmozódik fel papírtömegek, vagy külön-külön kezelt elektronikus dokumentumok formájában (nem is információként kezelődnek, hanem ügyszerűségeként).

Érzékelhetően óriási tehát az információs igény azoknál a vidéki önkormányzatoknál, ahol sem az adatgyűjtés, sem az adatkezelés, sem a fejlesztési tervezés területén nincsenek meg a szükséges tapasztalatok, kapacitások és kompetenciák. Lehet, s van is több kezdeményezés arra, hogy egy-egy településre komplett, adott struktúrát követő adattáblákat szolgáltatassanak. A magyar Központi Statisztikai Hivatal<sup>4</sup> Tájékoztatási Adatbázisából, annak is a területi statisztikai moduljából<sup>5</sup> például viszonylag könnyen gyűjthetők ki települési szintű adatok. Ugyancsak a magyar intézményrendszerhez tartozó jó példa a Lechner Tudásközpont<sup>6</sup> által kezelt Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer<sup>7</sup>, a TeIR, amely ugyancsak képes települési/területi szintű adatok közlésére, bizonyos esetekben összehasonlító elemzésekre is. Kicsit kitekintve a projekt vizsgálati területén kívülre, a holland kormány például felismerve a probléma lényegét önálló indikátorrendszerrel rendelkező információs honlapot működtet<sup>8</sup> a holland önkormányzati szövetség (VNG) közreműködésével, amelynek minden önkormányzat tagja, noha a tagság nem kötelező. A holland

<sup>4</sup> <http://www.ksh.hu/?lang=en>

<sup>5</sup> <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/themeSelector.jsp?page=1&theme=T>

<sup>6</sup> <http://lechnerkozpont.hu/>

<sup>7</sup> <https://www.teir.hu/>

<sup>8</sup> <https://www.waarstaatjegemeente.nl/>

önkormányzati szövetség, azaz a VNG által jegyzett Vensters (Ablakok)<sup>9</sup> rendszer pedig egy telefonos applikációval is rendelkező felület, amely az egyes közszolgáltatók és kormányzati szereplők teljesítményének, működésének az összevetésére képes, lényegében tetszőleges dimenzióban, léptékben és számtalan adattartalom, funkció vonatkozásában.

Egy *döntéstámogató rendszer* annyiban tud több lenni, mint egy komplex adattábla (az összegyűjtött adatok strukturált közlése), hogy bizonyos (kiválasztható) feltételek mentén meghozott *döntési alternatívák különböző eszköz/forrás igényeit és/vagy határait, következményeit* is meg tudja jeleníteni. A döntéstámogató alkalmazás használata (ha felhasználóbarát platform kapcsolódik hozzá) kezelheti azt a problémát is, hogy a modellhasználó nem feltétlenül szakértője az adatgyűjtésnek/adatelemzésnek, de egy felelősségteljes beruházási, fejlesztési döntéshez szükséges alternatívákat mégis át tud látni, s át is kell látnia.

## 5.2 A MEGÚJULÓ ENERGETIKÁRA FÓKUSZÁLÓ DÖNTÉSTÁMOGATÓ ALKALMAZÁS

A projekt keretében kiemelten vizsgált megújuló energetikai fejlesztések területe még a fentiekben vázoltakhoz képest is speciálisabb terület. Specialitását adja egyrészt, hogy a megújuló erőforrások elég széles körben, a biomassza pedig elsődlegesen a rurális terekben jelentkezik potenciálisan hasznosítható „alapanyagként”. A potenciál tehát ott van, csak hasznosítani kellene. Nem véletlen, hogy mind a magyar, mind pedig a horvát nemzeti S3, intelligens szakosodási stratégiában, amelyeket az Európai Unió éppen az alulról építkező és a partnerségre alapozott helyi, regionális és nemzeti fejlesztési stratégiák ösztönzésére hívott életre, ott szerepel a J.68-as „Fenntartható energia és megújulók” prioritás<sup>10</sup>. A szektort érintő európai uniós direktíva<sup>11</sup>, az EU2020 stratégiában szereplő és a Nemzeti Reform Programokba is becsatornázódó megújuló energetikai indikátorok, és a hozzájuk csatolt fejlesztési pályázatok pedig már hosszabb idő óta terelik be a mind a magán, mind pedig a közösségi forrásokból finanszírozott fejlesztéseket a megújuló energetikai szektorba (persze nem mindegy, hogy milyen ütemben). A vizsgálati térség megyéiben is számos beruházás történt már a megújuló energetikai szektorban mind közösségi, mind magánberuházások formájában.

Ezek, a megújulók területén elinduló beruházások egyrészt mintát szolgáltathatnak, sokszor pedig divatot teremthetnek más beruházások számára, másrészt konkrét helyi gazdaságfejlesztő hatásuk is lehet (Mezei 2008, 2013). A probléma

<sup>9</sup> <https://www.venstersvoorbedrijfsvoering.nl/english/#/>

<sup>10</sup> <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/map>

<sup>11</sup> 2009/28/EK irányelv

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBBEN

éppen az, hogy míg a megújuló energetikában rejlő lehetőségek (munkahelyteremtés, költséghatékonyság stb.) reális gazdaságfejlesztési folyamatokat generálhatnak a rurális terekben, addig ezek megjelenése mind a tervezésben (stratégiák, koncepciók), mind pedig a megvalósulásban, egy-két jó példától eltekintve, hiányos (Kovács et al. 2018).

A projektben kiemelten vizsgált három megye rurális térségeiben kétségtelenül ott van tehát az a potenciál, amire alapozva közösségi vagy magán beruházások létesülhetnének a megújuló energetikai szektorban. Ebben a helyi döntéshozóknak, a helyi önkormányzatoknak óriási felelősség jut, a helyi szabályozás és ösztönzők kialakításában, a helyi együttműködések alakításában, a saját épületeik energiafogyasztásának formálásában. Nem egyszerű azonban jó döntéseket hozni akkor, amikor mind az energia szektor, mind a potenciális beruházások technológiai, műszaki háttere, mind a pályázati konstrukciók köre olyan speciális tudást igényelnek, ami nem feltétlenül biztosított a hivatali adminisztrációnál. Komoly körütekintést és tudást igényel az egyes beruházási alternatívák elemzése és a beavatkozások potenciális hatásainak kiértékelése is. Miközben egyre erőteljesebb tehát a külső nyomás és vonzás a megújuló energetikai vonalon (pályázati kényszer, divatirányzatok), éppen a vidéki, kis önkormányzatok oldalán hiányzik az a szakértelem, ami a megalapozott döntések meghozatalához kell. Ezeknél az önkormányzatoknál rendszerint hiányzik az a forrás is, amivel a külső tudást be tudnák csatornázni (külső szakértők megbízása) a döntéstámogatásba.

A magyar oldalon lévő Baranya és Somogy megyék ráadásul egyikei a legapróbb településekkel rendelkező megyéknek. Az átlag lakosságszám csak 1300 fő körül mozog, és nagyon sok az 500 fő alatti aprófalu is (5.2. táblázat). Ugyanakkor a jóval integráltabb önkormányzati rendszert maga mögött tudó horvát struktúrában működő Eszék-Baranya megye átlagos önkormányzati lakosság száma csak picit marad el az országos átlagtól (5.1. táblázat).

*5.2. Táblázat: A vizsgálati térség megyéinek főbb jellemzői, 2018*

Szemponatok	Baranya (HU)	Somogy (HU)	Osijek-Baranja (HR)
Helyi önkormányzatok száma (LAU2), db	301	246	42
Ebből városi önkormányzatok száma, db	14	16	7
Egy önkormányzatra eső átlagos népességszám, fő	1284 <sup>1)</sup>	1285 <sup>1)</sup>	7263 <sup>1)</sup>

*Megjegyzés: 1) népszámlálási (2011) népességadatokkal kalkulálva  
Forrás: Rácz 2016; KSH 2018.*

A megújuló energetikai szektort érintő önkormányzati szintű döntések meghozatalához, s itt legyen szó a helyi szabályozásról, a beruházási engedélyekről, vagy önerős beruházásokról, tehát pontos ismertekkel kell rendelkezniük a helyi döntéshozóknak azokról a potenciálokról, amelyek a megújuló természeti erőforrásokban vannak helyi/térségi szinten. Egy jó döntéstámogató rendszer számba veszi azokat a korlátokat is, amelyek ezen potenciálok kiaknázását akadályozzák (ld. erőművek telepítésére vonatkozó speciális építési szabályok, már működő biomassza erőművek a térségben stb.). A döntéshozáshoz nem árt, ha az alkalmazás használóinak lehetőségük nyílik összehasonlító elemzések elvégzésre (potenciálok más településeken, térségekben, más beruházási, technológiai megoldások esetében stb.), és előzetes beruházási információkkal is rendelkezik (ami nyilván csak egy átlagos kapacitásra tervezett átlagos beruházási/megtérülési kalkuláció lehet).

### 5.3 AZ ÖNKORMÁNYZATI DÖNTÉSTÁMOGATÓ ALKALMAZÁS, MODELL EGY LEHETSÉGES MÓDOZATA

A fent leírtak alapján tehát látható, hogy az önkormányzati szféra részéről erőteljes igény mutatkozik egyfajta *erőforráspotenciál-becslő alkalmazásra*. Így jelen kutatás keretében kidolgozásra került egy, a természeti, megújuló erőforrásokra koncentrálnó potenciálemelőző modell egy verziója. A kidolgozott modell, tekintettel a magyar szétaprózott önkormányzati rendszerre azt célozza meg, hogy minél kisebb területi egységre vetítve mutassa be a vizsgált megújuló energiaforrások (nap, geotermia, biomassza) reálisan kiaknázható potenciáljait.

Mint minden alkalmazás esetében, amely adatokkal, adatbázisokkal dolgozik, s különösképpen mindezt nemzetközi területi fókusszal, az első megoldandó probléma az összehasonlítható adatok, adatkörök összegyűjtése. E problémakör ennek a modellnek a kidolgozásakor is fennállt, s maradéktalanul nem is került megoldásra, azonban jelen fejezet célja a tételes települési eredményközlésekkel ellentétben a gondolati és kalkulációs keretek bemutatása.

A RuRES projekt elsősorban a vidéki területeken realizálható megújuló energetikai beruházási alternatívákra összpontosít, a modelleredmények igazolása és pontos kalibrálhatósága érdekében több, a térségben már megvalósult beruházást is elemeztünk, igazoltuk relevanciájukat a modell eredményeivel.

Tisztában vagyunk azonban azzal is, hogy a pusztán a modell eredményeire alapozott beruházási döntéseket a kistelepülések esetében jelentősen visszaveti az önkormányzatok forráshiánya, a pályázati rendszerek hiányosságai, a helyi szintű tudás nem megfelelő szintje, amely tényezők ugyanakkor nem számszerűsíthetők, így a modellbe sem beépíthetők. Mint minden becslő modell esetében, itt is igaz, hogy a kapott eredmények a mindenkori helyi tudással kiegészítve alkalmazhatók.

## 5.4 NAPENERGIA

A napsugárzás a légköri erőforrások egyike, amely energiaforrás, életfeltétel (fotoszintézis) és a mezőgazdasági termelés meghatározó tényezője.

A Napból érkező elektromágneses sugárzás biztosítja a légkörben lejátszódó folyamatokhoz szükséges energiát, amelynek két fontos jellemzője az *intenzitása* (erőssége) és a *tartama*. A földfelszínen mért sugárzásérték azt mutatja, hogy mennyi sugárzás jut le a légkör aljára. A sugárzás *tartama* a földfelszínen mért tényleges napfénytartam. A sugárzás tartamának mértékegysége a MJ/m<sup>2</sup>. Ehelyett azonban nagyon gyakran a napsütéses időszakokat mérik (pl. napsütéses órák száma) (Varga-Haszonits, Varga 1999).

A sugárzás *intenzitása* függ

- a napsugarak beesési szögétől (földrajzi szélességtől),
- a légkör összetételétől,
- a légkörben található szennyezőanyagoktól,
- a levegő nedvességtartalmától, valamint
- a felhőzettől.

A tengerszint feletti magassággal felfelé haladva – mivel a levegő vízgőz-, és szennyezőanyag tartalma egyre ritkább – a sugárzás intenzitása egyre inkább növekszik, valamint összetétele is megváltozik (nagyobb arányú közvetlen (direkt) sugárzás, nagyobb mennyiségű ultraibolya sugárzás). A sugárzásintenzitás az egységnyi felületen áthaladó energiaáram, mértékegysége lehet W/m<sup>2</sup> vagy J/m<sup>2</sup>/s, energiaösszegben megadva MJ/m<sup>2</sup>/s (Anda et al. 2010).

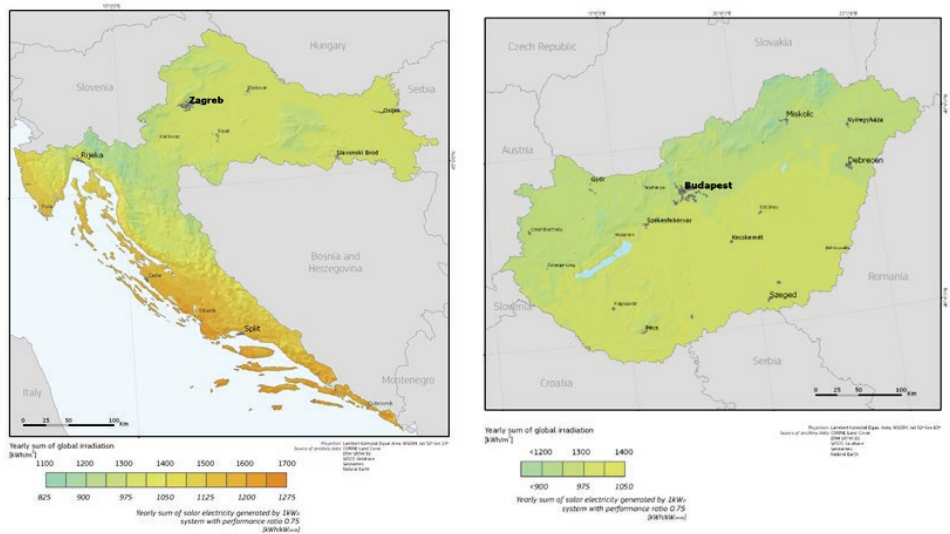
Földrajzi elhelyezkedésének és fejlett mezőgazdaságának köszönhetően a határokön átnyúló Horvátország-Magyarország régió különféle megújuló energiaforrás lelőhelye. Kedvező földrajzi fekvésének köszönhetően, a határon átnyúló térség hatalmas napenergia-potenciállal rendelkezik (5.1. ábra). Az átlagos éves napenergia-besugárzás vízszintes síkon a határokön átnyúló térségben megközelítően 1300 kWh négyzetméterenként.

A fotovoltaikus modulok és a napkollektorok optimális dőlésszöge 34° Horvátországban Eszék-Baranya megyében és 35° Baranya és Somogy megyében Magyarországon (PV GIS, 2018) egész éves kihasználás esetén

A Magyar Befektetési és Kereskedelmi Ügynökség szerint (2014), Magyarországon a napenergiából előállított elméleti hőenergia-potenciál 28,472 MWh/év.

Eszék-Baranya, Baranya és Somogy megyék globális közvetlen és diffúz havi és éves napsugárzása a 5.3. táblázatban kerül bemutatásra.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



*5.1. Ábra: Éves napenergia-besugárzás Horvátországban és Magyarországon  
Forrás: PVGIS, 2018.*

*5.3. Táblázat: Globális közvetlen és diffúz havi és éves napsugárzás Eszék-Baranya és Baranya, valamint Somogy megyében*

Megye	Eszék-Baranya (Eszék)			Somogy (Kaposvár)			Baranya (Pécs)		
	Globális	Közvetlen	Diffúz	Globális	Közvetlen	Diffúz	Globális	Közvetlen	Diffúz
Hónap	kWh/m <sup>2</sup> /nap			kWh/m <sup>2</sup> /nap			kWh/m <sup>2</sup> /nap		
Január	1,1	0,74	0,36	1,12	0,73	0,39	1,12	0,73	0,39
Február	1,85	1,09	0,76	1,95	1,13	0,82	1,89	1,1	0,79
Március	3,48	1,81	1,67	3,33	1,76	1,57	3,38	1,79	1,59
Április	4,84	2,13	2,71	4,79	2,16	2,63	4,79	2,16	2,63
Május	5,74	2,41	3,33	5,8	2,44	3,36	5,7	2,45	3,25
Június	6,27	2,51	3,76	6,21	2,55	3,66	6,2	2,6	3,6
Július	6,44	2,32	4,12	6,34	2,35	3,99	6,28	2,45	3,83
Augusztus	5,65	1,86	3,79	5,51	1,93	3,58	5,45	1,96	3,49
Szeptember	3,9	1,72	2,18	3,82	1,72	2,1	3,8	1,75	2,05
Október	2,7	1,32	1,38	2,63	1,32	1,32	2,64	1,32	1,32
November	1,42	0,82	0,6	1,3	0,78	0,52	1,35	0,81	0,54
December	0,87	0,61	0,26	0,88	0,61	0,27	0,87	0,59	0,28
Év	1350,02	589,08	760,94	1332,02	592,51	739,51	1325,79	600,33	725,46

*Forrás: PVGIS 2018.*



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

A modell a településsoros besugárzási értékekből kalkulálja az éves maximális teljesítményt. A települési napenergetikai potenciált korábbi kutatásaink alkalmával két referenciaérték mentén (1480 és 1530 kWh/m<sup>2</sup>) három alapkategóriába soroltuk be: átlag alatti, átlagos és kiváló kategóriákba (Mezei (szerk.) 2015). A jelenleg vizsgált területen összességében kimagasló és jó besugárzási értékekkel találkozhatunk, így a napenergia kihasználására alapozott fejlesztések megvalósulása előtt input oldali fenntartásaink nem lehetnek, így e kategorizálástól eltekintettünk, azaz nincs a modell által beruházásra nem javasolt terület a vizsgálati térségben.

A naperóművek telepítésre akár közterületeket, akár ipari területeket, akár megvásárolt korábbi magánterületeket fel lehet használni, így nem igényel külön települések közti differenciálást, azonban fontos megjegyezni, hogy helyi rendeletekkel, szabályozással egyes területeken tiltásokkal találkozhatunk, így alkalmazásunkba beépítésre került e korlátozó tényező egy zárt kérdés megfogalmazásával (*Ismer olyan helyi szabályozást, mely akadályozza, tiltja új naperómű, napelem park létesítését?*).

Napenergia esetében az Ormánságban – Baranya és Magyarország egyik legjobban leszakadó térségében –, Sellyén 2012 végére megvalósult napenergia parkot vizsgáltuk meg. Modellünk eredményei alapján a település besugárzási értéke 1526 kWh/m<sup>2</sup>, ami a projekt terület átlagát mérsékelten (1522,53 kWh/m<sup>2</sup>), míg az országos átlagot (1481,1 kWh/m<sup>2</sup>) jelentősen meghaladja, ami a napenergia alapú beruházások helyi megvalósításában jelentős telepítési tényező volt. A magánberuházással elkészült naperómű a jogszabályi korlátozások okán 0,49 MW teljesítménnyel rendelkezik, mely az alapítástól egészen 2015-ig Magyarország legnagyobb ilyen típusú erőműve volt. A nagyságrendileg 1,65 millió euróból 2,5 hektáron létesült, 50 db, egyenként 70 m<sup>2</sup>-nyi napelemet magában foglaló, kéttengelyes napkövető rendszer éves szinten 250 család villamosenergia-igényét képes előállítani (Nyári 2014).

\*\*\*

A napenergia energetikai hasznosításnak másik lehetősége, amikor kollektorok telepítésével meleg víz előállítására használjuk, majd azt az adott épület vízellátásában és fűtési rendszerében hasznosítjuk. Erre szolgáltató példát az Eszék-Baranya megyei Valpovo középiskolája, ahol a napkollektorok telepítésével részben sikerült kiváltani a földgáz alapú fűtési és meleg víz előállítási rendszert. A téli hónapokban a beruházás hatására mintegy kiegészítő rendszer készült, ahol a valós havi melegvíz-szükséglet 1,2–10 százaléka állítható elő, míg a nyári hónapokban a valós szükségletnek 160–280 százaléka, összességében az éves szükséglet 30 százaléka váltható ki a napkollektorokkal. Mindez természetesen energiaköltség-csökkenést, valamint káros anyag kibocsátás csökkenést eredményez (Hornung et al. 2010; Stojkov et al. 2015).

## 5.5 BIOMASSZA

A biomassza energetikai hasznosítását az energiahordozóként kialakított biomassza halmazállapota szerint szokták csoportosítani, így szilárd, cseppfolyós és gázhalmozállapotú biomasszáról beszélünk. A tüzelhető biomasszák jellemzően viszonylag alacsony nedvességtartalmúak és ennek megfelelően magas fűtőértékűek. A tüzelhető biomasszákkal szemben fontos követelmény, hogy az éghetetlen hamutartalmuk olyan vegyi összetevőkből álljon, amelyek nem ronszolják szét a kazánberendezést, illetve nem olvadnak rá a fűtőfelületekre, valamint nem okoznak jelentős levegőszennyezést.

A „Megújuló energiaforrások potenciálja Eszék-Baranya megyében, 2013” („Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”) című tanulmány szerint, a biomassza felhasználható a létrehozásának, mint biomasszának az eredete szempontjából, mely szerint az a következőkből származik

- mezőgazdaság;
- erdészet;
- szilárd hulladék.

### 5.5.1 Mezőgazdasági eredetű biomassza

A mezőgazdasági eredetű biomassza a rendszeres mezőgazdasági tevékenységből származik az év folyamán. Felhasználható a *gazdálkodásból* eredő biomasszára – a betakarítás és a zöldégettermesztés utáni maradványok, *szarvasmarha tenyésztésből* – folyékony és szilárd trágya és az *évelő növényekből* származó biomasszára – fa és más, az évelő növények rendszeres ápolásából keletkezett maradványok (“Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”).

A mezőgazdasági eredetű biomassza, az alkalmazott technológiától függően felhasználható hő, villamos energia, mechanikai energia előállítására (folyékony tüzelőanyagok) valamint olyan származékok előállítására, amelyek felhasználhatók energiatermelésre (Ivanović & Glavaš, 2013). A mezőgazdasági biomasszából előállított legelterjedtebb származékok a brikettek, a pelletek, a biogáz és a bio üzemanyagok („Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”). Az 5.4. táblázat a különböző mezőgazdasági hulladékok kisebb fűtőértékét mutatja.

5.4. Táblázat: A különböző mezőgazdasági hulladékok alacsonyabb fűtési értéke.

Biomassza típus	Alacsonyabb fűtési érték [MJ/kg]
Búzaszalma	14,0
Árpa szalma	14,2

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

Zab szalma	14,5
Mesterségesen szárított szalma	14,0
Kukorica levél	13,5
Kukoricacső	14,7
Napraforgószár	14,5
Napraforgóhéj	17,6
Szója szár	15,7
Repce szalma	17,4
Dohány szár	13,9
Gyanta maradványok	14,0-14,2

*Forrás: Ivanović – Glavaš 2013*

Lechtenböhrer, Prantner, Schneider, Fülöp & Sáfián (2016) szerint Magyarország elméleti energiapotenciálja biogáz, bio üzemanyagok és hulladékból előállított energiatermelés (biomassza) vonatkozásában 54 167 GWh/év, míg a Magyar Befektetési és Kereskedelmi Ügynökség szerzői (2014) szerint az összes biomassa fajta elméleti potenciálja 83 333 GWh/év.

### 5.5.2 Biogáz

A mezőgazdasági alapú biomassa felhasználható a biogáznak nevezett magas energiataralmú üzemanyag előállítására. A biogáz többnyire a biomassa anaerob lebontásával készül. A biogáz égetése villamos energia, hő vagy egyidejűleg mindkettő előállítására szolgálhat kapcsolt energiatermelés formájában. A biogáz földgáznál kisebb, átlagos fűtőértéke 21 MJ/kg. A biogáz előállítható mono-lebontással vagy együttes lebontással kukoricasilóból 30%-os arányban. A biogáz energiapotenciálja a (4.1) alapján számítható ki („Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”). A 5.5 táblázat bemutatja a biogáz-energia termelésének éves potenciálját Eszék-Baranya, Baranya és Somogy megyékben.

$$BP = m \cdot oST \cdot p \cdot k \text{ [kWh/god]}$$

ahol

*BP* az előállított biogáz-energia potenciálja [kWh/év]

*m* – a megyében keletkezett szarvasmarha-, sertés- és baromfitrágya tömege [t/év]

*oST* – a száraz szerves anyag részaránya a friss nyersanyagban

*p* – kinyert ((vagy kinyerhető)) metán mennyisége a friss nyersanyagban levő szerves szárazanyag tömegére vonatkoztatva [m<sup>3</sup>/t oST]

*k* – metán energiaértéke [kWh/Nm<sup>3</sup>]

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

5.5. Táblázat: A biogáz-energia termelésének éves potenciálja 2016-ban Eszék-Baranya, Baranya és Somogy megyében.

<b>Baranya</b>				
Típus	Állomány-nagyság*	Rendelkezésre álló trágya [t/év] **	A trágya éves elérhetősége [t/év]	Elméleti energiapotenciál [MWh/év]
Szarvasmarha	34 000	10	340 000	187 000
Sertés	226 000	1.20	271 200	45 182
Baromfi	1 915 000	0,008	15 320	15 167
<b>Somogy</b>				
Típus	Állomány-nagyság***	Rendelkezésre álló trágya [t/év] **	A trágya éves elérhetősége [t/év]	Elméleti energiapotenciál [MWh/év]
Szarvasmarha	46 000	10	460 000	253 000
Sertés	145 000	1,20	174 000	290 550
Baromfi	484 000	0,008	3 872	3 833
<b>Eszék-Baranya</b>				
Típus	Állomány-nagyság****	Rendelkezésre álló trágya [t/év]	A trágya éves elérhetősége [t/év]	Elméleti energiapotenciál [MWh/év]
Szarvasmarha	85 828	10	858 280	472 054
Sertés	342 841	1,20	341 960	56 970
Baromfi	544 938	0,008	4 360	4 317

\* (Központi Statisztikai Hivatal, 2018)

\*\* (Az energiahatékonyság és a megújuló energiák támogatásának irányelvei helyi szinten az energiára vonatkozóan, 2012)

\*\*\* (Központi Statisztikai Hivatal, 2016)

\*\*\*\* (Hrvatska poljoprivredna agencija, 2016)

\*\*\*\*\* (Hrvatska poljoprivredna agencija, 2017)

A biológiailag elgázosítható biomassa jellemzően nagyobb nedvességtartalmú növényi hulladékból, vagy állati hulladékból áll, így ezen a téren a KSH és a DZS adatait felhasználva mértük fel a települések állatállományait. A településen tartott haszonállatok (szarvasmarha, szárnyas és sertés) száma alapján becsülhető a trágya mennyisége. A trágya mennyisége szarvasmarhánál 10 t/év/db (12% szárazanyag tartalom), sertésnél 1,2 t/év/db (8%), szárnyasoknál pedig 0,008 t/év/db (30%) átlag-gal kalkulálható. A várható biogáz hozam szarvasmarhánál 375 m<sup>3</sup>/t (száraz anyag), sertésnél 500 m<sup>3</sup>/t, szárnyasnál 400 m<sup>3</sup>/t. A metántartalmat mindhárom trágyatípus

esetében 62,5%-os átlaggal közelítjük. 1 m<sup>3</sup> biogázból így a modell szerint 1,78 kWh energia nyerhető ki (Laczó 2012; Mezei (szerk.) 2015). Ez a következőket jelenti: évente egy-egy szarvasmarha, sertés, vagy szárnyas 500,625, 53,4, illetve 1,068 kWh energia előállításához járulhat hozzá a szerves trágya, mint biomassza felhasználása esetén.

### 5.5.3 Folyékony bioüzemanyagok

A bioetanol és a biodízel folyékony üzemanyagokat a növényi olajok alkoholos hidrolízisével és észterezésével állítják elő. A határtérségben a kukorica és a cukorrépa felhasználható bioetanol előállítására, míg a repce és a szója biodízel előállítására használható fel. A kukoricából és cukorrépából előállított bioetanol és a repcemagból és szójából előállított biodízel elméleti éves energiapotenciálját a 5.6. táblázat tartalmazza Eszék-Baranya megye esetében ("Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji," 2013) és a 5.7 táblázat Baranya és Somogy megyékre vonatkozóan.

5.6. Táblázat: A folyékony bio-üzemanyag-előállítás éves elméleti energiapotenciálja  
Eszék-Baranya megyében  
(*"Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji," 2013*).

Nyersanyag fajta	Nyersanyag tömeg [t/év]*	Bioüzemanyag mennyiség [t/év]	Alacsonyabb fűtési érték [GJ/t]	Elméleti energiapotenciál [GWh/év]
<b>Bioetanol</b>				
Kukorica (a.v.)**	1 100 032	330 962	27	2 482
Cukorrépa	8 048 159	623 887	27	4 679
<b>Biodízel</b>				
Repcemag	463 911	189 351	37	1 946
Szója	421 738	79 874	37	821

\* a mezőgazdasági kultúrának a Horvát Köztársaság statisztikai évfordulói szerinti átlagos hozama alapján

\*\* a.v. – átlagos érték a szárazörlés és a nedves örlés folyamatban

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

5.7. Táblázat: Baranya és Somogy megyében a folyékony bioüzemanyagok előállításának éves elméleti potenciálja.

Nyersanyag fajta	Nyersanyag tömeg [t/év]*		Bioüzemanyag mennyiség [t/év]		Alacsonyabb fűtési érték [GJ/t]	Elméleti energiapotenciál [GWh/év]	
	Baranya *	Somogy **	Baranya	Somogy		Baranya	Somogy
	Bioetanol						
Kukorica	656 619	682 987	197 557	205 490	27	1 482	1 541
Cukorrépa	74 490	126 055	5 774	9 772	27	43	73
	Biodízel						
Repcemag	60 585	86 466	24 836	35 445	37	255	364
Szója	58 903	8 071	11 156	1 529	37	115	16

\* (Központi Statisztikai Hivatal, 2018)

\*\* (Az energiahatékonyság és a megújuló energiák támogatásának irányelvi helyi szinten, 2012)

### 5.5.4 Erdészeti biomassa

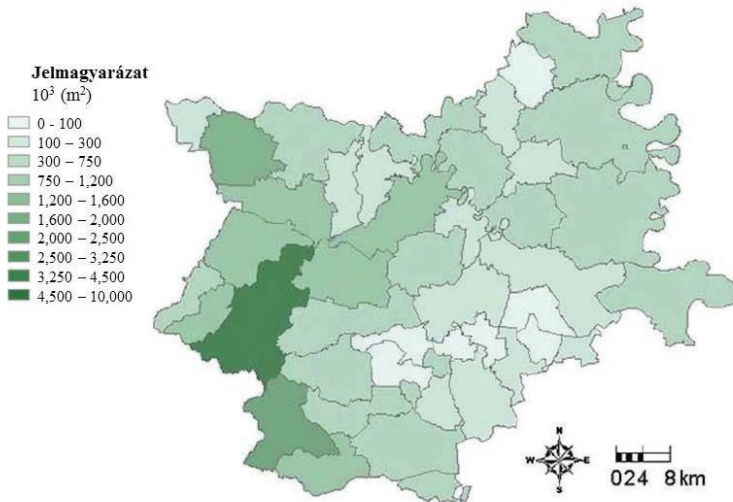
A leggyakrabban használt fa alapanyagú biomassa típusok energia előállítási célokra a fa, faforgács, kéreg, fűrészpor, fa-gyalulat, brikett és pellet. A 2014-es adatok szerint Eszék-Baranya megye 12 723,31 ha erdőterülettel rendelkezett, ami a megye teljes területének a 29,05%-a. Az erdészeti biomassa különböző termokémiai és biokémiai folyamatok segítségével felhasználható hő-, villamos energia, valamint folyékony és gáznemű tüzelőanyagok előállítására. A 5.2. ábra szemlélteti a faállomány eloszlását Eszék-Baranya megyében (Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete 2009). Az Eszék-Baranya megyei fa alapanyagú biomassa elméleti energiapotenciálja az 5.8. táblázatban található (Az ENSZ Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete 2009).

5.8. Táblázat: A fa alapú biomassa elméleti éves energiapotenciálja Eszék-Baranya megyében

Teljes faállomány [m <sup>3</sup> ]	Teljes éves növekedés [m <sup>3</sup> ]	A faanyag biomassa (beleértve a tűlevelűeket) éves energiapotenciálja [m <sup>3</sup> ]		A fa biomassa elméleti éves energiapotenciálja (beleértve a tűlevelűeket)			
		Tervezett kitermelés	Megvalósított kitermelés	Tervezett kitermelés		Megvalósított kitermelés	
		GWh	TJ	GWh	TJ	GWh	TJ
22 291 528	758 143	274 143	186 370	479	1724	344	1 239

Forrás: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



5.2. Abra: A faállomány megoszlása Észak-Baranya megyében.

Forrás: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.

A csoportba tartozó biomassza tömeg, mint potenciál a modellünkbe két módon épült be: egyrészt a Corine adatbázis segítségével felmértük a helyi (települési) erdőterületek nagyságát (ha), s az ez alapján kalkulálható fenntartható (szárazfának megfelelő) kitermelés várható hozamát 4t/év/ha-ra becsljük, a fűtőértékét pedig 17MJ/kg-mal közelítjük (Laczó 2012). Másrészt a mezőgazdasági művelés alá nem volt területek nagyságára (ha) úgy tekinttünk, mint potenciális energiafa-telepítési terület<sup>12</sup>, ennek várható hozama energiafák esetében átlagosan 15t/év/ha, átlagos fűtőértéke 18MJ/kg (Tamás, Blaskó 2008; Laczó 2012).

Modellünkben fontos korlátozó tényező a már működő biomassza hasznosító erőművek megléte az érintett településen és közvetlen környezetében, ugyanis a potenciálok nagy részét egy működő erőmű lekötheti ezzel ellehetetlenítve egy újabb létesítmény méretgazdaságos működését.

A biomassza hasznosítás jó példaként a térségből a Bicsérdi Arany-Mező Zrt. emelhető ki. A vállalkozás egy állattenyésztéssel (sertés- és tehenészet) és növénytermesztéssel egyaránt foglalkozó agrárcég, mely több mint 2000 hektáron folytat szántóföldi növénytermesztést, amelyből 1100–1200 hektár szükséges az állattenyésztés takarmánybázisának előállításához. Az állattenyésztésben megvalósuló

<sup>12</sup> Az ültetvények telepítésének számos ökológiai kockázata van a talajelőkészítés, valamint a monokultúras termesztés hátrányai miatt, erre a modell leíró, szöveges magyarázó részében a modellhasználóknak a figyelmét is felhívjuk majd!

fejlesztéseknek fontos része volt a keletkező szerves-, ill. hígtrágya megfelelő kezelésének biztosítása, ebből a célból létesült Bicsérden egy biogáz üzem. A 2011-ben átadott beruházás 95%-os kihasználtsággal működik. A rendszerbe éves szinten nagyságrendileg 40.000 tonna szerves anyag kerül be, 90–95%-ban az állattenyésztésben keletkező híg- és almos istállótrágya. Ez a termelési kapacitás éves szinten 4,3 millió kWh áram előállítását (átlagosan 950 háztartás éves szükséglete) és 5,1 millió kWh hő termelését (átlagosan 450 háztartás éves szükséglete) teszi lehetővé. Agronómiai szempontból nagyon fontos, hogy a biogáz-előállítás során melléktermékként keletkező fermentlé a növénytermesztésben trágyaként kerül felhasználásra. Mivel ez műtrágya-megtakarítást jelent, egyben a biogáz-előállítás jövedelmezőségét is javítja (Kovács et al. 2018).

Hasonló, állati eredetű szerves trágya bázison és egyéb mezőgazdasági hulladékon alapuló biogáz üzem található Vajszlón (Rideg 2009), mely 4,5 GWh zöldáramot és 4,8 GWh hőenergiát állít elő, valamint a határ túloldalán is, az eszék-baranyai Vuka és Goranji településeken találkozhatunk 1000 kW teljesítményű biogáz erőművekkel (Fabek, Grabar 2013).

### 5.5.5 Szilárd hulladék biomassza

A szilárd hulladék biomassza a települési hulladék, az élelmiszeripar és más kapcsolódó iparágak biológiailag lebomló részének tekinthető. Továbbá, a szilárd hulladék biomassza származhat a faiparból. Az Eszék-Baranya megyei szilárd hulladék biomassza elméleti éves energiapotenciálját az 5.9. táblázat tartalmazza („Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”).

5.9. Táblázat: Az Eszék-Baranya megyei szilárd hulladék biomassza elméleti éves energiapotenciálja

Nyersanyag fajta	Elérhető hulladék [t/év]*	Elméleti energia potenciál [MWh/év]	Elméleti energia potenciál [T]/év]
Vágóhídi hulladék	4651	23 255	84,7**
Faipari hulladék	321	1509	5,4
A települési hulladék biológiailag lebomló része	39 210	26 467	95,3**

*Forrás: „Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”*

*\*Nemzeti hulladék nyilvántartás a 2008-2010 időszakra (Horvát Környezetvédelmi Ügynökség)*

*\*\* amelyet biogáz előállítási technológiával gyártanak*



## 5.6 HULLADÉK

A hulladék, ha megfelelő módon gyűjtik és kezelik szintén erőforrás, mégpedig újrahasznosított alapanyag vagy energetikai célra hasznosítható tüzelőanyag lehet. Fontos szempont, hogy a hulladék-rendszerbe bekerülő felesleges anyagoknál nem mindegy, hogy elkülönített módon vagy a vegyes hulladékba keverten kerül kidobásra, mivel az előbbi tiszta, újrahasznosítható alapanyagnak számít, az utóbbi viszont szennyezettnek, ezért ott a hasznosítható dolgok, válogatás után csak RDF-fé (refuse derived fuel) vagy SRF-é (solid recovered fuel) másodlagos tüzelőanyaggá válhatnak.

Modellünkben a hulladék és annak energetikai potenciálja két számítási mód szerint került beépítésre. Egyrésztől településsoros adatokat gyűjtöttünk a KSH adatbázisaiból a településekről elszállított éves hulladékmennyiségről (tonna/év), valamint annak szelektíven gyűjtött arányáról (%). Kutatásaink, a témában folyt egyeztetéseink alapján a kalkuláció a következők szerint alakult: az éves kommunális hulladék mennyiség és a szelektíven gyűjtött mennyiség 10 százaléka a kiindulási alap (t). Az így számított vegyes hulladék tömeg 45 százaléka hasznosítható potenciálisan biogázként, s 6 MJ/kg aránnyal kalkulálható az ebből kinyerhető energia mennyisége, mely adott esetben átszámítható természetesen kWh-ra is (Mezei et al. 2018).

A másik hulladékhasznosítási mód az a korábban kialakult, ma már nem használt hulladéklerakók biogázként nem hasznosítható, de energetikai szempontból potenciált jelentő műanyag tartalmára (annak égetésére) alapozott erőművek létesítése lehet. Ez esetben szintén a települési kommunális hulladék a kiindulási alap. A hulladéklerakók átlagos élettartamát 20 évben meghatározva vesszük az utolsó elérhető éves települési kommunális hulladék mennyiség húszszorosát, majd annak 15 százalékát tekintjük potenciálnak (műanyag tartam), amiből átlagosan 14 MJ/kg energia állítható elő (Vér et al. 2017, Mezei et al. 2018).

A lerakókra telepített biogáz előállítás esetében az energiatermelés potenciálja szintén a húsz év alatt beszállított mennyiségen (t) alapszik, ahol 750 kg hulladék az 1 m<sup>3</sup>-nek megfelelő mennyiség, s ebből 17 MJ/m<sup>3</sup> energia termelhető (SMKP 2009, Mezei et al. 2018.).

A hulladék energetikai hasznosítása esetén is korlátozó tényező lehet egy közeli már működő erőmű, amely potenciális „nyersanyag” felvevő, így ezek települési lokációja is beépítésre került a modellbe.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

A hulladékra, mint potenciális energetikai nyersanyagra tekintve tíz vidéki kistérségre készült elemzésünk szerint a Koppány-völgyében a hulladék komoly energiapotenciált mutat (3. táblázat). A biológiailag lebontható hulladék lerakása helyett sok alternatív hasznosítási mód létezik, de a lezárt, régi hulladéklerakóknak is vannak energiapotenciáljaik. Átlagos vidéki területként a központosított hulladékgazdálkodási rendszer hosszabb szállítási útvonalat eredményez a Koppány-völgyben, és a hulladékszolgáltatások köre is szűkebb, mint egy átlagos városi helyen (szelektív gyűjtés lehetősége a háznál, szállítási gyakoriság stb.).

A Koppányi-völgy különös problémája a környezet komposztáló kapacitásának szűkösége. A nemrégiben a területen bevezetett „szelektív kukás” biológiai hulladékgyűjtés 12 tonna komposztálható biohulladékot eredményezett a térségben, ami jelentősen elmarad a valós potenciáltól. A társadalmi viselkedés további változása (szelektív gyűjtés) és egy új beruházás a komposztálási kapacitásokon jelentősen javíthatna ebben a térségben is (Mezei et al. 2018).

*5.10. Táblázat: A Koppány-völgye hulladék-alapú energetikai potenciáljai, 2017*

Település / potenciál megnevezés	Energia potenciál az éves kommunális hulladékból (MJ/év)	Hulladéklerakókon alapuló energia potenciál, MJ	Hulladéklerakókra telepített biogáz termelés potenciálja, MJ
Bonnya	113 499	2 122 711	22 912
Fiad	63 587	1 105 942	11 937
Kára	36 480	669 441	7 226
Kisbárapáti	189 088	3 295 369	35 569
Koppányszántó	151 885	2 719 833	29 357
Miklósi	112 684	1 966 100	21 221
Somogyacsa	86 588	1 678 012	18 112
Somogydöröcske	68 597	1 256 397	13 561
Szorosad	55 126	980 972	10 588
Törökkoppány	199 830	3 452 301	37 263

*Forrás: Mezei et al. 2018.*

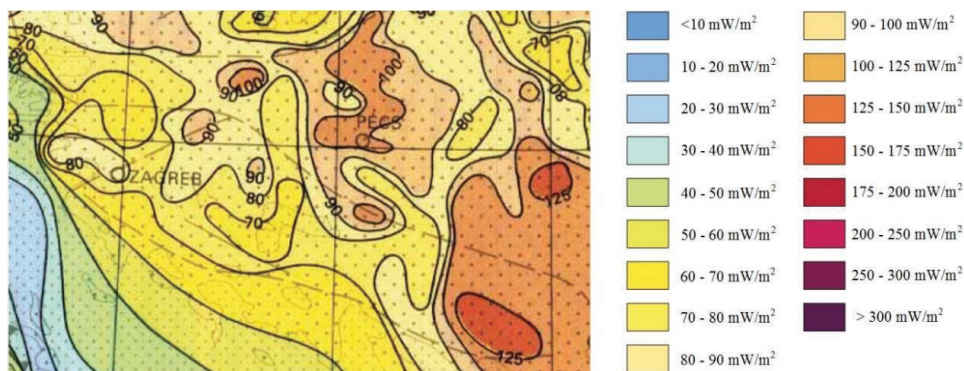
## 5.7 GEOTERMIKUS ENERGIA

A geotermikus energia a földkéreg, a köpeny és a mag nagy hőmérsékletű tömegei által tárolt belső energia. Ez a belső energia áramlik a mélyben lévő forró zónákból a felszín felé, s ezt a jelenséget földi hőáramnak nevezzük. A földkéreg hőmérséklete a hővezetés törvényének megfelelően növekszik a mélységgel, így az egységnyi tömegű anyag energiataralma a mélységgel nő. Ez az egységnyi mélységre eső hőmérsékletnö-

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

vekedés a geotermikus gradiens. Így minél közelebb van a felszínhez a belső energiát hordozó, nagy hőmérsékletű közeg az adott területen, annál kézenfekvőbb a geotermikus energia kitermelése. A földi hőáram és a geotermikus gradiens értéke nem homogén eloszlású, a kéregfejlődés folyamatától függően jellegzetes területi eloszlást mutat (MEKH 2016).

A geotermia vonatkozásában a modellben egyrészt rögzítettük a települések közigazgatási területén meglévő termál kutak számát (MEKH 2016; Maljković, Guðmundsson 2017), amelyet részben korlátozó tényezőként vesz számításba a modell, ugyanakkor egyben kockázat csökkentő tényezőként is. Előbbi korlátozás mennyiségi jellegű, több egymáshoz közeli kitermelőkút a mindenkori kapacitások ideiglenes csökkenésével járhat, míg a korábban sikeres beruházások az újak relevanciáját növelve az elérhető erőforrás minőségében rejlő kockázatokat csökkentik (egy termálkút fúrás mindig rejt kockázatot: milyen mélyen, mekkora hőmérsékletű, milyen jellemzőkkel (pl. ásványianyag-tartalom), bíró vizet találunk, s arra a tervezett technológia (pl. gőzfejlesztés) telepíthető-e).



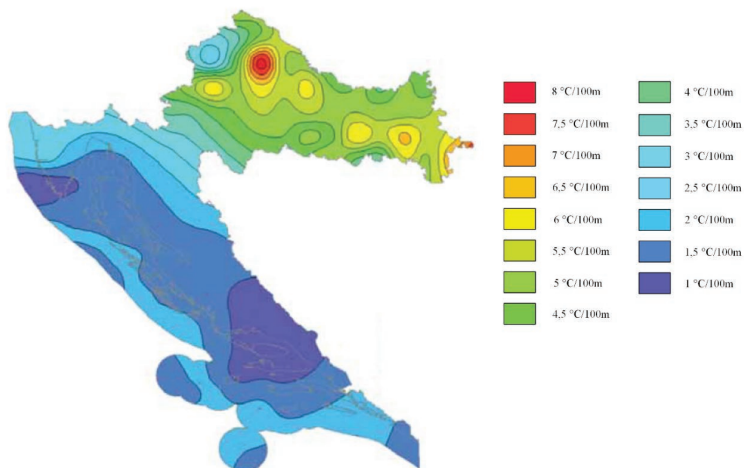
5.3. Ábra: Hőáramlási sűrűség az egykori Pannon tenger területén

Forrás: "Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji," 2013).

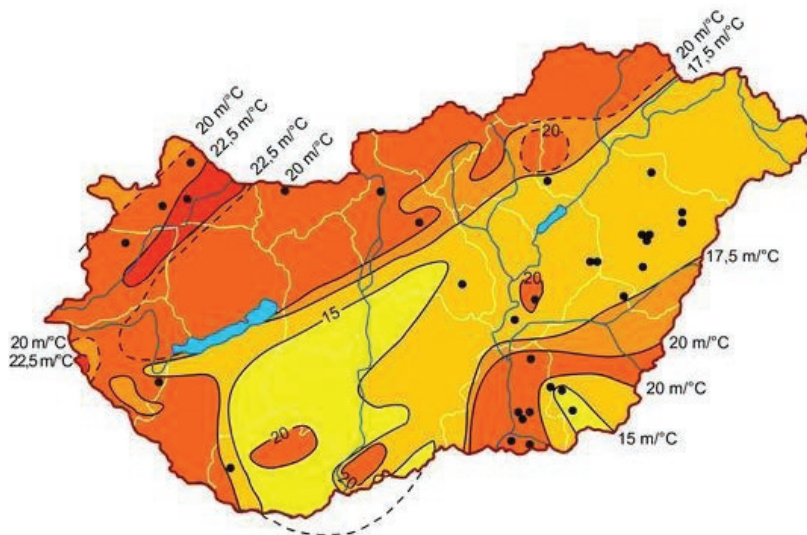
Az vizsgált térség geotermikus adottságai, a geotermikus gradiens értékei tekintetében kiválóak Eszék-Baranya és Somogy megyékben 40-50°C/km, míg Baranya megyében meg is haladja az 50°C/km-t. A különböző magyar és horvát geológiai térképek alkalmazásával két kategóriában (1000 méteren legalább 50°C/ 2000 méteren legalább 90°C) potenciálként rögzítik az érintett településeken a föld mélyén rejlő lehetőségeket. Ez lényegében a települési geotermikus potenciál három alapkategóriáját adja, ahol egyik sincs, ott nem javasolt a geotermikus beruházás, ahol a kisebb hőfok nyerhető ki nagy bizonyossággal, ott csak közepes potenciál mutatható ki, míg a 90°C-os hőmérsékletű bázis erős potenciálként jelentkezik a településeknél.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A határrégió az egykori az egykori Pannon tenger területén található, ezért nagyobb hőáramlás-sűrűséggel rendelkezik, mint Délkelet Európa többi része. Mindez elérheti a  $100 \text{ mW/m}^2$  értéket, ahogy azt 5.3. ábra szemlélteti (Oktatási Hivatal 2018; „Potenciáljával obnolvjvívih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji 2013”).



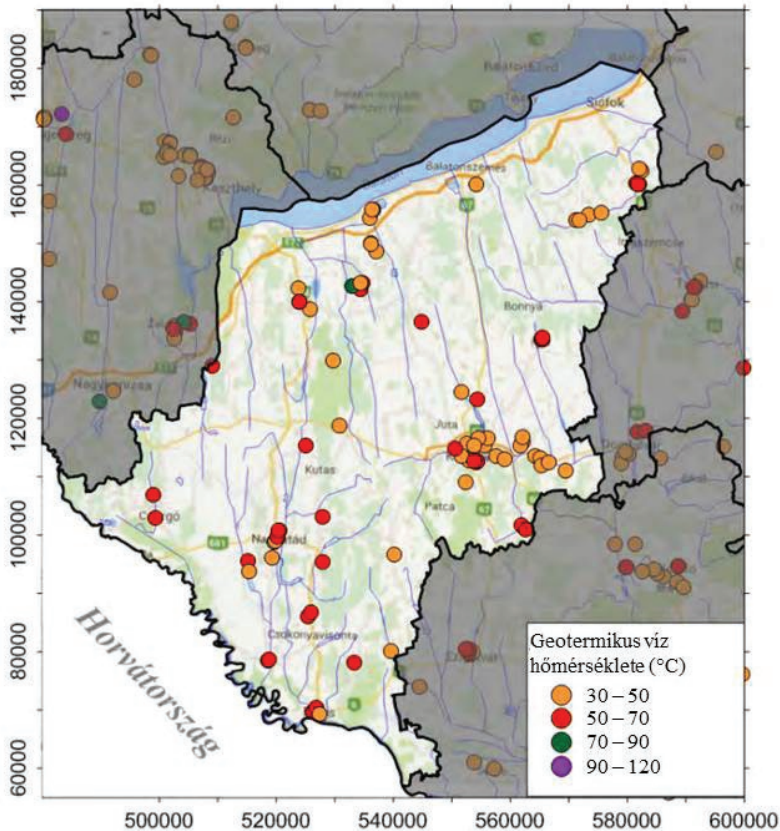
5.4. Ábra: Geotermikus gradiens izovonalak Horvátországban.  
Forrás: Jelić, Kevrić & Krsić, 1995.



5.5. Ábra: Geotermikus gradiens izovonalak Magyarországon  
Forrás: Oktatási Hivatal, 2018.

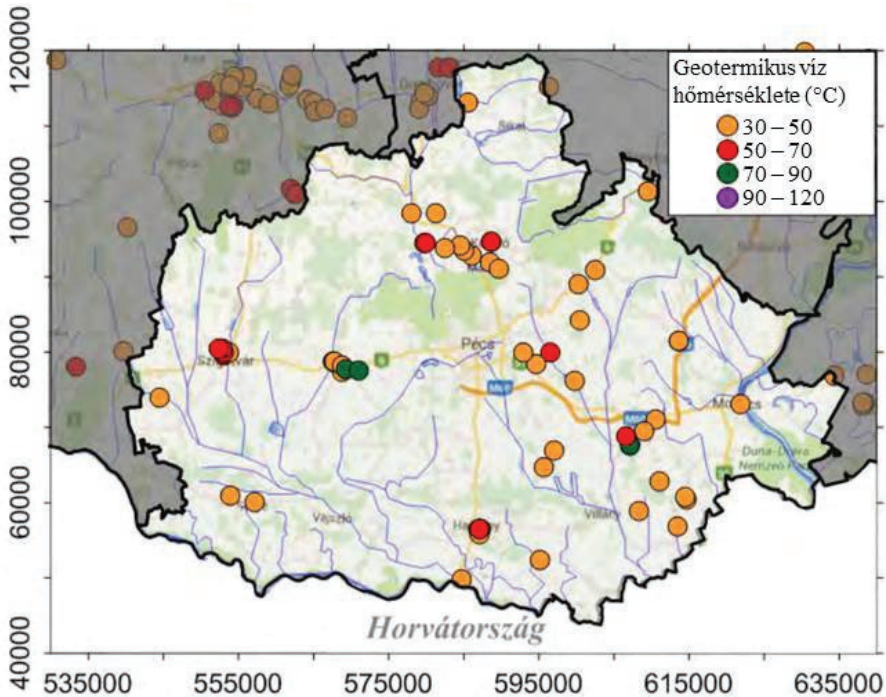
## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A „Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013” szerint, Eszék –Baranya megye hőmérsékleti gradiense  $4^{\circ}\text{C}$  és  $5^{\circ}\text{C}$  közé esik 100 méterenként a földfelszíntől függőlegesen lefelé haladva (5.4. ábra). A geotermikus energia felhasználására a legjobb példa Eszék-Baranya megyében, Bizovac, ahol a termálvizet fűtésre valamint a gyógyfürdőben használják fel.



5.6. Ábra: Geotermikus vízforrások Somogy megyében Magyarországon  
Forrás: MEKH, 2016.

A Magyar Kereskedelmi és Befektetési Ügynökség szerint (2014) Magyarországon a geotermikus energiapotenciál  $17\,639\text{ MWh/év}$ . A geotermikus gradiens Somogy és Baranya megyékben Magyarországon az Oktatási Hivatal szerint (2018)  $5^{\circ}\text{C}$  és  $7^{\circ}\text{C}$  közé esik 100 méterenként a földfelszíntől függőlegesen lefelé haladva (5.5. ábra). Magyarországon a termálvízforrások jobban nyilván vannak tartva, mint Horvátországban. Somogy és Baranya megye termálvízforrásai az 5.6. ábrán és az 5.7. ábrán láthatók (MEKH 2016).



5.7. Ábra: Geotermikus vízforrások Somogy megyében Magyarországon  
Forrás: MEKH 2016.

Baranyában a legkorszerűbb távfűtő rendszer Szentlőrincen működik, itt 3000 lakást és közintézményt lát el geotermikus energiával a nagy hozamú és hőmérsékletű rendszer. Szentlőrincen a hasznosult és lehűlt hévíznek a tárolóba történő visszasajtolása is jól működik. A megye másik jól működő, talán nagyobb publicitást is kapó geotermikus fűtőrendszere Bólyban található, ahol 2003 és 2010 között három fázisban mintegy 1,9 millió euróból (pályázat és saját erő) épült ki a közintézményekre, s mára helyi ipari parkra és tanműhelyre is kiterjedő hálózat (MEKH 2016, Kovács et al. 2018).

A Somogy megyében működő termál kutak általában balneológiai célra hasznosulnak, ezáltal az egészségturizmuson keresztül hatnak a helyi gazdaságra, elég ha csak Barcs, Buzsák, Csokonyavisonta, Igal, Kaposvár, Marcali, Nagyatád gyógy és termálfürdőire gondolunk.

Az Észak-Baranyában található egyetlen működő geotermális lelőhelyen (Bizovac) is a turisztikai – fürdő – hasznosítás jellemző, azonban a 20. század közepén olaj és földgáz utáni kutatások során feltárt kút mellett mára a megyében több próbafúrás (Ernestinovo, Babina Greda) is pozitív eredménnyel zárult (Maljković 2008), melyek

eredményeként a jövőben elképzelhető, hogy a megyében is kialakuljon egy-egy geo-termiára alapozott távfűtési rendszer (Maljković, Guðmundsson 2017).

## 5.8 A MODELL KORLÁTAI, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI

Mint minden adatokkal és adatbázisokkal dolgozó modell, jelen döntéstámogató felület is korlátozott alkalmazhatósággal bír. Ennek legfőbb oka a nemzetközi jellege, ugyanis teljes adattartalom egyezőséggel nem érhető el minden szükséges adatkör településsorosan Magyarországra és Horvátországra egyaránt. Az előbbi esetben tapasztalható jelentős települési adatkörök nem kerülnek gyűjtésre és/vagy publikálásra a horvát statisztikai szerveknél, így a kidolgozott modell jelenlegi formájában Magyarországon településsorosan tud adatot szolgáltatni, míg Horvátország esetében területi szinten (csak Eszék-Baranya megyére) tud potenciálokat bemutatni. A horvát településsoros adatok elérhetőségével ez a modul teljes körűvé válhatna.

Kellő számú esettanulmány feldolgozását követően a modellbe építhetők lennének energetikai beruházási adatok is (költségek, kapacitások, árak, gazdasági mutatók stb.), melyek segítségével Pelin et al. (2015) és Kovács és Suvák (2014) módszertana alapján megtérülési idő, egységköltség (LCOE) és nettó jelenérték is számítható lenne a települési potenciálok és a kívánt telepített kapacitás ismeretében. Ezeknek a számításoknak azonban jelentős piaci és gazdasági adatszükséglete is van, melyek a kutatás keretében nem váltak ismertté, így csak a modell egy későbbi változatába épülhetnek be.

## 6 A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK HASZNOSÍTÁSÁNAK TECHNOLÓGIÁI

GORAN KNEŽEVIĆ, KREŠIMIR FEKETE

Jelen fejezet bemutatja a biomasszát, a napenergiát és a geotermikus energiát használó, különféle kereskedelmi szempontból megfelelőnek bizonyult energiatermelési technológiákat. Szélerőművekkel jelen tanulmány nem foglalkozik, mivel a Horvátország és Magyarország határokön átnyúló térségben a szélenergia potenciáljának kiaknázása gazdaságilag nem nyereséges („Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji, 2013”).

### 6.1 BIOMASSZA ERŐMŰVEK

A biomassza villamosenergia-termelésre történő felhasználása a fosszilis tüzelőanyagok helyett előnyökkel jár az üvegházhatást okozó gázok csökkentése szempontjából, eredményezheti a termelési költségek esetleges csökkentését és vidéken hozzájárulhat a helyi gazdaság fejlődéséhez.

A biomassza folyamatos és fenntartható előállítására és minősége kulcsfontosságú a biomassza erőművek költséghatékonysága szempontjából (Nemzetközi Megújuló Energetikai Ügynökség 2012):

- A, Biomassza alapanyag – különböző formájú és különféle tulajdonságokkal rendelkezik, ami befolyásolja a villamos energiatermelésre történő felhasználását.
- B, Biomassza átalakítás – olyan folyamat, amelynek a keretében a biomasszát villamos energia előállítására szolgáló üzemanyaggá alakítják át.
- C, Energiatermelő technológia – olyan technológiák széles skálája, amelyek a biomasszát energiatermelő üzemanyagként alkalmazzák.

A biomassza folyamatos és fenntartható forrása és minősége kulcsfontossággal bír a biomassza erőművek költséghatékonyságának a szempontjából. Az alapanyag alapvető jellemzői az energiatartalom, a hamu- és nedvességtartalom, valamint a homogenitás. Ezek a jellemzők befolyásolják az alapanyag árát, a szállítási költségeket, az előkészítési költségeket és a tárolás költségeit. Továbbá az alapanyag típusának megfelelő technológiák kerülnek kiválasztásra a villamos energia előállítására.

A biomassza-források feloszthatók a vidéki területekről származókra (erdei hulladékok, fahulladékok, mezőgazdasági hulladékok, energianövények, állati trágyák) és a



városi területekről származókra (fahulladék, szennyvíz és szennyvíz-biogáz, hulladéklerakó-biogáz, települési szilárd hulladék). A biomasszából termokémiai folyamatok (égetés, gázosítás és pirolízis), vagy biokémiai folyamatok segítségével, mint amilyen például az anaerob lebontás, lehet energiát előállítani

### ***6.1.1 A biomasszából energiát kinyerő folyamatok***

#### **6.1.1.1 Égetés**

A biomassza felhasználásának ezen módszerében a hagyományos termodinamikai Rankine ciklus kerül alkalmazásra, amely során a biomasszát nagynyomású gőzfejlesztőben elégetik. A gőz egy gőzturbinába áramlik, amely villamos energiát termelő generátorhoz kapcsolódik. A teljes folyamat általános hatékonysága 25% (Nemzetközi Megújuló Energetikai Ügynökség 2012).

A kisüzemi erőműveknél a buborékos folyadékágyas kazánokat (BFK) alkalmazzák az alacsony fűtőértékű és magas nedvességtartalmú fűtőanyagokhoz. A keringetett folyadékágyas kazánokat (KFK) általában nagy erőműveknél alkalmazzák BFK opcióval. A KFK nagyobb mérvű rugalmassággal rendelkezik, mint a BFK, a különböző, nagy nedvességtartalmú tüzelőanyag égetése szempontjából, és lényegesen nagyobb a hatásfoka, amely akár 95% is lehet (Pascual Peña 2011).

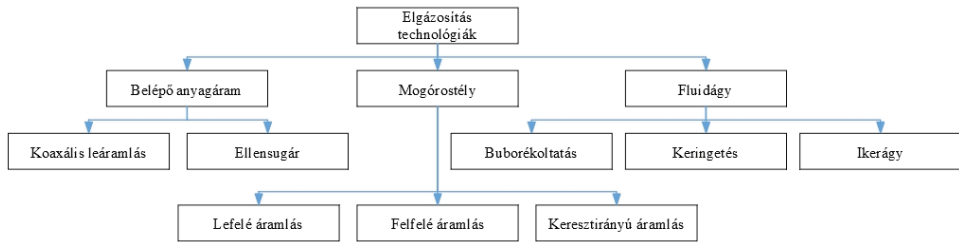
Az együttégetés olyan folyamat, amely során a biomasszát hozzáadják a szénhez egy klasszikus hőerőműben. A biomassza szénnel történő közvetlen égetése 5–10% biomassza-részarány esetén lehetséges. Nagyobb biomassza-részarány esetén a biomassza nagyobb mértékű előkészítése (pl. mesterséges szárítás) vagy a hőerőmű tervezésében eszközölt változtatás szükséges (pl. a biomassza és a szén külön kazánokban történő égetése, különbözők az égetők, és a szárítók).

#### **6.1.1.2 Gázosítás és pirolízis**

Fa eredetű biomassza gázosításának végterméke olyan gáz, amelynek nagy része metán s amelyet villamos energiát termelő generátorhoz kapcsolódó gázmotor meghajtására alkalmaznak. A gázosítás alapvető folyamata a szárítás, a szerves anyagok termikus lebontása, vagyis a pirolízis, a gázok részleges égetése, a biomasszából keletkező gőz és szén, valamint a maradék anyagok gázosítása. A pirolízis hozzáadott hővel magas hőmérsékleten történik oxigén és víz jelenléte nélkül. A közeg (pl. gőz, levegő oxigénje) gázosításhoz azt fel kell bontani az alapanyag molekuláris szerkezetének olyan

kémiai átalakulása érdekében, hogy az elsődleges tüzelőanyag komplex molekulái a gáz kevésbé komplex molekuláivá alakulnak át (Šljivic et al. 2012).

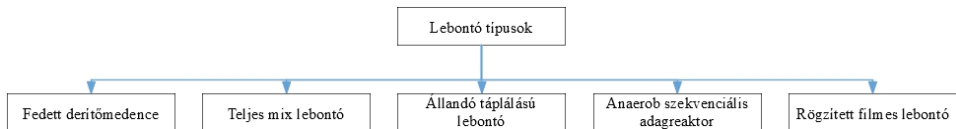
A biomassza gázosításának folyamata melegítéssel, szárítással és pirolízissel kezdődik, amelyet a biomassza-pirolízis és a feldolgozó közeg közötti kémiai reakció követ, és a kívánt gáz (generátorgáz) keletkezik. A gázosító reaktoroktól különböző, integrált gázosító erőművek rendelkeznek biomassza-feldolgozó rendszerrel, biomassza-reaktor rendszerrel, gáztisztító rendszerrel és hamu-, szilárd maradék-eltávolító rendszerrel. A gázosítási technológia típusai az 6.1. ábrán láthatóak (Šljivic et al. 2012).



6.1. Ábra: Gázosítási technológiák  
Forrás: Šljivic et al. (2012)

### 6.1.1.3 Anaerob lebontás

Az anaerob lebontás a szerves anyag oxigén nélkül történő erjesztése. Az anaerob lebontás során metán keverékből (40-75%), széndioxidból (25-60%) és más gázokból, mint például hidrogénből, hidrogén-szulfidból és szénmonoxidból álló biogáz keletkezik. Ennek a fűtőértéke körülbelül 21 MJ/m<sup>3</sup>. A lebontó anyagok fajtái a 6.2 ábrán láthatóak.



6.2. Ábra: A lebontó anyagok fajtái  
Forrás: Šljivic et al. (2012)

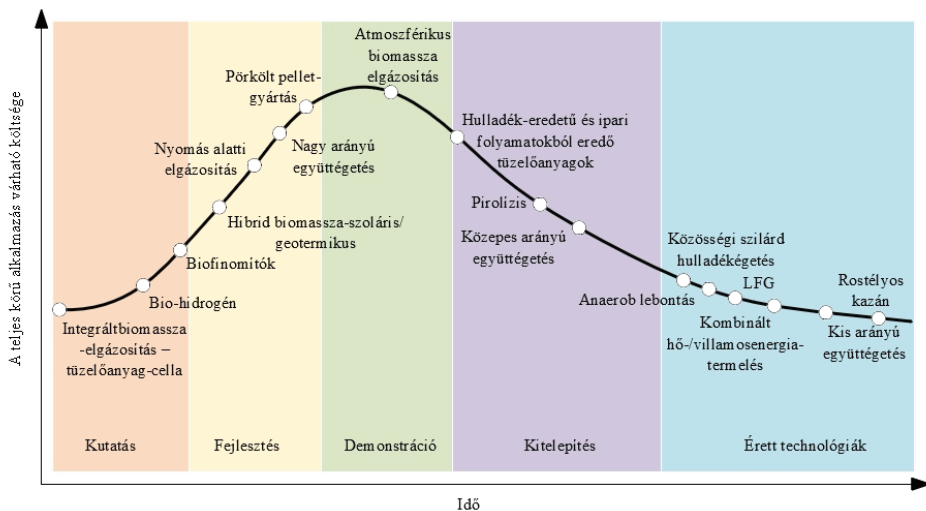
A folyékony hulladékok esetében fedett lagúnák, állandó beáramló lebontók és rögzített filmlebontók kerülnek alkalmazásra. Az iszaphulladékok esetében komplett keverék lebontók használatosak. A hulladék a lebontó rendszerbe kerül, ahol azt keverik és felmelegítik, aminek következtében felszabadul a biogáz, amely a lebontó

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

felső részéből kivonásra kerül. Az anaerob szekvenciális tételes reaktor (ASZTR) nagysebességű fermentációs rendszer, amely alkalmas a hígított trágya kezelésére. A folyamat három működési szakaszból áll, amely lehetővé teszi az anyag nagymérvű áramlását, miközben visszatartja a mikroorganizmusokat a reaktorban.

A lebontók szakaszos és folyamatos lebontókra oszthatók. A tételes lebontó a kötegelt feltöltés elvén alapul, a lebontó friss anyaggal van feltöltve és a lebontás után tisztításra kerül. Ezek rendelkezhetnek vízszintes, függőleges vagy többféle tartállyal és különböznek az anyag összekeverésének módja szerint (teljes keverés vagy impulzusos lebontás). Az anyagok teljes keverését lehetővé tevő lebontók kör alakúak, függőlegesek, alkalmasak a folyékony trágya esetén, a visszatartási idő 30-90 nap. Az impulzusos lebontók vízszintes tartállyal rendelkeznek, alkalmasak szilárd trágya esetén, a visszatartási idő 15-30 nap (Al Seadi et al. 2009).

Az 6.3. ábra egy adott technológia fejlettségét és a várható termelési költségeket mutatja, ha a technológiát kereskedelmi célra használják fel. A felsorolt, a kereskedelemben forgalomban lévő technológiákkal az ábra olyan technológiákat szemléltet, amelyek még a kutatás fázisában vannak.



6.3. Ábra: A biomassa alapú energiatermelő technológia fejlettségi státusza és a teljes körű alkalmazás várható költségei.

Forrás: Al Seadi et al. 2009

## 6.1.2 Költségek

### 6.1.2.1 A biomassza nyersanyag-költségei

A nyersanyagárak jelentősen befolyásolják a biomassza erőművek teljes villamosenergia-termelési költségeit. Az 6.1. táblázat szemlélteti a nyersanyag árakat 6 európai uniós országban (bár bizonyos termékek esetében rögzített árakat sorolnak fel, ezek a mutatók a meglévő erőművek és előírások alapján a megfigyelt országokban végzett elemzés alapján keletkeztek Kühner (2013) szerint). A negatív árak azt jelentik, hogy a nyersanyagot szállító gazdálkodó egység kiegészítő prémiumot kap azoktól, akik azt a nyersanyagot előállították (például települési hulladékártalmatlanítási díj).

6.1. Táblázat: Nyersanyag költségbecslés

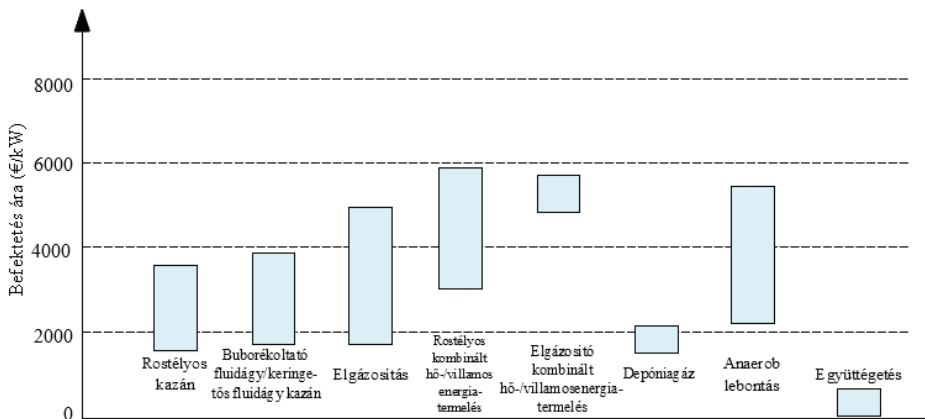
	Ausztria	Finnország	Németország	Görögország	Hollandia	Lengyelország
	€/t					
Szalma (minimális költség)	35	34	32	38	34	36
Szalma (ár)	80 - 180	n.e.	160	144	144	n.e.
Erdészeti hulladékok (ár)	30 - 80	25 - 80	30 - 80	30 - 80	30 - 80	30 - 80
Szerves kommunális hulladék (kapudíj)	-15 - -60					
Felesleges trágya (ár)	-	-	-10	-	-15 - -25	-
Hulladék fa (kapudíj)	-25 - -60					
Táj-és közútkezelés (ár)	66-81					
Élelmiszer feldolgozási hulladékok	0 – 180					
Energia növények	80	80	80 - 160	80 - 150	80 - 150	80

\*n.e. – nem elérhető

Forrás: Kühner, 2013

### 6.1.2.2 Befektetési költségek

A technológia típusa határozza meg a biomassza-áramfejlesztő berendezések költségét és hatékonyságát, bár bizonyos technológiák alkatrészeinek a költsége jelentősen eltérhet. A beruházási költségek magukba foglalják a tervezési, kivitelezési, telepítési költségeket és az erőmű építésének (épületének) a költségeit. Emellett további jelentős költségek keletkezhetnek, amelyek a villamos energia hálózatra csatlakoztatásának költségeit jelentik. Az OECD országokban a biomasszából villamos energiát előállító adott technológiák összes beruházási költségének indikatív értékei a 6.4 ábrán láthatók.



6.4. Ábra: A biomasszából villamos energiát előállító technológiák beruházási költségei az OECD országokban

Forrás: International Renewable Energy Agency 2015

### 6.1.2.3 Üzemeltetési és karbantartási költségek

A biomassza erőművek rögzített működési és karbantartási (M&K) költségei általában az éves beruházási költségek 2-6% át teszik ki, míg a változó üzemeltetési és karbantartási költségek viszonylag alacsonyak, megközelítőleg 0,004 €/kWh szintűek. A rögzített működési és karbantartási költségek tartalmazzák a béreket, a tervezett karbantartást, a biztosítási díjakat, stb. A változó üzemeltetési és karbantartási költségeket az előállított villamos energia mennyiségének megfelelően határozzák meg, és magukban foglalják például a hamu ártalmatlanítását, a nem tervezett karbantartást és az erőmű egyes elemeinek a cseréjét.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

6.2. Táblázat: Egy biomassza erőmű Üzemeltetési (Működtetési) és karbantartási költségei

Technológia	Rögzített M&K (a CAPEX %-a/ÉV)	Változó M&K (USD/MWh)
Fűtő/BFB/CFB kazánok	3,2-4,2 3-6	3,5- 4,3
Gázgenerátor	3 6	3,1
Anaerob lebontó	2,1-3,2 2,3-7	3,6
Szeméttárolói-gáz	11-20	

*Forrás: International Renewable Energy Agency 2012*

#### 6.1.2.4 Csatlakoztatási költségek

A hálózatra csatlakoztatás költségei függenek az erőmű és a közcélú villamos hálózat közötti távolságtól. A csatlakozási költségeket az erőmű csatlakoztatásának optimális műszaki megoldására irányuló tanulmány alapján számítják ki. Az erőmű teljes beruházási költségeivel összevetve a hálózatra történő csatlakozás költsége általában alacsony, a teljes beruházásnak kevesebb, mint 5%-a (Samadi–Sascha 2017), (Swider et al. 2008). A hálózatra nem csatlakozó rendszerek gazdaságilag rossz megoldások, mivel az előállított energia nem értékesíthető a hálózaton keresztül, ezért nincs lehetőség ösztönző ár alkalmazására. A hálózatra nem csatlakozó rendszer gazdaságilag helyénvalónak bizonyulhat olyan esetekben, amikor a létesítmény helyszíne olyan mesze található a villamos hálózattól, hogy a csatlakozási költségek túl magasak lennének.

#### 6.1.2.5 Energia-költségek (LCOE)

A villamos áram energiaköltsége (LCOE) a villamos energia teljes költségének nettó jelenértéke a teljes élettartam alatt, elosztva az eszköz teljes energiateljesítményével az adott élettartam alatt.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

ahol:

$I_t$  = beruházási kiadások az év során  $t$  ;

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

$M_t$  = üzemeltetési és karbantartási kiadások az év során  $t$ ;

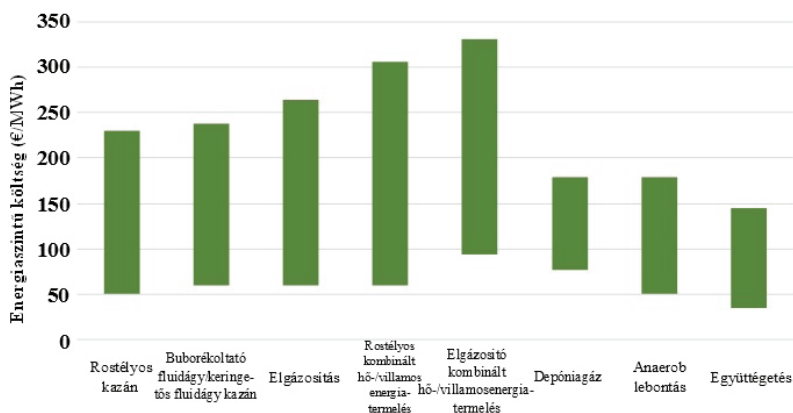
$F_t$  = üzemanyag-költségek az év során  $t$ ;

$E_t$  = az év folyamán megtermelt elektromos áram  $t$  ;

$r$  = kedvezmény;

$n$  = az erőmű élettartama.

Az egyes technológiák beruházási költségeinek széles skálája és a nyersanyagárak széles skálája az energiatermelési egységköltségek (LCOE – Levelized Cost of Energy) széles tartományát eredményezi, ahogyan azt a 6.5. ábra szemlélteti. Abban az esetben, amikor a beruházási költségek alacsonyak és a nyersanyag ára alacsony, a villamosenergia-termelés ára a biomassa erőművekben, ami megközelítőleg 50 €/MWh, versenyképes lehet a villamosenergia-piacon. A beruházási költségek növekedésével és a nyersanyagárak emelkedésével a támogatás nélküli villamosenergia-termelés ára nem versenyképes a piacon.



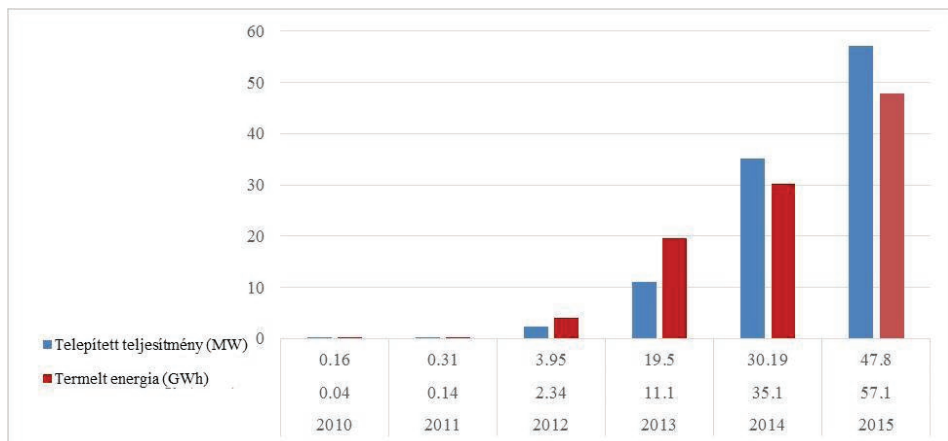
6.5. Ábra: LCOE különböző biomassa technológiák esetében  
Forrás: International Renewable Energy Agency 2012

## 6.2 FOTOVILLAMOS ERŐMŰVEK

A napsugárzás energiája továbbra is eléri a földet, amely a tengelye körül forog és a nap körül kering (Šljivic–Topić 2018). A napsugárzás energiáját kétféle módon lehet felhasználni – villamosenergia-termelésre és hőenergia-termelésre. A mai technológiai megoldások kétféleképpen teszik lehetővé a napenergiának villamos energiává történő átalakítását:

- a, Napkollektoros termikus erőművek – a napenergiát először hővé alakítják át, amely egy turbina vagy más hőerőgép segítségével mechanikai energiává alakul át, amely azután villamos generátort hajt meg. Šljivac–Topić (2018) szerint három elterjedt megoldás létezik: parabolikus napkollektoros termikus erőmű, központi torony erőmű (vagy heliostat erőmű vagy erőmű torony) és a parabolikus lemeztechnológia. A horvát és magyar határokon átnyúló régióban nincs példa ilyen erőművekre, ezért ezekkel nem foglalkozunk.
- b, Fotovillamos (FV) erőművekben – a napenergia közvetlenül villamos energiává alakul át a fotoelektromos hatásnak köszönhetően. A fent említett technológiát széles körben alkalmazzák a horvát és magyar határokon átnyúló térségben és részletesen ismertetjük a továbbiakban.

Az 6.6. ábra szemlélteti a Horvát Köztársaság FV rendszereinek telepített teljesítményét és évente előállított energiáját a 2010–2015-ös időszakban, az Energia Horvátországban című kiadvány szerint (Vuk et al. 2010, 2011, 2012, 2013, 2015). Jelentős növekedés figyelhető meg az FV erőművek esetében.



6.6. Ábra: A fotovillamos erőművek telepített teljesítménye és évente termelt energiája Horvátországban.

Forrás: Vuk et al. 2010, 2011, 2012, 2013, 2015

### 6.2.1 Fotovillamos erőművek technológiája

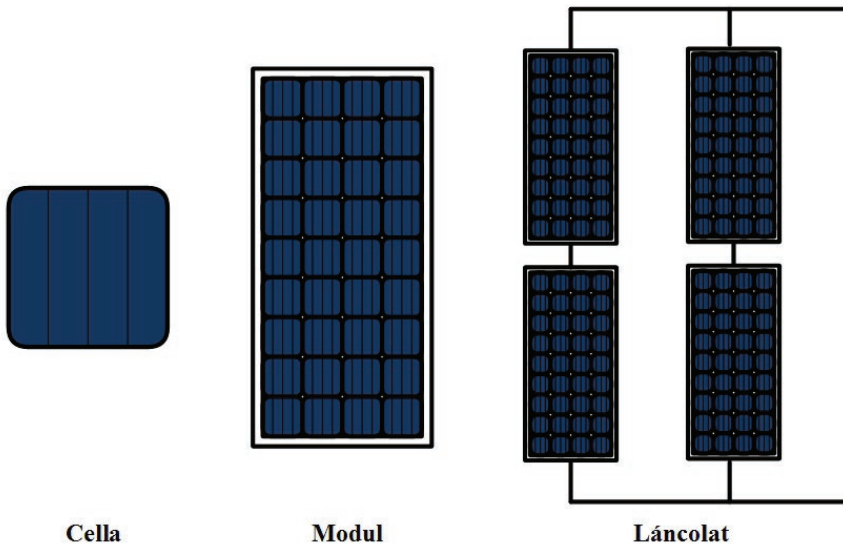
A fotovoltaikus cella olyan félvezető dióda, amely  $p$  és  $n$  típusú félvezetőkből áll, melyek leggyakrabban szilíciumból készülnek (monokristályos, polikristályos vagy



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

amorf szilícium), illetve kisebb mértékben más anyagból (pl. kadmium és tellur). Az egyik rendelkezésre álló technológiai megoldás a fotovoltaikus cellák vékony film technológiával történő előállítás, ami vékonyabb modulokat eredményez, ami olcsóbb, de kevésbé hatékony. A 6.3. táblázat öt különböző technológiával készült fotovoltaikus cellát mutat be, alapadataikkal együtt.

Egy elem/cella átlagos feszültsége megközelítőleg 0.5 V, ami nem elegendő a gyakorlati alkalmazásokhoz, ezért több különálló cellát kapcsolnak egymással sorban a napelem-modulok előállításához (általában 36 darab cellát 12 V-os kimeneti feszültséggel). Több napelem-modult kapcsolnak össze sorosan az úgynevezett láncolat (string) létrehozásához (6.7. ábra). Az MPP a maximális teljesítményű munkapontot jelenti (Maximum Power Point).



6.7. Ábra: Az egyszerű fotovillamos cellától a láncolatig.  
Source: Šljivac & Topić, 2018a

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

*6.3. Táblázat: Különböző fotovillamos technológiák és jellemzőik.*

	Bisol BMO 250	Bisol BMU 250	Solar Frontier SF 150	Masdar MPV100-S	First Solar FS 277
Technológiák	monokristályos Si	polikristályos Si	vékony film	amorf Si	vékony film Cd-Te
Maximális teljesítmény (W)	250	250	150	100	77.5
Rövidzárási áram (A)	8.8	8.75	2.2	1.57	1.22
Üresjárási feszültség (V)	37.9	38.4	108	100	90.5
MPP áram (A)	8.2	8.25	1.85	1.33	1.11
MPP feszültség (V)	30.5	30.3	81.5	76	69.9
A modul hatásfoka (%)	15.3	15.3	12.2	6.99	10.8
Hosszúság (mm)	1649	1649	1257	1300	1200
Szélesség (mm)	991	991	977	1100	600
vastagság (mm)	40	40	35	32	6.8

*Forrás: Šljivac–Topić, 2018a*

A fotovoltaiikus láncolatok, valamint más eszközök és berendezések (inverterek, összekötő kábelek, kapcsolók, megszakítók, stb.) együttesen fotovoltaiikus rendszert vagy fotovoltaiikus (FV) erőművet alkotnak. Az FV erőmű és a közműhálózat illetően kapcsolatait illetően két fő megközelítés létezik:

- a, közcélú hálózatra csatlakoztatott (on-grid) – 6.8. ábra;
- b, szigetüzemű (off-grid).

## **6.2.2 Fotovillamos erőmű költségei**

### **6.2.2.1 Beruházási költségek**

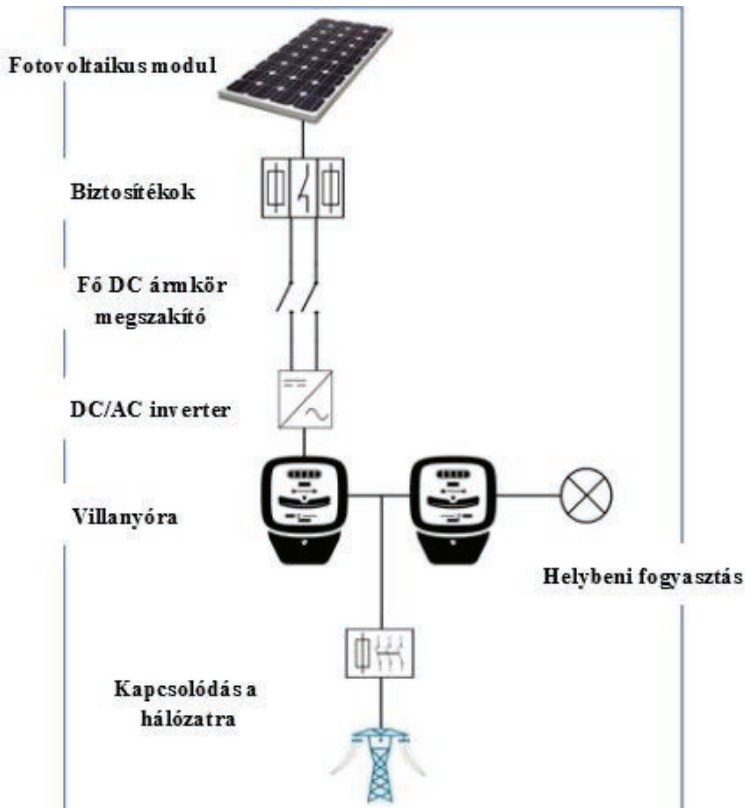
Az FV rendszerek legjelentősebb költségei a beruházási költségek, amelyek a következőkből épülnek föl:

- A berendezések költségei (fotovoltaiikus modulok, inverter és egyéb, a csatlakoztatáshoz és telepítéshez szükséges berendezések),
- Telepítési költségek,

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBBEN

- Tőkeköltéség (kamat stb.),
- Egyéb költéségek (biztosítás, engedély stb.)

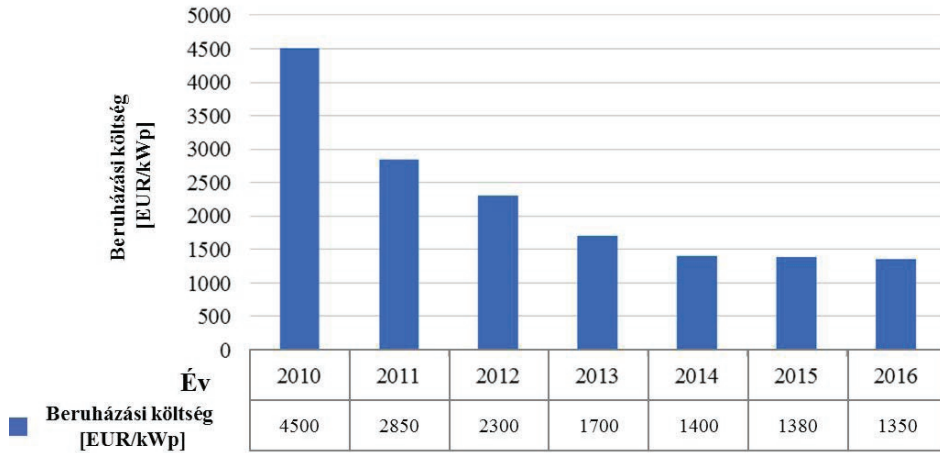
A befektetési költéségek jelentős csökkenést mutattak az elmúlt években és az 6.9. ábrán látható módon. Az 6.9. ábra adatai az EU közös Kutatóközpont által kiadott éves PV statisztikai jelentésből származik (Jager-Waldau 2013; Jäger-Waldau 2010, 2011, 2012, 2014a).



6.8. Ábra: Közéllú hálózatra csatlakoztatott rendszer.

Forrás: Saját szerkesztés

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



6.9. Ábra: A háztartási méretű PV rendszerek beruházási költségei a 2010–2015-ös időszakban.  
Forrás: PV Status Reports (2011-2016)

### 6.2.2.2 Működtetési és karbantartási költségek

Az FV erőművek nem használnak üzemanyagot működésük közben, ezért nem merülnek fel üzemanyag költségek. Emellett az FV erőművek teljes mértékben automatizáltak, nem igényelnek személyzetet, így nem merülnek fel fizetési költségek. Az egyedüli költségek, amelyekkel számolni kell, csupán a karbantartási kiadások, amelyek a szakirodalom alapján a beruházási költségek 1.5–2%-át teszik ki (Jäger-Waldau 2014b). Az éves karbantartási költségek mellett a szakirodalom szerint Jäger-Waldau 2014b) az invertert tíz évenként cserélni kell, ennek megfelelően számolni kell az inverter cseréjének a költségeivel.

### 6.2.2.3 Energiatermelési egységköltségek

A fenti egyenlet az LCOE meghatározására használatos azzal a feltételezéssel, hogy az üzemanyagköltségek nulla értékűek. Az LCOE költségek a háztartási méretű PV rendszerek esetében 2016-ban a szakirodalom alapján (Jäger-Waldau 2016a) az 6.4. táblázatban láthatók. A 6.4. táblázat eredményei különböző diszkont árak mellett is meghatározhatóak. Az üzemeltetési és karbantartási költségek feltételezhetően a beruházási költségek 2%-át teszik ki, a PV erőmű termelése évente 1000kWh/kWp és az erőmű élettartama 20 év.

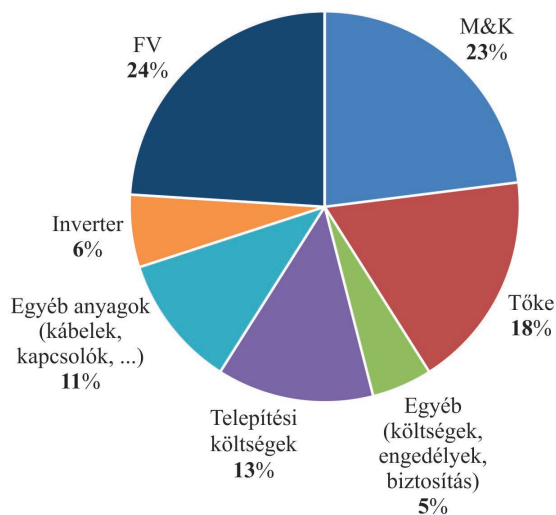
MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

6.4. Táblázat: LCOE a háztartási méretű PV erőművek esetében különböző diszkontráták mellett.

	Költség [EUR/kWp]	LCOE				LCOE Üzemeltetés és karban- tartás	LCOE		
			Tőke				Összesen		
Diszkont ráta		0%	3%	5%	10%		3%	5%	10%
		[EURcent/kWh]							
Berendezés	910	4,55	1,39	2,40	5,17	1,82	7,76	8,77	11,54
A berendezés telepítése	300	1,50	0,46	0,79	1,70	0,60	2,56	2,89	3,80
Egyéb (biztosítás, engedély stb.)	140	0,70	0,21	0,37	0,79	0,28	1,19	1,35	1,77
Összesen	1350	6,75	2,06	3,56	7,66	2,70	11,51	13,02	17,12

Forrás: Jäger-Waldau 2016

A 6.10. ábra bemutatja az egyes költségelemek részarányát az FV erőmű összes költségében. Az adatok a szakirodalom szerint szerepelnek (Jäger-Waldau 2014b).



6.10. Ábra Az egyes költségelemek költségeinek a részaránya egy FV erőmű 2014-es összköltségében.

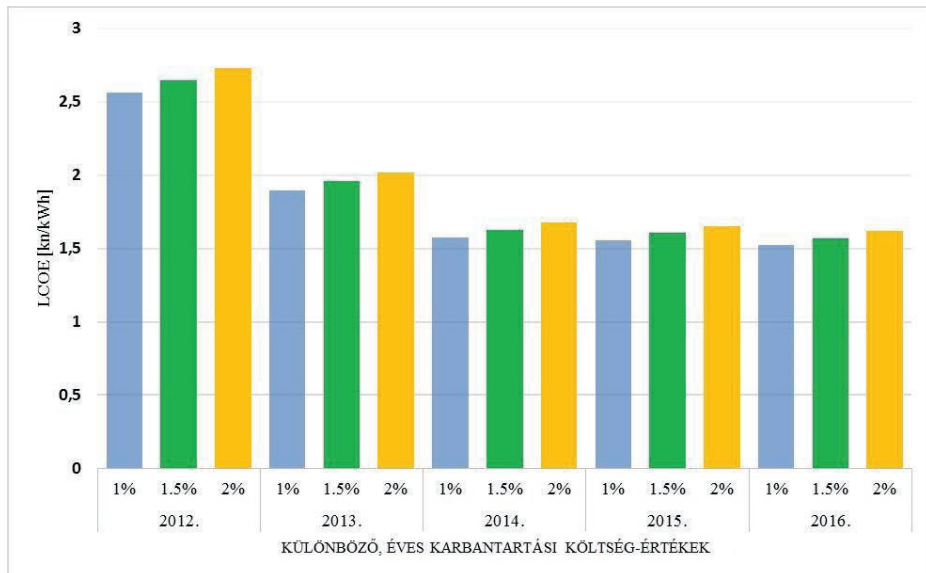
Forrás: Jäger-Waldau 2014b

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A szakirodalomban megtalálhatóak az Eszék, Horvátország térségében telepített PV erőmű energiatermelési egységkötségeire vonatkozó számításokat (Marčetić–Fekete–Knežević–Klajić 2018). A következő feltételezésekkel:

- A számítások a következő évekre vonatkoznak: 2012., 2013., 2014. 2015. és 2016.
- Az FV erőmű mérete PV 10 kWp
- Az erőmű élettartama 20 év.
- A diszkont ráta 5%.
- A befektetési költségek a szakirodalom szerint (JRC FV Állapotjelentés 2010-2016). Az üzemanyagköltségek elhanyagolhatók. A karbantartási költségek a befektetési költségek 1,5%-át teszik ki. 10 éves működés után esedékessé válik az inverter cseréje. A karbantartási költségek mértéke 1,5%-ról 1% és 2%-ra változott annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, hogy a karbantartási költségek miként befolyásolják az LCOE-t.
- Az PVGIS szerint az éves termelés 11000 kWh/év.

A számított LCOE-eket minden megfigyelt évre és három különböző karbantartási költségre vonatkozóan az 6.11. ábra szemlélteti.



6.11. Ábra: Az LCOE három különböző karbantartási költségére vonatkozóan a 2012-2016-os évek esetében  
Forrás: Marčetić et al. 2018.

## 6.3 NAPKOLLEKTOROK

A napsugárzás által közvetített hő felhasználható tárgyak, víz melegítésére, vagy hűtőberendezésekben. Azokat a rendszereket, amelyekben a napsugárzás hatását az épület megfelelő kialakításával érik el, (a helyiségek és az üvegezett felületek elrendezése stb.), passzív rendszereknek nevezik. Amennyiben a napsugárzás az erre a célra beépített berendezéseknek (az úgynevezett napkollektorok) köszönhetően alakul hőenergiává, abban az esetben a rendszereket aktívnak nevezik. Az alábbiakban a napsugárzást felhasználó aktív rendszerek kerülnek részletes ismertetésre.

### 6.3.1 Napkollektor technológia

A napkollektorok fő jellemzője a közvetítő folyadék maximális hőmérsékletének az elérése (a legközségesebb víz glikol adalékkal stb.) A közvetítő folyadékos napkollektorok két csoportra oszthatók: alacsony hőmérsékletűekre és magas hőmérsékletűekre

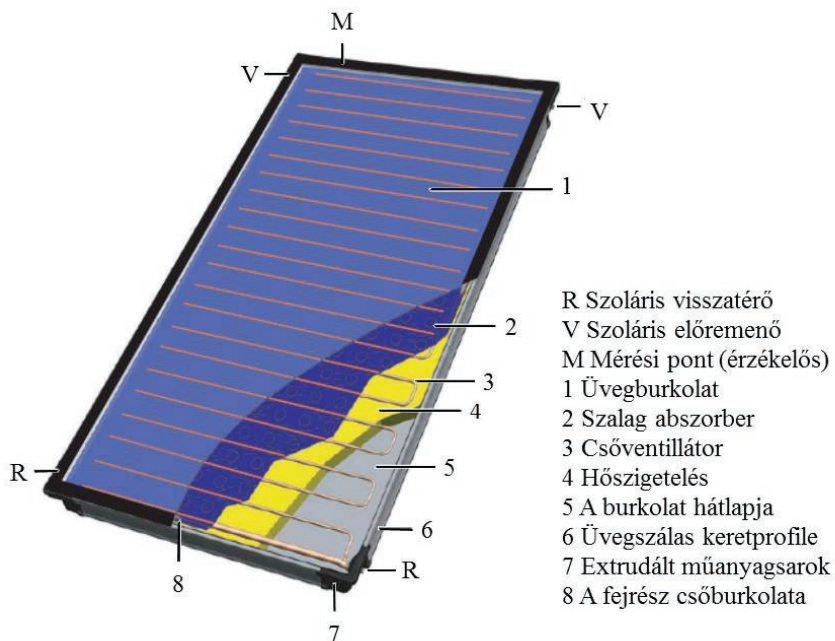
#### 6.3.1.1 Alacsony hőmérsékletű szoláris termál kollektorok

A legegyszerűbb, alacsony hőmérsékletű megoldásokat medencék vagy ipari létesítmények fűtésére használják. Ezek fedél nélküli csövekkel vagy homlokzatokkal vannak ellátva, melyek légcSATORNÁKKAL rendelkeznek. Ezek a legjobbak a környezeti hőmérséklet fölött maximum 10°C- nál (Šljivac–Topić, 2018). Amikor magasabb hőmérsékletet (40-60°C) kell elérni, olyan síklemezes napkollektorokat használnak, amelyek olyan síklemezekből készülnek, amelyeken a napsugárzás felszívódását elősegítő bevonat található, vagy munkafolyadékkal feltöltött és fedőüveggel rendelkező csövek kerülnek alkalmazásra (6.12. ábra). A síklemez szoláris termál kollektorok hatékonysága 70% és 80% között van.

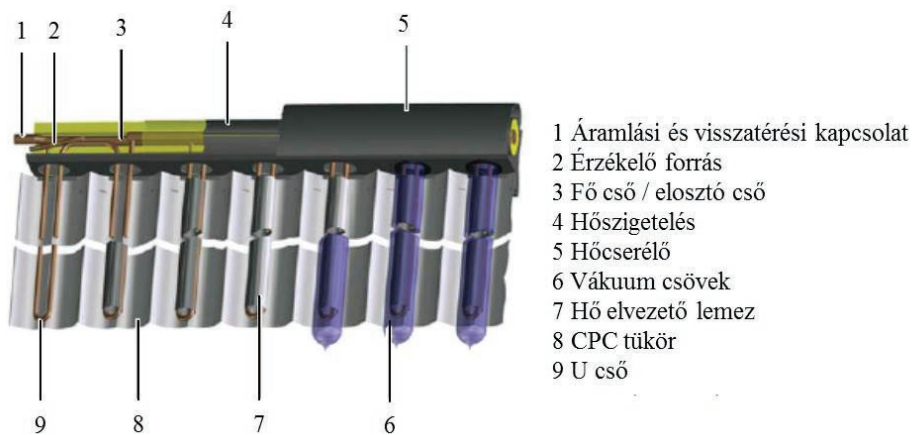
#### 6.3.1.2 Magas hőmérsékletű napkollektor

Ezek a legösszetettebb konstrukciójú napkollektorok, mivel vákuumcsöveket tartalmaznak tükrökkel vagy azok nélkül. Magasabb hőmérsékletet érnek el (max. 100°C), mint a síklemezes napkollektorok, de kevésbé hatékonyak (50-60%). A 6.13. ábrán egy vákuumcsöves kollektorra vonatkozóan látható egy példa, és egy példa a vákuumcsőre az 6.14. ábrán látható.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

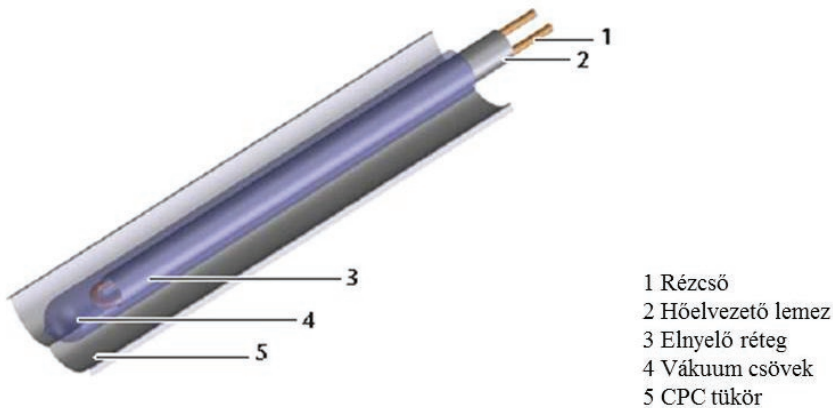


6.12. Ábra: Példa a síklemezes napkollektorra  
Forrás: Buderus 2007.



6.13. Ábra: Példa a vákuumcsöves napkollektorra  
Forrás: Buderus 2007.

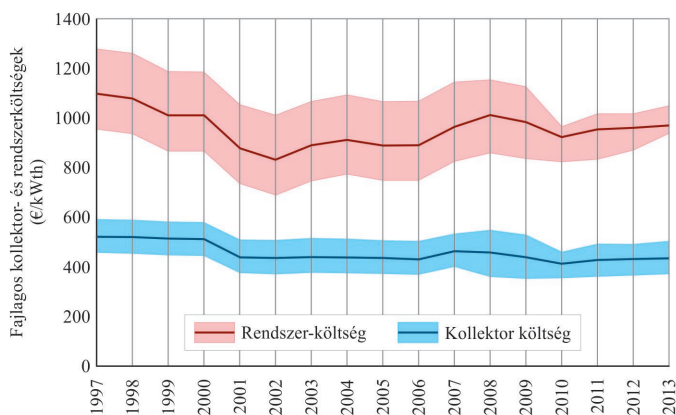




6.14. Ábra: Vákuumcső  
Forrás: Buderus 2007

### 6.3.2 A napkollektor beruházási költségei

A napelemes erőművekhez hasonlóan a napkollektoroknak nagyon magasak a befektetési költségei a többi költségelemhez képest. A PV erőművel ellentétben a napkollektorok esetén az utóbbi években nem volt észlelhető jelentős beruházási költségcsökkenés. Az 5.15. ábra a síklemezes napkollektorok beruházási költségeinek a tendenciáját mutatja 1997 és 2013 között. Az adatok Ausztriára vonatkoznak és a szakirodalomból (Stryi-Hipp 2016) származnak.



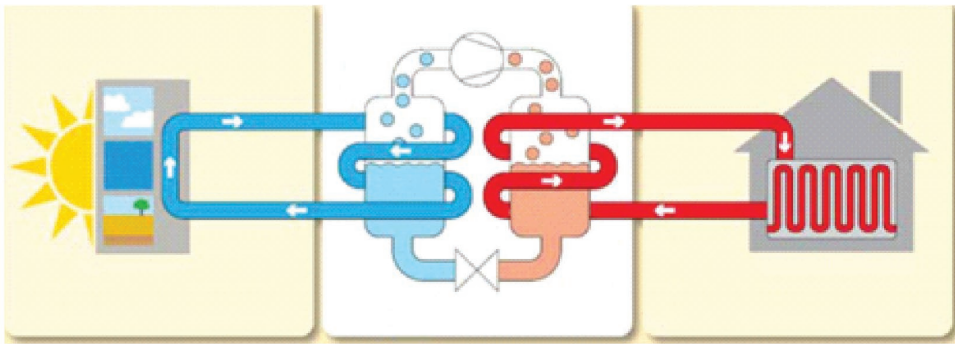
6.15. Ábra: Ausztriai példa költségek változásáról síklemezes napkollektorra vonatkozóan (1997-2013). Forrás: Stryi-Hipp 2016.

## 6.4 Hőszivattyú

A hőszivattyúk olyan berendezések, amelyek hőenergiát közvetítenek a magas hőmérsékletű termikus tartályok és az alacsony hőmérsékletű tartályok között. Alacsony hőmérsékletű rendszerekben használatosak, de használhatók hűtési üzemmódban is. A 6.16. ábra hőszivattyús rendszereket szemléltet fűtési üzemmódban.

A hőszivattyús rendszer három körből áll (Guzović–Soldo, n.d.):

- Hőforrás köre (az 1. ábrán „A” jelöli);
- Az üzemi közeg köre (az 1. ábrán „B” jelöli);
- Hőleadó kör (az 1. ábrán „C” jelöli).



6.16. Ábra: A hőszivattyú vázlatos ábrázolása fűtési üzemmódban.

Forrás: Guzović–Soldo, (é.m.n.)

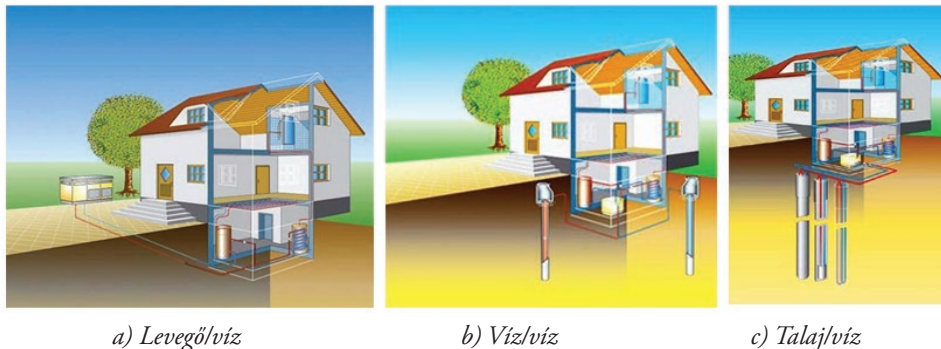
A munkaközeg az „A” körben hőenergiát vesz fel a hőforrásból, ami lehet talaj, víz vagy levegő. A nyitott rendszerek esetében a földalatti víz közvetlenül az elpárologtatón keresztül áramlik. A talajban lévő hőcserélő rendszer esetében glikol keverék áramlik a hőforrás körében, ami összeköti a talajban lévő hőcserélőt az elpárologtatóval (Guzović & Soldo, é.n.).

A „B” körben az elpárologtatóból származó gáznemű működtető közeg egy kompresszorba kerül, ahol a nyomásnövekedés megnöveli a munkaközeg hőmérsékletét, amely ez alatt folyékony halmazállapotúvá válik. A hőcserélőben, a munkaközeg átadja a hőt a fűtőközegnek a hőleadó körben. A tágulási szelepen keresztül történő tágulás következtében a munkaközeg alacsonyabb nyomásra terjeszkedik ki és alacsonyabb lesz a hőmérséklete, és az elpárologtatóban hőforrás hatására ismét gáz halmazállapotúvá válik. A fűtőközeg a hőleadó körben a hőt arra a helyre továbbítja, amelyet fel kell melegíteni.

Egy négyjáratú szelep felszerelésével ugyanez a készülék beállítható, hogy hűtési üzemmódban működjön. Ebben az esetben a HŐLEADÓ a talaj, a felszín alatti víz

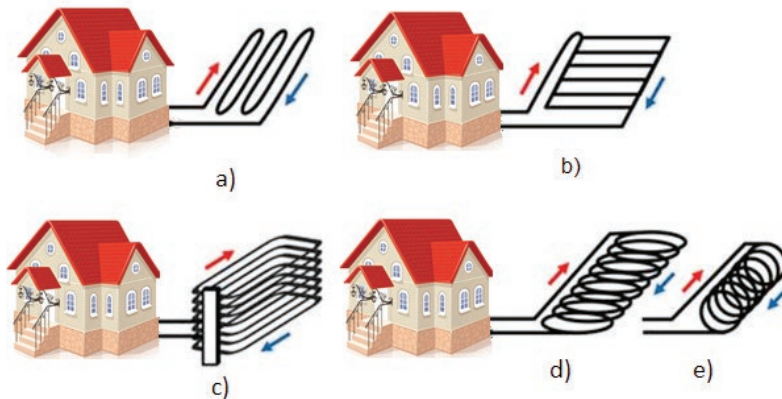
vagy a környezeti levegő lesz, míg a hűtött tér hője levegő vagy víz/glikol keverékkel a párologtatón leeresztésre kerül (Guzović–Soldo, n.d.).

#### 6.4.1 A hőszivattyúk felosztása



6.17. Ábra: Hőszivattyúk hőforrás és munkaközeg szerinti felosztása.  
Forrás: "EKO-PULS d.o.o, Toplinske pumpe," n.d.

A levegő/víz hőszivattyú a levegőből nyeri az energiát a fűtési rendszerben lévő víz felmelegítéséhez. A víz/víz hőszivattyús rendszerek a felszíni és a talajvízforrásokat hasznosítják hőenergia nyerésére, míg a talaj/víz rendszerek a talajfelszín rétegből származó hőt nyerik és továbbítják azt a fűtőrendszerben lévő víz felé. A talaj/víz fűtőberendezéseket geotermikus hőszivattyúknak nevezik, amelyek feloszthatók zártkörű rendszerekre (függőleges vagy vízszintes) és nyitott körű rendszerekre (két kút – nyerő kút és visszasajtoló kút vagy leeresztő). A függőleges rendszer az 6.17.c ábrán látható, míg a vízszintes rendszer különböző típusait az 6.18. ábra szemlélteti.



6.18. Ábra: A talaj/víz hőszivattyúk vízszintes rendszerei- a) vízszintes mező soros összekapcsolt csövekkel, b) vízszintes mező párhuzamos csövekkel, c) csatorna kollektor, d) spirális kollektor „Domború“, e) spirális kollektor „Tele“ Forrás: "EKO-PULS d.o.o, Toplinske pumpe," n.d

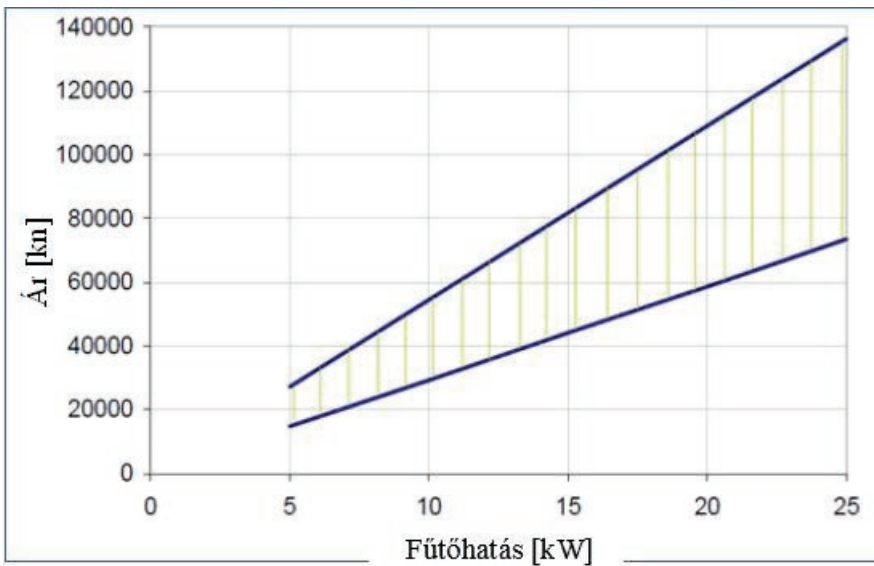
### 6.4.2 Beruházási költségek

A hőszivattyúk beruházási költségeit fel lehet osztani a hőszivattyú egységek költségére, a hőcserélő (talaj/víz hőszivattyú) költségeire vagy a fűrési költségekre, a hőszivattyúhoz (víz/víz hőszivattyú) történő vízszállítás költségeire és magán az épületen belüli hőátadó rendszer költségeire. Az 6.5 táblázat a hőszivattyúk beruházási költségeinek viszonylagos növekedését szemlélteti a hagyományos fűtési rendszerekkel összehasonlítva.

6.5. Táblázat: A hőszivattyúk beruházási költségeinek relatív növekedése, a hagyományos fűtési rendszerekhez képest.

	Talaj/víz	Víz/víz	Levegő/víz
Hőgenerátor	320-600%	320-600%	350%
Hőforrás	300-430%	200-300%	-
Hőtovábbító rendszer	150-200%	150-200%	150-200%

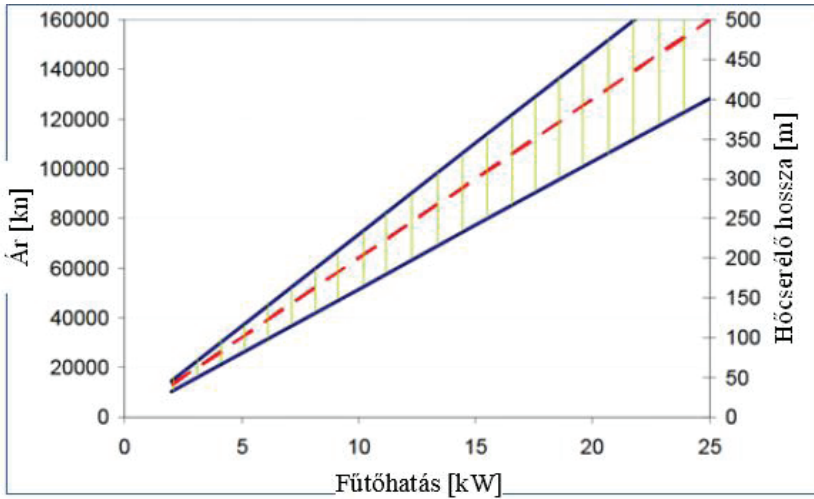
A 6.19. ábra a hőszivattyú egységek árát szemlélteti, míg az 6.20. és az 6.21. ábra a hőcserélő költségeit és a víz kutak valamint a vízelosztás költségeit a fűtési hatások függvényében.



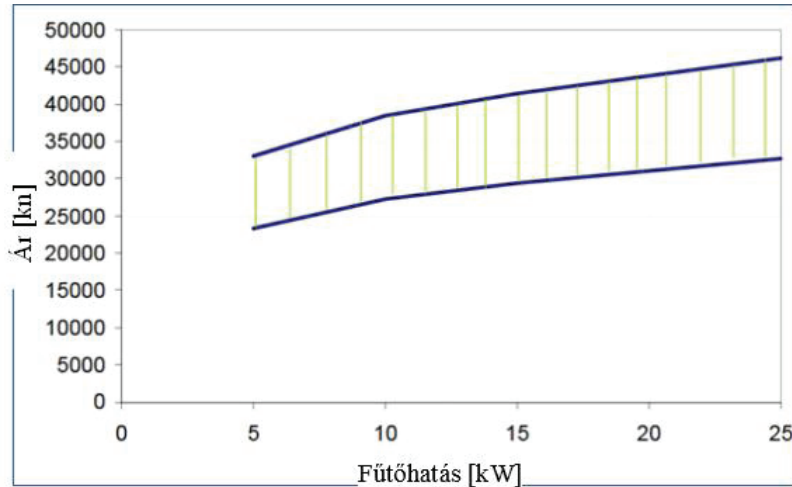
6.19. Ábra: A hőszivattyú egységek ára, a fűtési hatás függvényében

Forrás: Grozdek 2015.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



6.20. Ábra: A hőcserélő ára, a fűtési hatás függvényében  
Forrás: Grozdek 2015.



6.21. Ábra: A víz kutak és a vízelosztás ára a fűtési hatás függvényében  
Forrás: Grozdek 2015.

A hőszivattyú által nyert hőenergia ára, amelynek a pillanatnyi hatásfoka (COP) 3.5 (Grozdek 2015):

- 3,5-szer alacsonyabb, mint a villamos fűtés által szolgáltatott hőenergia;
- 1,5 – 4,5-szer alacsonyabb, mint az olajból nyert energia;
- 1,3 – 2,6-szer alacsonyabb, mint a gázból nyert energia.

## 7 ENERGIAHATÉKONYSÁGI AJÁNLÁSOK A HATÁRON ÁTNYÚLÓ VIDÉKI TERÜLETEKRE VONATKOZÓAN

DANIJEL TOPIC

A megújuló energiaforrások felhasználása mellett az energiahatékonysági intézkedések képezik az EU egyik legalapvetőbb eszközét az energia-irányelvek elérésében a 2020, 2030 és 2050-es évekre vonatkozóan (Európai Bizottság 2016).

Az energiahatékonyság növelése és az energia racionális felhasználása érdekében az EU több irányelvet fogadott el, amelyek közvetlenül kapcsolódnak az energiahatékonysághoz, például az olyan irányelvekhez, mint a 2004/8/EC, 2006/32/EC, 2009/125/EC, 2010/30/EU és a 2012/27/EU. 2018 óta elfogadásra került a legújabb 2018/844 EU irányelv, amely módosítja a 2010/30/EU irányelvet és módosítja a 2012/27/EU irányelvet.

### 7.1 MI AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG?

A fejezet elején szükséges meghatározni, hogy mi az energiahatékonyság. Az UNDP-nek (2008) megfelelően az energia hatékonyság a következőképpen kerül meghatározásra:

**Az energiahatékonyság azon tervezett és alkalmazott intézkedések összessége, amelyek célja, hogy csak annyi energia kerüljön felhasználásra, amely az ugyanolyan mennyiségű termeléshez vagy komfortszint megteremtéséhez szükséges.**

Ebben a fejezetben az energiahatékonysági intézkedések kerülnek bemutatásra, különös hangsúlyt fektetve a Horvátország és Magyarország határokon átnyúló térség vidéki területein történő alkalmazásra. Az energiahatékonyság mértékének a növelése közvetlenül érinti a környezet védelmét, mert csökkenti az energiafogyasztást. Mindez energia megtakarításhoz vezet, ami pénzügyi megtakarítást eredményez, ami más célkora is felhasználható vidékfejlesztési funkcióban. Az energiahatékonysági ajánlások a hő-és villamos energia felhasználásával kapcsolatosak.

## 7.2 Hő

A hőt elsősorban technológiai előállítási eljárásokhoz, helyiségek fűtésére és meleg víz előállítására használják. Az energiamegtakarítás szempontjából a hangsúly a fűtésre és a vidéki térségekben a meleg víz előállítására tevődik. Az UNDP (2008) dokumentumnak megfelelően az energiafelhasználás szerkezete egy átlagos horvátországi háztartásban a következő: a háztartásban elfogyasztott teljes energia 62%-a fűtésre, 15%-a világításra, elektromos készülékek és a légkondicionálók működtetésére, 12%-a főzésre és 11%-a meleg víz előállításra fordítódik. Mivel az energia nagy része fűtésre használatos, ebben rejlik az energiamegtakarítás legnagyobb potenciálja. A fűtés során az UNDP (2008) szerint a következő energiaveszteségek fordulnak elő:

- Vesztése az ablakokon keresztül – 51%;
- Vesztése a külső falakon keresztül – 21%;
- A fűtési rendszerből eredő veszteségek – 12%;
- Vesztése a tetőn keresztül – 10%;
- Vesztése a padlón keresztül – 6%.

A minimális energiavesztés érdekében a következőket ajánljuk:

- Az objektum termikus védelme (szigetelése);
- Hővisszanyerős szellőztető rendszerek használata;
- Megújuló energiaforrások használata.

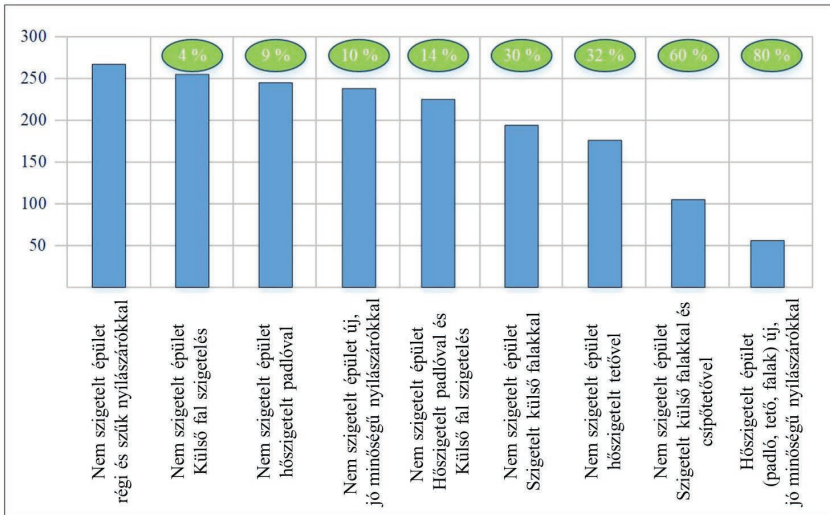
Ahhoz, hogy elérjük hogy az épület alacsony energiaigényű legyen (alacsony energiaigényű vagy passzív épület) Leko & Buzov (2010) szerint a következő szabályokat kell betartani:

- A tető hőszigetelése minimum 20 – 40 cm vastag legyen (kőzetgyapot használata javasolt);
- A külső falak hőszigetelése minimum 18 – 30 cm vastag legyen (kőzetgyapot használata javasolt);
- A nem fűtött pincék mennyezetének hőszigetelése legalább 14 – 20 cm vastag legyen.
- Minden külső nyílásnak energiahatékony profillal és három rétegű üveggel, *alacsony*-E bevonattal kell rendelkeznie és gázzal töltött kell, hogy legyen minimum  $U < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$  hőátadási együtthatóval.
- Minden külső héjazatnak légáteresztőnek kell lennie hővisszanyeréses mechanikus szellőztetéssel.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

A lehető legnagyobb mértékben kell felhasználni a helyi megújuló energiaforrásokat a meleg víz előállítására, fűtésre és hűtésre.

A ház hőszigetelésének az energia megtakarításra kifejtett hatása a 7.1. ábrán látható.



7.1. Ábra: A ház hőszigetelésének az energia megtakarításra kifejtett hatása (kWh/m<sup>2</sup>)

Forrás: Buzov (2010)

A hő felhasználását illetően az energiahatékonyság növelése érdekében ajánlatos megújuló energiaforrásokat alkalmazni. A Horvátország és Magyarország határán átnyúló régió vidéki térségében a következő megújuló energiaforrásokat támogató technológiák ajánlottak: napkollektorok, hőszivattyúk és biomassza alapú mikro fűtés rendszerek (pellet- és faforgács-kemencék). A napkollektorok és hőszivattyúk a 6.3. és a 6.4. fejezetben kerülnek bemutatásra.

Topić és munkatársai (2018) szerint a napkollektorok faforgács-tüzelésű kazánal kombinálva használhatók fűtésre (vagy a fűtési rendszer támogatásaként) a hideg tavaszi vagy őszi napokon. A 7.2. ábrán egy példa látható a napkollektorok és a faforgács-tüzelésű kazán kombinációjára az ausztriai Urbersdorfban.



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



7.2. Ábra: Központi fűtési rendszer napkollektorok és faforgács-tüzelésű kazán kombinációjával (Urbersdorf).

*Forrás: A szerző felvétele*

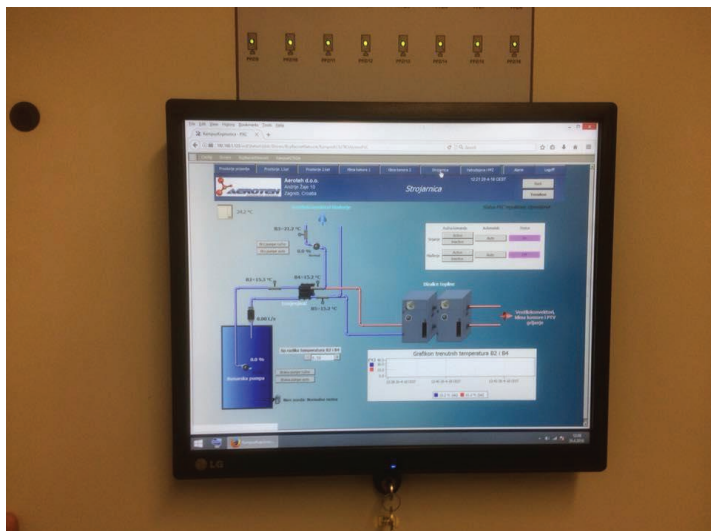
A 7.3. ábrán a napkollektorok láthatók Koprivnica-ban a „Šparne hiže” épületen. A napkollektorok alkalmazásának a célja az energiahatékonyság szintjének emelése. A 7.4. ábrán az energiagazdálkodási rendszer egy része látható.



7.3. Ábra: Napkollektor a Šparne hiže' épület tetején Koprivnicában.

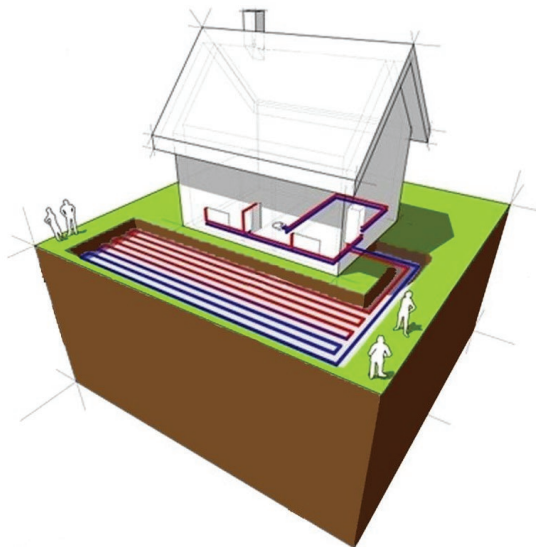
*Forrás: A szerző felvétele*

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



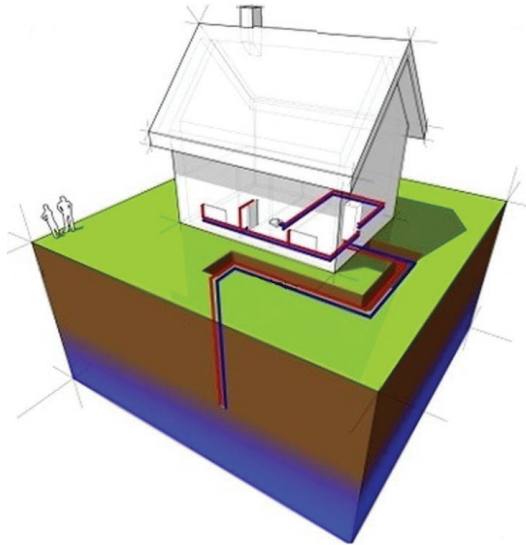
7.4. Ábra: Az energiagazdálkodási rendszer egy részlete  
Forrás: A szerző felvétele

A RuRES kutatócsoport tagjai felkeresték ezt az épületet. Az épületről szerzett tapasztalatok alapján hasonló rendszer alkalmazható a vidéki területeken vagy a helyi önkormányzatok épületében.

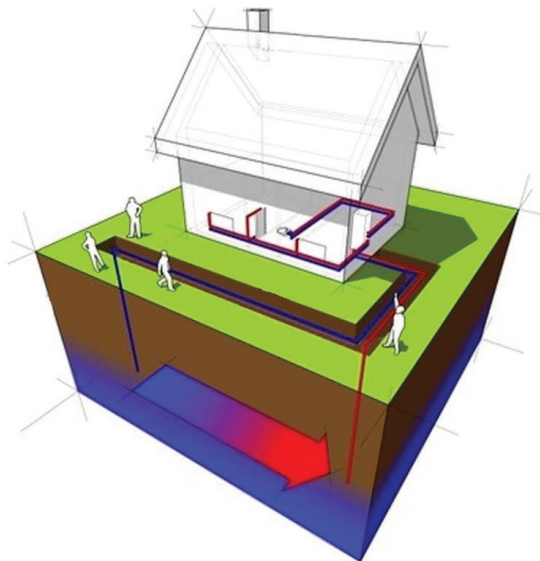


7.5. Ábra: Zártkörű vízszintes hőszivattyú rendszer.  
Forrás: Perko et al. 2011

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



7.6. Ábra: Zártkörű függőleges hőszivattyú rendszer  
Forrás: Perko et al. 2011



7.7. Ábra: Nyitott körű függőleges hőszivattyú rendszer  
Forrás: Perko et al. 2011

Egy példa a hőszivattyúval kapcsolatos számításokra és a hőszivattyúk esetleges alkalmazására: Perko és munkatársai (2011) szerint egy 186–223 m<sup>2</sup> alapterületű ház esetében 10,6–11,4 kW hő teljesítményre van szükség. A 7.5., 7.6. és a 7.7. ábrákon a hőszivattyúk lehetséges alkalmazásai láthatóak.

### 7.3 VILLAMOS ENERGIA

A villamos energia napjainkban nélkülözhetetlen erőforrás. A villamosenergia-fogyasztók (háztartások, iparágak, egyéb szolgáltatási tevékenységek) a villamosenergia-hálózatból vagy saját villamosenergia-termelésből nyerik a villamos energiát. Függetlenül attól, hogy a fogyasztók honnan kapják a villamos energiát, a cél az, hogy a villamos energia a leghatékonyabban kerüljön felhasználásra a következő okok miatt:

- A hatékony villamosenergia-felhasználás kisebb mennyiségű energia elfogyasztását jelenti ugyanazon termelési szint vagy kényelem tekintetében, ami alacsonyabb költségeket eredményez.
- Környezetvédelem – kevesebb energiafogyasztás ugyanazon termelési szint vagy kényelem érdekében, ami kevesebb üvegház-hatást kiváltó gáz kibocsátásával jár együtt és kevésbé negatív hatással van a környezetre.

Az energiahatékonyság az alacsonyabb költségek szempontjából azt jelenti, hogy az energiahatékonysági pénzügyi megtakarítások mértéke javul, és ezek a pénzügyi megtakarítások felhasználhatók a termelés minőségének, az életminőségnek és a szolgáltatások, stb., minőségének a javítására. Az Európai Környezeti Ügynökség (2018) szerint, a CO<sub>2</sub> kibocsátás minden előállított villamos energia kWh-jára 2014-ben 136,7 gCO<sub>2</sub>/kWh volt Horvátországban és 206,6 gCO<sub>2</sub>/kWh Magyarországon.

A villamos energia energiahatékonyságot a következő intézkedésekkel lehet elérni:

- A legmagasabb szintű hatékonysággal rendelkező energiatakarékos készülékek használata (A+++).
- A LED technológiákon alapuló világítási rendszerek alkalmazása.
- A meddő teljesítmény kompenzálása (főként az iparban)
- Megújuló energiaforrások alkalmazása.

A LED-es világítás a leghatékonyabb világítási mód. Az izzólámpákkal ellentétben, amelyek az energiának csak 5%-át használják a fény kibocsátására (95% veszteség hő formájában), a LED fényforrások a felhasznált energia mintegy 80%-át alakítják fényvé. Továbbá a modern LED fényforrások élettartama több mint 25 000

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBBEN

óra (összehasonlításként, a kompakt fénycsővek élettartama kb. 8000 óra, és az izzólámpáé kb. 1200 óra) és költségeik viszonylag alacsonyok és széles körben elérhetőek. Emiatt mindig javasoljuk a LED fényforrások használatát világítási rendszerekhez.

Az ipari fogyasztók számára (pl. faipar) fontos a meddő teljesítmény kompenzálása. A meddő teljesítmény kompenzálásával először is csökkentjük a fogyasztók költségeit (a pénzügyi megtakarítások más célokra fektethetők be). Továbbá csökkentjük az energiavesztéséget az elosztásban és az átvitelben, ami a CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenését eredményezi az előzőekben leírtak alapján.

Megújuló energiaforrások használata ajánlott a fogyasztási ponton a saját villamosenergia-szükséglet fedezésére. A horvátországi és magyarországi határon átnyúló térség vidéki területein lévő családi házak esetében a legmegfelelőbbek a fotovoltaikus (PV) rendszerek. Topić, Knežević, Šljivac et al. (2018) szerint, a napelemes rendszerek lehetnek hálózatra csatlakoztatott vagy szigetüzemű (önálló) rendszerek. A szigetüzemű PV rendszerek távoli területeken használhatók anélkül, hogy csatlakoznának a hálózatokhoz.



7.8. Ábra: Szigetüzemű PV rendszerek a méztermelésben.

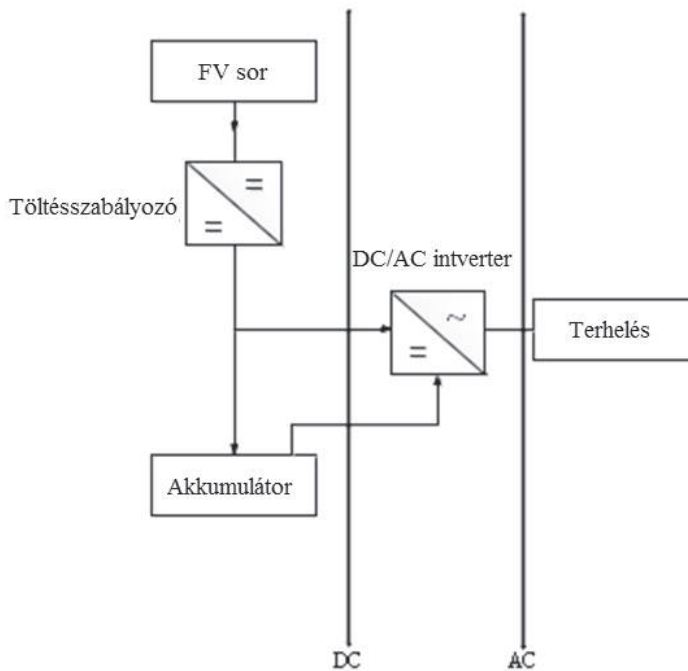
Forrás: OPG – Nenad Grčić

A hálózatra csatlakozó PV rendszerek, amennyiben megfelelően vannak méretezve, csökkenthetik az energiahálózatok veszteségeit, javíthatják a feszültségprofilokat, és kiküszöbölhetik az elosztó vonalakba történő befektetéseket. Másfelől, a szigetüzemű PV rendszerek használhatók olyan objektumok tápellátására, amelyek nem csatlakoznak az elektromos hálózatra, mint a nyaralók, helyi közösségi épületek, stb. A szigetüzemű PV rendszerek alkalmazhatók a méztermelésben (7.8. ábra), öntözőrendszer ellátásban (Mohsin–Abdulbaqi 2018; Pushpraj, Gupta, Gupta, & Mulla 2017; Topić, Šljivac, Stojkov, Perko, & Gašparović 2014) és sok egyéb területen.

A faipar vagy a farmgazdaságok esetében a biomassza és a biogáz erőművek nagyon megfelelőek, mivel felhasználhatók a saját fogyasztásuk fedezésére (villamos áram és hő) de felhasználhatók a helyi fogyasztók energiaellátására is.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A RuRES kutatásban a vidéki térségekben használható, szigetüzemű PV rendszer egyszerűsített modellje került kifejlesztésre, és a kutatási eredmények tudományos közleményben kerültek közzétételre (Topić, Knežević, Kosić, & Perko 2018). A 7.9. ábrán a vidéki térségekben használható szigetüzemű PV rendszerek vázlatja látható.



7.9. Ábra: Szigetüzemű fotovillamos rendszer sémája  
Forrás: Topić et al. 2018

## 8 A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ALKALMAZÁSA A VIDÉKI TERÜLETEKEN

DAMIR ŠLJIVAC, ZVONIMIR KLAIC

### 8.1 ENERGIKONCEPCIÓK HORVÁTORSZÁG ÉS MAGYARORSZÁG HATÁRON ÁTNYÚLÓ RÉGIÓJÁBAN A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK ALAPJÁN

A megújuló energiaforrások az energiaegyenleg nagyon fontos részét képezik csaknem minden országban. Elektromos és a hőenergiát nyújtanak kisebb mérvű szennyezés mellett fosszilis üzemanyag használata nélkül. A hagyományos technológiákkal ellentétben a megújuló energiaforrások többféle energiaforrást használnak és kompatibilisek az elektromos hálózatokban a „smart grid“ megvalósítása során.

Horvátország és Magyarország hatrámenti területe, Horvátország vidéki kontinentális keleti része és Magyarország déli területe nagyon jelentős forrással rendelkezik a megújuló energiaforrások terén, különösen az erdészeti biomassa és a mezőgazdasági termelés vonatkozásában, beleértve a gazdaságokban a biogáz előállítási lehetőségét. Becsült potenciálja meghaladja az  $1.3 \text{ TJ/km}^2$ , de Európában ez az egyik legmagasabb geotermikus gradiens, több, mint  $0.049^\circ\text{C/m}$  (Pannon medence). Bár a napenergia potenciál a horvátországi dél-mediterrán partvidékhez viszonyítva alacsonynak tűnik, Németországgal összevetve, amely az európai kapacitások legnagyobb részét telepítette FV rendszerekbe, a napsugárzás Délkelet Európának ezen a részén több, mint 20%-al magasabb. A térség egyes részei közepes szélenergia potenciállal rendelkeznek, a tíz éves átlagos szélesség  $4\text{-}5 \text{ m/s}$ .

A villamos energiatermelésre vonatkozóan a megújuló energiaforrások megvalósítását célzó néhány projektet többnyire a határokon átnyúló régió vidéki területein valósítják meg, különösen a mezőgazdaság területén. Továbbá, kutatásokat végeztek a biomassa-, a biogáz-, a napenergiának az FV rendszerekben történő felhasználására vonatkozóan Horvátországban, és a közvetlen geotermikus energia felhasználásáról Magyarországon. Általában úgy tűnik azonban, hogy ez a régió nem csupán a megújuló energiaforrások kapacitásának telepítésével, de a tudás és a technológia átadás terén is elmarad Horvátország többi részétől és Magyarországtól az ipari versenyképesség szintjének emelésének a vonatkozásában, amikor a megújuló energetikai források kerülnek a középpontba.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

Az REN21 (2016) szerint a megosztott megújuló energia rendszerek (DRE), amelyeket elektromos áram előállítására, főzésre, fűtésre és hűtésre használnak, olyan rendszerek, amelyek szolgáltatásokat gerjesztenek és terjesztenek, függetlenül bármely központosított rendszertől, legyen szó városi vagy vidéki területről, a fejlődő világban. A rendszerek már több millió embernek nyújtanak energiaellátási szolgáltatásokat és a számok folyamatosan növekednek. Az DRE rendszerek a központi energiatermelő rendszerek kiegészítéseként vagy azok helyettesítőiként szolgálhatnak. Soha nem tapasztalt lehetőséget kínálnak arra, hogy felgyorsuljon a távoli és a vidéki térségekben a modern energiaellátásra történő átállás folyamata, miközben mindez olyan előnyökkel jár, mint az egészség javítása (a beltéri légszennyezés kiküszöbölésével), hozzájárulás a klímaváltozás mérsékléséhez, valamint pozitív hatás gyakorlása a jövedelmek növekedésére vonatkozóan, a nők elismerése és disztributív egyenjogúsága, a megfizethető világítás, a kommunikáció javítása, valamint a jobb minőségű oktatás és elérhetőségének a megkönnyítése. A DRE rendszerek, valamint a meglévő mikro hálózatok hibridizációja szintén csökkentheti a fosszilis tüzelőanyagok behozatalától történő függést.

Számos lehetséges, megújuló energiával kapcsolatos technológia használható a vidéki területeken, de alkalmazásuk nagymértékben függ attól az energiaszolgáltatástól, amelyet a 8.1. táblázat szemléltet.

ENERGIA SZOLGÁLTATÁS	JÖVEDELEM TEREMTŐ ÉRTÉK	MEGÚJULÓ ENERGIA TECHNOLÓGIÁK
Öntözés	Magasabb terményhozam, magasabb értékű termény, az öntözőrendszerek nagyobb mértékű megbízhatósága, a terménynövekedés lehetővé tétele, amikor a piaci árak magasak	Szél, nap, fotovillamos, biomassa, mikro-hidro
Megvilágítás	Leolvasás, a működési órák számának növelése	Szél, nap, FV, biomassa, mikro-hidro, geotermál
Őrlés, darálás, hántolás	Hozzáadott érték teremtése, mezőgazdasági terményből árucikkekből	Szél, nap, FV, biomassa, mikro-hidro
Szárítás, füstölés (konzerválás folyamat-hővel)	Hozzáadott érték teremtése, a termékek konzerválása, ami lehetővé teszi a magasabb értékű piacokon történő értékesítést	Biomassa, szoláris hő, geotermál
Kivonás	Finomított olaj előállítása magvakból	Biomassa, szoláris hő,
Szállítás	Új piacok elérése	Biomassa (biodízel)
TV, rádió, számítógép, internet, telefon	A szórakoztató vállalkozások, az oktatás támogatása, hozzáférés a piaci hírekhez, a beszállítók és a terjesztők közti koordináció	Szél, nap, FV, biomassa, mikro-hidro, geotermál



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

Akkumulátor töltés	A végső felhasználóknak nyújtott szervizek széles köre (pl. a telefontöltési vállalkozás)	Szél, nap, FV, biomassza, mikro-hidro, geotermál
Hűtés	Hűtött termékek értékesítése, a termékek tartósságának a növelése	Szél, nap, FV, biomassza, mikro-hidro

*Forrás: Ren21 2016*

Azonban nem csupán technológiai kérdéseket kell figyelembe venni, hanem általános fogalmi különbségeket is a határon átnyúló régió vidéki területein a megújuló energiaforrások jövőbeni fejlesztése és felhasználása tekintetében, a következők szerint:

- A, A vidéki ipari befektetés hozam-vezérelt energia koncepciója – arra irányul, hogy biztosítsa az értékesített energia betáplált áron és/vagy az előállított vagy értékesített hő értékén alapuló befektetési hozamot.
- B, A közösségi energia elősegíti az integrált energiakoncepciót – ami arra irányul, hogy demonstrálja a közösség által vezérelt megújuló energiát alkalmazó falunak/ vidéki térségnek a gazdasági és szervezeti megvalósíthatóságát (REN21 2016).
- C, Energia hozzáférési koncepció/k mint (REN21 2016):
  - a, A távoli közösségek energiához és az üzemanyaghoz történő hozzáférése – hozzáférést biztosít az energiához és a szállítási üzemanyaghoz, például egy távoli szigeten, és csökkenti az importált üzemanyag szállításának és felhasználásának a költségeit;
  - b, Községi alapú villamosítási energia koncepció – arra irányul, hogy a villamos energiatermelés és elosztás révén megbízható villamos energia-ellátást biztosítson a vidéki közösségek fenntartható fejlődéséhez;
  - c, Megújuló mikro hálózatok – alapvetően hálózaton kívüli energia (villamos áram) rendszerek, amelyek nagymérvű rugalmasságot biztosítanak az alkalmazás tekintetében, s aminek az a célja, hogy energia (villamos áram) hozzáférést biztosítson a helyi lakosság számára, miközben nincs hozzáférés hálózathoz (vagy akár az is, hogy leválasztás történjen a hálózatról annak érdekében, hogy csökkenjen a fosszilis üzemanyagok költsége és/vagy az azoktól történő függőség mértéke).

A Magyarország-Horvátország határain átnyúló vidéki területeken, egy olyan régióban, amely főként kis családi mezőgazdasági vállalkozásokból áll, és ahol nagyrészt hiányoznak a nagymértékű beruházások pénzügyi eszközei, minden bizonnyal, a legmegfelelőbb lenne a megújuló mikro energetikai hálózatok koncepciójának az alkalmazása.

Schnitzer és munkatársai (2014) szerint (a megújuló) mikro hálózatok – a helyi energiatermelés elosztott rendszerei (DRE), az átvitel és a használat – napjainkban technikailag és operatív módon készek arra, hogy villamos energiaszolgáltatást nyújtsanak a közösségeknek, különösen a kevésbé fejlett országok vidéki és városkörnyéki területein. Több, mint 1,2 milliárd fő, többek között, több, mint 550 millió fő Afrikában és egyedül Indiában 300 millió fő, nem fér hozzá a villamos energiához. Ezen közösségek kiszolgálásának a hagyományos megközelítése nem más, mint a központi hálózat kiterjesztése. Ez a megközelítés nem hatékony a tőkehiány, az elégtelen energiaellátás, a lecsökkent mértékű hálózati megbízhatóság, a meghosszabbodott építési idő és az építési kihívások kombinációja miatt a távoli területek bekapcsolása szempontjából. A megújuló és/vagy megfelelő erőforrásokon alapuló, megfelelően finanszírozott és működtetett mikro hálózatok számos olyan kihívásnak képesek megfelelni, amelyekkel a hagyományos világítási, vagy villamosítási stratégiák szembesülnek.

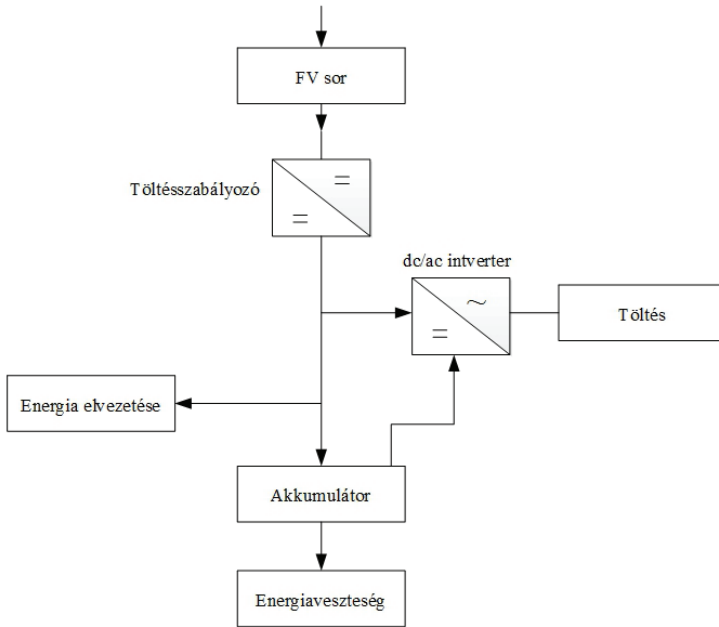
Számos megújuló energetikai mikro hálózat létezik a fent említett energiakoncepció vonatkozásában, amelyek (NREL (2018):

- Nagyméretű hálózatokra csatlakoztatott mikro hálózatok (pl., katonai bázisok vagy egyetemvárosok);
- Kisméretű hálózatokra csatlakoztatott mikro hálózatok (pl. egyedi általános hálózatok, a megbízhatatlan központi hálózatok fedezésére);
- Nagyméretű távoli mikro hálózatok (pl. szigeten lévő közművek);
- Kisméretű vidéki, távoli mikro hálózatok (pl. falvak).

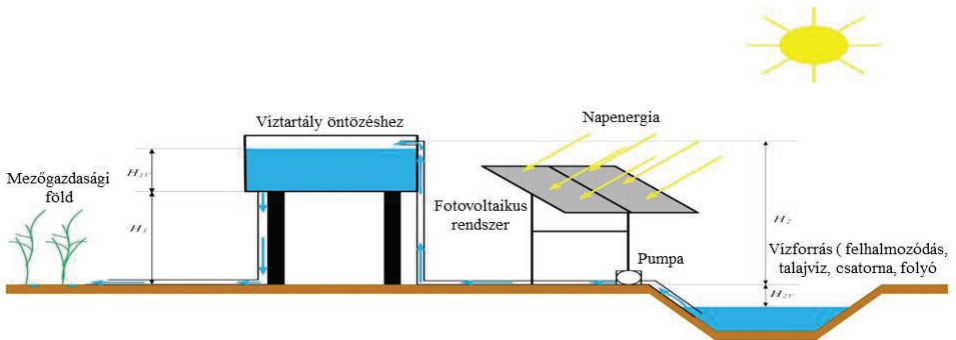
A vidéki mikro hálózatok esetén az elektromos áram többnyire kisfeszültségű elosztó hálózatokon keresztül kerül továbbításra a kapcsolt helyi megújuló termelésből, így például a fotovillamos erőművekből, a biomassza CHP-ből (a hő- és az áram együttes termelése) és szélerőművekből, stb., a viszonylag kisszámú vevőhöz. Azonban a rendelkezésre álló energiaszolgáltatástól függően, jelentős eltérés lehetséges a megfelelő mikro hálózat kialakításában, még akkor is, ha ugyanaz a megújuló technológia kerül alkalmazásra.

Például, a befektetési költségek jelentős csökkenése és a térség jelentős napenergia miatt, a fotovoltai rendszerek megközelítik az úgynevezett hálózat-paritást, ami azt jelenti, hogy működési időtartamuk alatt az egész beruházás kizárólag az áramköltség-megtakarításból kerül kifizetésre. A leggyakoribb ilyen fajta FV rendszereket hálózaton lévő (hálózathoz kapcsolt) rendszereknek nevezik. Abban az esetben azonban, ha nincs hozzáférés, vagy a határokon átnyúló térségek esetében drága a hozzáférés a távoli hálózathoz, egy off-grid, hálózaton kívüli FV rendszeren alapuló mikro hálózat megtérülési időszaka kimondottan rövidebb lenne. Ennek ellenére egy ilyen hálózaton kívüli rendszer kialakítása nagymértékben függ a biztosított energiaszolgáltatástól.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



8.1. Ábra: Mikro hálózat hálózaton kívüli FV rendszer villamosításra  
Forrás: Topić et al. 2013.



8.2. Ábra: Mikro hálózat hálózaton kívüli FV rendszer öntözéshez  
Forrás: Topić et al. 2014

### **8.1.1 Jó gyakorlati példa Horvátországban**

Számos napelemes, biomassza és biogáz projekt közül csak néhány jó példát mutatunk be, mint

- a háztartási méretű  $10 \text{ kW}_e$  FV, kutatási célokat szolgáló erőmű a Villamosmérnöki, Számítástechnikai és Informatikai Tudományok Karon az eszéki épületen, (Eszék, Eszék-Baranya megye);
- Kereskedelmi méretű  $325 \text{ kW}_e$  FV rendszer a Ricardo d.o.o. kereskedelmi épületén (Inc.) Dardaban, Baranya, Eszéktől északra, (Eszék-Baranya megye);
- Belsőégésű motor hajtotta  $1700 \text{ kW}_e$  biogáz CHP erőmű, Orlovnjak, Žito d.d. (Kft.) a tejelő tehénfarmon lévő csoport, Orlovnjak, Slavonija, Eszéktől délre, (Eszék-Baranya megye);
- gőzturbina  $3300 \text{ kW}_e + 15.000 \text{ kW}_{th}$  biomassza CHP erőmű, Strizivojna Hrast, fapadló gyártó ipar Strizivojnaban, Slavonija, Đakovotól délre, (Eszék-Baranya megye).

8.1.1.1 Háztartási méretű  $10 \text{ kW}_e$  FV, kutatást szolgáló erőmű a Villamosmérnöki, Számítástechnikai és Informatikai Tudományok, Karon az eszéki (FERIT) épületen, Eszék, (Eszék-Baranya megye)

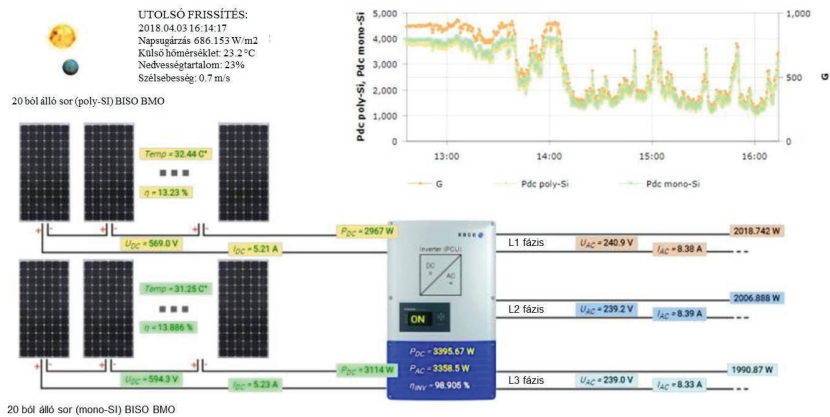
Ezt a háztartási méretű FV kutatást szolgáló erőművet 2014-ben létesítették az IPA CBC Horvátország-Magyarország REGPHOSYS (fotovoltaikus Rendszerek, mint a regionális fejlesztés mozgatórugói) projekt keretén belül, ami a határokon átnyúló régió éghajlati viszonya optimális fotovoltaikus rendszere kialakításának általános célkitűzéseivel foglalkozott és az FV rendszernek az elektronikus rendszerekre, a gazdaságra és a környezetre gyakorolt hatását vizsgálta. A projekt megvalósítása során kifejlesztésre került egy közös tudásbázis a terület azon jellemzőire vonatkozóan, amelyek jelentőséggel bírnak a fotovoltaikus rendszerek alkalmazása szempontjából, és létrehozásra került a fotovoltaikus rendszerek fejlesztésére irányuló kutatócsoportok határokon átnyúló innovációs hálózata. Ezen kívül a fotovoltaikus rendszereket a projekt területének éghajlati viszonyaihoz optimalizálták a napelemek technológiájának és az inverter topológiájának megválasztása szempontjából.

Ennek a tevékenységnek az eredményeként kialakításra került egy on-line adatbázis a regionális éghajlati és időjárás viszonyok 5 különféle FV technológia elektronikus jellemzőinek (mono- és polykristályos Si, amorf Si, HTJ és CIS) a mérésével kapcsolatban. A  $10 \text{ kW}$ -os kutatásra szolgáló erőművel két  $5 \text{ kW}$ -os tömbből áll (mono és polykristály Si) került kialakításra és további információk a <http://reslab.ferit.hr/> oldalon található.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



8.3. Ábra: Megújuló laboratórium, FERIT, Eszék  
Forrás: A szerzők fotói



8.4. Ábra: Online adatbázis – <http://reslab.ferit.hr/>  
Forrás: RESLAB 2018

8.1.1.2 Kereskedelmi méretű 325 kW<sub>e</sub> FV rendszer a Ricardo d.o.o. kereskedelmi épületén (Inc.) Dardaban, Baranya, Eszék északi része, (Eszék-Baranya)

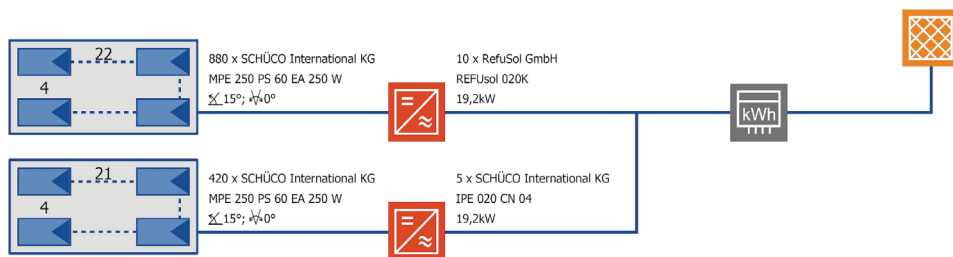
Alap kereskedelmi mértékű FV erőműre vonatkozó adatok (Šljivac 2013):

- elhelyezkedés: Darda;
- névleges teljesítmény: 325,00 kW<sub>p</sub>;

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

- az erőmű helyének bruttó/aktív FV területe: 2 116,25/2 130,37 m<sup>2</sup>;
- napenergia sugárzással működő FV erőmű (FN modul-sor): 2 989 670 kWh;
- (váltakozó) áram, amit az FV erőmű termel: 368 285 kWh;
- Az áram azon része, amely a hálózatra van töltve: 368 285 kWh;
- Teljes FV erőmű hatékonyság (ideértve az FN modulok sorozatát és egyéb veszteségeket): 12,3%;
- FV erőmű hatékonyság (csak egyéb veszteségek): 80,7%;
- Sajátos éves FV erőmű hozam (energia / kW): 1 133 kWh/kWp;
- Megtakarított CO<sup>2</sup> kibocsátás: 326 175 kg/év.

A RICARDO FV erőmű alap blokk sémája, a befektető által megküldött adatok szerint (Šljivic, 2013), amit a Königsolar készített (8.5. ábra).



8.5. Ábra: A 325 kW Ricardo FV erőmű alapsémája

Forrás: Šljivic 2013

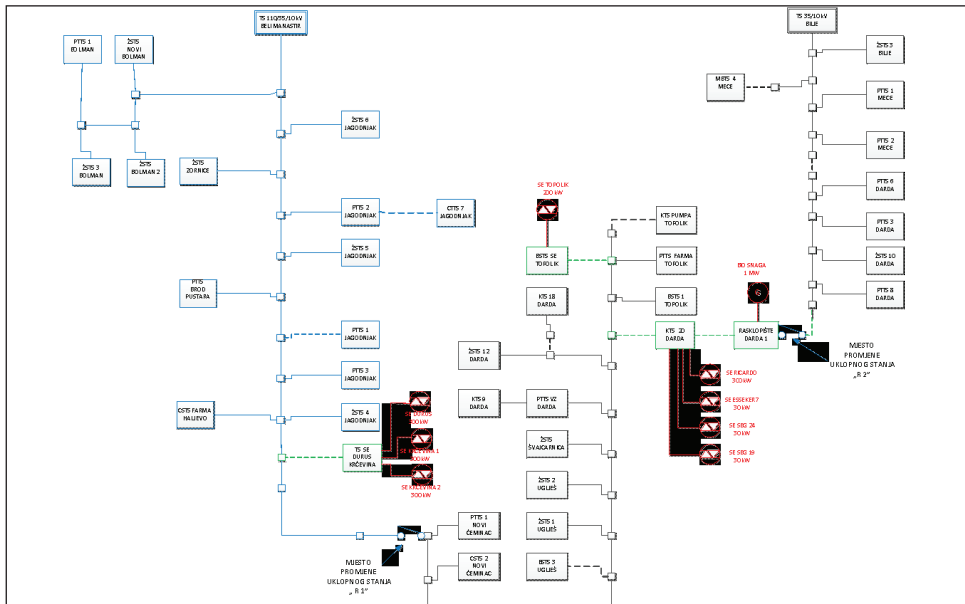
Összesen 1300 FN modul került felszerelésre két sorozatban (880 és 420 modul) a SCHÜCO International KG MPE 250 PS 60 EA modulból, a telepített teljesítmény 250 W mindegyik esetében, amiből az FV 325 kW-os erőmű összeállt. A modulnak a tetőn történő térbeli elhelyezését a 8.6. ábra szemlélteti.

Ez a projekt különösen érdekes annak köszönhetően, hogy magas szintű megújuló erőmű a Belye-Pélmonostor 10 kV-os elosztó tápvezetékebe van integrálva 9 különböző megújuló (FV és biomassza) erőművel együtt, amely egyetlen betáplálóra lett telepítve, ami meglehetősen ritka vidéki elosztóhálózat esetében, amint a 8.7. ábrán piros színnel kerül megjelölésre. Ennek következtében várhatóan magas lesz a feszültség növekedése és a jövőben valószínű a rendszer túlterheltsége is.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



8.6. Ábra: 325 kW-os Ricardo típusú fotovillamos erőmű, Darda, Baranja  
Forrás: Šljivac 2013



8.7. Ábra: 9 különböző megújuló erőmű integrálása (piros szín) egyetlen 10 kV-os hálózatba  
Bellye-Pélmonostor (Baranya, Horvátország)  
Source: Šljivac 2013

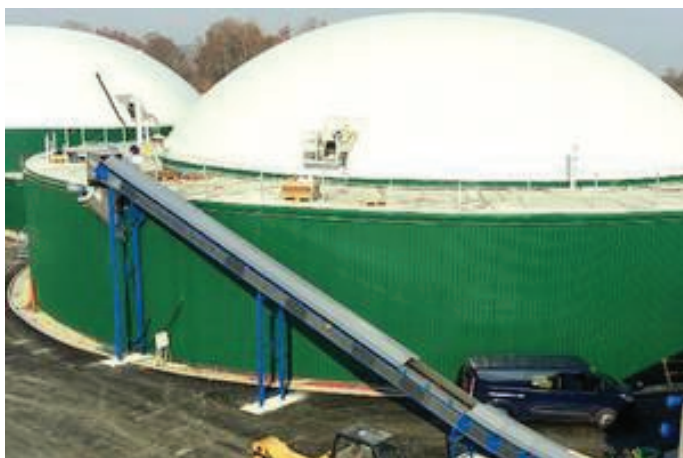
### 8.1.1.3 Belsőégésű motorral rendelkező 1700 kW<sub>e</sub> biogáz CHP erőmű (Orlovnjak, Žito d.d. (Ltd.) Tejelő tehén farm csoport Orlovnjak, Sl avonija, Eszéktől délre, Eszék-Baranya megye)

Ezzel az 1700 kW<sub>e</sub> CHP erőművel – ami 2016 májusában kezdte meg működését, – egy magánbefektető (a Žito Csoporttól) elkezdett biogáz CHP erőműveket építeni és növelni a megújuló energiaforrások részarányát a villamosenergia-termelésben, így biztosítva a helyi elosztó villamos energia rendszer stabilitását, és egyidejűleg hozzájárulni a megújuló energiaforrásokra vonatkozó nemzetközi cselekvési tervben 2020-ra megfogalmazott közös uniós energiapolitika végrehajtásához.

A projekt alapadatai (Šljivac–Klaić 2017):

- befektető: FARMA MUZNIH KRAVA (Tejelő tehén farm) ORLOVNJAK D.O.O. (Inc.);
- elhelyezkedés: Eszék-Baranya megye, Antunovac, 182/1 k.o. Orlovnjak;
- működési mód: az elosztó hálózattal párhuzamosan;
- csatlakozási feszültség: 10 (20) kV.

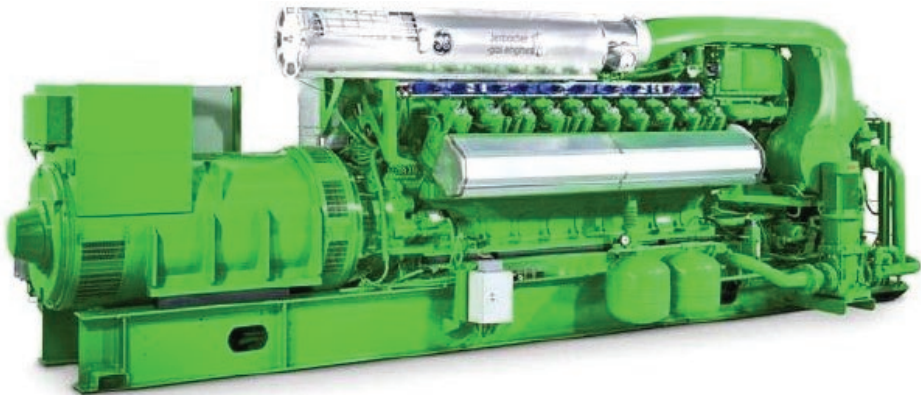
A biogáz termelésre anaerob lebontó rendszer került alkalmazásra, ami lehetővé teszi a tejtermelő szarvasmarha trágyájának, a mezőgazdasági biomasszának és az élelmiszeripari hulladéknak az anaerob lebontását magasabb nitrogéntartalmú trágyává, de legfontosabb az úgynevezett biogáz, amely főként metánból és széndioxidból áll a fermentorban, amely a 8.8. ábrán látható.



8.8. Ábra: Anaerob fermentor a CHP erőműben, Orlovnjak  
Forrás: Šljivac–Klaić 2017



A biogáz a fermentor tetején lévő lágy membránon gyűlik össze, majd elégetésre kerül a CHP erőműben, amely két gáz generátorból, gázmotorból áll (Jenbacher JMS 412), amely egy tengelyen keresztül egy szinkron generátorhoz (STAMFORD 1268 kVA) kapcsolódik. Stabil működési feltételek mellett egy 10 kV elosztó hálózathoz csatlakozik transzformátor segítségével (TS 35/10 kV – Eszék kelet).



8.9. Ábra: Szokványos CHP aggregált biogáz konfiguráció (Jenbacher),  
belsőégésű gázmotor + szinkron generátor  
Forrás: Žito csoport 2018

Míg a villamos energiát a hálózatban betáplálási tarifával értékesítik (ebben az esetben 1,20 HRK/kWh), a motorgáz égetésből származó hőenergia a gazdaság fűtésére és a mezőgazdasági biomassza energetikai és más célokra történő szárítására szolgál (pl. Ivankovóban a zöldségtermesztésre használt üvegházak fűtésére). Az erőmű megnövekedett bevétele, ami a villamos energia és a hő termeléséből származik, azt eredményezte, hogy a beruházás megközelítően négy éven belül megtérült (Žito grupa 2018).

#### 8.1.1.4 Gőzturbina 3300 kW<sub>e</sub>+15 000 kW<sub>th</sub> biomassza CHP erőmű Strizivojna Hrast, fa padlókészítő ipar Strizivojna-ban, Slavonija, Đakovo-tól délre, (Eszék-Baranya megye)

A parketta készítő vállalat Strizivojna Hrast (Oak) d.o.o. (Inc.) hozta létre az első kapcsolt energiatermelő erőművet Horvátországban, ami azon alapszik, hogy a működtetéshez biomasszát égetnek. A befektetés 117 milliós nagyságrendű és az Erste Bank, a Horvát Ujjáépítési és Fejlesztési Bankkal (HUFB) közösen a teljes befektetésnek megközelítően a 70%-át finanszírozta. A Strizivojna Hrast vállalat már évek óta foglalkozik a hazai és külföldi piacokon értékesített laminált padló gyártásával.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

Egy klasszikus gőzturbina alapú CHP (kogenerációs) erőmű fejlesztési projekt vette kezdetét azzal a céllal, hogy saját villamos energiát és hőt termeljenek a gyártás során keletkező fahulladékból.



8.10. Ábra: Gőzturbina CHP erőmű: 3.3 MW<sub>e</sub> + 15 MW<sub>th</sub> Strizivojna Hrast  
Forrás: Hrast Strizivojna 2018

Az erőmű megtakarítást ért el az energiaköltségek területén, és növelte bevételeit a többlet villamos energia HROTE-nak történő értékesítésével (3.3 MW<sub>e</sub>-ből). A cég termékcsaládjának a bővítését, a maradék hő felhasználását tervezi, hogy növelje a jelenlegi kapacitását. A növekvő termelési kapacitás eredményeként az alkalmazottak számát megközelítően 20%-kal megemelték. A beruházás kiszorította a dízel üzemanyag használatát, amely amellett, hogy környezetvédelmi szempontból elfogadhatatlan, ráadásul még nagyon drága is. A költségmegtakarítás mellett az erőműből származó villamos energia- és a hőtermelésből származó bevétel növekedés a beruházás hat-hét éves megtérülését eredményezte.

### 8.2 AZ ELOSZTOTT TERMELÉS HATÁSA A VILLAMOSENERGIA-MINŐSÉGRE A VIDÉKI TERÜLETEKEN

A megújuló energiaforrásokkal (és más elosztott forrásokkal) rendelkező villamos erőművek száma a világon folyamatosan növekszik napi szinten. Kezdetben különféle ösztönző intézkedések járultak hozzá az uniós növekedéshez, míg a technológiák egy része immár olcsóbb lett, ami költséghatékony ösztönző nélkül történt. Bár a megújuló energiaforrások előnyei jól ismertek és megkérdőjelezhetetlenek, mindegyik forrást a típus és a technológia tekintetében termelésével befolyásolja az áramszolgáltatási rendszer teljesítményminősége, ahol kapcsolódik. Az irodalom a megújuló forrásokból

származó erőművek egyes típusainak és technológiáinak potenciális hatását elemzi a villamosenergia-minőséget tekintve – a különböző hajtóanyagokat (gáz, dízel), a napelemes erőműveket, a szél erőműveket, az üzemanyagcellákat, a generátorokat és a turbinákat (Baggini 2008; Dugan, McGranaghan, Santoso és Beaty 2002). Annak ellenére, hogy az erőmű befolyása a villamosenergia-hálózatra szimulációkkal megjósolható, a végső állapot megerősítése mérésekkel történik az erőmű építése során.

A méréseket az elosztott forrás összekapcsolása előtt és után végezzük (a mérés időtartama 7 nap), az eredményeket elemizzük és összehasonlítjuk az alkalmazandó szabványokkal és előírásokkal – (HRN EN 50160; HRN EN 50160: 2012; Narodne novine 2006).

### ***8.2.1 A megújuló energetikán alapuló erőművek hatása az elosztóhálózat teljesítményminőségére***

Bár a teljesítmény-átalakítási technológia bizonyos szerepet játszik a teljesítményminőségben (pl. a szél és a nap, amelyek a teljesítményváltozások következtében feszültség ingadozást okozhatnak), a teljesítményminőség nagyrészt az interfésztől és az elosztott termelés elektromos hálózatra való kapcsolódásától függ (Dugan et al., 2002).

Az interfész és a rendszer-csatlakozások fő típusai a következők:

1. szinkron gépek;
2. aszinkron (indukciós) gépek;
3. elektronikus átalakítók.

Mivel Horvátország keleti részén nincsenek aszinkron (indukciós) gépekkel rendelkező erőművek, ezért ebben a tanulmányban nem foglalkoznak a teljesítményminőségre gyakorolt hatásukkal.

#### **8.2.1.1 Szinkron gépek**

Bár a szinkron gépek jól ismertek az energiagazdálkodási rendszerekben, vannak olyan kihívások, amelyekkel szembesülnünk kell, ha elosztott forrásokként használják őket. Tehetetlenségük miatt jól tolerálják a rendszerben való egyenetlenségeket, ami akkor jó, ha tartalék energiaforrásként használják őket. Elosztott forrásokként történő alkalmazásuk esetén képesek lennének könnyen kezelni a szigetszerű műveletet, de a rövidzárlatot is áthidalják (Dugan et al. 2002).

Bár a kis elosztott források nem rendelkeznek elegendő energiával a rendszer feszültségének szabályozására, fennáll annak a lehetősége, hogy egy szinkron gép nagy

a rendszer kapacitásához képest, és ez az energia rendszer feszültségének szabályozásában mutatkozik meg. Természetesen ez hozzájárul a jobb teljesítményminőséghez néhány gyenge rendszerben. Ezeket az eseteket azonban alaposan meg kell vizsgálni, majd alaposan össze kell hangolni a hálózati feszültség védelmével és szabályozásával.

Horvátországban a szinkron generátorokat többnyire biogázüzemekben és biomassza erőművekben használják. A propulziós fő nyersanyagok a gazdaságok közelében (túlnyomórészt tehenészetek) és az erdő közelében helyezkednek el, az erőművek vidéki területeken épültek. A szinkron generátorok általában egy közepesfeszültségű hálózathoz kapcsolódnak háromfázisú transzformátorokon keresztül, amelyek delta-wye tekercs csatlakozással rendelkeznek. A vidéki területeken elosztó hálózatok esetében jellemző, hogy „gyenge”, azaz általában nincs jelentős fogyasztás. Ezért gondosan beállított védelem esetén feszültség szabályozással kapcsolatos problémák várhatók, ezért fontos figyelembe venni, hogy a feszültség a csatlakoztatott erőművel nem túl magas. Eddig ezt a kihívást főként a transzformátor kézi szabályozó feszültsége oldotta meg. Az ilyen erőműveknél normál működésében nem várható az egyéb minőségi mutatókkal kapcsolatos probléma.

#### 8.2.1.2 Elektronikus átalakító

Minden elosztott forrású technológiát, amely hálózati vagy hálózati feszültségen kívüli egyenáramot vagy hálózati feszültséget generál, az elektronikus átalakítón keresztül az elektromos hálózathoz kell csatlakoztatni. Bár az elektronikus átalakítók tagadhatatlanul befolyásolják az áramellátást, magasabb felharmonikusoknál az újabb pulzusszélesség-modulációs technológia jelentős javulást eredményez (Dugan et al. 2002).

A fotovoltaikus erőműben a legfontosabb rész, a teljesítményminőséget figyelembe véve, olyan átalakító, amely átalakítja az egyenáramot a fotovoltaikus modulokról váltóárammá (Baggini 2008). A konverternek számos funkciója van, az első a fotovoltaikus útvonal vezérlése. Amikor a nap reggel felkel, a fotovoltaikus modul csatlakozik a hálózathoz. A napfénykorlátozás és a hőmérsékletváltozás során a konverter az áramot és a feszültséget állítja be a napelemes modulok teljesítményének maximalizálása érdekében. A nap végén az átalakító leválasztja a rendszert a hálózattól.

#### 8.2.2 Áramminőség mérés

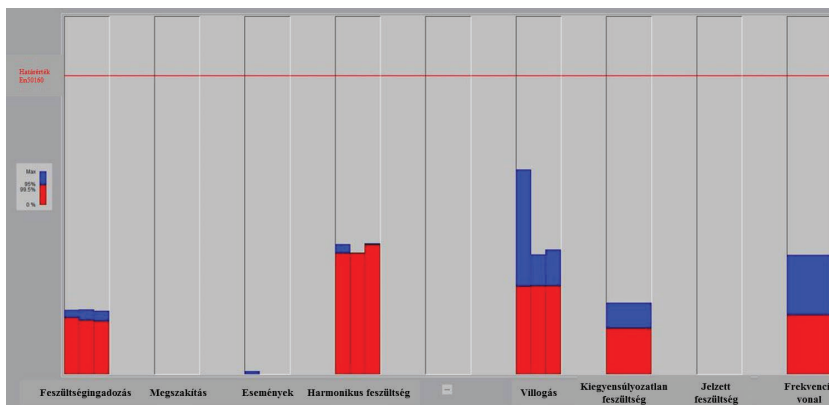
Az erőmű hálózatra gyakorolt hatásának vizsgálata céljából az erőművi méréseket az erőmű és a villamosenergia-hálózat összekapcsolása előtt és után hajtják végre. Az áramminőség-méréseket az A osztályú pontosságú analizátorral végezzük, amelyet az IEC 61000-4-30 határoz meg. A mérési eredményeket a HRN EN 50160: 2012 szabvány definiálja. A feszültségjellemzőket a nyilvános elosztórendszereken (EN 50160:

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

2010) (HRN EN 50160: 2012, 2012) szabványok szerint elemzik, ahol meghatározzák bizonyos teljesítményminőségi mutatók határértékeit. Minden mérés 7 napig tart.

- Az EN 50160 európai szabvány meghatározza a tápfeszültség fő jellemzőit a nyilvános elosztórendszerben a fogyasztó ellátási helyén. A következő indexeket a szabvány határozza meg:
- feszültségesés és megszakítás;
- feszültségváltozások;
- harmonikusok és interharmonikusok;
- tranziens túlfeszültségek;
- feszültségegyenetlenségek;
- vonal frekvenciája;
- DC feszültség jelenléte váltakozó feszültség alatt;
- jelzőfeszültségek jelenléte.

Ezért a teljesítményminőség mérése és elemzése magában foglalja az összes fent említett indexet és feszültség jellemzőket (Feracci 2001).



8.11. Ábra: A teljesítményminőségi mérések összesített eredményei 300 kW-on  
Forrás: (BPP) Hrastin.

A 8.11. ábra a 300 kW-os Hrastin biogáz erőmű teljesítményminőségi méréseinek összesített eredményeit mutatja. Az oszlopok hét csoportja hét teljesítményminőségi mutatót képvisel: frekvencia, események, feszültségváltozások, teljes harmonikus torzítás (THD), hosszú távú villogás, feszültségingadozás és feszültség-harmonikusok. Egyes indexek három oszlopon jelennek meg, ilyenek például a feszültségváltozások, mivel minden oszlop egy fázist jelez. Az oszlopok lehetnek vörösek vagy kékek; piros oszlopok jelzik a hét 95%-ának átlagértékeit, és a kék a maximális értékeket. A piros

vízszintes vonal jelenti az egyes teljesítményminőségi mutatókhoz tartozó határértékeket. Azokban az esetekben, amikor a piros színű oszlop magasabb, mint a piros vízszintes vonal, azt jelenti, hogy az indexértékek nem felelnek meg az EN 50160 határértékeinek.

Amint már említettük, a hálózati szabvány szerinti teljesítményminőség-mérés is szükséges (Novine, 2006). A HRN EN 50160: 2012-hez hasonlóan a Grid Code korlátozásokat tartalmaz a feszültség ingadozásaira és a frekvenciaváltásokra vonatkozóan, de bizonyos teljesítményminőségi mutatók esetében limitet határoznak meg az erőmű engedélyezett elosztóhálózathoz való hozzájárulására vonatkozóan. Ezek a szabályok a következőkre vonatkoznak:

- THDU (teljes harmonikus torzítás a feszültségnél);
- vibráció;
- feszültségingadozások.

Ezeknek a követelményeknek köszönhetően elemzik és összehasonlítják a teljesítményminőségi mérések eredményeit az erőmű és az elosztóhálózat összekapcsolása előtt és után is.

### 8.2.2.1 A teljesítményminőség mérési eredményeinek elemzése

Az elmúlt 10 évben (2008-tól) a villamosenergia-kompatibilitási laboratórium, a 9 biogáz (BPP) és a 7 fotovoltaikus erőmű (FVE) Slavonija elosztóhálózatba történő beépítése során végzett villamosenergia-minőségi méréseket az Eszéki Egyetem Számítástechnika és Informatika Tanszék Elektromágneses Laborja (Klaić–Primorac 2017; Klaić, Primorac, Topić, Knežević 2018; Klaić, Šljivac, Primorac, Topić, Stojkov 2018). A 7 napig tartó méréseket az erőművek bekötése előtt és azt követően végeztük el. Minden mérési eredmény azt mutatta, hogy a teljesítményminőségi mutatók megfelelnek az EN 50160 európai és a horvát szabványoknak. A 8.2. táblázat a 300 kW-os FVE Drenje mérés összefoglaló eredményeit mutatja be.

*8.2. Táblázat: Az energiaminőség mérésének eredményei – biogáz erőművek.*

Erőmű	Nominális teljesítmény [kW]	Feszültség fluktuáció	események	Harmónikusok	Flickerek	Egyenetlenség	Frekvencia
BIO1	1000	+	+	+	+		
BIO2	1000		-		-		
BIO3	300		+	-	-		
BIO4	1400	+	+		-		

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

BIO5	1700	-	+	+	+		
BIO6	1000	+	+	+	+		
BIO7	1000						
BIO8	1000	+		+	+	+	
BIO9	1000			+	-	-	

*Forrás: Saját szerkesztés*

A 8.2. és a 8.3. táblázatok összesített mérési eredményeit mutatják minden erőmű esetében, valamint minden egyes teljesítményminőségi index esetében, nevezetesen feszültségváltozások, feszültségesemények, harmonikusok, villogások, feszültségelterjedés és vonalfrekvencia. A táblákban a „+” jelölés azt jelenti, hogy az index javult az erőmű csatlakoztatása után, és a „-” jelölés azt jelenti, hogy az index az erőmű csatlakoztatása után romlott. A jelzés nélküli cellák azt jelentik, hogy egy bizonyos teljesítményminőségi mutató nagyon hasonló volt az erőmű bekötése előtt és után.

*8.3. Táblázat: Az energiaminőség mérésének eredményei – fotovillamos erőművek*

Erőmű	Nominális teljesítmény [kW]	Feszültség fluktuáció	események	Harmónikusok	Flickerek	Egyenetlenség	Frekvencia
PV1	30				-		
PV2	10	+	+	+	+		
PV3	200				-		
PV4	10		+		+		
PV5	30	-					
PV6	30				+		
PV7	300				-		

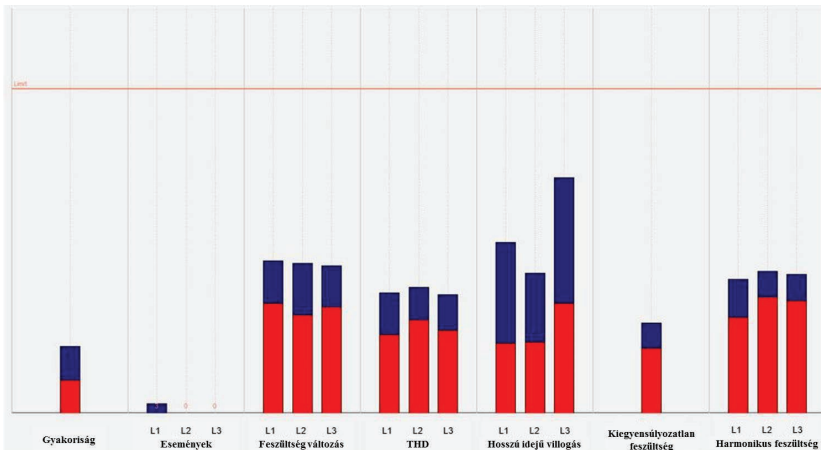
*Forrás: Saját szerkesztés*

A 8.2. táblázat azt mutatja, hogy az 5 erőműben jellemző romlás történt, nevezetesen a BIO5-ben romlott feszültségváltozások, a BIO2 feszültség eseményei, a BIO3 harmonikusok, a BIO9 egyensúlyhiány és a BIO2, BIO3, BIO4 és BIO9 villogások. A 8.3. táblázat azt mutatja, hogy romlás négy erőműben történt, nevezetesen a PV5-ben romlott indexfeszültség-változások és PV1, PV3 és PV7.

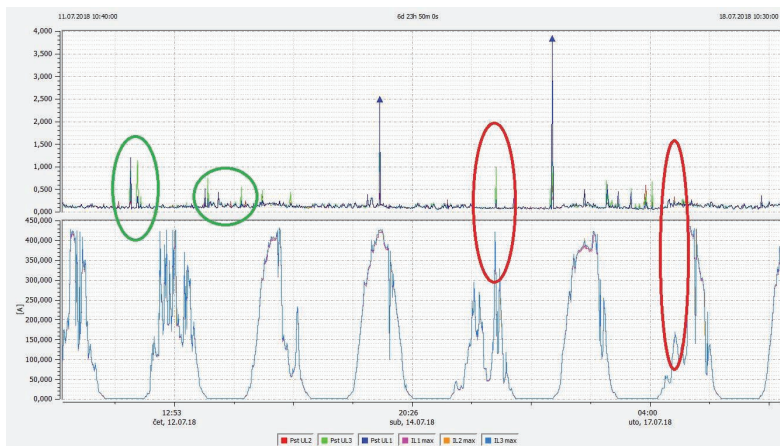
Így a villamosenergia-minőségi mutatók közül a villódzások (Flicker) kiemelkednek. A mérések részletesebb elemzése azt mutatta, hogy a biogáz erőművek leginkább rögzített villódzást okoznak, de a kilengések nem nagyok, és az EN 50160 és a horvát szabványok határain belül vannak. Összehasonlításképpen, a fotovoltaikus erőművek csak a felvett villogások kisebb részét okozzák. Ez látható a 8.13. ábrán, amely bemutatja a 300 kW-os PPP Drenje rövid távú villódzását és maximális áramértékét.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A mérési hét első felében a villódzást éjszakánként rögzítették, amikor az erőmű nem volt üzemben (zöld ellipszis), és a mérési hét második felében két eset volt, amikor az energiatermelés flicker produkált (piros ellipszis).



8.12. Ábra: A 300 kW-os fotovoltaiikus erőmű teljesítményminőségi mérésének összefoglaló eredménye Drenje.  
Forrás: Saját szerkesztés



8.13. Ábra: Rövid távú villogások és maximális áramerősség értékek – 300 kW FVE Drenje.  
Forrás: Saját szerkesztés

A fő következtetés az, hogy a mérésekben szereplő valamennyi erőmű megfelelt az EN 50160 és a horvát szabványoknak. Azonban problémák várhatóak a jövőbeli kapcsolatok során, ha új erőművek csatlakoznak ugyanazon csatlakozási pontokhoz, mint a már meglévő elosztott források.



## 9 JÓ GYAKORLATOK

DENIS PELIN, MATEJ ŽNIDAREC, DARIO DOŠEN

### 9.1 MEGÚJULÓ ENERGETIKAI LABORATÓRIUM

A megújuló energiaforrásokkal foglalkozó laboratóriumot 2014-ben hozták létre és szerelték fel az IPA HUHR CBC REGPHOSYS projekt keretében. A laboratórium beltéri (9.1. ábra) és szabadtéri részekből (9.2. ábra) áll. A laboratórium beltéri része a fotovoltaiikus technológiák és az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki, Számítástechnikai és Informatikai Karának oktatásban használt adatok méréséhez, feldolgozásához és tárolásához használt eszközeinek egy részét tartalmazza.



9.1. Ábra: A megújuló energetikai labor beltéri egysége.  
Forrás: A szerzők fotója



9.2. Ábra: A megújuló energetikai labor kültéri része.  
Forrás: A szerzők fotója

### **9.1.1 Öt különböző technológiából álló fotovoltaikus modul adatgyűjtő rendszere**

A fotovoltaikus technológiákból származó adatok mérésére, feldolgozására és tárolására szolgáló rendszer 2017-ben indult el. A rendszer a vizsgálati helyszínen lévő fotovoltaikus technológiákból és meteorológiai paramétereiből beszerzett elektromos paramétereket méri. Az adatok mérésére, feldolgozására és tárolására szolgáló rendszer három egyedi alrendszerből áll:

- 1) különböző technológiákból álló 5 fényelektromos modul adatgyűjtő rendszere;
- 2) az ETFOS1 10 kWp-os fotovoltaikus rendszer adatgyűjtő rendszere;
- 3) a meteorológiai paraméterek adatgyűjtése a vizsgálati helyszínen.

#### **9.1.1.1 Az 5 különböző technológiákból álló fotovoltaikus modul adatgyűjtő rendszere**

Az alábbi fotovillamos panelek kerültek beszerzésre:

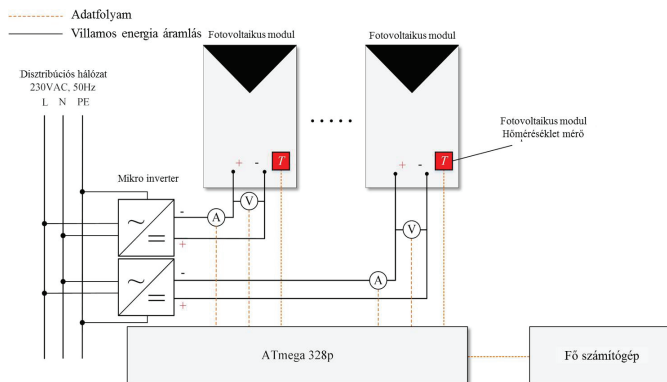
1. Monocrystalline silicon (Bisol BMO 250);
2. Polycrystalline silicon (Bisol BMU 250);
3. Amorphous silicon (Masdar MPV100-S);

4. Copper-indium selenide – CIS (Solar Frontier SF150-S);
5. Heterojunction with intrinsic layer – HIT (Panasonic VBHN240SE10).



9.3. Ábra: Fotovoltaikus modulok egyfázisú rácsatlakozója.  
Forrás: A szerzők fotója

A fotovoltaikus modulok egy váltakozó áramelosztó hálózathoz vannak csatlakoztatva, egy integrált maximális teljesítmény-pont-nyomkövetővel (9.3. ábra), és mikrofényelektromos rendszerekkel. A mérőrendszer a frekvenciaváltó DC oldalához van csatlakoztatva, amely a fotovoltaikus modul kimeneti áramát, feszültségét és cella hőmérsékletét másodpercenként méri különböző típusú érzékelőkkel. Az érzékelők ATmega 328p mikrokontrollerhez csatlakoznak, amely elsősorban feldolgozza és továbbítja az adatokat a fő számítógéphez. Az adatokat ezután tárolja a fő számítógépen, amely készen áll a további feldolgozásra. A 9.4. ábra különböző technológiákból álló 5 fényelektromos modul adatgyűjtő rendszerének tömbvázlata.



9.4. Ábra: Öt különböző technológiából álló fotovoltaikus modul adatgyűjtő rendszerének blokkdiagramja.  
Forrás: Saját szerkesztés

### 9.1.1.2 Az ETFOS1 10 kW<sub>p</sub>-os fotovoltaikus rendszer adatgyűjtő rendszere

A 10 kW<sub>p</sub> beépített kapacitású ETFOS1 fotovoltaikus rendszer 2 fotovoltaikus húrból áll. Az első fotovoltaikus húr 20 monokristályos szilíciumból (Bisol BMO 250) készült, sorozathoz csatlakoztatott fotovoltaikus modulokból áll, míg a második polikristályos szilikonból (Bisol BMU 250) készült 20 sorozatú fényelektromos modulból áll. A fotovoltaikus karakterláncok a háromfázisú rácskötöző inverterrel vannak összekötve két bemenettel, amelyek a maximális teljesítmény-pontkövetővel rendelkeznek. A 8.5. ábrán bemutatott Kaco Powador 12.0 TL3 frekvenciaváltó az elosztóhálózathoz csatlakozik. Az elektromos paraméterek mérését maga a frekvenciaváltó végzi. A mért értékeket ezután elküldik a fő számítógépbe, ahol azokat feldolgozzák és tárolják. A frekvenciaváltó 15 másodpercenként méri a DC kimeneti áramokat és a feszültségeket a fotovoltaikus vonalak, az AC kimeneti fázisáramok és a feszültségfeszültségek között.



9.5. Ábra: Kaco Powador 12.0 TL3 inverter.  
Forrás: A szerzők saját felvétele

### 9.1.1.3 Meteorológiai adatok gyűjtése a vizsgálati helyszínen

A meteorológiai adatokat az időjárásállomás és a piranométer (9.6. ábra) méri, amely a katedrális épülettetőre van helyezve, ahol a fotovoltaikus technológiák találhatók. Az időjárásállomás minden percben méri a környezeti hőmérsékletet, a levegő páratartalmát, a szélebséget, a szélirányt és a légnyomást, miközben a pántmérő (Kipp & Zonnen SMP3) másodpercenként méri a napsugárzást. A mért adatok a fő számítógépre kerülnek, ahol feldolgozva és tárolva vannak.



9.6. Ábra: Időjárásmérő állomás és pyranométer a FERIT tanzék tetején.  
Forrás: A szerzők saját felvétele

A mért adatok tárolása és feldolgozása helyi számítógépen történik. Az adatok feldolgozás során egy felhőbe kerülnek, és egyidejűleg megjelennek a Kar honlapján. A webes platformon az adatokat grafikusán feldolgozzák. A korábban bemutatott 8.4. ábra a csatlakoztatott erőmű és energiatermelése valós időben történő vázlatos előnézetét mutatja.

Az adatfeldolgozás egy eljárás, melynek során a megszerzett adatokat ellenőrizni kell a szenzorokból egy előre meghatározott értékkészletben. A becsült értékkészlet kiküszöböli a hamis vagy eltérített érzékelő adatokat. Az adatfeldolgozás kiszámítja az aktuális / átlagos modul hatékonysági értékeket és az aktuális / összefoglalóan előállított villamos energiát. Ezenkívül kiszámítja az ETFOS1 fotovoltaikus erőátviteli inverter hatékonyságát is. Az ATmega 328p mikrokontroller integrált algoritmus 30 másodpercenként feldolgozza az adatokat, és másodpercenként átlagértéket ad ki. A mikroprocesszorhoz csatlakoztatott helyi számítógépen a mért értékek, mint a napsugárzás, az időjárási adatok és a mérés pillanatai (éjszaka, nappal, szezonális) jelennek meg.

Mind a mikrokontroller, mind a számítógépes algoritmus folyamatosan figyelemmel kíséri a mért adatok időtartamát és várt értékeit, és az adatgyűjtés megszakadása esetén csendes riasztás jelenik meg.

Az adatfeldolgozás kiterjed az adatok további csoportosítására, az időszakok osztályozására a termelt villamos energia hatékonyságára és más mért paraméterekre. A megszerzett folyamatos adatokból (napokig) olyan adatkészletek jönnek létre, amelyek az erőmű és a fotovoltaikus modulok energiatermelésének bizonyos sikeres periódusainak optimális képet adják. Az adatkészletek tartalmazzák az előre kiszámí-

tott paraméter értékeket is, mint két vagy több mért érték arányát. A nyers adatbázis naptári alapú, amely lehetővé teszi egy adott nap böngészését, és egy táblázatot mutat be az összes mért adatról egy apró átlagértékű sorban.

### 9.1.2 Egyéb oktatási eszközök

A különféle kísérletekben szimulációkhoz, különböző szoftvereszközökhöz és egyéb elektromos berendezésekhez használt személyi számítógépek a laboratórium beltéri részébe kerülnek. A projekthez a következő eszközök szerezhetők be. A felszerelést az osztályok szimulációi és kísérleteihez, valamint tudományos kutatásokhoz használják:

- programozható elektronikus DC loads PeakTech 2280 (9.7. ábra);
- elektronikus hálózat valósídejű szimulátora – Typhoon HIL 402 (9.8. ábra);
- hálózatelemző a-berle PQ-Box 200 (9.9. ábra).



9.7. Ábra: Programozható elektronikai eszközök.



9.8. Ábra: Elektronikus hálózat valósídejű szimulátora.



9.9. Ábra: Hálózatelemző a-berle PQ-Box 200.  
Forrás: A szerzők fotói

## 9.2 DIDAKTIKAI BERENDEZÉSEK A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKBÓL SZÁRMAZÓ VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS MEGISMERÉSÉHEZ

A RuRES projekt egyik tevékenységének, nevezetesen a képzésnek, az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara (FERIT) a Horvátország-Magyarország határokon átnyúló együttműködési program egyik legfontosabb kedvezményezettje, értékes felszerelést vásárolt a fotovillamos (FV) rendszerek teszteléséhez. Mérési tapasztalataink alapján három didaktikus rendszert írunk le, nevezetesen egy kis méretezhető FV rendszert, egy skálázott üzemanyagcellás rendszert és egy erőforrás-átalakító kaszkádot a megújuló erőforrásokból származó kis teljesítményű terhelésekhez. Mindhárom rendszer képes csatlakozni egy olyan számítógéphez, amelyen telepített szoftverek használhatják a virtuális mérőműszereket a jellemző paraméterek rögzítésére. A számítógép tovább csatlakozik egy projektorhoz, amely multimédiás karaktert ad ezeknek a rendszereknek. A megvásárolt didaktikai-multimédiás rendszerek kismértékű megújuló integrációs laboratóriumot képviselnek, és az 50V alatti alacsonyabb feszültség szintek miatt intelligens rendszerek, mivel az ilyen rendszerek kezelése biztonságos a felhasználó számára. Mindegyik rendszert részletesen ismertetjük, és alapszintű kísérleteket végzünk a képzéseken.

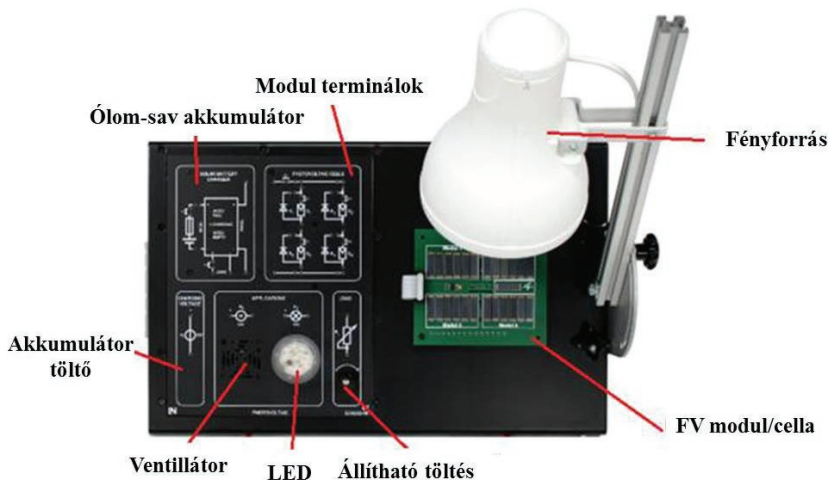
### 9.2.1 Kis méretezhető didaktikus fotovoltaiikus rendszerek

A fotovillamos energiatermelés részaránya a villamosenergia-termelésből folyamatosan növekszik (Ahteshamul et al. 2013; REN21). A megújuló energiaforrásokból származó megnövekedett villamosenergia-termelés fő oka a globális energiaválság és az éghajlatváltozás, melyet a hagyományos fosszilis tüzelőanyagok forrásai már nem elégítettek meg (Srinivasa et al. 2013; Branids–Pelín 2017, Hirschhofer et al. 1998). Ennek a tendenciának köszönhetően növekvő tudatosság

és érdeklődés mutatkozik a megújulók irányába, különösen a FV rendszerekben. A FV-rendszeren keresztül a napenergiát villamos energiává történő átalakítás elméleti ismerete mellett a jövőbeni mérnökök jobb képzéséhez a FV modul / string vi felvételt magába foglaló képzést is figyelembe kell venni. A FV-rendszerek gyakorlati oktatási laborjai azonban elsősorban a FV modulok telepítéséhez szükséges helyek, valamint a mérési eredmények külső időjárási viszonyoktól való függésének köszönhetően nem praktikusak. Alternatív megoldásként a kis, skálázható didaktikus FV rendszerek segíthetik a gyakorlati tanulást (Fuel Cell Handbook 2004, Kondratyhev et al. 1998), amelyek mesterséges fényforrásokkal is rendelkeznek.

A FV modulok villamosenergia-termelésére vonatkozó képzési rendszert a külső időjárási viszonyoktól függetlenül (a napsugárzás hőmérséklete és intenzitása) oktatási-multimédiás eszközökkel lehet bemutatni, amint azt a 9.10. ábra szemlélteti. A berendezés skálázott alkatrészekből / eszközökből áll, amelyek a FV rendszer sziget típusának kialakításához szükségesek.

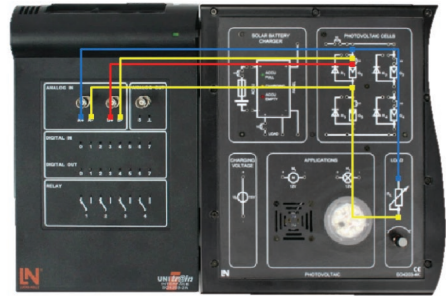
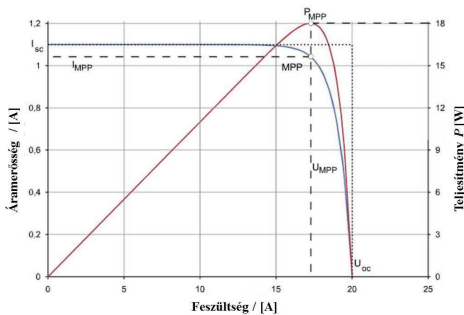
Egy FV-modul maximális teljesítménye nemcsak a napsugárzás függvénye, hanem a terhelés függvénye is. A nyitott és rövidzártos tesztek és a két pont közötti működési állapotokat a FV-modul v-i karakterisztikája, vagy ha több FV-modul csatlakoztatható, a FV string v-i jellemzői határozzák meg. A rögzített v-i FV modul jellemzői a FV rendszer villamosenergia-termelésének becslésére szolgálnak. A 9.11. ábra bemutatja egy 6-os FV-cellákból álló, 6 didaktikai vezérlőegységre épülő FV modul moduljának v-i jellemzőit, míg a 9.12 ábra a kezelőpanel és a csatolófelület összekapcsolásának módját mutatja a PV-modulok v-i jellemzőihez.



9.10. Ábra: Skálázott, bontható didaktikus FV rendszer  
Forrás: A szerzők felvétele



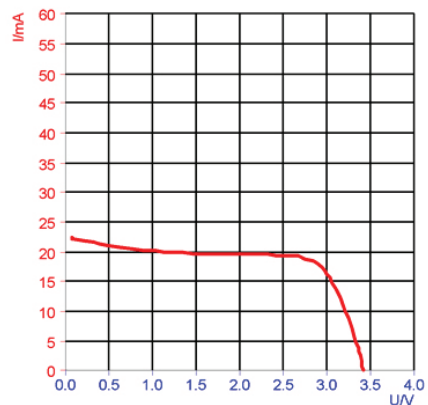
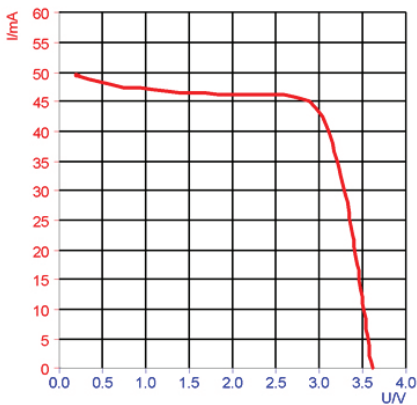
## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



9.11. Ábra: A rögzített jellemzők  $v$ -i karakterisztikája (kék vonal), pillanatnyi teljesítmény (piros vonal) és csatlakozás a kezelőpanellel (jobbra).

Forrás: Saját szerkesztés

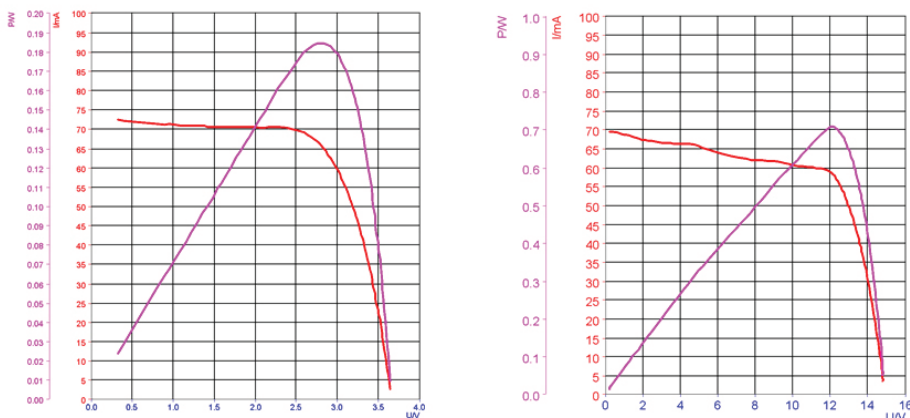
A beszerzett didaktikai berendezéssel a FV modul teljesítményének függvényére, a mesterséges fényforrás intenzitására és a FV modul soros kapcsolódásának hatására a  $v$ -i jellemzők paramétereire vonatkozóan tréningek vihetők véghez. A rögzített  $v$ -i jellemzőket a 9.12 ábrán mutatjuk be,  $90^\circ$ -os rögzített dőlésszöggel,  $1000 \text{ W/m}^2$  (balra) és  $500 \text{ W/m}^2$  (jobbra) fényintenzitással. A 9.13. Ábra mutatja a  $v$ -i jellemzőket és a  $v$ -p jellemzőket egy PV modulhoz (balra) és a PV sorozathoz, amely négy soros modulhoz kapcsolódik (jobbra).



9.12. Ábra:  $v$ -i jellemzők  $E_1=1000 \text{ W/m}^2$  (bal),  $E_2=500 \text{ W/m}^2$  (jobb)  $90^\circ$ -os dőlésszögön.

Forrás: Saját szerkesztés

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN



9.13. Ábra:  $v$ - $i$  jellemzők (piros),  $p$ - $i$  jellemzők (rózsaszín) egy modulra (bal) és 4 összekötött modulra vonatkozóan (jobb).

Forrás: Saját szerkesztés

A kapott jellemzők összehasonlító elemzése az befolyásoló paraméterektől függően energiahatékony PV-rendszerek tervezését is magában foglalja.

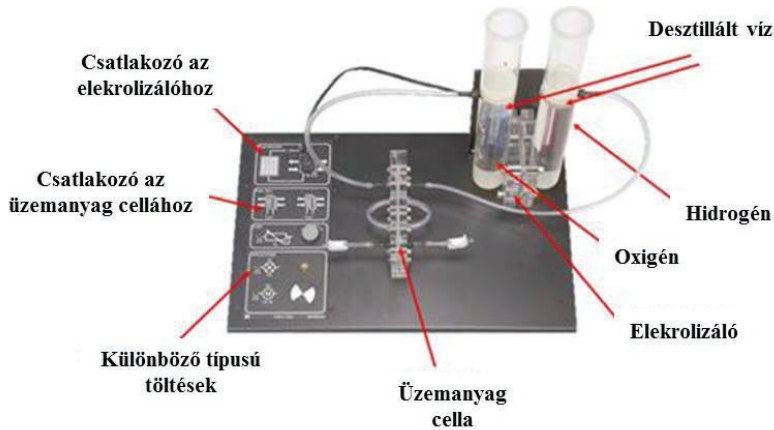
### 9.2.2 Didaktikus skálázható rendszer üzemanyagcellákkal

A különböző energiaformák hatékony felhasználásának rendszereit az elmúlt 20 évben intenzíven kutatták és fejlesztették. A megújuló energiaforrások mellett az üzemanyagcella az elektromos energia előállításának egyik lehetséges alternatívája, és környezetbarát energiaforrásnak is tekinthető. Az üzemanyagcellák olyan elektrokémiai energiaátalakítók, amelyek a kémiai energiát közvetlenül a villamos és a hőenergiára mozgó alkatrészek és égés nélkül alakítják át. Elméletük szerint az üzemanyagcellák hasonlóak az elemekhez, de ellentétben az üzemanyagcellákkal, az üzemanyagcellák állandó üzemanyagot és oxigénellátást igényelnek. Hidrogén, szintetikus gáz (hidrogén és szén-dioxid keverék), földgáz vagy metanol táplálható be, és az oxigénnel való reakciójuk termékei a víz, az elektromosság és a hő, így az egész folyamat valójában ellentétes a víz elektrolízisével.

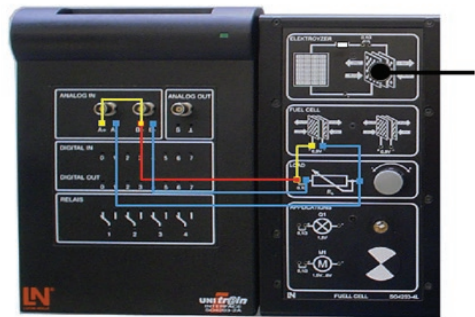
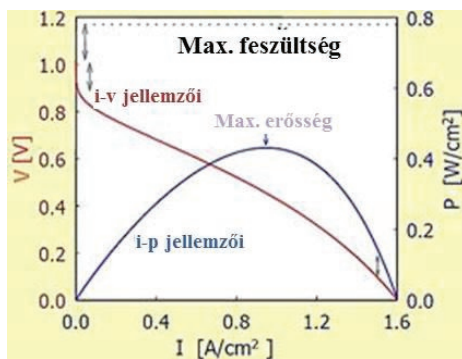
Manapság a szén-dioxid a globális felmelegedés egyik fő oka (Kyrill et al. 1998; Barr 2007). Következésképpen nagy erőfeszítéseket tesznek szakértők a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése érdekében. A mindennapi életben technikai eszközök és rendszerek vesznek körül minket, amelyek elkerülhetetlenül szén-dioxidot bocsátanak ki, például belső égésű motorok, üzemek és gyárakat. Az üzemanyagcellák jó teljesítményük révén hozzájárulhatnak a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez. A tüzelőanyag-cel-lák tulajdonságait megismerő didaktikai berendezést a 9.14. ábra mutatja. A javasolt

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

kísérletek az üzemanyagcellák i-p és i-v tulajdonságainak rögzítésére vonatkoznak egyetlen modul esetén, és egy sorban, az úgynevezett stackben összekapcsolt cella (amely két cella sorozatban kapcsol össze). A 9.15. ábra bal oldali oldala az üzemanyagcella i-v jellemzőit (piros) és i-p (kék) mutatja. A berendezés csatlakoztatásának módja az i-v jellemzők felvételére a 9.15. ábrán jobbra látható.

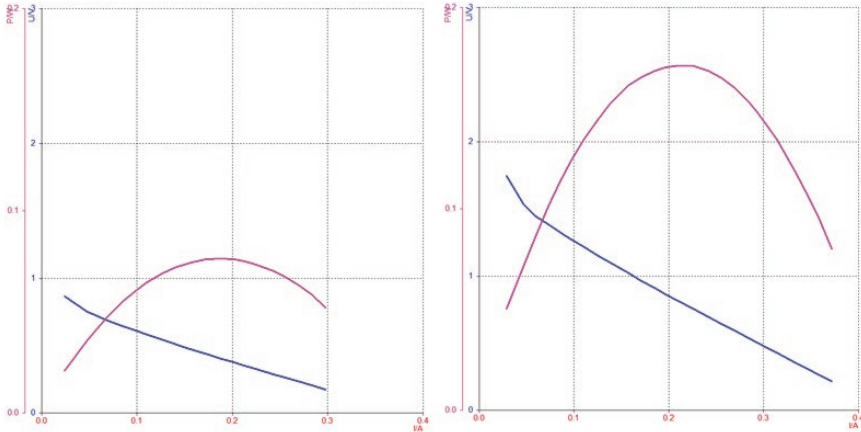


9.14. Ábra: Didactic scalable equipment with fuel cells.  
Forrás: Saját szerkesztés



9.15. Ábra: i-v (piros) és i-p jellemzők (kék) egy üzemanyagcella esetén (bal) és a csatlakoztatott vezérlőpanel (jobb).  
Forrás: Saját szerkesztés

A 9.16. Ábrán egy üzemanyagcella és egy köteg rögzített jellemzőit mutatjuk be.



9.16. Ábra:  $i$ - $v$  jellemző (kék) és  $i$ - $p$  jellemző (rózsaszín) egy cella esetében (bal) és két sorozatba kapcsolt cella esetében (jobb).

Forrás: Saját szerkesztés

Az üzemanyagcella jellemzőinek elemzése hozzájárul az üzemanyagcellás köteg működésének megértéséhez. Továbbá a didaktikai berendezés alkalmazásával megszerzik az üzemanyagcellás rendszer kialakításának szükséges ismereteit.

A helyhez kötött üzemanyagcellás egységeket a lakóépületek villamos és hőenergia fő-, vagy vészhelyzeti forrásaként használják fel, és energiaforrásként használják olyan területeken, ahol nincs hálózat, például űrhajók, hidrometeorológiai állomások, vidéki települések és specifikus katonai alkalmazások. Bár még nincs kereskedelmi modell, több mint 20 prototípusú hibrid jármű van, amelyek 2009-től építették fel a klasztrikus, belső égésű és üzemanyagcellák kombinációját meghajtó mechanizmusokat, valamint tápegység rendszert. A korlátozó tényező autóalkalmazásokban az, hogy hiányzik a hidrogén tároló infrastruktúra. A hibrid autók 40-60%-kal nagyobb energiahatékonyságot mutattak a tesztekben, mint a belső égésű motorok (Fuhs 2008).

### 9.2.3 Áramforrás-átalakítók FV-rendszerek és üzemanyagcellás rendszerek összekapcsolása AC-terheléssel

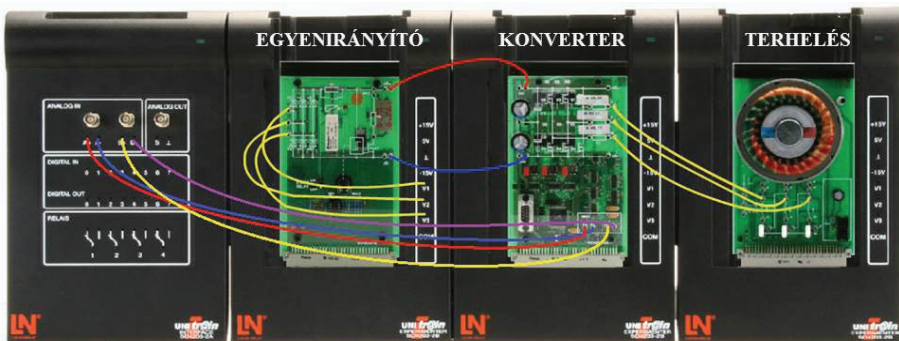
Az egyenáramú és váltakozó áramú elektromos rendszerek összekötésére olyan frekvenciaváltókat használnak, mint a energia-elektronikai átalakítók. Az olyan berendezések, mint például a FV-modulok és az üzemanyagcellák, a DC-forrást jelenítik meg a feszültség-áram jellemzőiknek megfelelően. Ebben az összefüggésben a

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

váltóáramú rendszereket ellenállásnak kell tekinteni. A nagyobb teljesítményű (> 2 kW) terhelések általában háromfázisú csatlakozással vannak kialakítva, és ma minden nagyobb ipari alkalmazási területen dominálnak aszinkron és szinkron elektromos gépek. Az energiatakarékos AC-gép üzemeltetése érdekében a frekvenciaváltónak a harmonikus tartalom tekintetében a legmagasabb feszültségszintű villamos gépet kell táplálnia. A mellékelt feszültséget a frekvenciaváltó kapcsolóelemeinek állapota határozza meg. A tendencia a frekvenciaváltó kapcsolóelemeinek vezérlése oly módon, hogy a feszültségnek a teljes frekvenciatartományban levő jelentős harmonikáját a lehető legnagyobb mértékben el kell távolítani a feszültség alap harmonikájától, amelyet az impulzusszélesség moduláció jelez. A háromfázisú frekvenciaváltó szimbólumát a 9.17. ábra mutatja.



9.17. Ábra: Háromfázisú inverter szimbóluma  
Forrás: Saját szerkesztés

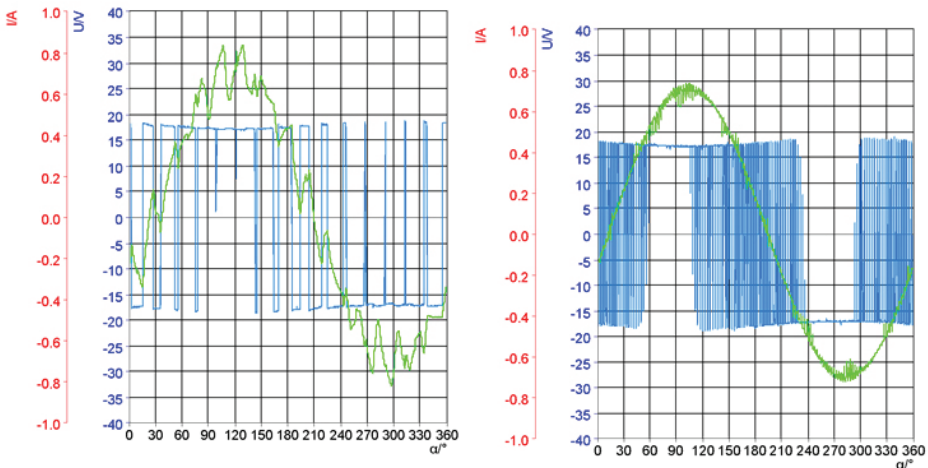


9.18. Ábra: A didaktikus eszközök csatlakozásának módja.  
Forrás: Saját szerkesztés

A beszerzett didaktikai berendezést, valamint az alacsony teljesítményű motorral működő energia-elektronikai átalakítók csatlakoztatásának módját a 9.18. ábrán mutatjuk be. A didaktikai berendezés összesen 3 elektronikus kártyából, azaz DC kártya (egyenirányító), AC kártya (inverter) és AC háromfázisú terhelésből áll. A háromfázisú egyenirányító DC tápforrásként szolgál, és helyettesíti a megújuló energiaforrásokat, például az FN modulokat és / vagy az üzemanyagcellákat.

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

A beszerzett didaktikai berendezéssel kísérleteket javasolnak az áram és a feszültség jellemző hullámformáinak rögzítésére, azaz a fázis szűretlen és fázisszűrészű feszültségek hullámformáira, valamint az egyfázisú áram hullámformáira, amelyeket egy vezérlő meghajtó két különböző kapcsolási frekvenciáján és különböző modulációs technikák a MOSFET inverter vezérléséhez a 9.19. ábrán megadott módon. A vezérlő-áramkörök egyszerűségét illetően a leggyakrabban alkalmazott modulációs technika a Sine Pulse Width Modulation (SPE). Ajánlott továbbá a fázisfeszültség és a fázisáram harmonikus analízisének elvégzése a 9.20. ábrának megfelelően. A harmonikus elemzés a virtuális hullám analízátoron keresztül beágyazott szoftver, és nagyon hasznos, mert a hullámelemző olyan mérőberendezés, amely nagyon érzékeny a teljesítményre, tekintettel arra, hogy paramétereket kell választani egy periodikus ablakhoz, hogy gyors Fourier harmonikus elemzésen alapuló transzformációt kaphassunk.

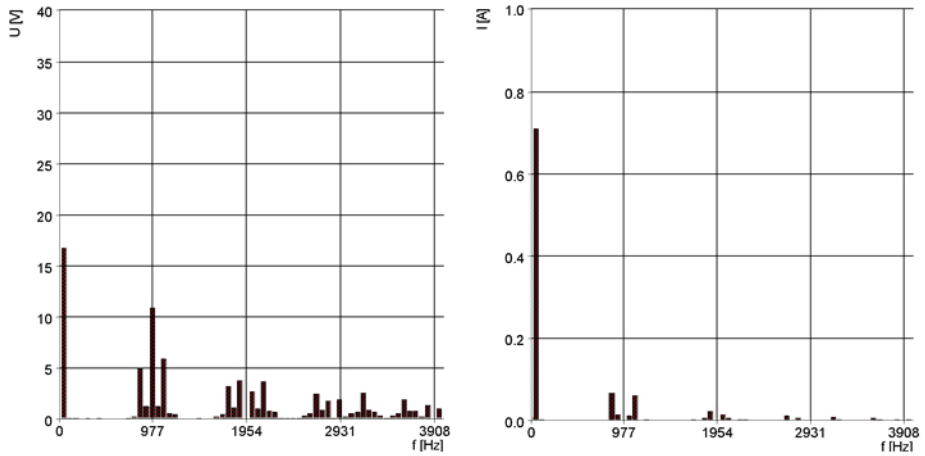


9.19. Ábra: Fázisfeszültség (kék) és áram (zöld) hullámformák SPWM és kapcsolási;  $f_s=977\text{Hz}$  (left) and  $f_s=7810\text{Hz}$  (right).

Forrás: Saját szerkesztés

A fázisáramok és a terhelés fázis feszültségének harmonikus tartalmának ismerete a különböző modulációs technikákkal, valamint a kiválasztott kapcsolási frekvenciákkal lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy olyan kísérleteket végezzenek, amellyel alapvető ismereteket szereznek az AC gépek energiahatékony vezérlése terén, valamint tápellátást biztosító AC-terhelések, pl. PV-modulok és üzemanyagcellák használatakor.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN



9.20. Ábra: Fázisfeszültség harmonikus analízise (balra) és fázisáram (jobb) SPWM és kapcsolási frekvencia esetén;  $f_s=977\text{Hz}$ .  
Forrás: Saját szerkesztés

## 10 A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOKBA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGBA TÖRTÉNŐ BERUHÁZÁSOK HATÁSAINAK ÉRTÉKELÉSE

VIKTOR VARJÚ, PÉTER PÓLA, DANIJEL TOPÍČ, RÉKA HORECZKI

E fejezet célja áttekintést nyújtani azon hatásokról, amelyeket a szakpolitikusok vagy a döntéshozók figyelembe kell, hogy vegyenek a megújuló energiaforrások arányának és az energiahatékonyságnak a növelését célzó tervek kidolgozása során. Ebben a fejezetben, egy új elemzés mellett, áttekintjük és értékeljük a Pelin és szerzőtársai által szerkesztett (2014) munkát.

Célunk nem az, hogy módszert vagy eszközt adjunk a megújuló energiaforrások használata és az energiahatékonyság lehetséges hatásai felmérésére, hanem az, hogy az olvasó számára olyan keretet nyújtsunk, amely elgondolkodtatja arról, mi lehet fontos egy vidéki, esetleg depressziós térségben.

### 10.1 A FENNTARTHATÓSÁG ÉRTÉKELÉSÉNEK ELMÉLETI KERETE

Amint arra Gibson (2013) rámutatott, a fenntarthatóság mérésének célja meglehetősen nyilvánvaló: amit ma a Földön teszünk, azzal tönkretesszük a bolygót (Gibson 2013:3). A fenntarthatóság mérésének természetesen nem csupán a negatív hatásokkal kell foglalkoznia, hanem figyelembe kell vennie a pozitív hatásokat is.

Munkájában Gibson (2013) nyolc olyan követelményt határozott meg, amelyek a fenntarthatóság felé vezetnek (10.1. táblázat) és a fenntarthatóság értékelésének elméleti keretét szolgálhatnak.

10.1. Táblázat: A fenntarthatóság felé mutató nyolc követelmény

<i>Követelmény</i>	<i>Leírás</i>
<b>A társadalmi-gazdasági rendszer integritása</b>	Olyan humánökológiai kapcsolatok kiépítése, amelyek megteremtik és fenntartják a társadalmi-biofizikai rendszerek hosszú távú integritását és megvédik azokat az életet támogató nélkülözhetetlen funkciókat, amelyekről az emberiség és annak ökológiai jóléte függ.
<b>A megélhetés elégséges szintje és lehetősége</b>	Annak biztosítása, hogy minden ember és minden közösség elég magas szinten élhessen és lehetősége legyen a fejlődésre oly módon, hogy azzal nem akadályozza a jövő nemzedékeket saját elég magas életminőségük és lehetőségeik elérésében.



MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

<b>Nemzedékeken belüli egyenlőség</b>	Az elegendően magas életszínvonal elérése és a döntési lehetőségek megteremtése csökkentse a gazdagok és a szegények közti veszélyes méretű szakadékat az életminőség és a lehetőségek terén (és az egészségügy, a biztonság, a társadalmi elismerés, a politikai befolyás stb. területén).
<b>Nemzedékek közti egyenlőség</b>	Azon jelenbeli döntések és tevékenységek előnyben részesítése, amelyek a legnagyobb valószínűséggel őrzik meg vagy javítják a jövő nemzedékek lehetőségeit és képességeit arra, hogy fenntartható módon éljenek.
<b>Az erőforrások fenntartása és hatékonysága</b>	Szélesebb alap biztosítása mindenki számára a fenntartható megélhetéshez, közben a társadalmi-ökológiai rendszerek hosszú távú integritását fenyegető veszélyek csökkentése a nyersanyagtermelés okozta károk, a hulladék mennyisége és az egységnyi előnyre jutó általános nyersanyag- és energiaigény mérséklésével.
<b>Társadalmi-ökológiai szempontból felelősségteljes viselkedés és demokratikus kormányzás</b>	Az egyének, közösségek és egyéb kollektív döntéshozó szervek képességének, motiváltságának és hajlamainak fejlesztése a fenntarthatóság elveinek alkalmazására nyitottabb és jobban informált mérlegelés, a kölcsönös odafigyelés és közösségi felelősség erősítésére fordított nagyobb figyelem, illetve a közigazgatási, piaci, szokásokon alapuló, közösségi és egyéni döntéshozatali gyakorlatok integráltabb alkalmazása révén.
<b>Elővigyázatosság és alkalmazkodás</b>	A bizonytalanság komolyan vétele, elkerülni azokat az akárcsak kicsit ismert kockázatokat, amelyek a fenntarthatóság alapjait komolyan vagy visszafordíthatatlanul károsítják, a váratlan helyzetekre való felkészülés és az alkalmazkodás folyamatának megtervezése.
<b>Azonnali és hosszú távú integráltság</b>	Erőfeszítés a fenntarthatósági követelmények teljesítésére együtt, mint kölcsönös függésben lévő és kölcsönösen előnyös hatásokat kereső egyének közössége.

*Forrás: Gibson et al. 2005: ch.5 in Gibson 2013:8.*

Idézett munkájában Gibson (2013) – amellet, hogy utal (a második követelményben) a fenntarthatóság klasszikus, a Brundtland Bizottság (WCED 1987) által megalkotott definíciójára – a társadalomra helyezi a hangsúlyt (illetve időnként a társadalmi-ökológiai rendszerre) mint elméletének központi elemére. Figyelembe véve a fent említett keretrendszert, a következő fejezetben a klasszikus 3E (Equity, Economy, Environment, azaz méltányosság, gazdaság, környezet) osztályozást alkalmazzuk a fenntarthatóság fent említett különböző elemeinek vizsgálatára.

## 10.2 TÁRSADALMI HATÁSOK

Ha a fejlesztési projektek társadalmi hatásait figyelmen kívül hagyják (beleértve a megújuló energiarendszerekbe történő beruházások pozitív és a negatív hatásait is), a gazdasági előnyök gyakran csak az érintettek szűk körére korlátozódnak, míg a szélesebb körben észlelhető hatásokkal másoknak kell megbirkózniuk (Balkau et al. 2017). Ezért a megújuló energia alkalmazásának hatásvizsgálatánál elkerülhetetlen, hogy kellő figyelmet fordítsunk a tágabb értelemben vett társadalmi hatások vizsgálatára is, legyenek azok pozitívak vagy negatívak. Pontosabban, fontos megvizsgálni a megújuló vagy napenergiába történő beruházásokat, felmérni, hogy kommunikációjuk hogyan befolyásol egy adott társadalmi csoportot és hogy e kommunikáció mily módon hat az adott társadalmi csoport megújuló/napenergiával kapcsolatos döntéseire. (A napenergia-beruházásokkal kapcsolatos társadalmi keretfeltételek már ismertetésre kerültek egy korábbi, „Napenergia és környezet” (Varjú (szerk.) 2014) címet viselő munkában.)

Az alacsony széndioxid-lábnyomú energetikai rendszerek felé történő elmozdulás több szinten követel meg cselekvést (Britton 2018). Mint azt Csizmadia (2008) kifejtette, „A társadalmi kapcsolatok megléte, hiánya, száma, összetétele, elérhetősége és értéke alapvető hatást gyakorol az egyén vagy a közösség mindennapi életére” (Csizmadia 2008:27), amely révén ezen tényezők nagymértékben hatnak a környezettudatos viselkedési minták terjedésére, beleértve többek között a megújuló/napenergiával kapcsolatos beruházások elterjedését – a társadalmi és egyéb keretfeltételeken kívül ((Varjú (szerk.) 2014)). Ebből következően ott, ahol intenzívek a társadalmi kapcsolatok (jellemzően pl. a kis csoportok vagy kis közösségek közötti interakciók), az egyes szereplők által a napenergiába történő beruházások nagyobb hatást gyakorolnak a többiek által meghozott döntésekre.

Britton (2018) véleménye szerint a települési önkormányzatok jelentősége az energetikai szektorban nemhogy csökkenne, hanem növekszik (Britton 2018:378). A RURES projektben végzett empirikus kutatásunk során felderítettük a települési önkormányzatok közötti kapcsolatok motivációit. E helyütt arra keressük a választ, hogy az egyes szervezetek miképpen hatnak egymásra jó gyakorlataik megosztása és cseréje során. A fent említett kapcsolatok legfontosabb jellemzője azok ad hoc jellege. Amennyiben bármilyen hír egy önkormányzat tudomására jut, dönthetnek úgy, hogy annak utánajárnak, a megvalósításért felelős önkormányzatok szolgáltatnak információt, de olyan aktív/hálózatépítő hatásokról, mint amiket a fent említett üzleti körben láthattunk, itt nincs szó.

Az önkormányzatok viszonylag komoly hatást gyakorolnak a lakosságukra. Egy település fejlődése nagymértékben függ a döntéshozók, a települést vezető személyes képességeitől vagy a helyi szereplők érdekalapú hálózatától. „Viszonylag nagy tele-

püléseken minden esetben összetett szervezeti alapot találunk a személyes domináns befolyás hátterében.” „Minél kisebb egy falu, annál inkább függ a sikere egy adott helyi önkormányzattól, a polgármester képességeitől és ambícióitól.” „Minél alacsonyabb a fejlettségi szint, annál fontosabb az egyén szerepe.” (Varjú 2014).

Úgy gondoltuk, a vidéki lakosok – vagy akik ott dolgoznak, illetve napi rendszerességgel intéznek ott ügyeket – el tudják mondani legfőbb problémáikat és a falvak fejlődési lehetőségeit. A fontos helyi szereplő (pl. a polgármester) képes irányt adni a vidéki népesség/vidéki társadalom szerveződésének, akiknek a hozzáállása, képzettsége és szándékai képesek befolyásolni a lakosság véleményét (Ragadics 2010). Kis falvak esetében a döntéshozók szerepe és felelőssége valóban igen nagy. A vidéki lakosság fő jellemzője – különösen Baranya megyében – a pesszimizmus, a motiválatlanság, a sebezhetőség érzése és az öngondoskodáshoz szükséges képességek romlása (Bognár-Csizmady 2005). A falvak lakói a polgármesterre szavaztak, így véleményünk szerint ő az a személy, akinek a legerősebb a presztízse és a legitimitása.

Példa egy olyan jó gyakorlatra, ahol a helyi önkormányzat vállalta a kezdeményezést egy megújuló energiába történő beruházásra, Güssing városa Ausztriában. Tajmel (2018) elmondása szerint a güssingi járás volt a legszegényebb Ausztriában, az alábbi problémákkal küzdve: kis üzemegységekből álló mezőgazdaság, rossz közlekedési infrastruktúra, 45 év a vasfüggöny mentén, az ipar hiánya, magas munkanélküliségi ráta, 70%-nyi ingázó és magas elvándorlási arány. Ezen problémák megoldására az alábbi stratégiákat fogadták el: az energiahatékonyság érdekében tett intézkedések, energiatermelés helyi megújuló energiaforrásokból (biomassza, napenergia), továbbá az *Europäisches Zentrum für Erneuerbare Energie Güssing (Európai Megújuló Energia Központ Güssing)*, illetve a *Foundation of Centre of Technology (Technológiai Központ Alapítvány)* megalapítása. A korábban említett stratégiák legfontosabb gondolata a decentralizált helyi energiatermelés a régió meglévő megújuló energiaforrásaira alapozva. „*A cél a fosszilis energiahordozóktól való függetlenedés a regionális hozzáadott érték növelése érdekében! Ezt a stratégiát egyénileg is lehet alkalmazni, bármilyen erőforrás álljon is rendelkezésre*” (Tajmel 2018).

1990-ben kezdték el az energiahatékonyság növelésére irányuló tevékenységet és a biomasszából történő hőtermelést. 2001 óta folyik a biomasszából és napenergiából elektromos áram előállítás. A kutatás és projektek indítása, illetve egy új kutatóintézet alapítása 2008-ban történt. További jó példa a güssingi távfűtési rendszer, amely 1996-an indult és azóta folyamatosan fejlődik a távhő-hálózat (több mint 35 km). A helyi lakosok a saját biomasszájukkal látják el a rendszert, a fűtési számla egy részét pedig biomasszával tudják kiegyenlíteni.

Tajmel (2018) elmondása szerint 2010-ben Güssingben a fűtési energia iránti teljes igény 60 GWh volt, az áramigény 50,2 GWh, a fűtőanyag iránti igény pedig 29 GWh. 2011-ben a helyi megújuló energiaforrásokból előállított teljes termelés

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

(4 biomassza-alapú távfűtő üzem és 3 CHP, vagyis kombinált hő- és villamosenergia-előállító üzem) 72 GWh hőenergia volt, amely a 2010-es teljes igény 120%-a. A helyi megújuló energiaforrásokból előállított villamosenergia-termelés (3 CHP és napelemes rendszerek) 100 GWh, a 2010-es teljes igény 200%-a. Ezen túlmenően 2011-ben 8,4 GWh-nyi szintetikus földgázt állítottak elő, amely a 2010-es teljes tüzelőanyag-igény 29%-át tette ki.

Az eddig elhangzottak alapján, illetve Pálvölgyi és munkatársai (2014) munkáját felhasználva, végigmenve az általuk felállított követelményeken (Pálvölgyi et al. 2014:191), továbbá saját korábbi tapasztalatainkra és a napenergia terén folytatott kutatásainkra támaszkodva, a társadalmi hatásokat az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

*10.2. Táblázat: A napenergia használatának a társadalomra gyakorolt lehetséges hatásai*

Társadalmi mutatószám	Várt hatás
Emberi egészség	Minimális hatások (részletesen lásd az életciklus-elemzésnél)
Életminőség	Az ellátórendszerektől való függetlenség érzése miatt, semmilyen vagy minimális hatás
Oktatás, képzettség, tudás	Pozitív hatás, diákok bevonása a kutatási feladatokba az eredmények disszeminációja érdekében
Lakossági tudatosság, hozzáállás, jó példák bemutatása	Pozitív:
A társadalmi egyenlőtlenségek enyhítése	Negatív hatás: A napelemes rendszerek elsősorban a tehetősebbek számára érhetőek el, és az ilyen rendszerek használatából származó megtakarítások is az ő költségelőnyeikhez járulnak hozzá, vagyis fennáll a társadalmi különbségek továbbnövekedésének lehetősége
A társadalmi szereplők közti együttműködés fokozódása, a kohézió erősödése	Pozitív hatás: lásd pl. a jelenlegi IPA eredményeit
Az elvándorlás megelőzése (munkahelyteremtés)	Nem fejt ki hatást: a napelemes rendszerek munkahelyteremtő hatása nem az adott régióban jelenik meg (részletesen lásd a regionális hatásokról szóló fejezetben)
Az energiaszegénység enyhítése	Pozitív hatás: a jelenleg nem hasznosított megújuló energia beépül az energetikai rendszerbe

*Forrás: Pálvölgyi et al. indikátorai alapján saját szerkesztés (2014)*

Amint az Pálvölgyi és szerzőtársai munkájában látható, a megújuló energia pozitív hatást gyakorol az életminősége. Bailis (2011) azt is állítja, hogy az energia szerepet játszik az egyéni és közösségi jólét alakításában. Egyszerű érvelése az, hogy az energia

## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBBEN

bizonyos formái szükségesek a gazdasági tevékenység számára, az ilyen tevékenység pedig hozzájárul a jóléthez (Bailis 2011). Ha továbbvisszük ezt a gondolatot, az önállóan alkalmazható eszközök, elsősorban a megújuló (és könnyedén elérhető) forrásokból történő energiatermelés különösen nagy segítséget jelenthet a szegény vidéki térségekben. Ilyen eszköz lehet a napelemmel működő mobiltelefon-töltő (10.1. ábra).



*10.1. Ábra: Napelemmel működő mobiltelefon-töltő – a projekt promóciós anyaga  
Forrás: a RURES projekt során készített saját felvétel*

Az EU célja a Smart Village (Okos Falu) program támogatásával erőforrások biztosítása olyan közösségek számára, amelyek nem, vagy csak korlátozottan jutnak infrastruktúra-támogatáshoz.

A Smart Village program célja az életminőség javítása városokon kívüli településeken, elsősorban a gazdaság, az oktatás, az energiagazdálkodás, a digitalizáció, a mobilitás és az egészségügy területén, megfelelő high tech és szociális környezet biztosításával.

Igaz, hogy az okos falu koncepció és a gyakorlati példák csak egy eleme a megújuló energiaforrások intenzívebb hasznosításának és az energiahatékonyság érdekében az okos megoldások felé történő elmozdulásnak, de az okos falu programban az okos energia megoldások képviselik a legnagyobb részt. Véleményünk szerint az okos falu

program megoldásai igen érdekesek lehetnek a RuRES projekt számára is, egyes hasznos megoldások alkalmazhatók, átvehetők a RuRES térségben.

Az energiagazdálkodás legfőbb kérdése a jövőben az, hogy miként jutunk el a fenntarthatóságig. Erre két út van: a hagyományos megoldások (low tech) és a high tech megközelítések. Számos példa bizonyítja, hogy a műszaki megoldások önmagukban nem mindig hasznosak, mivel az emberi tényezőt sem szabad figyelmen kívül hagyni. Példa erre az úgynevezett „Jevons paradoxon”: a műszaki megoldások alkalmazása nem jár a környezeti hatások elvárt mértékű csökkenésével.

Az okos falu koncepció csak akkor lehet sikeres, ha a társadalom hozzáállása és tudása is megfelelően fejlődik. Ehhez szükség van olyan programokra, mint amilyen a RuRES.

### 10.3 KÖRNYEZETI HATÁSOK

Egy erőmű tervezése, függetlenül attól, hogy megújuló vagy nem energiaforrásra épül, megköveteli, hogy különleges figyelmet fordítsunk bizonyos tényezőkre, mint például az építkezéshez megfelelő földterület kiválasztása, a környezeti hatások, pl. a tájképre gyakorolt hatások felmérése, a láthatóság kérdése a helyi tájkép és természeti örökség függvényében, szükséges továbbá azt is biztosítani, hogy a helyi közösség kifejthesse véleményét a tervezett erőmű üzembe helyezésével kapcsolatban (Hartung 2014).

Vagyonvédelmi okokból kerítést emelnek a helyszíni szolgáltató föld határán, amely a környezetre is hatást gyakorol, emiatt figyelmet kell fordítani a kerítés magasságára és feszességére is. Az élénk színek használata felesleges. A hálózatra történő csatlakozásnál érdemes odafigyelni a magas feszültségű vezetékek és a magas feszültségű oszlopok láthatóságára (Hartung 2014).

Bizonyítékok támasztják alá a légkör széndioxid-koncentrációjának a fosszilis tüzelőanyagok égetése és használata miatt bekövetkező növekedését, amely magas szintet ért el az iparosodás kezdete óta. Az esőerdőknek az 1970-ben kezdődő nagymértékű kivágása következtében a légkör széndioxid-koncentrációja továbbra is jelentős mértékben emelkedik (Canadell et al. 2007; Le Quéré et al. 2009). A megújuló energiaforrások használata minimális vagy nulla széndioxid-kibocsátással jár. Ezen technológiák széles körben történő elterjedése megfékezheti a széndioxid-kibocsátás gyorsuló ütemű növekedését (Hartung 2014).

## 10.4 GAZDASÁGI HATÁS

Függetlenül attól, hogy kiegészítő energiával látnak el háztartásokat és/vagy vállalkozásokat, vagy üzleti vállalkozók tulajdonaként, eladásra termelnek energiát, a megújuló energiarendszerek (renewable energy systems, RES) fontos helyi energiaforrásnak tekinthetők, és így egy adott régió fejlődésére pozitív hatást gyakorolhatnak. Az ilyen rendszerek alkalmazása és/vagy a megújuló energiarendszerekbe történő beruházások történhetnek városi régiókban is autópályák mentén, illetve fejletlen periférikus vidéki térségekben is.

Bár ilyen rendszerek üzembe helyezése városi régiókban (és fejlett vagy fejlődőképes vidéki térségekben) is igazolható lehet, bizonyos tekintetben az innovatív fejlesztéseknek nagyobb a relatív határhaszna gazdaságilag elmaradott rurális térségekben. Az erőforráshiányos vidéki térségekben bármilyen (fenntartható) fejlesztés, különös tekintettel az innovatív természetű beruházásokra, rendkívüli jelentőséggel bír, még ha munkahelyteremtő hatásuk elhanyagolható is. Az urbanitás vagy ruralitás alapján nem mutatható ki különbség az alternatív energiaforrások, köztük a napenergia jelenleg elérhető mennyisége között. A vidékfejlesztés központjában a vidéki térségek önellátásának fejlesztése kell, hogy álljon, amelynek lényegi eleme az alternatív energiatermelés szerepének hangsúlyosabbá tétele. Erős az összefüggés a vidékfejlesztés és a decentralizált energiatermelés között. A decentralizált energiatermelés a helyi nyersanyagok, a helyi munkaerő és helyi beruházások felhasználásával jár, és sokak szerint a (zöld) vidék felépítése a falvakkal kezdődik.

Az energia hasznosításának hatékonysága terén a legrosszabb helyzettel többnyire a vidéki térségekben találkozunk. Igen fontos túllépni a kizárólag nagy ellátórendszerekben gondolkodni képes megközelítésen, inkább arra kell törekedni, hogy egyensúly alakuljon ki a kisléptékű erőművek és a nagyméretű ellátórendszerek között. Ennek az egyensúlynak az egyik szempontja a megújuló energiarendszerek alkalmazása, vagyis a helyi erőművek megjelenése a vidéki térségekben. Az energia-racionalizálás, a környezeti fenntarthatóság biztosítása mellett, a fenntartható gazdaságfejlesztést is biztosítja, így a megújuló energiaforrások használatát feltétlenül tekinthetjük a közösség érdekeivel egybeeső fejlesztéseknek.

Rendkívül fontos, figyelembe veendő szempont a vidékfejlesztés kapcsán annak biztosítása, hogy a megújuló energiarendszerek alkalmazása nem jár a földhasználat korlátozásával. E tekintetben kedvező helyzetet teremt, hogy a napenergiával történő áramtermelés számos más termelési móddal kombinálható (talajjavítás, rekultiváció, legeltetés, méhészet, szőlészet, kertészet stb.). A beruházások által a használatba vont föld iránti igény komoly méreteket ölthet ugyan, de az előbb említett sajátosságnak köszönhetően ez a komoly igény nem támaszt korlátokat a beruházásokkal szemben és az innovációk gyors ütemét figyelembe véve a jövőben valószínűleg jelentős

mértékben csökkenni fog a földhasználat iránti fajlagos igény. Fontos lehet különös hangsúlyt fektetni a megújuló energiarendszerek földterületeinek tudatos tervezésére ott, ahol a másodlagos területhasznosítás lehetősége is felvetődik.

A napenergiára épülő megújuló energiarendszerek használata egy régióban valószínűleg a helyi vállalkozásoknak is lehetőségeket kínál: egy innovatív környezet támogathatja a fejlesztéseket, ideális esetben szinergikus hatások és pozitív externáliák jelentkeznek, egy sikeres és innovatív üzleti vállalkozás szomszédságában fejlődhet a vállalkozói gondolkodás és a vállalkozói kultúra, ezek révén pedig közvetett módon a vállalkozás megeremti a helyi munkaerőpiac hasznosításának lehetőségét.

A lehetőségekkel párhuzamosan számos problémát is meg kell oldani. A helyi önkormányzatok gazdasági fenntarthatósága nem tűnik stabilnak, a települések ugyanakkor különös figyelmet fordítanak a helyi gazdaságfejlesztésre (Mezei 2008). A fenntarthatóság elemei nem egyformán hangsúlyosak a helyi önkormányzatok feladatorientált koncepcióiban. A településfejlesztés felől közelítve az energiatermeléssel kapcsolatos projektek jellemző módon akkor lehetnek sikeresek, ha azokat egy alaposan megtervezett, összetett fejlesztési rendszer elemeiként kezelik és nem várnak tőlük már rövidtávon magas megtérülést. Az innovatív iparágak technológia-intenzitása következtében a megújuló energiarendszerek többnyire csak a munkaerő alacsony szintű részvételét igénylik, ugyanakkor mind a helyi önkormányzatok, mind pedig a nemzeti kormányok fejlesztési politikája gyakran a nagyobb munkaadók által nyújtott előnyöket preferálja.

A megújuló energiaforrások elterjedése, beleértve a megújuló energiarendszerek egyre kiterjedtebb használatát, elsősorban a fosszilis energiaforrásokat használó piacok változásaitól függ, ezért egy megújuló energiarendszereknek helyt adó földterület sikeres használata és annak a régióra gyakorolt hatása komoly külső kockázatokkal jár rövid- és középtávon.

Egy másik probléma, hogy a helyi közösségek tagjai nem tűnnek eléggé felkészültnek alternatív és innovatív megoldások átvételére, így nem csupán a megújuló energiarendszerekkel kapcsolatos közvélemény formálására van szükség, hanem szükség lehet támogatási rendszerek kidolgozására is. Miután a megújuló energiarendszerek által termelt energia használata közkeletűvé vált a helyi önkormányzatok körében, a vállalkozások és a helyi lakosok, az építkezések idején pedig a munkák elvégzésével megbízott üzleti vállalkozások is csak átmeneti fellendülést tapasztalnak. Újabb problémát jelent, hogy az említett vállalkozások sem szükségszerűen (sőt jellemzően nem) helyi vállalkozások.



## 11 KONKLÚZIÓ

DANIJEL TOPIC

A RuRES projekt a projektpartnerek közötti együttműködés folytatásának eredménye. A projektpartnerek közül három projektet indított 2010-ben a Magyarország-Horvátország IPA Határon Átnyúló Program 2007-2013 keretében. A FERIT és az MTA KRTK közötti együttműködést a REGPHOSYS projekt keretében teljesedett ki. A projekt célja az volt, hogy optimális fotovoltaikus rendszer-konfigurációt dolgozzon ki a határokon átnyúló régiók éghajlati feltételeire, és vizsgálja a fotovillamos rendszerek energiarendszerre, gazdaságra és környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatát.

Jelen projekt három általános célkitűzése: a vidéki területek energiaellátásának tipikus megújulóenergia-rendszere fejlesztése; az energiahatékonyság és a hulladékgazdálkodás javítását célzó ajánlások készítése a vidéki térségben, valamint a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság gazdasági, társadalmi és környezeti hatásainak vizsgálata a határokon átnyúló régió vidéki térségében. Rövid távon a megújuló energiaforrásokról, az energiahatékonyságról és a hulladékgazdálkodásról szóló információk terjesztése a határokon átnyúló régió vidéki területein. A hosszú távú perspektíva a megújuló energiaforrások felhasználásának növekedése, az energiahatékonyság javítása, a fenntartható hulladékgazdálkodás fejlesztése és a fosszilis tüzelőanyagok használatának csökkentése, a CO<sub>2</sub>-kibocsátás és az energiaköltség. Konkrét célok a határokon átnyúló innováció és a kutatási hálózat bővítése, a vidéki területek energiaellátásának tipikus megújulóenergia-rendszereinek fejlesztése a konkrét feltételekhez és a projektben részt vevő intézmények közötti együttműködéshez

A RuRES projekt hivatalosan 2017. szeptember 1-jén kezdődött. A projekt megvalósításának első tevékenysége tanulmányi látogatás volt Güssingben (Ausztria). Güssing olyan közösség, amely saját energiaszükségletét fedezi a helyben elérhető megújuló energiaforrásokból. A tanulmányi látogatás célja a helyben rendelkezésre álló megújuló energiaforrások felhasználásának és tapasztalatszerzésének példái voltak, amelyeket Horvátország és Magyarország határokon átívelő területein használnak. A güssingi tanulmányi látogatás mellett a RuRES projekt tagjainak egy része Koprivnica-ban volt, ahol jó példákat láttak az energiahatékonyság terén

A projekt teljes időszakában a projektcsapat tagjai rendszeresen tartottak projekttalálkozókat. A projekttalálkozókon elért eredményeket mutatták be, és terveket készítettek a jövőbeni projektek megvalósítására. A projekt időtartama alatt összesen hat projekttalálkozót tartottak. Minden projektpartner két projekttalálkozót szerve-

zett. A RuRES-projekten keresztül a csapat tagjai a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság területén gyűjtöttek megfelelő szakirodalmat. A Horvátország és Magyarország határokon átnyúló területein a megújuló energiaforrások potenciáljára vonatkozó adatokat összegyűjtöttük.

A RuRES projekten keresztül a FERIT értékes kutatási és demonstrációs felszerelést vásárolt, amelyet a projekt kutatási célokra használt, de felhasználásra kerül a jövő tudományos kutatásaiban és oktatásában. Ezt a berendezést használták arra a kutatásra, amelyen tudományos cikket készítettek. A felszerelést a projekt keretében szervezett workshopok és képzések is használják.

A projekt időtartama alatt három műhelymunkát szerveztek a partnerek. A workshopokon keresztül mutatták be a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság alapjellemzőit, valamint a bevált gyakorlatok példáit a helyi érdekeltek számára. Minden projektpartner szervezett egy műhelymunkát. Ezenkívül minden partner szervezett egy kétnapos képzést a helyi érdekeltek számára a megújuló energiaforrásokról és az energiahatékonyságról a vidékfejlesztés funkciójában. A műhelymunkások és a képzés résztvevői új ismeretekre tettek szert a megújuló energiaforrásokról, és növelték saját kompetenciáikat a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság területén. Megemlítjük a megújuló energiaforrások használatának helyes gyakorlatát és az energiahatékonyságnak a résztvevők általi alkalmazását

A projekt keretében végzett kutatási eredmények alapján nemzetközi tudományos konferenciákon és nemzetközi folyóiratokban megjelent tudományos publikációk készültek. A projektterjesztési célok és a megújuló energiaforrások használatának előmozdítása céljából előadások és kerekasztalok szervezésére került sor. A IX. Nemzetközi Gáz-, Hő- és Vízkonferencián (PLIN2018) az Eszék kerekasztal keretében rendezték meg a megújuló energiaforrásokat és az energiahatékonyságot a vidékfejlesztés funkciójában. A kerekasztal projekten a RuRES és a kutatási eredmények a konferencia résztvevői számára készültek. A rendezvényen az Eszék intelligens energia vidéki térségekben megrendezett kerekasztal-beszélgetésén megrendezésre került nemzetközi konferencián Smart Systems and Technologies 2018 (SST2018) került megrendezésre. A kerekasztalon bemutatták a RuRES projektet a konferencia résztvevői számára. A projektcsoport tagjai a következő nemzetközi konferenciákon részt vettek és bemutatták a papírokat: Környezetgazdaság-konferencia társadalmi-gazdasági, környezetvédelmi és regionális aspektusai, a IX. Nemzetközi Energetikai, Hő- és Vízügyi Konferencia (PLIN2018) Az Eszékben 2018 (SST2018) technológiák, valamint a Cavtatban tartott villamosenergia-termelés, -átvitel, -elosztás és energiaátalakítás (MEDPOWER2018), 11. mediterrán konferenciáján, az MRTT (Magyar Regionális Tudományi Társaság) éves tudományos ülésén Kecskeméten.

A projekt fő eredménye ez a háromnyelvű könyv, amely a fő projekt eredményeit foglalja össze. A bevezetőben a projekt háttere, fő célkitűzései és kihívásai kerültek

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

ismertetésre. A második fejezetben a határokon átívelő terület földrajzi leírását mutatják be. A harmadik fejezet bemutatja a határokon átnyúló vidéki térségekben élő helyi lakosság körében végzett felmérések eredményeit a megújuló energiaforrások és az energiahatékonyság elfogadottságáról. A megújuló energiaforrások többfunkciós vidéki gazdaságokra és vidékfejlesztési stratégiákra gyakorolt hatásának vizsgálatát a negyedik fejezet írja le. A határokon átnyúló megújuló energiaforrások lehetőségei és modelljei az ötödik fejezetben mutatják a helyi érdekeltek döntését a megújuló energiahordozók energia- és hőtermelésre vonatkozó döntéseiben. A hatodik fejezetben bemutatjuk a megújuló energiaforrások felhasználásának, technológiáinak részletes leírását az energia és a hő előállításához. A hatodik fejezet határokon átnyúló energiahatékonyságának javítását célzó ajánlásokat ismertet, míg a nyolcadik fejezetben a vidéki területeken a megújuló energiaforrások alkalmazásának fogalmát írják le a szerzők.

## 12 FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ahteshamul Haque, Zaheeruddin (2013): Research on Solar Photovoltaic (PV) energy conversion system: An overview. Third International Conference on Computational Intelligence and Information Technology. (CIIT 2013), 18-19 Oct. 2013.
- Ajzen, I. (1991): The theory of planned behaviour. *Organizational Behavior and Human Decision Process*. 50(2), pp. 179-211.
- Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H., Köttner, M., Finsterwalder, T., Volk, S., Kojaković, A. (2009): Priručnik za bioplin. Zagreb: Energetski institut Hrvoje Požar .
- Anda, A., Kocsis, T., Kovács, A., Tőkei, L., Varga, Z. (2010): Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 345 p.
- Arcaini, E. – Boscacci, F. – Camagni, R. – Capello, R. – Porro, G. (1999): A typology of rural areas in Europe. Politecnico di Milano, Milano. <http://www.nordregio.se/filer/spespn/Files/2.3.ruralareas.pdf>
- Baggini, A. B. (2008): *Handbook of Power Quality*. UK: John Wiley and Sons.
- Bailis, R. (2011): Energy and poverty: the perspective of poor countries. In: Galaraga, I., González-Eguino, M., Markandya, A. (eds.): *Handbook of Sustainable Energy*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 505-537.
- Bali, L. (2012): A horvát-magyar határon átnyúló kapcsolatok politikai földrajzi sajátosságai az egyes területi szinteken. PhD Dissertation, Pécs: University of Pécs, Geoscience Doctoral School.
- Bálint, D. (2018): Complex geographical analysis of target area. RuRES project. In: Topić D., Varjú V., Horváthné Kovács B. (eds.) *Renewable energy sources and energy efficiency for rural areas* Pécs: MTA KRTK. pp. 12-22.
- Balkau, F., Massari, S., Sonnemann, G. (2017): Sustainable regional development in a life cycle context. In: Massari, S., Sonnemann, G., Balkau, F. (eds.): *Lyfe Cycle Approaches to Sustainable Regional Development*. London: Earthscan, pp. 9-14.
- Bamberg, S., Möser, G. (2007): Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*. 27, pp. 14-25.
- Baranyai N., Varjú V. (2017): A klímaváltozással kapcsolatos attitűdök területi sajátosságai. *Területi Statisztika* 57:(2) pp. 160-182.
- Barr, G. (2007): *Climate Change: Is the World in Danger?* Taylor & Francis.
- Bognár L., Csizmady A. (2005): A falvak helyzete – közhangulat falun. In: Bognár László - Csizmady Adrienne - Tamás Pál - Tibori Tímea (szerk.): *Nemzetfelfogások – Falupolitikák*. Budapest: Új Mandátum - MTA SZKI, pp. 36-41.

- Brandis, A., Pelin, D. (2017): Multimedia system for e-learning about modulation techniques in three phase voltage inverters. International Conference on Smart Systems and Technologies (SST), 18-20 Oct. 2017
- Britton, J. (2018): Localising energy: heat networks and municipal governance. In: Goldthau, A., Keating, M.F., Kuzemko, C. (eds.) International Political Economy of Energy and Natural Resources. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 369-382.
- Buday-Sántha, A. (2011): Agrárpolitika – vidékpolitika. Studia Regionum Saldo, Budapest.
- Buderus (2007): Solarna tehnika Logasol za pripremu potrošne tople vode i podršku sistemu grijanja. Letöltés helye: <https://www.buderus.com.hr/files/201101041642580.Projektna%20podloga%20Solar.pdf> [Letöltés ideje: 2017. 11. 12.] p 155.
- Buta, N., Holland, S.M., Kaplanidou, K. (2014): Local communities and protected areas: The mediating role of place attachment for pro-environmental civic engagement. Journal of Outdoor Recreation and Tourism, 5-6, pp. 1-10.
- Canadell, J.G., Le Que, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E.T., Ciais, P., Conway, T.J., Gillett, N.P., Houghton, R.A., Marland, G. (2007): Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. PNAS. 47 p.
- Casaló, L.V., Escario, J-J. (2017): Heterogeneity in the association between environmental attitudes and pro-environmental behavior: A multilevel regression approach. Journal of Cleaner Production, 175: 155-163.
- Cvritla, V. (2000): Republika Hrvatska – gateway prema jugoistočnoj Europi. In: Jurišić, K. (ed.) Politička misao XXXVII, 1. broj. Fakultet političkih znanosti u Zagrebu. pp. 161-172. Zagreb.
- Csatári B. (2000): A magyarországi kistérségek vidékiség-kritériumai In: Rechnitzer J., Horváth Gy. (szerk.): Magyarország területi szerkezete és folyamatai az ezredfordulón. MTA RKK, Pécs
- Devine-Wright, P. (2009): Reconsidering public attitudes and public acceptance of renewable energy technologies: a critical review. Beyond Nimbyism: a multidisciplinary investigation of public engagement with renewable energy technologies. Journal of Community and Applied Social Psychology. (19) 16
- Dorgai L. (1998): Néhány gondolat a „mi tekinthető vidéknek” című vitacikkhez. Gazdálkodás, 5., 60–64.
- Dugan, R.C., McGranaghan, M.F., Santoso, S., Beaty, H.W. (2002): Electrical Power Systems Quality. New York: The McGraw-Hill Companies.

- Eagly, A.H., Chaiken, S. (1993): *The Psychology of Attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, Orlando, FL.
- EKO-PULS d.o.o, Toplinske pumpe. (n.d.):
- FEDARENE: Energy Efficiency and Renewables Supporting Policies in Local level for energy. (2012): *A megújuló energiaforrások kézikönyve*. Bruxelles Letöltés helye: <http://fedarene.org>. Letöltés ideje: 2018. 06.20.
- Ertz, M., Karakas, F., Sarigöllü, E. (2016): Exploring pro-environmental behaviors of consumers: An analysis of contextual factors, attitude, and behaviors. *Journal of Business Research*, 69, pp. 3971-3980.
- European Commission (1988): *The Future of Rural Society*. Commission communication transmitted to the Council and to the European Parliament. COM (88) 501 final, 29 July 1988. *Bulletin of the European Communities, Supplement 4/88*. Letöltés helye: [http://aei.pitt.edu/5214/01/001713\\_1.pdf](http://aei.pitt.edu/5214/01/001713_1.pdf) [Letöltés ideje: March 23, 2017]
- European Commission (1999): *European Spatial Development Perspective. Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union*. European Commission. Luxembourg.
- European Commission. (2007): *2020 Climate & Energy Package*. Letöltés helye: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en). [Letöltés ideje: 2018.07.03. ]
- European Commission. (2016): *2030 Climate & Energy Framework | Climate Action*. [Letöltés ideje: March 23, 2017]. Letöltés helye: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en)
- European Commission. (2017): *EU energy in Figures - Statistical Pocketbook 2017*. Letöltés helye: <https://doi.org/10.2833/16497> [Letöltés ideje: 2018. 09.18]
- European Union (2018): *European Environment Agency*. Retrieved from Letöltés helye: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-2/assessment> [Letöltés ideje: 2018. 09.18]
- European Parliament (2009): *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009*. *Official Journal of the European Union*, 140(16), 16–62. Letöltés helye: [https://doi.org/10.3000/17252555.L\\_2009.140.en](https://doi.org/10.3000/17252555.L_2009.140.en) [Letöltés ideje: 2018. 09.18]
- EUROSTAT (2007): *Rural development methodology*. Letöltés helye: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/rural-development/methodology> [Letöltés ideje: 2018.08.21. ]
- EUROSTAT (2018): *NUTS maps*. Letöltés helye: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/nuts-maps-.pdf> [Letöltés ideje: 2018.08.21. ]
- Eurostat (2018): *National structures of EU-28 based on NUTS 2016 and LAU 2017 in 10.04.2018*. Letöltés helye: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/national-structures-eu>. [Letöltés ideje: 2018.08.21. ]

- Fabek, R., Grabar, V. K. (2013): Croatian Roadmap for the Further Development of the Biomethane Sector. Letöltés helye: [http://www.greengasgrids.eu/fileadmin/greengas/media/Markets/Roadmaps/D4.1\\_Roadmap\\_Croatia\\_english.pdf](http://www.greengasgrids.eu/fileadmin/greengas/media/Markets/Roadmaps/D4.1_Roadmap_Croatia_english.pdf) [Letöltés ideje: 2018.10.29.]
- Feracci, P. C. (2001): Technique no. 199 – Power Quality. Schneider Electric.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009): Spatial woodfuel production and consumption analysis applying the Woodfuels Integrated Supply/ Demand Overview Mapping (WISDOM) methodology.
- Földművelési Minisztérium (1997): Vidékfejlesztés. Agrárprogram Szakmai Füzetek; 13. FM, Budapest
- Freudenburg, W.R. and Mcginn, B. (1989): Rural Urban Differences In Environmental Concern: A Closer Look. Eric Document Reproduction Service N.-Ed, p. 303-280.
- Fuhs, A. (2008): Hybrid Vehicles: and the Future of Personal Transportation, CRC Press.
- Fuel Cell Handbook, (2004): Department of Energy, Office and Fossil Energy, Federal Energy Technology Center, Morgantown, West Virginia.
- Gaterslaben, B., Murtagh, N., Abrahamse, W. (2014): Values, identity and pro-environmental behaviour. *Contemporary Social Science*, 9(4), pp. 374-392.
- Gébert J., Bajmócy Z., Málóvics G., Pataki G. (2016): Eszközöktől a jóllétig. A helyi gazdaságfejlesztés körvonalai a képességszemléletben, *Tér és Társadalom*, 30(2), o. 23–44. doi: 10.17649/TET.30.2.2752.
- Gibson, R.B., Hassan, S., Holtz, S., Tansey, J., Whitelaw, G. (2005): Sustainability Assessment: Criteria and Processes. London: Earthscan.
- Gibson, R.B. (2013): Why sustainability assessment? In: Bond, A., Morrison-Saunders, A., Howitt, R. (eds.) Sustainability Assessment. London: Routledge, pp. 3-17.
- Grozdek, M. (2015): Tehnoekonomska analiza primjene dizalice topline. IPA project, Geothermal Mapping.
- Guzović, Z., Soldo, V. (n.d.): Geotermalna energija i dizalice topline. Zagreb. Letöltés helye: <http://www.hkis.hr/Upload/Documents/SSU/ZagrebackiEnergetskiTjedan/Predavanje%20dizalice%20topline%20V.Soldo.pdf> [Letöltés ideje: 2018. 05. 30.]
- Hajdú Z. (2013): Yugoslav Successor States: After the Failure of the Socialist Federation, into the Federalising European Union? In: Pálné Kovács I., Scott, J., Gál Z. (eds.) Territorial Cohesion in Europe. Pécs:MTA KRTK Institute for Regional Studies, pp. 494-502.

- Hartung K. (2014): Solar power for carbon-dioxide emission avoidance. In: Pelin, D., Šljivac, D., Topić, D. Varjú V. (eds.): Regional impacts of different photovoltaic systems. Pécs: Publikon/IDResearch, pp. 81-82.
- Hirschenhofer, J.H., Stauffer, D.B., Engleman, R.R., Klett, M.G. (1998): Fuel Cell Handbook Department of Energy, Office and Fossil Energy, Federal Energy Technology Center, Morgantown, West Virginia.
- Hornung, k., Hnatko, E., Stojkov, M., Kljajin, M. (2010): Natural Gas Savings Using Solar Heating. Technical Gazette, 17 (4), pp. 515–522.
- Hrast Strizivojna. (2018): Cogeneration Hrast Strizivojna. Letöltés helye: <https://www.strizivojna-hrast.hr/en/cogeneration>. [Letöltés ideje: 2018. 11. 08.]
- Barukčić, D.; Pavić, A.; Periša I.; Lasić M. (2012): OSVRT NA NOVO IZDANJE NORME EN50160 IZ 2010. HRVATSKI OGRANAK MEĐUNARODNE ELEKTRODISTRIBUCIJSKE KONFERENCIJE Sveti Martin na Muri, 13. –16. 09. 2012
- Hrvatska poljoprivredna agencija (2016): Govedarstvo (Cattle Breeding):
- Hrvatska poljoprivredna agencija (2017): Perad (Poultry):
- Hungarian Investment and Trade Agency (2014): Hungarian Investment Projects – Energy Sector and Renewable Energy. [Letöltés ideje: 17. 07. 2018] Letöltés helye: [http://www.mfa.gov.hu/NR/rdonlyres/A90F30C3-2F81-4CA8-96B1-0461F8FAC67C/0/RENEWABLE\\_ENERGY\\_HIP\\_.pdf](http://www.mfa.gov.hu/NR/rdonlyres/A90F30C3-2F81-4CA8-96B1-0461F8FAC67C/0/RENEWABLE_ENERGY_HIP_.pdf)
- International Renewable Energy Agency (2012): Renewable Energy Cost Analysis: Biomass for Power Generation, 1(5):
- International Renewable Energy Agency (2015): Renewable Power Generation Costs in 2014.
- Ivanović, M., & Glavaš, H. (2013): Potencijali i mogućnosti iskorištenja biomase ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje na području regije Slavonije i Baranje.
- Jäger-Waldau, A. (2010): PV status report 2010 : research, solar cell production and market implementation of photovoltaics. Office for Official Publications of the European Community.
- Jäger-Waldau, A. (2011): PV status report 2011 : research, solar cell production and market implementation of photovoltaics. Office of Official Publications of the European Communities.
- Jäger-Waldau, A. (2012): PV status report 2012 : research, solar cell production and market implementation of photovoltaics. Publications Office of the European Union.
- Jäger-Waldau, A. (2013): PV status report 2013. Publications Office.



- Jäger-Waldau, A. (2014): PV status report 2014. Publications Office.
- Jäger-Waldau, A. (2016): PV status report 2016. Publications Office
- Jelić, K., Kevrić, I., Krasić, O. (1995): Temperatura i toplinski tok u tlu Hrvatske. In 1. Hrvatski geološki kongres (pp. 245–249):
- Kaiser, F.G., Oerke, B., Bogner, F.X. (2007): Behavior-based environmental attitude: development of an instrument for adolescents. *Journal of Environmental Psychology*, 3, pp. 242-251
- Kis. K. (2011): A vidék és a vidéki térségek meghatározásának európai vonatkozásai. *Régió és Turizmus*. Szeged. 105-112. pp.
- Klaić, Z., Primorac, M. (2017): Impact of Renewable Energy Sources on the Electricity Network – Practical Examples. In *Zbornik radova s 13. savjetovanja HRO CIGRÉ*. Šibenik.
- Klaić, Z., Primorac, M., Topić, D., Knežević, G. (2018): Impact of Distributed Generation on Power Quality in Distribution Network - Experience from Eastern Croatia. In *The 11th Mediterranean Conference on Power Generation, Transmission, Distribution and Energy Conversion*. Cavtat.
- Klaić, Z., Šljivac, D., Primorac, M., Topić, D., Stojkov, M. (2018): Impact of Biogas Power Plants Production on Power Quality in Eastern Croatia. In *9th International Natural Gas, Heat and Water Conference Plin 2018*,. Osijek.
- Kondratyev, K.Y., Cracknell, A.P. (1998): *Observing Global Climate Change*, Taylor & Francis
- Kovács. A. D., Farka, J. Zs., Perger É. (2015): A vidék fogalma, lehatárolása és új tipológiai kísérlete. *Tér és Társadalom*. 29. évf. 1. szám. 11-34. pp.
- Kovács, S. Zs., Póla, P., Varjú, V., Topić, D., Horváthné Kovács, B. (2018): Local economic development based on renewable energies and energy efficiency in rural areas. In: Raos, P., Galeta, T., Kozak, D., Raos, M., Stojšić, J., Tonković, Z. (eds.): *16th Natural Gas, Heat and Water Conference: 9th International Natural Gas, Heat and Water Conference*. Slavonski Brod: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, pp. 101–111.
- Kovács, S. Zs., Suvák, A. (2014): Model and Evaluation of the Panels. In: Pelin, D., Šljivac, D., Topić, D., Varjú, V. (eds.): *Regional impacts of different photovoltaic systems*. Pécs: IDResearch Kft, Publikon. pp. 59-70.
- Kovács T. (1998): Mi tekinthető vidéknek? In: *Gazdálkodás*, XLII. évf. 5. sz. 39–49. pp.
- Központi Statisztikai Hivatal (2016): Magyarország, 2016.
- Központi Statisztikai Hivatal (2018): A KSH kiadványkatalógusa.

- KSH (2018): A KSH Tájékoztatói adatbázisa. Letöltés helye: <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/themeSelector.jsp?&lang=hu> [Letöltés ideje: 2018.08.21. ]
- KSH (2018) [http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak\\_teruleti\\_14](http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_14)
- Kühner, S. (2013): Feedstock costs.
- Laczó F. (2012): A megújuló erőforrások kézikönyve. Budapest: Környezettudományi Központ. 156 p.
- Le Quéré, C. et al. (2009): Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience*, 12, pp. 831-836.
- Lechtenböhrer, S., Prantner, M., Schneider, C., Fülöp, O., & Sáfián, F. (2016): Alternative and Sustainable Energy Scenarios for Hungary. Letöltés helye: <https://www.energiaklub.hu/files/study/ASES-ENG.pdf> [Letöltés ideje: 2018.08.21. ]
- Leko, D., Buzov, N. (2010): Energetska efikasnost zgrada - Modul 1. Slavonski Brod.
- Levine, D.S., Strube, M.J. (2012): Environmental attitudes, knowledge, intentions and behaviors among college students. *Journal of Social Psychology*, 3, pp. 308-326.
- Lukács G. S. (2009): Megújuló energia és vidékfejlesztés. Szaktudás Kiadóház. Bp. 2009. 265 p.
- Maác M. (2001): A vidékfejlesztés helye, szerepe és fejlődési lehetőségei az Európai Unióban. Doktori értekezés. SZIE, Gödöllő.
- Makkai, B., Máté, É., Pirisi, G., & Trócsányi, A. (2017): Where Have All the Youngsters Gone? The Background and Consequences of Young Adults' Outmigration from Hungarian Small Towns. *European Countryside*, 9(4), 789-807.
- Maljković, D., Bosnjak, R., Matijašević N., Kulišić, B. (2008): Procjena potencijala geotermalne energije Međimurske županije. Čakovec: Regionalna razvojna agencija Međimurje – REDEA d.o.o. 46.p.
- Maljković, D., Guðmundsson, J. R. ed. (2017): Geothermal Energy Utilisation Potential in Croatia. Letöltés helye: <https://orkustofnun.is/gogn/Skyrslur/OS-2017/OS-2017-02.pdf> [Letöltés ideje: 15.10.2018.10.15. ]
- Marčetić, M., Fekete, K., Knežević, G., & Klaić, Z. (2018): Vrijeme povrata ulaganja u kućne fotonaponske sustave - utjecaj troškova održavanja ( Payback period for household photovoltaic systems - impact of maintenance cost ): In 27. Međunarodni znanstveno-stručni skup „Organizacija i tehnologija održavanja“ OTO 2018. - 27th International Scientific and Professional Conference „Organization and Maintenance Technology“ OTO 2018. Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija (FERIT):
- Martonné, E. K. (2006): Magyarország tájféldrajza. Egyetemi Kiadó, Debrecen.

- MEKH (2016): Magyarország Geotermikus Felmérése. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal, Budapest. 182 p. Letöltés helye: [http://www.mekh.hu/download/f/0f/30000/magyarorszag\\_geotermikus\\_felmerese\\_2016.pdf](http://www.mekh.hu/download/f/0f/30000/magyarorszag_geotermikus_felmerese_2016.pdf) [Letöltés ideje: 2018.09.11.]
- Mezei, C. (2008): Változatos helyi önkormányzati gazdaságfejlesztési gyakorlat. In: Buday Sántha A. – Hegyi J. – Rác Sz. szerk.: Önkormányzatok gazdálkodása – helyi fejlesztés. Pécs, PTE KTK Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola. 283–288.
- Mezei, C. (2013): A helyi önkormányzatok szerepvállalása az energiahatékonysági szempontú helyi fejlesztésekben. In: Zsibók Zs. szerk.: Önkormányzati energetikai fejlesztések. Nemzetközi körkép és a dél-dunántúli tapasztalatok. Pécs, MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete. 11–51. [http://www.regscience.hu:8080/jspui/bitstream/11155/190/3/zsibok\\_2013\\_onkormanyzati.pdf;page=13](http://www.regscience.hu:8080/jspui/bitstream/11155/190/3/zsibok_2013_onkormanyzati.pdf;page=13)
- Mezei, C. ed. (2015): Modell-leírás a települési önkormányzatok számára készített megújuló energetikai és energiahatékonysági modellhez. MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete. Győr– Pécs. Kézirat
- Mezei, C., Kovács, S. Zs., Trenyik, T., Nagy, I. (2018): Energy potential of waste: Case study of the Hungarian waste management system. In: Raos, P., Galeta, T., Kozak, D., Raos, M., Stojšić, J., Tonković, Z. (eds.): 16th Natural Gas, Heat and Water Conference: 9th International Natural Gas, Heat and Water Conference. Slavonski Brod: Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, pp. 189–198.
- Mezei, C., Póla, P. (2016): Helyierőforrás-vezérelt helyi gazdaságfejlesztés. In: Erdős K., Komlósi É. (szerk.): Tanítványaimban élek tovább. Emlékkötet Buday-Sántha Attila tiszteletére. 395. p. Pécs. PTE KTK Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola. pp 27-38.
- Mohsin, A. T., & Abdulbaqi, I. M. (2018): Analysis of an Irrigation Pump Driver Fed by Solar PV Panel. In 2018 1st International Scientific Conference of Engineering Sciences - 3rd Scientific Conference of Engineering Science (ISCES (pp. 92–97): Diyala.
- Németh, K. (2017) Vidéki térségek innovációs kihívásai – Megújuló energia alternatívák, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, ISBN: 978-963-396-096-7, 1-123 p.
- Németh, K., Péter, E., Weisz, M., Birkner Z. (2011): Regional development with renewable energy utilization, Acta Scientiarum Polonorum, Oeconomia, ISSN 1644-0757 10 (3) 2011, 12.
- Németh K., Péter E., Szabó L. (2015): Geotermikus energia - a nemzet aranya, Útkeresés - Tudomány - Felelősség: Very Best of KHEOPS (2006-2015) tanulmánykötet, Mór, KHEOPS Automobil-Kutató Intézet, 2015, ISBN:978-963-89779-5-3, pp. 455-463.

- Németh, K., Péter, E., Szabó, P., Pintér, G. (2018a): Renergy alternatives in Central and Eastern European Countries – through the example of Hungary, *Georgikon for agriculture*, 24 (3) 2018, pp. 72-88.
- Németh, K., Péter, E., Pintér, G. (2018 b): Megújuló energiaforrások szerepe és jelentősége a hazai turisztikai szektorban – az energia mint „helyi termék”, *TURIZMUS BULLETIN XVIII. évfolyam 1. szám*, pp. 37-43.
- Novine, N. (2006): *Mrežna pravila elektroenergetskog sustava Croatia*.
- HOMER Energy LLC (2012): *Homer energy*. Letöltve: <https://www.homerenergy.com/>. [Letöltés ideje: 2018. 10. 10.]
- Nyári Z. (2014): A sellyei naperőmű. In: Varjú V. ed.: *Napelemes energia és környezet – A napelemes energiatermelés komplex feltételrendszere Magyarországon, a magyar–horvát határtérségben és leckék a globális térből*. Pécs; Osijek: MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete; Sveuciliste Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnicki fakultet, pp.
- Oktatási Hivatal (2018): *Magyarország geotermikus adottságai, a hazai hévízhasznosítás*. Letöltés helye: <https://tudasbazis.sulinet.hu>. [Letöltés ideje: 2018. 10. 08.]
- Pascual Peña, J.A. (2011): *Bubbling Fluidized Bed (BFB), When to use this technology?* In. *IFSA 2011, Industrial Fluidization South Africa*. Johannesburg, South Africa.
- Pelin, D., Šljivac, D., Topić, D. Varjú V. (eds.) (2014): *Regional impacts of different photovoltaic systems*. Pécs: Publikon/IDResearch. 302 p.
- Pelin, D., Kovács, S. Zs., Suvák, A., Šljivac, D., Topić, D. (2015): *Cost-Benefit Analysis of Different Photovoltaic Systems in Croatia, Hungary, Serbia and Slovenia*. In: Ortiz, W., Somogyvári, M., Varjú, V., Fodor, I., Lechtenböhmer, S. (eds.): *Perspectives of Renewable Energy in the Danube Region*. Pécs: Institute for Regional Studies CERS HAS, pp. 278–290.
- Perko, J., Dugec, V., Topic, D., Sljivac, D., Kovac, Z. (2011): *Calculation and design of the heat pumps*. In *Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetics, IYCE 2011*.
- Peyrache-Gadeau V., Pecqueur B. (2004): *Les ressources patrimoniales : une modalité de valorisation par les milieux innovateurs de ressources spécifiques latentes ou existantes*. In : Camagni, R., Maillat, D., Matteaccioli, A. (eds): *Ressources naturelles et culturelles, milieux et développement local*. Neuchâtel (Suisse) EDES. pp. 71-89.
- Póla, P. (2018): *Megújuló energiaforrások vidéki térségekben – lehetőségek, korlátok, helyi stratégiák*. Falu, város, régió – in print.
- Potencijal obnovljivih izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji. (2013): Letöltés helye: [http://www.door.hr/wp-content/uploads/2016/01/REPAM\\_studija\\_14\\_osjecko-baranjska.pdf](http://www.door.hr/wp-content/uploads/2016/01/REPAM_studija_14_osjecko-baranjska.pdf) [Letöltés ideje: 2018. 07. 06]

- Pushpraj, N., Gupta, N., Gupta, V., & Mulla, A. M. (2017): Solar Energy Harvesting for Irrigation Water Pumping System. In 2017 IEEE International Conference on Power, Control, Signals and Instrumentation Engineering (ICPCSI) (pp. 1398–1402): Chennai: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICPCSI.2017.8391941>
- European Commission (2018): PVGS. Letöltés helye: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgs/apps4/pvest.php#> [Letöltés ideje: 2018. 07. 06]
- Rácz, Sz. (2016) Horvátország térszerkezete, Tér és Társadalom, 30(3), o. 81–104. doi: 10.17649/TET.30.3.2792.
- Ragadics, T. (2010): Ormánsági értékek - a kistelepülési társadalmak konfliktusainak tükrében. ACTA SOCIOLOGICA: PÉCSI SZOCIOLÓGIAI SZEMLE III.:(1) pp. 174-183.
- Reményik, B. (2008): A Dráva menti területek ökoturisztikai fejlesztése. In: Orosz Z, Fazekas I (Eds.) Települési környezet: a 2007. november 8-10-én a Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszéke szervezésében megrendezett Települési Környezet Konferencia előadásai. pp. 75-78. Debrecen: DAB.
- REN21 (2016): Renewables 2016 - Global Status report. Letöltés helye: [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR\\_2016\\_Full\\_Report.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf)
- REN21 (2017): Renewables 2017, Global Status Report. Paris. Retrieved from [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report\\_0621\\_Opt.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf)
- Rideg A. (2009): Biogázüzem telepítésének megfontolásai: Fiktív üzemtelepítés a Sellyei kistérségben. E-Tudomány, 7 (4) pp. 1–15.
- Samadi, S., & Sascha. (2017): The Social Costs of Electricity Generation—Categorising Different Types of Costs and Evaluating Their Respective Relevance. *Energies*, 10(12), 356. <https://doi.org/10.3390/en10030356>
- Schnitzer, D., Deepa, S., Carvalo, J. P., Ranjit, D., Jay, A., & Daniel, K. (2014): Microgrids for Rural Electrification : A critical review of best practices based on seven case studies Microgrids for Rural Electrification : A critical review of best practices. United Nations Foundation, 122. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2014.01.063>
- SMKP 2009: Somogy Megye Környezetvédelmi Programjának felülvizsgálata. Letöltés helye: [http://www.terport.hu/webfm\\_send/753](http://www.terport.hu/webfm_send/753) [Letöltés ideje: 2018.08.16.]
- Srinivasa Rao, P., P. Dinesh, G. Saravana Ilango, Chilakapati Nagamani (2013) „Laboratory course on solar photovoltaic systems based on low cost equipment,” IEEE International Conference in MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE), 20-22 Dec. 2013

- Stojkov, M., Hornung, K., Čikić, A., Kozak, D., Šljivac, D., Topić, D. (2015): Applying Solar Energy for Water Heating – a Case Study at a Secondary School in Croatia. In: Ortiz, W., Somogyvári, M., Varjú, V., Fodor, I., Lechtenböhmer, S. (eds.): *Perspectives of Renewable Energy in the Danube Region*. Pécs: Institute for Regional Studies CERS HAS, pp. 291–303.
- Stryi-Hipp, G. (2016): *Renewable Heating and Cooling - Technologies and Applications*. Woodhead Publishing.
- Swider, D. J., Beurskens, L., Davidson, S., Twidell, J., Pyrko, J., Prügler, W., Skema, R. (2008): Conditions and costs for renewables electricity grid connection: Examples in Europe. *Renewable Energy*, 33(8), 1832–1842. <https://doi.org/10.1016/j.RENENE.2007.11.005>
- Šljivac, D. (2013): Elaborate on Influence of a 325 kW Power Plant Ricardo on Power Grid, Osijek
- Šljivac, D., Klaić, Z. (2017): Elaborate on Influence of a 1700 kW Biogas CHP plant Orlovnjak on Power Grid, FERIT Osijek
- Šljivac, D., Stojkov, M., Markanović, K., Topić, D., Janković, Z., Hnatko, E. (2012): Energetska učinkovitost rasplinjavanja drvne biomase u proizvodnji električne energije. In *Proceedings of the 3rd International Natural Gas, Heat and Water Conference*. Osijek.
- Šljivac, D., Topić, D. (2018): *Obnovljivi izvori energije*. Osijek: FERIT Osijek.
- Steg, L., Vlek, C. (2009): Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29, pp. 309-317.
- Tajmel, J. (2018): *The Güssing Model: An example for a sustainable energy supply*. Europäische Zentrum für Erneuerbare Energie Güssing.
- Tamás J., Blaskó L. (2008): *Environmental Management*. Debrecen: Debreceni Egyetem.
- Topić, D., Knežević, G., Kosić, D., & Perko, J. (2018): Simplified Model for Optimal Sizing of the off-grid PV system regarding value of Loss of Load Probability. *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, 25 (Supplement 2), 420–426. <https://doi.org/10.17559/TV-20171203150754>
- Topić, D., Knežević, G., Šljivac, D., Fekete, K., Žnidarec, M., Pelin, D., Došen, D. (2018): Obnovljivi izvori energije u funkciji ruralnog razvoja - Renewable energy sources in the function of rural development. In *16th Natural Gas, Heat and Water Conference 9th International Natural Gas, Heat and Water Conference* (pp. 68–78): Osijek.
- Topić, D., Šljivac, D., Stojkov, M. (2013): *Techno-Economic Analysis of the Use of Solar Energy for Agricultural Land*

- Tržište, E. (2013): Strujaplin. Letöltés helye: <https://strujaplin.com/energetsko-trziste/potrosnja-struje> [Letöltés ideje: 2018. 09. 13]
- Ubarevičienė, R., Van Ham, M. (2017): Population decline in Lithuania: who lives in declining regions and who leaves? *Regional Studies, Regional Science*, 4(1), 57-79.
- UN Foundation (2013): Microgrids for Rural Electrification. Letöltés helye: [http://energyaccess.org/wp-content/uploads/2015/07/MicrogridsReportFINAL\\_high.pdf](http://energyaccess.org/wp-content/uploads/2015/07/MicrogridsReportFINAL_high.pdf) [Letöltés ideje: 2018. 10. 10.]
- UNDP (2008): Priručnik za energetske savjetnike. (V. Zank, Ed.) (1st edition): Zagreb: Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj.
- Varga-Haszonits, Z., Varga, Z. (1999): *Agroklimatológia I. Éghajlat és növénytermesztés. Egyetemi jegyzet*, COMPETITOR-21 Kiadó Kft., Mosonmagyaróvár.
- Varjú, V. (ed.) (2014): *Napelemes energia és környezet. Pécs-Osijek: MTA KRTK RKI - SJJSU ETFOS*, 152. p.
- Varjú, V. (2016): Environmental cohesion across the Hungarian-Croatian border. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*. 96(1) pp. 81-92. DOI: 10.2298/GSGD1601081V
- Vér, Cs., Somfai, D., Kiss, T., Särkkä, H., Aranda, P.Z., Bratta, F., Wangland, S., Leitold, Cs. (2017): D2.3 – Material Flow Maps. SMART data collection and inteGRation platform to enhance availability and accessibility of data and infOrmation in the EU territory on SecoNDary Raw Materials. Horizon 2020 – Waste 4c-2014 Single Stage CSA.
- Vicente-Molina, M.A., Fernández-Sainz, A., Izagirre-Olaizola, J. (2018): Does gender make a difference in pro-environmental behavior? The case of the Basque Country University students. *Journal of Cleaner Production*, 176(1): pp.89-98.
- Vuk, B., Vukman, S., Karan, M., Fabek, R., Živković, S., Maričević, M., Jurić, Ž. (2010): *Energija u Hrvatskoj 2010*. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva RH.
- Vuk, B., Vukman, S., Karan, M., Fabek, R., Živković, S., Maričević, M., Jurić, Ž. (2011): *Energija u hrvatskoj 2011*.
- Vuk, B., Vukman, S., Karan, M., Fabek, R., Živković, S., Maričević, M., Jurić, Ž. (2012): *ENERGIJA U HRVATSKOJ 2012*.
- Vuk, B., Vukman, S., Karan, M., Fabek, R., Živković, S., Maričević, M., Jurić, Ž. (2013): *ENERGIJA U HRVATSKOJ 2013*.
- Vuk, B., Vukman, S., Karan, M., Fabek, R., Živković, S., Maričević, M., Jurić, Ž. (2015): *ENERGIJA U HRVATSKOJ 2015*.
- WCED (1987): *Our Common Future*. Oxford University Press: Oxford

**EGYÉB FELHASZNÁLT INTERNETES FORRÁS**

[http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak\\_teruleti\\_02](http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_02)

[http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak\\_teruleti\\_20](http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_20)

<http://www.dzs.hr/Eng/censuses/census2011/results/censustabsxls.htm>

Council of Europe (1996): European Charter for Rural Areas. <http://assembly.coe.int/Mainf.asp?link=/Documents/AdoptedText/ta96/EREC1296.htm>

HOMER Energy <https://www.homerenergy.com/>, accessed: Sep 2018

<https://www.strizivojna-hrast.hr/en/cogeneration>, accessed: Apr 2018



## 13 KÖZREMŰKÖDŐK

BÁLINT Dóra, geográfus, az MTA KRTK Regionális Tudományok Intézete, Dunántúli Tudományos Osztálya tudományos segédmunkatársa ([www.rkk.hu](http://www.rkk.hu)). Tudományos témája fókuszában infokommunikációs technológia a területi és társadalmi-gazdasági hatásai állnak, mint a megosztáson alapuló gazdaság és online platformok [http://rkk.hu/hu/dti/cvs/balint\\_dora.html](http://rkk.hu/hu/dti/cvs/balint_dora.html).

BODOR Ákos, szociológus, az MTA KRTK Regionális Tudományok Intézete, Dunántúli Tudományos Osztálya tudományos munkatársa ([www.rkk.hu](http://www.rkk.hu)). Kutatási területe a társadalmi tőke, társadalmi értékek, bizalom és társadalmi egyenlőtlenségek. E-mail: [bodor@rkk.hu](mailto:bodor@rkk.hu)

DARIO DOŠEN, vezető laboráns az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszékén.

Krešimir FEKETE villamosmérnöki tudományok terén 2013-ban Ph.D fokozatot szerzett a Horvátországi J.J. Strossmayera Osijek Egyetemen. Az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszékének egyetemi tanársegédje. Kutatási területéhez tartozik az energetikai analízis, megújuló energiaforrások integrációja, az intelligens hálózatok és az ún. mikro-gridek. E-mail: [kresimir.fekete@ferit.hr](mailto:kresimir.fekete@ferit.hr)

FONYÓDI Valéria, térképész, MTA KRTK Regionális Tudományok Intézete, Dunántúli Tudományos Osztálya ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Szakterülete térképek, diagramok és ábrák szerkesztése.

HAJDÚ Zoltán (DSC), földrajztudós, történész, egyetemi tanár, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos tanácsadója, Kutatási témái a Balkán politika-történeti és földrajzi szempontú elemzése, az intézet Határkutató csoportjának a vezetője. E-mail: [hajdu@rkk.hu](mailto:hajdu@rkk.hu); CV: [http://www.rkk.hu/en/cvs/hajdu\\_zoltan.html](http://www.rkk.hu/en/cvs/hajdu_zoltan.html)

HORECZKI Réka, közgazdász, doktorandusz, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos segédmunkatársa ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Kutatási területe a hosszú távú fejlesztésekre irányuló szabályozások gazdasági,

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

társadalmi és politikai életre kifejtett hatása a kisvárosi térségekben, valamint a társadalmi tőke mérésének lehetőségei a rurális térségekben. E-mail: horeczki@rkk.hu; CV: [http://www.rkk.hu/en/cvs/horeczki\\_reka.html](http://www.rkk.hu/en/cvs/horeczki_reka.html)

HORVÁTHNÉ KOVÁCS Bernadett, a Kaposvári Egyetem Közgazdaságtudományi Karának egyetemi docense. Magyar és külföldi hallgatókat oktat a statisztikatudomány és a regionális elemzés területén. Kutatási területe a társadalmi-gazdasági és környezeti indikátorok területi törvényszerűségeire irányul. E-mail: Kovacs.Bernadett@ke.hu

Zvonimir KLAIC, egyetemi docens, az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszéke, Elektromágneses Kompatibilitás Laboratórium vezetője, (<https://www.ferit.unios.hr/fakultet/imenik-djelatnika/klaic#anc>). Tudományos kutatási területei: energia minőség, intelligens hálózatok, világítás hatékonyság. E-mail: [zvonimir.klaic@ferit.hr](mailto:zvonimir.klaic@ferit.hr)

Goran KNEŽEVIĆ 2013-ban szerzett PhD fokozatot az Eszéki J.J. Strossmayera Egyetem, Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszékén. Kutatási területei: energiarendszerek elemzése, villamos energia piac, energiagazdaság. E-mail: [goran.knezevic@ferit.hr](mailto:goran.knezevic@ferit.hr)

KOVÁCS Sándor Zsolt, közgazdász, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos segédmunkatársa ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Kutatási területei: a helyi és regionális fejlesztés különböző tényezői. Számos tapasztalattal rendelkezik a statisztikai és matematikai gazdasági modellezés területén. E-mail: [skovacs@rkk.hu](mailto:skovacs@rkk.hu); CV: [http://www.rkk.hu/hu/cvs/kovacs\\_sandor.html](http://www.rkk.hu/hu/cvs/kovacs_sandor.html)

MEZEI Cecília, közgazdász, a regionális tudományi PhD, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos munkatársa ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Főbb kutatási területe: a helyi gazdaságfejlesztés elmélete és gyakorlata, a helyi erőforrás alapú fejlesztési lehetőségek modellezése, és adaptív hulladékgazdálkodási megoldások. E-mail: [mezeic@rkk.hu](mailto:mezeic@rkk.hu); CV: [http://www.rkk.hu/en/cvs/mezei\\_cecilia.html](http://www.rkk.hu/en/cvs/mezei_cecilia.html)

Denis PELIN, egyetemi tanár, az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Intézet Szerszámgépészeti és Teljesítményelektronikai tanszék vezetője. Kutatási területe: teljesítményelektro-

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBBEN

nikai rendszerek nem-lineáris dinamikája, teljesítményelektronikai konverterek megújuló energetikai rendszerek számára. E-mail: [dpelin@ferit.hr](mailto:dpelin@ferit.hr); Web page: <https://www.ferit.unios.hr/faculty/staff-directory/dpelin#anc>

PÓLA Péter, közgazdász, közgazdaságtudományi PhD, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos munkatársa ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Főbb kutatási területei: vidékfejlesztés, a regionális érdekek intézményesítése, foglalkoztatáspolitikai. E-mail: [pola@rkk.hu](mailto:pola@rkk.hu); CV: [http://www.rkk.hu/hu/cvs/pola\\_peter.html](http://www.rkk.hu/hu/cvs/pola_peter.html)

Mario PRIMORAC villamosmérnöki B.Sc., szakasszisztens, Megújuló Energiaforrások Laboratóriuma, (<http://www.etfos.unios.hr/reslab>) és Elektromágneses Kompatibilitás Laboratórium (<http://www.etfos.unios.hr/?zavodi&Laboratorij-za-elektromagnetsku-kompatibilnost-ZEE>), Energetikai Tanszék Villamosmérnöki Kar, Eszéki Egyetem. Tudományos kutatási területe: energia minőség, intelligens hálózatok, megújuló energiaforrások.

Damir ŠLJIVAC, egyetemi tanár, az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszéke. Az Energetikai tanszék és a Megújuló Energiák Laboratórium vezetője (<http://reslab.ferit.hr/>). Tudományos kutatási területe: megújuló energiaforrások, fenntartható energetikai fejlesztés, energiagazdálkodás és megbízhatóság. E-mail: [damir.sljivac@ferit.hr](mailto:damir.sljivac@ferit.hr) CV: <http://www.etfos.unios.hr/reslab/tekst/en/7/SljivacCVenEuropass2014.pdf>

SZABÓ Tamás, térképész, GIS szakértő. Tanulmányait a Pécsi Egyetem Bölcsészettudományi Karán földrajz szakon végezte. A földrajzi információs rendszerek és alkalmazásuk szakértője, adatbázis építéssel foglalkozik. E-mail: [szaboy200@gmail.com](mailto:szaboy200@gmail.com);

Alexander TITOV, A Kaposvári Egyetem doktorandusza, orosz származású. MSc fokozatát Regionális és Környezetgazdaság szakon szerezte a Kaposvári Egyetemen 2016-ban. Jelenlegi kutatási témája: „A biomassza alapú megújuló energiaforrások elfogadottsága Magyarországi rurális térségeiben.” E-mail: [alexander.titov62@gmail.com](mailto:alexander.titov62@gmail.com)

Matej ŽNIDAREC 2016-ban villamosmérnöki diplomát szerzett az Eszéki Egyetem Villamosmérnöki Kara, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszékén. Jelenleg doktorandusz hallgató és a Villamosmérnöki tanszéken dolgozik. Tudományos kutatási területe: megújuló energiaforrások, intelligens hálózatok.

MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK  
RURÁLIS TEREBEN

Danijel TOPIĆ 2014-ben szerzett villamosmérnöki PhD fokozatot az Eszéki J.J. Strossmayera Egyetemen. A Villamosmérnöki Kar, Energetikai, Számítástudományi és Számítástechnikai Tanszéke tanársegédje. Kutatási területe: a megújuló energiaforrások, áramfejlesztés, energiahatékonyság, és az energetikai rendszerek megbízhatósága. E-mail: danijel.topic@ferit.hr

VARJÚ Viktor, földrajztanár, szociológus, földtudományi PhD, az MTA KRTK RKI Dunántúli Tudományos Osztályának tudományos főmunkatársa ([www.rkk.hu/en](http://www.rkk.hu/en)). Kutatási területéhez tartozik a területfejlesztés társadalmi szempontjain túl a megújuló energia, környezeti kérdések, és a környezeti szociológia. 2016-2019 között Bolyai János Kutatási Ösztöndíjas. E-mail: [varju@rkk.hu](mailto:varju@rkk.hu); CV: [http://www.rkk.hu/en/cvs/varju\\_viktor.html](http://www.rkk.hu/en/cvs/varju_viktor.html)