

## 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, koncentráció 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 aprófalú 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 koncentrálo potenciálemző 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).

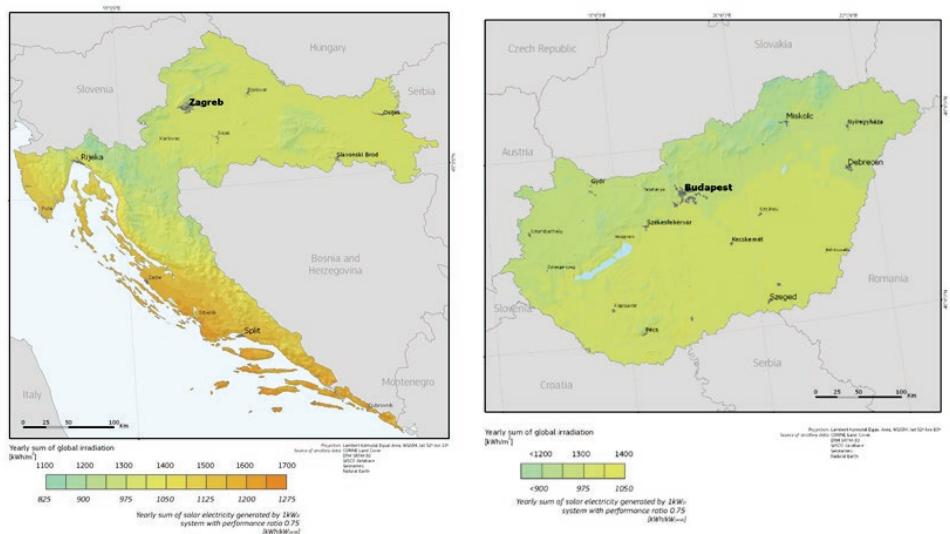
Földrajzi elhelyezkedésének és fejlett mezőgazdaságának köszönhetően a határokön átnyúló Horvátország-Magyarország régió különféle megújuló energiaforrás lelőhelye. Kedvező földrajzi fekvésének köszönhetően, a határon átnyúló térség hatalmas napenergia-potenciállal rendelkezik (5.1. ábra). Az átlagos éves napenergia-besugárzás vízszintes síkon a határokon 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 gázhalmazállapotú 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. Felosztható a *gazdálkodásból* eredő biomasszára – a betakarítás és a zöldségtermesztés 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 energiatartalmú 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.

Baranya				
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
Somogy				
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
Eszék-Baranya				
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

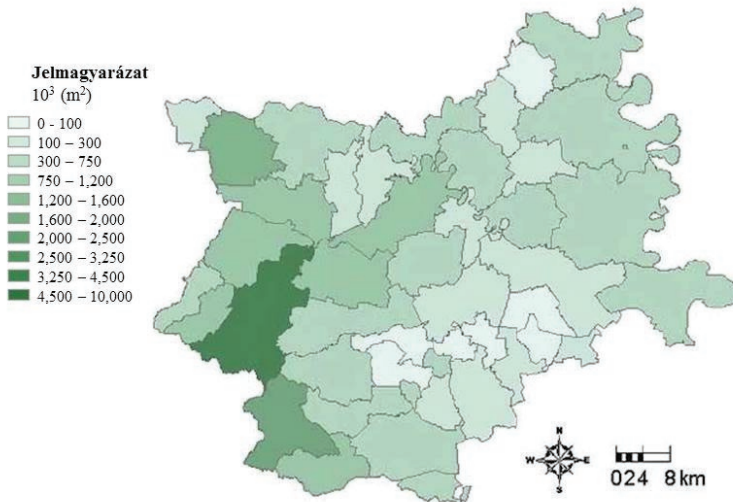
A leggyakrabban használt fa alapanyagú biomassa típusok energia előállítási célokra a fa, faforgács, kéreg, fűrészpor, fa-gyalulat, brikett és pellet. A 2014-es adatok szerint Eszék-Baranya megye 12 723,31 ha erdőterülettel rendelkezett, ami a megye teljes területének a 29,05%-a. Az erdészeti biomassa 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). Másrésztől a mezőgazdasági művelés alá nem volt területek nagyságára (ha) úgy tekintettünk, 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 (sertéstelep 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 modellhasználóinak a figyelmét is felhívjuk majd!

fejlesztéseknek fontos része volt a keletkező szerves-, ill. hígtrágya megfelelő kezelésének biztosítása, ebből a célból létesült Bicsérdén 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 alapanyagának 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.*

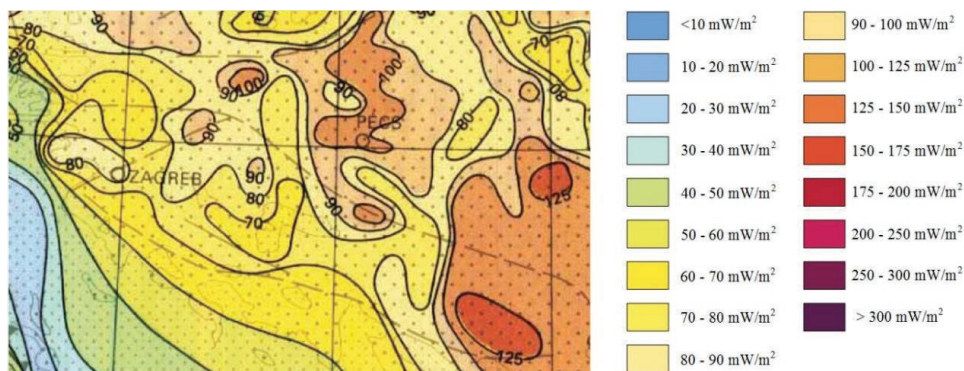
## 5.7 GEOTERMIKUS ENERGIA

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).



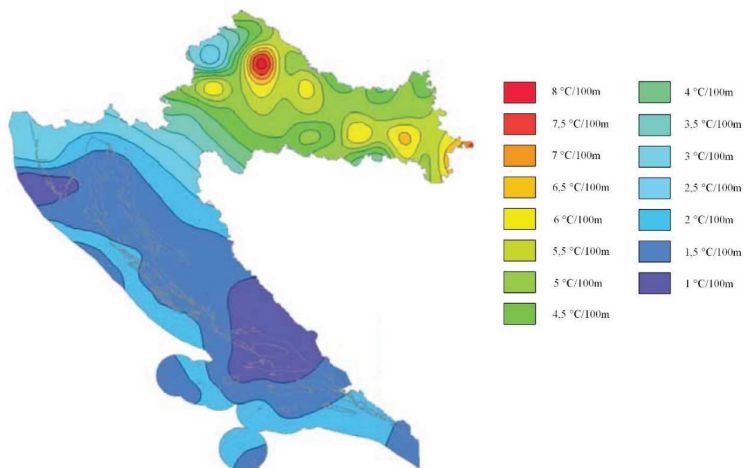
5.3. Ábra: Hőáramlási sűrűség az egykori Pannon tenger területén

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

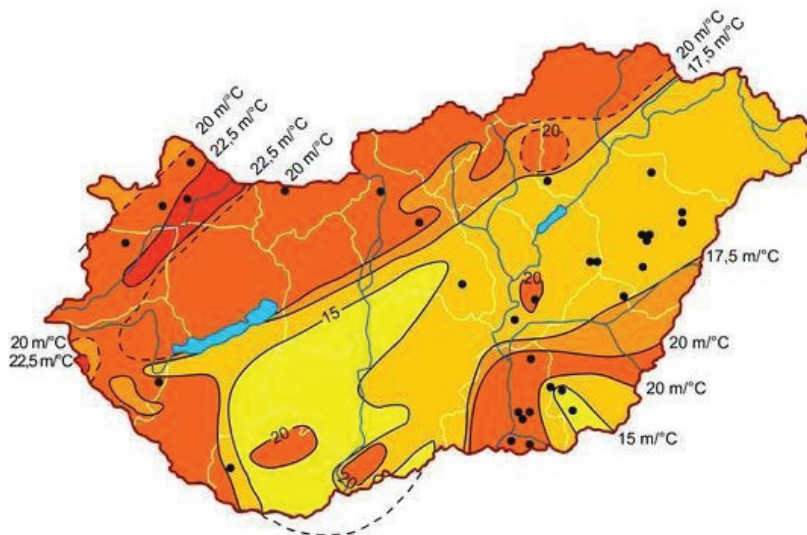
Az vizsgált térség geotermikus adottságai, a geotermikus gradiens értékei tekintetében kiválóak Eszék-Baranya és Somogy megyékben 40-50°C/km, míg Baranya megyében meg is haladja az 50°C/km-t. A különböző magyar és horvát geológiai térképek alkalmazásával két kategóriában (1000 méteren legalább 50°C/ 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 obnovablek izvora energije u Osječko-baranjskoj županiji 2013”).



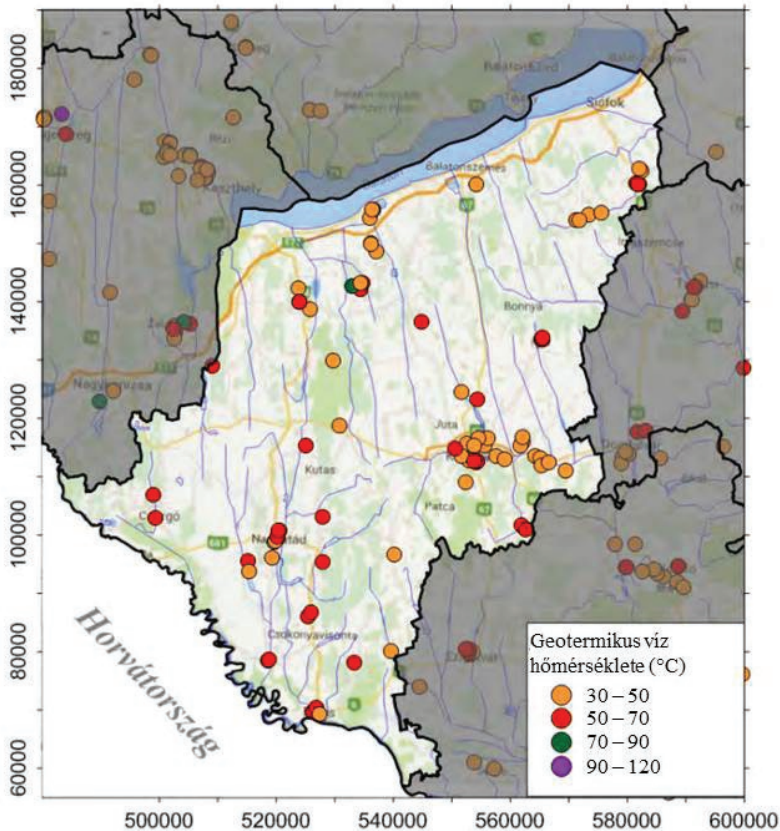
5.4. Ábra: Geotermikus gradiens izovonalak Horvátországban.  
Forrás: Jelić, Kevrić & Krsić, 1995.



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

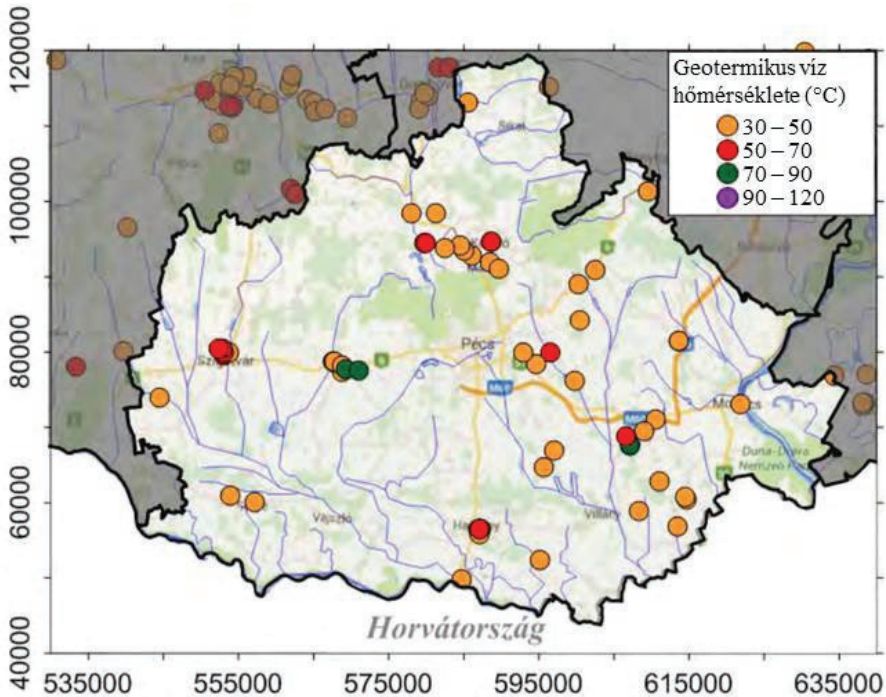
## MEGÚJULÓ ENERGIA ÉS ENERGIAHATÉKONYSÁGI LEHETŐSÉGEK RURÁLIS TEREBEN

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 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 termálfvízforrások jobban nyilván vannak tartva, mint Horvátországban. Somogy és Baranya megye termálfvízforrásai 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 Eszék-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.