

Települések energia önellátás meghatározásának módszerei

The methods of determination of settlement's electricity self-sufficiency

KULCSÁR BALÁZS

Debrecen Egyetem, kulcsarb@eng.unideb.hu

Absztrakt. Jelen tanulmány, a települési szinten megvalósított 100%-ig megújuló forrásokra támaszkodó rendszerek módszertanát vizsgálja. A nemzetközi szervezeteken és esettanulmányokon keresztül rendszerezi a teljes megújuló alapú energiaellátáshoz vezető út módszereit.

Abstract. This study analyses the method of those settlement systems, which achieved the 100% renewable energy systems. It categorizes the methods which lead to the all renewable energy supply based system.

Bevezetés

Az egyre bővülő megújuló energiaforrások és azok hasznosítására kidolgozott technológiák felvetik a kérdést, vajon átállítható e az energiatermelés teljesen megújuló alapokra és ha igen, akkor ez milyen területi és időléptékben valósítható meg. Ma már egyre több település, kistérség, régió és ország tűzi ki célul energiaigényének kielégítését 100%-ig megújuló forrásokból. Kérdés azonban, hogy a megvalósult projektek és a kitűzött célokhoz vezető út milyen módon épül fel.

Az energiaigények 100%-ának megújuló forrásból történő fedezése nemzeti szinten már 1975-ben felmerült Dánia esetében (Sørensen, 1975), majd ezt további elméletek (Lovins, 1976) és szoftveres modellek követték világszerte (Lund, 2006). Magyarországon az első számítógépes modellezés az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékén készült (Munkácsy, 2011). Az energiaváltás melletti első kormányzati kötelezettségvállalást 1998-ban Izland deklarálta, majd a „Marakesh Vision”-ban teljeseedett ki (Marrakech Vision, 2016), ahol több állam vállalta energiarendszerének megújuló alapokra helyezését.

Települési szinten az egyik legkorábbi példa a bajor Wildpoldsried település volt, ahol a német megújuló energia törvény (Erneuerbare-Energie-Gesetz EEG 2000-2017) megszületését követően a település a teljes – villamos energia, hőenergia és közlekedési energia – ellátását megújuló alapokra kívánta helyezni, a helyben elérhető erőforrásokra támaszkodva (Rajgor,

2012). E példát további települések követték a falvaktól a nagyvárosokig (Sierra Club: 100% Commitments in Cities, Counties, & States).

1. Szakmai szervezetek és közösségi kezdeményezések

Számos szervezet működik a világon, amely globális és regionális szinten vizsgálja az energiarendszert, követi a trendeket, prognózisokat és scenáriókat alkot az energiarendszer jövőbeli alakulásáról, benne a megújuló energiaforrások szerepével: IEA, World Energy Council, IRENA, EREF, EREC, Bloomberg New Energy Finance, Bundesverband Erneuerbare Energie e.V., U.S. EIA. Mindegyikre jellemző, hogy globális, regionális és nemzeti szinten vizsgálja a megújuló energiaforrások előre törését, valamint az energiaváltás megvalósíthatósági esélyeit és a cél elérésének lehetséges időpontjait. Az energiaváltás települési léptékű megvalósításával azonban a hivatalos szervezetek helyett inkább közösségi kezdeményezések és civil szervezetek foglalkoznak, illetve szervezik egységbe:

A Global 100% Renewable Energy egy világszintű platform, amely a 100%-os megújuló energia használatra való áttérést támogatja. Összekapcsolja, és globális hálózatot hoz létre a teljes energiaváltás támogatói között. Vezeti a „Global 100% RE” kampányt és gyűjti, szervezi a nemzeti, regionális és helyi szinten zajló kezdeményezéseket. Közvetítői szerepet játszik az érdekelt felek között, kampányol a politikai döntéshozóknál és esettanulmányokat, jó gyakorlatokat gyűjt a világ minden tájáról. Világszinten 154 települést tömörít (Global 100% RE).

Hasonló célkitűzései vannak a Go 100% Renewable Energy szervezetnek is, amely a 100%-os megújuló energiaforrásokra való átállást támogatja mind a villamos energia, a fűtés és a szállítás terén. Interaktív térképet készít a világ 100%-ban megújuló energiával kapcsolatos projektjeiről (Go 100% Renewable Energy).

Az Egyesült Államokbeli Institute for Local Self-Reliance (ILSR) egy nemzeti kutatási és technikai segítségnyújtási szervezet, amely keretet biztosít azoknak a kezdeményezéseknek, projekteknek, amelyek helyi erőforrásokat használva fenntartható energiapolitikát folytatnak és céljuk a 100%-os megújuló energia átmenet végrehajtása. Kidolgoztak egy osztályozási rendszert, mellyel az Egyesült Államok tagállamait minősítik az energiapolitika, az energiaválasztás szabadsága, a megújulóenergia-termelési helye és aránya alapján (Institute for Local Self-Reliance, ILSR).

Az amerikai Sierra Club – Ready for 100% kezdeményezése, számon tartja az Amerikai Egyesült Államok területén, a már 100%-ban megújuló energiát hasznosító településeket, valamint azokat, ahol kötelezettséget vállaltak ennek teljesítésére céldátummal. Jelenleg 84 ilyen település tartozik a Ready for 100% tagjai közé (Sierra Club – Ready for 100%).

A 100% Erneuerbare-Energie-Regionen egy német fejlesztési projekt (Entwicklungsperspektiven für nachhaltige 100%-Erneuerbare-Energie-Regionen in Deutschland" – 100ee-Regionen), mely összekapcsolja azokat a régiókat és településeket,

amelyek közép és hosszútávon teljes mértékben megújuló energiaforrásokat kívánnak alkalmazni mind a három nagy energiaigényű területen. Jelenleg 150 regionális szövetség, megye és település van Németországban, amelyek erre a célra törekednek.

A 100% Renewable Energy Sources Communities az előbbiekhöz hasonló szervezet, alapvető célja a megújuló energia hasznosításának népszerűsítése, elsősorban a rurális térségekben. Partnerei többek között a magyar Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ is, amely a hazai települések Fentartható és Klíma Akcióterveinek kidolgozásával foglalkozik, valamint a helyi igényekre szabott szakmai tanulmányokat készít, tanácsadást végez (Energiaklub Szakpolitikai Intézet és Módszertani Központ).

A fenti szervezetek, tehát a 100%-os megújuló arány teljesítésének módját nem határozzák meg, a cél a lokális megújulóenergia-források hasznosításával, megújuló forrásból előállított import energia vásárlásával, energiacserével vagy energiakompenzációval, valamint a település területén külső befektetői forrásból létesített nagyerművekkel is teljesíthető.

2. Módszertani vizsgálatok esettanulmányokon keresztül

A hivatalos energetikai szervezetek, a megújuló energiát támogató civil szervezetek, és a közösségi kezdeményezések sem határoznak meg követendő módszertant az eltérő földrajzi léptékű térségek megújuló energia ellátására vonatkozóan. A módszertan hiányában, a tagok energiaútvját, a célkitűzések megvalósítási módszereit tanulmányoztuk és az esettanulmányok alapján módszertani kategóriákat alkottunk. E kategóriákat a legjellemzőbb esettanulmányokon keresztül mutatjuk be ügyelve arra, hogy a lehető legszélesebb településméretből merítsünk példákat. E vizsgálatok alapján az alábbi kategóriákat lehetett azonosítani:

2.1 A helyi szükségleteknek megfelelő mennyiségű, megújuló forrásból származó villamos energia beszerzése regionális forrásból

Az ausztráliai **Canberra**, villamosenergia-igényének 100%-os megújuló forrásból való biztosítását 2020-as céldátummal szándékozik elérni. A város három naperművet és öt szélfarmot létesített, melyeket a Délkelet-Ausztrál régióba telepítenek és a nemzeti energiapiacra belül működnek. Jelenleg a Royalla Solar Farm és a Coonooer Bridge Wind Farm üzemel. A későbbi beépített összteljesítmény eléri a 650 MW-ot. A város a projekteket árveréseken értékesíti, majd 20 évre garantálja a villamosenergia átvételét. Az erőművek Ausztrália partvidékén Brisbane-től Adelaide-ig épülnek meg, amely egy 2500 km hosszú partszakasz, így ez a megoldás nem mondható sem decentralizált sem lokális megújulóenergia-termelésnek (Canberra 100% Renewable).

2.2 Megújuló forrásból származó villamos energia vásárlása, valamint helyi előállítása

Az Egyesült Államokban, a Colorado állambeli **Aspen** 2015-ben érte el, hogy villamosenergia-igényének 100%-a megújuló forrásból származzon. A villamosenergia-termelés alapját a vízenergia alkotja, melynek aránya az energia portfólióban 46%, amit a fejlődés során meghaladt a szélenergia teljesítménye, ami 53%-os arányt képvisel. A fennmaradó 1% napenergiából és depóniagázból származik (Sierra Club, Ready for 100%). A közel 7000 állandó lakosú kisváros a téli síszezonzban 50 000 főre duzzad, amely a villamosenergia-igényekben óriási különbséget idéz elő az év eltérő időszakaiban. Ezért a város a megújuló energia szolgáltatóktól mindig csak annyi energiát vásárol, amennyi az aktuális szükséglet, a többi külső értékesítésre kerül (100% Renewables; City of Aspen case study; National Renewable Energy Laboratory's Aspen case study).

A Nevada állambeli **Las Vegas**, 2016 decemberében jelentette be, hogy villamosenergia-igényét 100%-ig megújuló forrásból fedezi. A fenti állítás azonban csak az önkormányzat által működtetett 140 létesítményre vonatkozik. A város, tulajdonában lévő épületekre telepített, naperőművek által termelt villamos energián kívül, a Kaliforniában és Nevadában termelt megújuló energia többletet vásárolja meg. Ezt a villamos energiát olyan erőművek termelik, mint a Nevada és Arizona határán álló Hoover-gát, a nevadai Nevada Solar One, vagy a kaliforniai Ivanpah Solar Electric Generating System (Popular Mechanics, 2016).

2.3 Helyben előérhető és helyben előállított megújuló energiaforrások hasznosítása az energiaigények 100%-ának biztosítására. Közösségi kezdeményezés és tulajdon (sharing economy)

Aller-Leine-Tal egy Hannover-től északra fekvő, nyolc településéből álló kistérségi megújuló energia szövetség, amely Energy Region Aller-Leine-Tal néven 1996 óta fejlesztette megújuló energia rendszerét. 2013-ban villamosenergia-igényének már 126%-át elégítette ki egy széleskörű megújuló energia mixből. A megújuló energia portfólió 32,6%-át biogáz, 54,9%-át szélenergia, 8,3%-át vízenergia, 4,2%-át pedig napenergia alkotja. A projektekre eddig költött bruttó 303 millió euróból kiépült kapacitások, 2013-ban mintegy 46,4 millió euró bevételt termeltek, ami így hétéves megtérülési időt és fogyasztónként évi 627 eurós bevételt biztosít (Energie Region, Aller-Leine-Tal).

Effelter egy 280 lakosú falu Bajorországban, amely villamos energia fogyasztásának 200%-át, hőszükségletének pedig 100%-át megújuló forrásból, elsősorban biomasszából biztosítja. Az összes erőmű a falu lakosságának tulajdonában van. Az alternatív energiaforrásokra való áttérést 2001-ben indította a település, ahol két 65 kW-os kapcsolt kiserőmű termelte a hő- és villamos energiát. Az energiabiztonság garantálása érdekében télen – igény esetén – készenlétben áll egy 500 kW-os erdészeti és mezőgazdasági mellékterméket feldolgozó hőerőmű

is. A hő, távfűtési rendszeren keresztül jut el a település épületeihez. Az alapvetően biomassza/biogáz alapú villamosenergia-termeléshez, az épületekre telepített 160 kW összes beépített teljesítményű naperőmű is hozzájárul (Bioenergiedorf-Effelter, Bajorország, Németország).

Az **Alzey-Land régió** mintegy 24 000 lakossal rendelkezik a németországi Pfalzi-erdőben, mely térség már 2010-ben elérte a 100%-os célt a villamos energia terén. Ezt követően tovább növelte megújuló villamosenergia-termelését, mellyel a szomszédos kevésbé jó adottságokkal rendelkező településeket segíti, export megújuló villamos energiával (Alzey, Rajna-Vidék-Pfalz, Németország).

Alzeytől mintegy 100 km-re fekszik **Bruchsmühlbach-Miesau** településeggyüttes, melynek 10 500 fős lakossága energiaközösséget hozott létre a területükön fekvő Miesau Army Depot amerikai fegyverraktárral, melynek hatalmas csarnokainak tetejét napenergia termelésre használja. A településeggyüttes jelenleg, villamos energia-igényének 290%-át fedezi megújuló forrásból, amit 200 darab tetőre telepített naperőmű, tíz szélturbinából álló szélfarm és egy biogázüzem állít elő (100ee Erneuerbare Energie Region.)

Az ausztriai **Güssing**, az 1990-es években gazdasági nehézségekkel küzdő település volt Burgenland tartományban, melyre megoldásként, olcsó, megújuló forrásból származó energiával próbálták vonzóvá tenni ipari parkjukat, a potenciális betelepülők előtt. Azóta Güssing, mind a három szektor energiaigényének több mint 100%-át megújuló forrásból biztosítja. A primer energia igényének 1000%-át, míg villamosenergia-igényének 4000%-át állítja elő. Az energiát, elsősorban biomasszából termeli, égetés nélküli technológiával, elgázosítással. Az alapanyagot erdészeti maradványok és mezőgazdasági melléktermékek, települési és ipari hulladékok, valamint szennyvíziszap alkotja. A feldolgozás eredményeként villamos energia, hőenergia (fűtés/hűtés), folyékony üzemanyag és hidrogén keletkezik. A település szükségletein felüli energiát értékesíti (Güssing Renewable Energy).

2.4 Energia kompenzáció

A Dániához tartozó **Samsø-sziget** a villamosenergia-ellátását 100%-ban szélenergiából biztosítja. A szigeten működő sertéstelepen biogázt állítanak elő, melyből hő és villamos energiát generálnak. Így a sziget hőszükségletének 70%-át biogáz, valamint szalmaalapú biomassza, napkollektoros és hőszivattyús távfűtő-rendszerek biztosítják, melyhez a szél erőművek adják az olcsó villamos energiát. A közlekedés energiafogyasztásának szén-dioxid-kibocsátását pedig 100%-ban kompenzálja az offshore szél erőművek villamosenergia-termelése. A dízelüzemű járműveket repceolajjal működtetik, a benzinüzeműeket pedig bioetanollal, továbbá helyben termelt hidrogénnel és villamos energiával hajtott járművek is közlekednek már (Energy Academy, Samsø Island, Dánia).

2.5 Energiacsere a környező településekkel

A 23 500 lakosú dán **Frederikshavn**, a 2006-ban elindított „Energy Camp 06” kísérleti területe, ahol az „Energy City” pilot projektet hajtják végre. A cél, hogy az egész önkormányzat 100%-ig önellátó legyen mind a három energiafelhasználási területen, 2030-ig. Ehhez a tenger hullámenergiáját, szélenergiát, napenergiát, geotermikus energiát és biogázt használnak fel. A kísérleti település kiválasztásánál szempontot jelentett a kedvező fekvés és méret, ami modellként szolgálhatott a megújuló energia technológiák teszteléséhez. Működő villamosenergia és hőerőművei voltak, korábban már kísérleti terepe volt a dán szélérő kutatásnak, valamint nagyon ambiciózus és erős volt a hajlandóság a projektben való részvételre. A célok megvalósítását három fázisra osztották: az elsőben a 2006-ban már elért 20%-os megújuló arányt 2009-re 40%-ra tornázták fel, amit 2015-re 100%-ra növeltek, többek között a környező területekkel folytatott energiacsere révén (Energy City Frederikshavn Municipality, 2006).

2.6 Energiaexport

A németországi Harz-hegységben található, 1000 lakosú **Dardesheim** 2009-re villamosenergia-, hő- és közlekedésienergia-igényének tízszeresét állította elő. Ma már villamosenergia-igényének 4500%-át termeli meg, amit 19 lakossági naperőművel, továbbá 28x2MW, valamint 1x6 MW beépített teljesítményű szélturbinával ér el. A lakossági fűtési rendszer biomassza alapú, az üzemanyag egy részét pedig növényi olajból állítják elő (Dardesheim Renewable Energy Projects, 2012).

Großbardorf, Bajorország északi részén fekvő 900 fős település, mely 15,5 millió euró értékben fektetett be tetőre, valamint szabadon telepített naperőművekbe, mellyel villamosenergia-igényének 400%-át fedezi. Hőigényének 50%-át pedig kapcsolt üzemű biogáz erőműben állítja elő (FWR Energie Genossenschaft, Großbardorf). A fenti két település, az általa termelt villamos energia fel nem használt részét a hálózatba táplálja és értékesíti.

3. Következtetések

Az esettanulmányok vizsgálatának eredményeként, hat módszertani típus megkülönböztetése vált lehetővé:

- A helyi szükségleteknek megfelelő mennyiségű, megújuló forrásból származó villamos energia beszerzése regionális forrásból.
- Megújuló forrásból származó villamos energia vásárlása, valamint helyi előállítása.
- Helyben elérhető és helyben előállított megújuló energiaforrások hasznosítása az energiaigények 100%-ának biztosítására. Közösségi kezdeményezés és tulajdon (sharing economy).
- Energia kompenzáció.

- Energiacsere a környező településekkel.
- Energiaexport.

Továbbá az is megállapítható, hogy Európában elsősorban a település szűkebb területén fellelhető megújuló energiaforrásokat hasznosítják, mellyel a decentralizált energiatermelés is teljesül. További jellemző a jelentős közösségi tulajdon és beruházási kezdeményezés.

A tengerentúlon, az Európában alkalmazott lakossági összefogás kevésbé jellemző. A kezdeményező szerep az Egyesült Államok, Kanada és Ausztrália városainak esetében elsősorban a település vezetéséé, illetve az egyéneké és a vállalkozásoké. Az alternatív forrásból származó energia, jelentős része pedig a településen kívüli földrajzi térből származik, olykor több száz kilométeres távolságból.

Hivatkozások

- [1] B. Lovins, *Energy Strategy: The road not taken?* 55 Foreign affairs 65 (1976-1977)
- [2] H. Lund, *Large-scale integration of optimal combinations of PV, wind and wave power into the electricity supply*. In: Renewable energy, Volume 31, Issue 4, April pp. 503-515., 2006, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2005.04.008>
- [3] B. Munkácsy et al, *Erre van előre!: Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon Vision 2040 Hungary 1.0*. Szigetszentmiklós: Környezeti Nevelési Hálózat Országos Egyesület, 2011. 155 p. (ISBN: 9789630820240)
- [4] G. Rajgor, *Germany grapples with energy plan*, Renewable Energy Focus, Volume 13, Issue 4, pp. 26-29., 2012, [https://doi.org/10.1016/S1755-0084\(12\)70084-4](https://doi.org/10.1016/S1755-0084(12)70084-4)
- [5] B. E. Sørensen, *A plan is outlined according to which solar and wind energy would supply Denmark's needs by the year 2050*, Science. 189 (4199) 255-260, 1975., doi: 10.1126/science.189.4199.255
- [6] 100% Renewables <http://www.go100re.net/>
- [7] Bloomberg L.P. New Energy Finance <http://www.bloomberg.com/search?query=New+Energy+Finance&category=Articles>
- [8] Energiaklub Szakpolitikai Intézet Módszertani Központ: <http://www.energiaklub.hu/>
- [9] European Renewable Energy Council (EREC): <http://www.erec.org/>
- [10] European Renewable Energies Federation (EREF): <http://www.eref-europe.org/>
- [11] German Renewable Energy Association / Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) <http://www.bee-ev.de/BEE/BEE.php>
- [12] Go 100% renewable energy <http://www.go100percent.org/cms/>

- [13] Go 100% Renewable Energy, http://www.go100percent.org/cms/index.php?id=19&id=69&tx_ttnews%5Btt_news%5D=339&tx_locator_pi1%5BstartLat%5D=45.93583305&tx_locator_pi1%5BstartLon%5D=-0.97011545&cHash=b9de907b7bdd95a6ebf8638f71fabbb6
- [14] Institute for Local Self-reliance (ILSR) <https://ilsr.org/community-power-map/>
- [15] International Energy Agency (IEA) <http://www.iea.org/>
- [16] International Renewable Energy Agency (IRENA) <https://www.irena.org/>
- [17] Marrakech Vision: *World's Most Climate-Vulnerable Countries Aiming For 100 Percent Green Energy*, United Nations Climate Change Conference, Marrakech, Morocco, on 7-18 November 2016.
- [18] Sierra Club: *100% Commitments in Cities, Counties, & States, Ready for 100%*, <https://www.sierraclub.org/ready-for-100/commitments> (Letöltés: 2018.05.15.)
- [19] Sierra Club – *Ready for 100%* <https://www.sierraclub.org/ready-for-100> (Letöltés: 2018.05.15.)
- [20] USA Energiaügyi Információs Hivatal (U.S. Energy Information Administration – EIA) <http://www.eia.gov/>
- [21] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: *Erneuerbare-Energie-Gesetz EEG 2000-2017*, https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=401818 (Letöltés: 2018.05.15.)
- [22] 100ee Erneuerbare Energie Region http://www.100-ee.de/startseite/?no_cache=1
- [23] Bioenergiedorf-Effelter, Bajorország, Németország, <http://bioenergiedorf-effelter.de/>
- [24] Canberra 100% Renewable, ACT Government, Leading Innovation with 100% Renewable Energy by 2020, <https://www.canberratimes.com.au/national/act/act-commits-to-100-per-cent-renewable-energy-target-by-2020-simon-corbell-20160428-goh1l9.html>
- [25] *City of Aspen case study*, Renewables 100 Policy Institute's Go 100% website
- [26] *Dardesheim Renewable Energy Projects* (2012), Dardesheim, Szász-Anhalt, Németország, http://www.wind-works.org/cms/index.php?id=38&tx_ttnews%5Btt_news%5D=189&cHash=75a1d9b4e049d653d9675663850eefce
- [27] Energy Academy/*Energy Program*, Samsø, Denmark, <https://energiakademiet.dk>
- [28] *Energy City Frederikshavn Municipality*, 2006, <http://energycity.dk/>

- [29] *Energy Region Aller-Leine-Tal*, Alsó-Szászország, Németország,
http://www.rethem.de/wDeutsch/RATHAUS/Energieregion/DownloadsEnergieRegion/Vortrag_RotaryJugendCamp.pdf
- [30] *FWR Energie Genossenschaft, Großbardorf*, Bajorország, Németország,
<http://www.grossbardorf.rhoen-saale.net/Gemeinschaftsprojekte/FWR-Energie-Genossenschaft>
- [31] *Güssing Renewable Energy*, www.gussingrenewable.com
- [32] *National Renewable Energy Laboratory's Aspen case study*
- [33] Popular Mechanics, 2016,
<http://www.popularmechanics.com/science/energy/a24372/las-vegas-renewable-energy/>

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.