



Közösségi hőenergia-tervezés Bükkszentkereszten – egy kooperatív akciókutatás tapasztalatai

CSONTOS Csaba Péter¹ , HARMAT Ádám^{1,2} , NAGY Bence³, CAMPOS, José¹ ,
 MUNKÁCSY Béla¹ 

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék 1117 Budapest,
 Pázmány Péter sétány 1/C; email: csontoscsabapeter@gmail.com; zeca@student.elte.hu;
 munkacsy.bela@ttk.elte.hu;

²WWF Magyarország, 1141 Budapest, Álmos vezér útja 69/A email: adam.harmat@wwf.hu;

³Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Neveléstudományi Doktori Iskola
 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C; nagy.bence@ppk.elte.hu

Kulcsszavak: hőenergia-tervezés; közösségi tervezés; helyi megújuló energiaforrások; légszennyezettség; szemléletformálás, környezeti nevelés

Összefoglalás: Az ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékének energiaföldrajzi és hőenergia-tervezési kutatásai immár 10 éve folynak a Bükk térségében, az energetikai átállás felgyorsítása érdekében. Kutatásunk legutóbbi állomása Bükkszentkereszt község, ahol először 2021-ben, majd 2023-ban is megtörtént a háztartások energiafelhasználásának átfogó vizsgálata. A kooperatív akciókutatás a helyzetfelméréssel vette kezdetét. Az adatgyűjtés alapját házról-házra történő és online kérdőívezés, illetve helyszíni épülettípológiai felvételezés jelentette, továbbá felhasználtuk a településen folyó légszennyezettség-mérés eredményeit is. A kutatás közben gyakorlati jellegű célt is kitűztünk: a légszennyezettség csökkentése a tűzifa tudatosabb felhasználása révén, valamint az energiaszegény családok helyzetének javítása. A munka távlati célja a település hőenergia-tervezésének szakmai támogatása és egy száraz, „konyhakész” tűzifát biztosító energiaudvar létrehozása.

Bevezetés

Napjaink egyik fő feladata az energiarendszer környezetközpontú átalakítása. Ennek célja a környezetterhelés radikális csökkentése, eszközei pedig egyfelől a felhasznált energiaforrások mennyiségének csökkentése (az energiahatékonyság és energiatudatosság előtérbe helyezése), másfelől a fennmaradó energiaigénynek minél teljesebb körű kielégítése helyi megújuló energiaforrásokkal (Hansen et al. 2019; Munkácsy et al. 2011). A fentiek szem előtt tartásával már egy évtizede végzünk kutatási tevékenységet a Bükkben azzal a céllal, hogy az energetikai átmenethez, így a települési szintű hőenergia-tervezéshez támpontokat adjunk (Munkácsy et al. 2017; Csontos et al. 2020; Campos et al. 2021).

Anyag és módszer

Vizsgálati terület és az alapprobléma bemutatása

Alkalmazott kutatásunk az ország egyik leginkább erdősült környezetében, Bükkzentkeresztben valósult meg. A mintegy 1100 lakosú, tálalakú völgyben fekvő településen régóta gond, hogy a szeptembertől-májusig tartó fűtési időszakban, a WHO éves határértékét ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akár többszörösen is meghaladó $\text{PM}_{2,5}$ immisszió mérhető, amely tartós szmogot eredményez. Emiatt az ingatlanok áraiban jelentős eltérések alakultak ki annak fényében, hogy azok a völgy aljában vagy annak felső peremén épültek-e, vagyis mennyire vannak kitéve a szmognak. Mindez az életminőség mellett az idegenforgalomra és a befektetésekre is kihat.

Adatgyűjtés és adatelemzés módszertana

A kutatás első lépésében, 2021. szeptemberében, házról-házra történő adatgyűjtéssel mértük fel a lakosság energiafelhasználására vonatkozó jellemzőket, a fűtési célra és a használati-melegvíz előállítására felhasznált energiaforrások típusát, mennyiségét. Az adatgyűjtéssel a háztartásoknak kiemelkedően nagy részét, 37%-át (163 családot) sikerült elérnünk. Ezen túl épülettipológiai felmérést is végeztünk Csoknyai et al. (2014) módszertanának felhasználásával. Az adatokból térbeli és lineáris hőigénysűrűség-számításokat végeztünk annak érdekében, hogy képet kapjunk egy távhőrendszer létrehozásának lehetőségéről.

A jelentős energiaár-növekedés és az ebből következő meglepően kiterjedt fogyasztás-átrendeződés miatt az adatgyűjtést újra el kellett végezni 2023-ban is. Ezúttal online adatgyűjtést alkalmaztunk, amellyel a háztartások 20%-át (95 családot), vagyis a hasonló kutatásokban megszokott arálynak sokszorosát értük el.

A kutatás következő lépéseként négy műszaki megoldás megvalósíthatóságát vizsgáltunk. Minden forgatókönyv esetében számításba vettük a háztartásokban felhasznált primer energia mennyiségének csökkentését, amit műszaki, tehát energiahatékonysági (pl. szigetelés, nyílászáró csere) és energiatudatossági beavatkozásokkal (Oliveira Panão 2024) lehet elérni. A vizsgált forgatókönyvek:

a) A település egészét lefedő, legalább 4. generációs távhőrendszer kiépítése. Ezáltal az összes háztartási hőigény fenntartható módon fedezhető lenne a környező erdőkből származó száraz tűzifával és egy központi falufűtőmű esetén a szállópor-kibocsátás is kontrollálható lenne, ráadásul megszűnne a kommunális hulladékok égetése. Ugyanakkor a távhőrendszer kiépítésének és hálózatra kapcsolódó lakóházak épületenergetikai felújításának jelenleg nincs realitása állami támogatások hiányában.

b) Kisebb léptékű távhőrendszer kiépítése. A település központi részét, főleg a nagyfogyasztó középületeket érinthetne egy ilyen fejlesztés, amely az a) ponthoz képest nagyságrenddel kisebb befektetést igényelne, de nem csökkentené jelentősen a település légszennyezettséget, ezért ezt a megoldást is kizártuk.

c) A háztartási hőszivattyús fűtési rendszerek elterjesztése. A hőszivattyúzásra való minél teljesebb áttérés szintén tökéletes, ráadásul az épületek energetikai felújítása ebben az esetben sem kerülhető el. Az átállási folyamat csak lassabban éreztetné hatását és hosszú távon csak napelemes rendszerekkel összekapcsolva jelenthetne valódi megoldást. Azonban a szaldóelszámolás rendszerének közelmúltban történt megszüntetése miatt ez sem tekinthető racionális fejlesztési irányynak.

d) A meglévő fatűzelési rendszerek korszerűsítése és a helyes tűzelés gyakorlatát elősegítő központi energiadvar kiépítése. A kihívás ez esetben az, hogy a háztartások fűtési rendszerét fel kell készíteni a hatékonyabb égés során rövid időn belül felszabaduló hő eltárolására. A projektet kiszolgáló energiadvar telephelyének kijelölése és az üzemeltetés üzleti modelljének kialakítása fontos elemek. Lényeges, hogy egy ilyen beruházás tőkeigénye pályázatok segítségével könnyebben előteremthető, a megvalósítási idő rövid és a folyamatba bevonható az egész közösség. Ezért további vizsgálatunk fókuszába ezen koncepció kidolgozása került.

A d) pontban megfogalmazottak elérése érdekében fókuszcsoporthoz találkozókat szerveztünk az érdekelt felekkel (lakosság, helyi döntéshozók, erdészetek, nemzeti park igazgatóság), valamint feltérképeztünk olyan jó gyakorlatokat, amelyek esetünkben relevánsak. Emellett egyszerűsített költség-haszon elemzést is végeztünk. Feltártuk a projekt várható pozitív hozadékait, amelyek közül kiemelkedik a minőségi tűzelőanyaghoz való hozzáférés az év bármely szakában, ráadásul a vásárló által kért mennyiségben. Negatív következmény viszont a jelenleg tűzifa forgalmazásból élő vállalkozók megélhetésére való hatás.

Nagy hangsúlyt helyeztünk a társadalmi bevonásra és szemléletformálásra. Ennek fontos lépéseit a helyi általános iskola felső tagozatában megrendezett témnapjaink jelentették, ahol a "fűstmentes" begyűjtés elméletéről és gyakorlatáról, illetve a tartamos erdőgazdálkodás alapvetéseiről tanulhattak a nemzeti park és a helyi erdészet szakértőinek segítségével.

A kibocsátások mértékére, lehetséges változására vonatkozóan a LEAP energiatervezési szoftverrel végeztünk számításokat.

Eredmények

A különböző módszerrel végrehajtott hőenergia-felmérés alapján egy energetikai értelemben elavult épületállomány képe rajzolódik ki elavult épületenergetikai jellemzőkkel. A fűtési energiamixben (beleértve a használati melegvíz előállítását) a tűzifa ~75%-os dominanciája érvényesül, ami az erdő közelségével, a földgáz-hálózat hiányával és a települési PB-gáz hálózat szolgáltatásának magas árával magyarázható.

A LEAP energiatervezési szoftver alkalmazásával feltártuk a lehetséges kibocsátáscsökkentés mértékét. A kutatás rávilágított, hogy a vártnál lényegesen nagyobb – a potenciálisan elérhetőnél háromszor magasabb – szállópor imisszió főleg a fatűzelés rossz gyakorlatával, így a begyűjtés helytelen technikájával és a nem kellően száraz (30-40% nedvességtartalmú) tűzifa felhasználásával magyarázható.

Az előzetesen vizsgált és felvázolt négy megoldás közül - gazdasági szempontokat is mérlegelve, és a település vezetésével egyetértésben - végül az utolsó, "d" pont kapcsán, nevezetesen a fatűzelés korszerűsítésére, a száraz fa felhasználásának lehetőségeire fókuszálva folytattunk további vizsgálatokat. Ennek során – a helyi közösség intenzív bevonásával – egy energiadvar létesítésének koncepcióját dolgoztuk ki, amely az év bármely időszakában képes lenne biztosítani a lakosság számára a megfelelő minőségű, alacsony nedvességtartalmú tűzifát. Az egyszerűsített költség-haszon elemzés eredménye szerint a száraz konyhakész tűzelő magasabb fűtőértéke miatt, a tűzifa ára előreláthatólag mindössze ~8-10%-kal nőne, ám ezt kompenzálná a magasabb fűtőértékből fakadó alacsonyabb tűzelőigény.

Ugyanakkor a szállópor-kibocsátás csökkentéséhez elengedhetetlen, hogy a lakosság megfelelő tájékoztatást kapjon a projekt részleteiről, továbbá érdekeltté váljon az egyéni és közösségi energiafelhasználási szokások megváltoztatásában. 2022 és 2024 között hat szakmai és lakossági fórumot tartottunk, három falugyűlésen vettünk részt. A lakosság tájékozódhatott a kutatás eredményeiről, a tisztább háztartási fatüzelés elméleti és gyakorlati praktikáiról. Ezeknek is köszönhető, hogy a tervezett energiaudvarból való minőségi tűzifa-vásárlás lehetőségével a kérdőíves visszajelzés alapján a lakosság ~30%-a élne.

Az energiaudvar koncepciója két alternatív helyszín vonatkozásában tett javaslatot a létesítmény méretére, gépparkjára, az alkalmazandó technológiára, de készült számítás a befektetés és üzemeltetés költségeire is.

A kutatás feltárta, hogy ha a település összes háztartása megfelelően fűtene, a szállópor-kibocsátás ~66%-kal csökkenne, amely a településen közel 16 tonna/év PM_{2,5} kibocsátás-csökkentést jelentene. Emellett a felhasznált tűzifa mennyisége 10%-kal csökkenne. Megfelelő hőtárolási rendszerek (egyedi fűtés esetén pl. megfelelően rakott és karbantartott tömeg- és cserépkályhák, központi fűtés esetén köbméteres léptékű vizes puffertartályok) elterjedésével ez az érték tovább csökkenthető.

Megvitatás

A kutatásunk rávilágított arra, hogy kistelepüléseinken a lokális hőenergia-tervezés bár kulcsfontosságú, ám humán és anyagi erőforrások híján nem megvalósítható. Ezért javasoljuk, olyan, ideális esetben járási szintű, energiatervező központok felállítását, amelyek széles spektrumú szakmai támogatással képesek irányt mutatni a (hő)energia-tervezésben és az energetikai átállásban.

Tanulságos fejleményként kell értékeljük az energiaudvar-koncepció kidolgozásának utolsó állomását, amikor a már társadalmi bevonással kiérlelt dokumentumot online felületen is elérhetővé tettük. Ennek eredményeképpen ugyanis olyan lakók is kifejtették a nézeteiket – döntően a telephelyválasztás kérdésében –, akik a korábbi véleményezési körökbe nem kapcsolódtak be. A koncepció tehát még a legutolsó fázisban is érdemi átalakuláson ment keresztül. Ez a legutolsó visszajelzési kör felszínre hozta a Not-In-My-Back-Yard (NIMBY) jelenséget – vagyis az irracionális és racionális érvek keveredését a telephelyválasztás kapcsán. Magas zajterhelést vélelmeztek, ami azonban megfelelő géppark és munkarend megválasztásával bizonyosan kordában tartható, ellentétben a jelenlegi tűzifa-előkészítés gyakorlatával, amelynek magas zajterhelése szinte folyamatosan jelentős probléma a faluban. Racionálisabb ellenérv volt a nehéz megközelíthetőség, ami kisebb útfelújítással nyilván javítható volna. A fentiek alapján elmondható, hogy a társadalmi bevonás jelentősége még az előzetes várakozásainknál is fontosabb. A közösségi támogatás megnyeréséhez a szemléletformálás mellett a megfelelő kommunikációs csatornák és események kiválasztása alapvető fontosságú.

A kutatás felismerése továbbá, hogy még a generációk sokasága óta az erdő közelségében élő emberek döntő többsége sem rendelkezik a szükséges ismeretekkel a tiszta és hatékony fatüzelés elméletéről és gyakorlatáról. Ebből az is következik, hogy a fűtési rendszerek legnagyobb része alkalmatlan arra, hogy a hő tárolásával lehetővé tegye a megfelelő tűzifa-égési folyamatot. Ez rávilágít a gyakorlatorientált szemléletformálás szükségességére, amely a helytelenül berögzült fűtési szokások miatt minden korosztály számára hiánypótló lenne, bele-

értve közoktatást is. Sajnos a jelenlegi, az efféle gyakorlati problémáktól elzárkózó tanár- illetve tanítóképzés erre nem ad alapokat. Mindezek megújítása sürgető és kulcsfontosságú, mert enélkül megakad a fenntartható energiarendszer felé való magyarországi átmenet.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Bizottság "Energy Poverty Advisory Hub" (EPAH) programjának támogatásával valósult meg. A sokéves munka során folyamatos segítséget kaptunk Bükkszentkereszt község lakosságától, önkormányzati képviselőitől és polgármesterétől, Solymosi Konrádtól, amit ezúton is köszönünk! Hálasak vagyunk a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság és az Északerdő Zrt. Délbükki Erdészeti Igazgatóság vezetőségének és munkatársainak a projekt támogatásáért és a közös munkáért.

Irodalom

- Campos, J., Csontos, Cs., Harmat, Á., Csüllög, G., Munkácsy, B. (2021): Individual heat pumps as an opportunity for smart and sustainable heating in rural communities. In: Berki, M., Szabó, P. (szerk.) Smart Opportunities for Rural Communities in 2021–2027: Paper Proceedings
- Csoknyai T., Hrabovszky-Horváth S., Seprődi-Egeresi M., Szendrő G. (2014): Lakóépület tipológia Magyarországon (Háttér tanulmány a Nemzeti Épületenergetikai Stratégiához. https://episcope.eu/fileadmin/tabula/public/docs/brochure/HU_TABULA_TypologyBrochure_BME.pdf
- Csontos, Cs., Soha, T., Harmat, Á., Campos, J., Csüllög, G., Munkácsy, B. (2020): Spatial analysis of renewable-based hybrid district heating possibilities in a Hungarian rural area. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 28: 17–36. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.3661>
- Hansen, K., Breyer, C., Lund, H. (2019): Status and perspectives on 100% renewable energy systems. *Energy*, 175: 471–480, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.03.092>
- Munkácsy B. [szerk.] (2011): Erre van előre! Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon Vision 2040 Hungary 1.0; ISBN: 9789630820240 <https://munkacsy.web.elte.hu/ERRE%20VAN%20ELORE%201.2x.pdf>
- Munkácsy B., Harmat Á., Soha T., Havas M., Csontos Cs., Darabos G. (2017): A decentralizált villamosenergia-tárolás a térbeliség tükrében: Vizsgálatok egy bükki mintaterületen. In: XII. Óbudai Energetikai Konferencia
- Oliveira Panão, M. J. N. (2024): Energy ratings as drivers of energy sufficiency in residential buildings: A comprehensive review and future directions, *Energy and Buildings*, 320: 114583, doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114583

Community thermal energy planning in Bükkszentkereszt - experiences from a cooperative action research project

Cs.P. CSONTOS¹ , Á. HARMAT^{1,2} , B. NAGY³, J. CAMPOS¹ , B. MUNKÁCSY¹ 

¹Eötvös Loránd University, Faculty of Natural Sciences, Department of Environment and Landscape Geography
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C;

²WWF Hungary, 1141 Budapest, Álmos Vezér útja 69/A

³Eötvös Loránd University, Faculty of Education and Psychology, Doctoral School of Education,
1075 Budapest, Kazinczy utca 23–27.

Keywords: air pollution; community planning; community design; local renewable energy sources; thermal energy planning; attitude formation, environmental education

The Department of Environmental Geography and Landscape Geography of ELTE has been conducting research on energy geography and thermal energy planning in the Bükk region for 10 years to accelerate its energy transition. The latest stage of our research is the village of Bükkszentkereszt, where a comprehensive study of household energy use was carried out first in 2021 and then again in 2023. The cooperative action research started with a situation assessment. The data collection was based on door-to-door and online questionnaires and on-site building surveys, as well as on the results of the air pollution monitoring in the municipality. In the process, we also set a practical objective, namely to reduce air pollution through a more conscious use of firewood and to improve the situation of families affected by energy poverty. The longer-term aim of the work is to provide professional support for municipal thermal energy planning and to set up an energy yard providing dry, "kitchen-ready" firewood.