

VÁROSI NAPENERGIA POTENCIÁL BECSLÉS SOLAR ENERGY POTENTIAL ON URBAN LEVEL

Kassai-Szoó Dominika

Szegedi Tudományegyetem Földtudományi Doktori Iskola, 6722 Szeged, Egyetem u. 2., szoo.dominika@yahoo.com

Összefoglalás. Az írás a tetők nappotenciáljának értékelésével foglalkozik városi környezetben. A vizsgált város Debrecen, Magyarország második legnagyobb városa, ahol egy tipikus épületszerkezet található. Az értékelés főbb elemei az épületekkel borított területek, a tetőtípológia és csökkentő tényezők, az árnyékolók és távolságok. Az esettanulmány eredménye meglepő, mert az épített területek csak 5 százaléka elegendő volna, még a téli időszakban is, amikor a nappálya a legalacsonyabb, hogy fedezze a háztartási melegvíz-igényt Debrecen egész lakosságának, napkollektorok segítségével.

Abstract. Present paper aims at the assessment of solar potential of roofs in urban environment. The analyzed city is Debrecen because it is the second largest city in Hungary and has a typical building stock. The main pillars of the assessment are the covered areas by buildings, a roof typology and reducing factors like the shading elements and assembly distances. The result of the case study is surprising because only 5% of the built areas would be sufficient to cover the domestic hot water demand by solar collectors for the entire population of Debrecen even for the winter period when the solar radiation is the lowest.

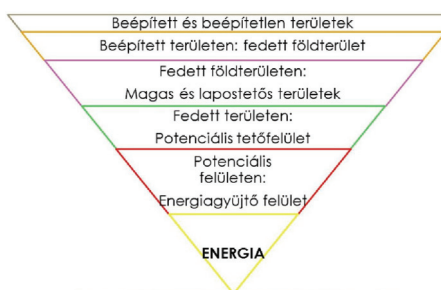
Bevezető. EU-s háttér, közel nulla, helyben termelt megújulók. Az Épületek energiahatékonyságáról szóló uniós irányelv (EPBD Recast) 2019-től új építésű középületekre, 2021-től új építésű lakóépületekre közel nulla energiateljesítmény elvárását írja elő. A Recast azt is előírja, hogy az energiaigényt nagyon jelentős mértékben megújuló energiaforrásokból kell fedezni, mégpedig helyben vagy közelben kinyert energiából. (Csoknyai et al. 2012.) A meglévő épületek számos kötöttséget jelentenek, nem lehet a különböző megújuló energiás rendszereket válogatás nélkül bármely épületben alkalmazni. A napenergia az épületállomány lényegesen nagyobb részében hasznosítható helyben vagy közelben, mint a többi megújuló energiaforrás és ez különösen igaz városi beépítés esetén. (Csoknyai, 2012.) Magyar városok tekintetében, a tetőfelületeken hasznosítható napenergia mennyiségére jól közelítő becslés ez idáig nem áll rendelkezésre. Jelen tanulmány célja nagyságrendileg rámutatni a napenergiában rejlő lehetőségekre városi beépítés esetén, és így számszerűen felhívni a figyelmet a szolár potenciál kihasználásában rejlő lehetőségekre az energiateljesítmény csökkentése érdekében, továbbá egy olyan módszertan megalkotására, mely más városok esetében is alkalmazható.

Módszertan. A tetőpotenciál becslésének módszertani lényege két alapvető gondolatmenetet követ. Tető-típológia alkalmazása és felületek meghatározása megfelelő sorrendben a benapozást befolyásoló tényezők figyelembevételével. (1. ábra) Elsőként a beépített és a beépítetlen területeket (szántó, mező) választottuk szét, majd számszerűsítettük. A következő lépésben a beépített területeken az épületek által fedett földterületek (A_{ft}) kerültek meghatározásra. A fedett földterületeken szétválasztottuk és megmértük a magas-tetős (A_{fmt}) és a lapostetős (A_{flt}) épületek által fedett területeket, százalékos arányban. Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány (Csoknyai, 2012) tipológiája lett figyelembe véve, mely déli tájolású, 40° dőlésszögű napenergia-

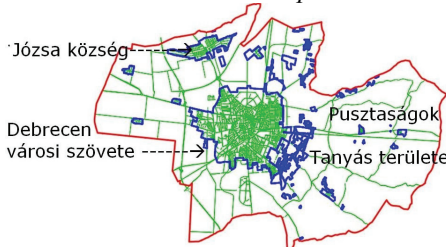
gyűjtő felületekre koncentrálnak. Magastetők esetében a tetők számtalan formai variációja és tájolása miatt tetőtípológia, és szolár potenciál szorzó tényező (k_p) került kidolgozásra. A szolár potenciál tényező (k_p) két fontos hatás becslését tartalmazza. Az egyik a tetőfelületek tájolásból adódó, D-i és D-től 90° -ban K-i és Ny-i irányba tájolt napenergia-gyűjtésre alkalmas felületek százalékos mértéke, a másik a szomszédos épületek egymásra gyakorolt és egyéb a településre jellemző, például magas utcai fásorok árnyékoló hatásai. A fedett földterületeken meghatározásra került az a potenciális tetőfelület, amelyen elhelyezhetők a szolár energiagyűjtő szerkezetek.

Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány eredményei lettek alapul véve (Csoknyai, 2012), magastetők esetében pedig a fedett területek potenciál tényezővel csökkentett értéke (A_{pfmt}). Az így kapott eredmény a vízszintes síkban értendő felület, ezért a potenciális magastető felület (A_{pmt}) növelni kell átlagosan 40° -os tetőhajlásszöveget feltételezve. A potenciális tetőfelület (A_{pmt})

azonban még nagyobb, mint maga az energiagyűjtő felület (A_{emt}), hiszen ez az érték még tartalmazza a különböző tetőfelépítményeket, az energiagyűjtő keretét. Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány (Csoknyai, 2012) számszerű adatainak arányai lettek figyelembe véve. Magastetők esetében pedig szintén egy csökkentő szorzó tényező, az ún. beépíthetőségi tényező (k_b) került meghatározásra Csoknyai (2012) korábbi vizsgálataira alapozva. Végül az energiagyűjtő felületek számszerű birtokában kiszámítható a rajta keresztül hasznosítható napenergia mennyisége akár nap-elemmel, akár napkollektorral. Lapostetők esetén csak D-i tájolású energiagyűjtők lettek figyelembe véve, hiszen a tájolás és a dőlés szabadon választható. Magastetők esetében a pontosabb becslés érdekében külön meghatározhatóak a K-i és Ny-i, a D-i valamint a Dk-i és Dny-i tájolású abszorberfelületek a tájolást kifejező tényezők ($k_{K,Ny}$, k_D , $k_{Dny,Dk}$) segítségével, melyek a településen előforduló K-i és Ny-i, a D-i valamint a Dk-i és Dny-i tájolású tetőfelületek százalékos előfordulását tartalmazza.



1. ábra: Módszertani piramis



2. ábra: Debrecen teljes közigazgatási területe és a vizsgált városi szövet

Esettanulmány Debrecenre. Debrecen Magyarország ÉK-i részén helyezkedik el és Magyarország második legnagyobb városa. Az esettanulmány kizárólag Debrecen városi szövetével foglalkozik, és a szoláris tetőpotenciálra vonatkozó becslést is erre adja (2. ábra). Debrecen városi szövete magyarországi viszonylatban mindenképpen tipikusnak mondható, jellemző rá, hogy a belső városmagot, méretéhez képest nagy kiterjedésű kertvárosias-falusias beépítés veszi körül, több emeletes lakótelepek, nagy intézményi- és ipari területek beékelődésével. Az esettanulmányban Debrecen városi szövetén belül, 31 mintavételezési helyen összesen mintegy 630 épület lett megvizsgálva, mely helyeken rögzítésre kerültek a tetőtípusok, az épületek által fedett összterület, mintavételezési hely területe, a mintavételezési szigeten jellemző utcátájolások, benapozást gátló tényezők. Magastetők esetében a becslés alapját tetőtípológia szolgálja. A vizsgálatok alapján, egyértelműen az alábbi magastető típusok vannak jelen Debrecen városi szövetében, melyek a becslés alapját szolgálják tetőtípológiaként (3. ábra). Lapostetők esetén a becslés alapjául egy korábbi tanulmányban szereplő értékek lettek figyelembe véve. (Csoknyai, 2012) A becsléshez szükség volt Debrecen digitális alaptérképére, statisztikai adatokra a város területéről, közigazgatási határáról. A vizsgálatokhoz az informatikai háttérrel az ArchiCad és az Excel program, a GoogleEarth és a norc.hu biztosították. A módszertanban leírt metódika alapján, Debrecen tetőfelületein elhelyezhető abszorber. Mivel az esettanulmányban a kollektorok által hasznosítható hő került kiszámításra, melynek alapja a tájolásokra bontott energiagyűjtő felületek mértéke. A számítások a kereskedelmi forgalomban kapható, jó minőségű szelektív síkkollektorok és vákuumcsöves kollektorok feltételezésével készültek el. Meghatároztuk továbbá a rendszerhatásfokokat, a kollektorok dőlésszögét, a városra érkező évi sugárzás, teljesítmény csökkentő tényezőket.

Kollektorok által hasznosítható hő: $Q_A = A_e \cdot G_o \cdot k \cdot SE$, ahol: Q_A : tetőfelületen hasznosítható hő, tájolás szerint (kWh/év), A_e : energiagyűjtő felület, tájolás és kollektor típus szerint (m²), G_o : érkező évi sugárzás (kWh/m²év), k : teljesítménycsökkentő kollektor dőlésszög és tájolás függvényében, SE : rendszer hatásfok.

Debrecen városára éves viszonylatban számítva: Síkkollektorral: $Q_A = 941.390.448$ kWh/év. Vákuum kollektorral: $Q_A = 1.316.727.148$ kWh/év

Kérdéses azonban, hogy téli időnyben is elegendő hő hasznosítható-e az egész város lakosságának. Rendelkezésre állnak Debrecen városára egy klímanorma időszakot felölelő

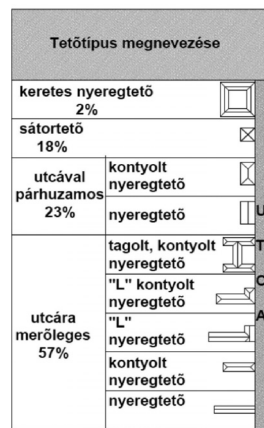
napi szinten jegyzett besugárzási adatok 1981-2010-ig (Zalai et al. 2013). A számítások szerint a 30 év alatt december hónapban a legalacsonyabb a sugárzás értéke, így ez a legkritikusabb hónap. December hónapban a besugárzás értéke, 30 évi átlagot tekintve: $G_{oD} = 27,864$ kWh/m² hónap. Ennek alapján decemberben síkkollektorral: $Q_A = 20.302.556,49$ kWh/hónap vákuum kollektorral: $Q_A = 28.397.279,61$ kWh/hónap hő hasznosítható Debrecen potenciális tetőfelületein. Debrecen lakossága 207 594 fő. Átlagos felhasználói melegvíz igényt alapul véve, az 1 főre jutó havi használati melegvíz előállításához szükséges hőigénnyel kalkulálva Debrecen városában, december hónapban: síkkollektorral 235 037 főnek, vákuumkollektorral 328 748 főnek biztosítható használati melegvíz.

Összegzés. A dolgozatban elkészített becslés rámutat a napenergiában rejlő potenciálra, hiszen nagyságrendileg Magyarország második legnagyobb városa csak a tetőfelületein keresztül évente ~1 TWh/év hőenergiát tud előállítani, amely tetőfelület a város beépített területének csupán 5%-a. (4. ábra). A becslés rámutat arra is, hogy a potenciális tetőfelületeken

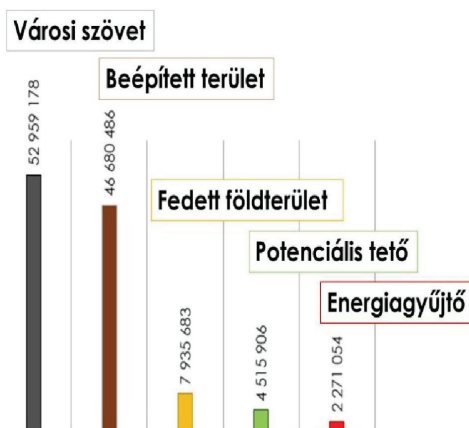
begyűjtött és kollektorokkal előállított hőenergia az év besugárzás szempontjából legkritikusabb hónapjában, decemberben is biztonsággal fedezni tudja Debrecen teljes lakosságának használati melegvíz előállítását.

Közönetnyilvánítás.

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.



3. ábra: Tetőtípológia és az egyes típusok előfordulása Debrecenben



4. ábra: Területek

Irodalom

Csoknyai, T., 2012: Napelemes rendszer alkalmazásának városenergetikai szintű vizsgálata. *Debreceni Egyetem Műszaki kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék*, pp. 3
 Csoknyai, T., Kalmár, F., Szalay, Zs., Talamon, A. és Zöld, A., 2013: A megújuló energiaforrásokat alkalmazó közel nulla energiafogyasztású épületek követelményrendszere Tanulmány a Belügyminisztérium részére. *Debreceni Egyetem Műszaki kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék*, pp. 80
 Zalai, S., Auer, I., Hiebl, J., Milkovich, J., Radim, T. Stepanek, P., Zahradnicek, P., Bihari, Z., Lakatos, M., Szentimrey, T., Limanowka, D., Kilar, P., Cheval, S., Deak, Gy., Mihic, D., Antolovic, I., Mihajlovic, V., Nejedlik, P., Stastny, P., Mikulova, K., Nabyvanets, I., Skyryk, O., Krakovskaya, S., Vogt, J., Antofie, T., Spinoni, J., 2013: Climate of the Greater Carpathian Region. Final Technical, www.carpatclim-eu.org.