

VÁROSI NAPENERGIA POTENCIÁL BECSLÉS

Kassai-Szoó Dominika
szoo.dominika@yahoo.com

Abstract

Keywords: utilization of solar energy, solar potential of roofs, roof typology, methodology, assessment

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.

1. 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 energiafelhasználást tesz kötelezővé.

A Recast azt is előírja, hogy az energiaigényt nagyon jelentős mértékben megújuló energiaforrásokból kell fedezni, mégpedig helyben vagy közelben kinyert energiából.

(CSOKNYAI T., KALMÁR F., SZALAY ZS., TALAMON A., ZÖLD A., 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 T., 2012.)

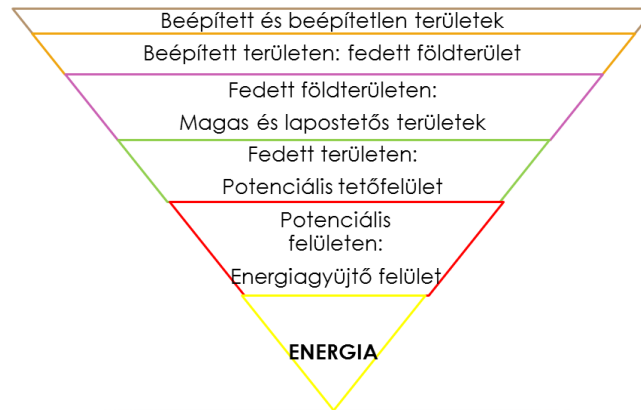
Magyar városok tekintetében, a tetőfelületeken hasznosítható napenergia mennyiségére jól közelítő becslés ezidáig nem áll rendelkezésre.

Jelen tanulmány célja, nagyságrendileg rámutatni a napenergiában rejlő lehetőségekre városi beépítés esetén, és így számszerűen felhívni a figyelmet a szoláris potenciál kihasználásában rejlő lehetőségekre az energiafogyasztás csökkentése érdekében, továbbá egy olyan módszertan megalkotása, mely más városok esetében is alkalmazható.

2. Módszertan

Top-down leírás, magastető esetének részletezésével

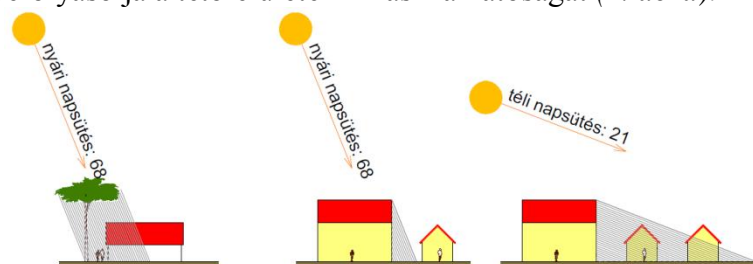
A tetőpotenciál becslésének módszertani lényege két alapvető gondolatmenetet követ. Tetőtípológia alkalmazása és felületek meghatározása megfelelő sorrendben a benapozást befolyásoló tényezők figyelembevételével. (1. ábra)



1. ábra: Módszertan piramis

- 1) Elsőként a beépített és a beépítetlen területeket (szántó, mező) választottuk szét, majd pedig számszerűsítettük.
- 2) A következő lépésben a beépített területeken az épületek által fedett földterületeket határoztuk meg (A_{ft}).
- 3) A fedett földterületeken szétválasztottuk és megmértük a magastetős (A_{fmt}) és a lapostetős (A_{flt}) épületek által fedett területeket, százalékos arányban.
- 4) Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány (CSOKNYAI T., 2012) tipológiáját vettük figyelembe, mely déli tájolású, 40° dőlésszögű napenergiagyűjtő felületekre koncentrált, míg magastetők esetében a magastetők számtalan variációja és tájolása miatt tetőtípológiát, és szolár potenciál szorzó tényezőt (k_p) dolgoztunk ki:
 - a) A tetőtípológia számba veszi mindazon jellegzetes tetőidom formákat melyek jellemzően előfordulhatnak városokban és vizsgálatok alapján, utcátájolások segítségével megbecsüli az adott településen azok százalékos előfordulását.
 - b) A szolár potenciál tényező (k_p) két fontos hatás becslését tartalmazza:
 - a tetőfelületek tájolásból adódó, D-i és D-től 90° -ban K-i és Ny-i irányba tájolt napenergiagyűjtésre alkalmas felületek százalékos mértékét, mely utcátájolás szerinti összesített magastető potenciál tényező (k_{ut}) megnevezést kapta
 - a szomszédos épületek egymásra gyakorolt és egyéb a településre jellemző, például magas utcai fasorok árnyékoló hatásait, mely az árnyékhatás szerinti magastető potenciál tényező (k_a) megnevezést kapta

A k_p szolár potenciál tényező a fenti két tényezőt annak mértékében összesíti, amilyen mértékben az befolyásolja a tetőfelületek kihasználhatóságát (2. ábra).



2. ábra: k_p tényezőt befolyásoló árnyékhatások

- 5) A fedett földterületeken meghatároztuk azt a potenciális tetőfelületet, amelyen elhelyezhetőek a szolár energiagyűjtő szerkezetek. Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány eredményeit (CSOKNYAI T., 2012) vettük alapul. Magastetők esetében:

$$A_{pfmt} = A_{fnt} * k_p$$

Az így kapott eredmény a vízszintes síkban értendő felület, ezért a potenciális magastető felület (A_{pmt}) átlagosan 40° -os tetőhajlásszöget feltételezve:

$$A_{pmt} = A_{pfmt} / \cos 40^\circ$$

- 6) A potenciális tetőfelület (A_{pmt}) azonban még nagyobb, mint maga az energiagyűjtő felület (A_{emt}), így annak meghatározása volt a következő lépés.

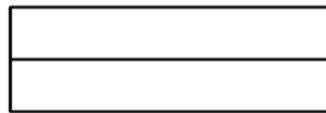
Lapostetők esetében egy korábbi tanulmány (CSOKNYAI T., 2012) számszerű adatainak arányait vettük figyelembe.

Magastetők esetében pedig szintén egy csökkentő szorzó tényezőt, az ún. beépíthetőségi tényezőt (k_b) határoztuk meg egy korábbi tanulmány vizsgálataira alapozva (CSOKNYAI T., 2012):

$$A_{emt} = A_{pmt} * k_b$$

A k_b beépíthetőségi tényező tartalmazza mindazon elemeket amelyek csökkentik a tetőkön elhelyezhető abszorber felületét, számát, mint például tetőfelépítmények (kémények, szellőzők), tetőelemek (tetőszélek) (3. ábra).

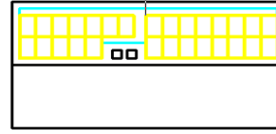
Felülnézet:



Napkollektor variációk kiterített tetőre:



PV variációk kiterített tetőre:



3. ábra: Variációk tetőfelületen napenergiagyűjtő elemek elhelyezésére

- 7) Végül az energiagyűjtő felületek számszerű birtokában kiszámítható a rajta keresztül hasznosítható napenergia mennyisége akár napelemmel, akár napkollektorral. Lapostetők esetén mint már említettük csak D-i tájolású energiagyűjtőket vettük figyelembe, 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:

$$A_{emt K,Ny} = A_{emt} * k_{K,Ny}$$

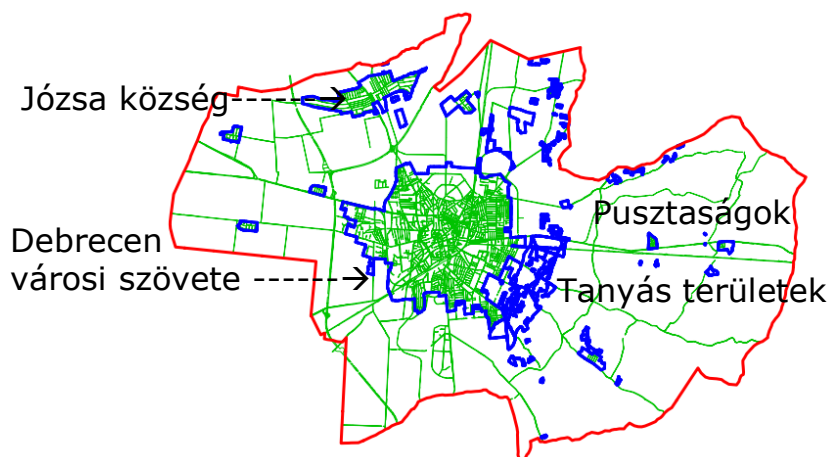
$$A_{emt D} = A_{emt} * k_D$$

$$A_{emt DNy,Dk} = A_{emt} * k_{DNy,Dk}$$

A $k_{K,Ny}$, k_D , $k_{DNy,Dk}$ tényezők a településen előforduló K-i és Ny-i, a D-i valamint a Dk-i és Dny-i tájolású tetőfelületek százalékos előfordulását tartalmazza.

3. 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 (4. ábra).



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

Debrecen városi szövete Magyarországi viszonylatban mindenképpen tipikusnak mondható, városi szövetére jellemző, hogy a belső városmagot, méretéhez képest nagy kiterjedésű kertvárosias-falusias beépítés veszi körül, több emeletes lakótelepek, nagy intézményi- és ipari területek beékelődésével.

Típusterületek

Az esettanulmányban Debrecen városi szövetén belül összesen mintegy 630 épületet vizsgáltunk meg, és mintavételezési helyenként rögzítettük a tetőtípusokat, az épületek által fedett összterületet, mintavételezési hely területét, a mintavételezési szigeten jellemző utcátípusokat, benapozást gátló tényezőket.

Előjáróban szükséges elmondani, hogy határozottan elkülönülnek a magastetős és a lapostetős épülettömbökre végzett vizsgálatok. A magastetős beépítések esetén részletes teőidom vizsgálatok, míg lapostetős beépítés esetén elsősorban korábbi tetőpotenciállal foglalkozó tanulmányok eredményeit vettük figyelembe.

A vizsgálatokhoz két különböző struktúrájú mintaterületet választottunk ki, és további 31 mintavételezési szigetet.

Mintaterületek

A mintaterületek kiválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy olyan területek kerüljenek lehatárolásra, amelyek egy nagyváros több, jellegzetes beépítését tartalmazza.

A mintaterületek célja a város jellemző beépítésének megismerése volt, helyszíni bejárást szolgálták. A tetőtípusológia kidolgozása is a mintaterületen gyűjtött adatok alapján történt.

Mintavételezési szigetek

A mintavételezési szigetek szolgáltatták a számszerű adatokat a becsléshez. A lehető legpontosabb becslés érdekében, a városban további 31 mintavételezési szigetet választottunk ki.










A mintavételezési szigetek kiválasztásának feltételei:

- egységesen 250m-es sugarú körön belül elhelyezkedő terület (az ezen belül található épületek összességére történtek az összegző számítások)
- a mintavételezés helyszínének kiválasztásánál elsődleges szempont volt a a korábban alaposan szemrevételezett mintaterületeken tapasztalt beépítési struktúrák kiválasztása

Tetőtípusok

Magastetők

A vizsgálatok alapján, egyértelműen az alábbi magastető típusok vannak jelen Debrecen városi szövetében, melyek a becslés alapját szolgálják tetőtípológiaként (5.ábra).

Tetőtípus megnevezése	
keretes nyeregtető 2%	
sátortető 18%	
utcával párhuzamos 23%	kontyolt nyeregtető 
	nyeregtető 
utcára merőleges 57%	tagolt, kontyolt nyeregtető 
	"L" kontyolt nyeregtető 
	"L" nyeregtető 
	kontyolt nyeregtető 
	nyeregtető 

5. ábra: Tetőtípológia és az egyes típusok előfordulása Debrecenben

Lapostetők

A becslés alapjául egy korábbi tanulmányban szereplő lapostető típusokat vettünk figyelembe. (CSOKNYAI T., 2012)

Adatgyűjtési folyamat

A vizsgálatokhoz az alábbi adatok beszerzésére volt szükség:

- Debrecen városának digitális alaptérképének segítségével földterületek és fedett földterületek alapterülete a kiválasztott mintaterületekről és mintavételezési helyekről
- Helyszíni bejáráskor készített fotódokumentáció két kiválasztott, vegyes beépítésű mintaterületről a helyi adottságok megismerése érdekében
- Statisztikai adat város területéről, közigazgatási határáról

Felületek meghatározása (alkalmazott szoftverek)

A vizsgálatok az alábbi informatikai-térinformatikai programokkal készültek:

- ArchiCad: földterületek és fedett földterületek mérése, majd listázása, egyéb rajzok szerkesztése
- Excel: a vizsgált adatok adatbázisának létrehozása
- Google Earth: tetőtípusok azonosítása
- norc.hu: mintavételezett területek beépítésének térbeli érzékelése

A felsorolt szoftverek segítségével és a módszertanban leírt metodika alapján becsült, Debrecen tetőfelületein elhelyezhető abszorber, s mivel az esettanulmány kollektorral számol, így kollektor felület:

$$A_{\text{emt}} = 2.271.054 \text{ m}^2,$$

mely összkollektorfelület nyári idényben többszöröse a szükségesnek, téli idényben pedig biztonsággal elégséges a 207.594 fő lakosú Debrecen városának.

Termelt energia meghatározása

Az esettanulmányban kollektorok által hasznosítható hőt számítottuk, melynek alapja a tájolásokra bontott energiagyűjtő felületek mértéke.

A számítások a kereskedelmi forgalomban kapható jó minőségű szelektív síkkollektorok és vákuumcsöves kollektorok feltételezésével készítettük el.

Meghatároztuk a rendszerhatásfokokat, a kollektorok dőlésszögét, a városra érkező évi sugárzást, teljesítmény csökkentő tényezőket.

Kollektorok által hasznosítható hő:

$$Q_A = A_e * G_o * k * SE,$$

ahol:

Q_A : tetőfelületen hasznosítható hő, tájolás szerint (KWh/év)

A_e : energiagyűjtő felület, tájolás és kollektor típus szerint (m²)

G_{oD} : érkező évi sugárzás (KWh/m²év)

k : teljesítménycsökkentő kollektor dőlésszög és tájolás függvényében

SE : rendszer hatásfok

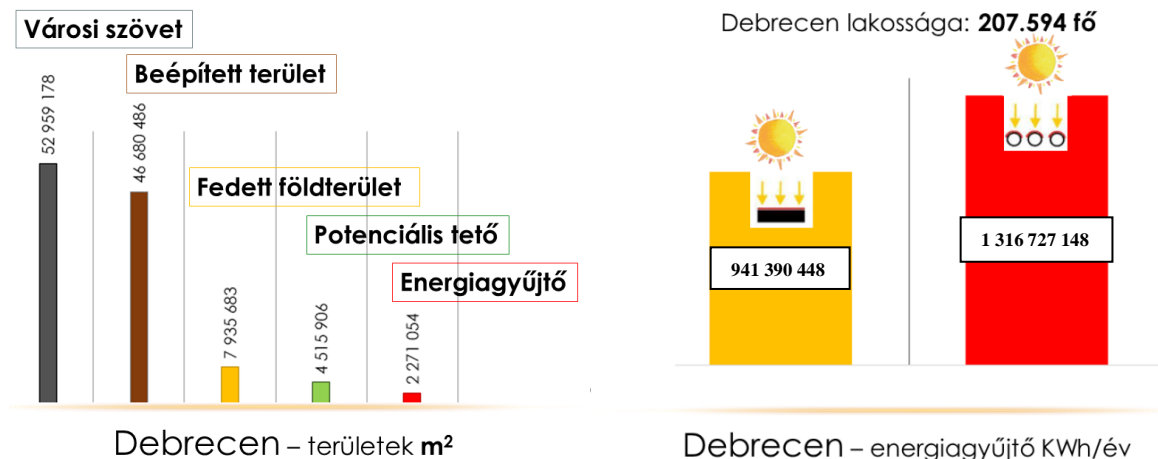
Debrecen városára számítva:

Síkkollektorral: $Q_A = 941.390.448$ KWh/év

Vákuum kollektorral: $Q_A = 1.316.727.148$ KWh/év

4. Összegzés

A dolgozatban elkészített becslés is jól mutatja a napenergiában rejlő potenciált, hiszen nagyságrendileg Magyarország második legnagyobb városa csak a tetőfelületein keresztül ~1 TWh/év hőenergiát tud előállítani, napenergia hasznosítással, amely tetőfelület a város beépített területének csupán 5%-a, fedett földterületének 10%-a (6. ábra).



6. ábra: Területek és hasznosítható energia

5. Irodalomjegyzék

CSOKNYAI T. PHD (2012): Napelemes rendszer alkalmazásának városenergetikai szintű vizsgálata
Készült a Debreceni Egyetem Műszaki kar Épületgépészeti és létesítménymérnöki tanszékén, 36 oldal

CSOKNYAI T. PHD, KALMÁR F. PHD, SZALAY ZS. PHD, TALAMON A., ZÖLD A. DSC (2013): A megújuló energiaforrásokat alkalmazó közel nulla energiafogyasztású épületek követelményrendszere
Készült a Belügyminisztérium megbízásából a Debreceni Egyetem Műszaki kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki tanszékén, 80 oldal

A cikk megjelent a Környezettudatos energiatermelés és felhasználás című konferencia kiadványban (Debrecen, 2014) a 128-133 oldalakon.
A kiadvány ISBN száma: 978-963-7064-31-9
Kiadó: MTA DAB Megújuló Energetikai Munkabizottsága