

CSALÁDI HÁZ ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSÉNEK HATÉKONYSÁG-VIZSGÁLATA

EFFICIENCY-ANALYSIS FOR ENERGY- RELATED MODERNIZATION OF A FAMILY HOUSE

Boldizsár Csongor¹, Bodnár István²

¹ Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék; H-3515 Magyarország, Miskolc- Egyetemváros; +36-70-668-0744, bcsongorb1@gmail.com

² Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék; H-3515 Magyarország, Miskolc- Egyetemváros; Telefon / Fax: +36-46-565-168, vegybod@uni-miskolc.hu

Abstract

The living creatures of the world are working by the precept of energy minimum. We would like to reduce the energy, and use it with preferable efficiency. In this disquisition we have examined the most important parts of the energy reduction - thermal insulation, solar cell and solar collector placements. We ran a life cycle assessment, and tested the energy efficient house. The tests showed how harmful or environment-friendly the new equipment's are during their whole lifetime - from the creating until they waste become.

Keywords: *energia, modernization, efficiency-analysis, thermal insulation.*

Összefoglalás

A természet törvényszerűsége szerint minden élőlény, így az ember is az energiaminimum elve alapján működik. Szeretnénk minél kevesebb energiát, minél nagyobb hatásfokkal hasznosítani. Dolgozatunkban az energia-megtakarítás kiemelt típusait vizsgáltuk meg - hőszigetelést, valamint napelem és napkollektor elhelyezését. Életciklus elemzést végeztünk el, megvizsgáltuk az energetikai korszerűsítésen átesett házat. Az eredmények megmutatták, hogy milyen mértékű környezetterheléssel járnak az újítások - a teljes életciklusukat figyelembe véve, gyártástól a hulladékká válásig.

Kulcsszavak: *energia, korszerűsítés, hatékonyság-vizsgálat, hőszigetelés.*

1. Bevezetés

Hazánkban a vidéki családi házak többsége, több mint kétfélmillió ingatlan 1945 és 1990 között épült. Egy átlagos ház tervezett élettartama 50 év, ezért az épületállomány megújítása napjainkra szükségessé vált. Az életminőség javítása mellett, a tulajdonosokat a környezettudatosság, az energiaköltségek racionalizálása, továbbá az egyszerű,

hétköznapi kérdések ösztönzik az átalakításokra. A korszerűsítés egyik indító oka a magas fűtésszámlák kifizetése, télen a hideg, nyáron pedig a túlzott felmelegedés, a közúti forgalom fokozott zajterhelése, a levegőszivárgás, valamint ami a falak gombásodásához és penészesedéséhez vezet. Ezek a problémák a jól megválasztott hőszigeteléssel megszűnnek, s akár 70 százalékkal is csökkenthetők az energiaköltségeink [4].

2. A hőtani modell alapvetései

A vizsgált épület egy 110 m² alapterületű, gázszilikát építésű családi ház, amely beépített tetőtérrel rendelkezik. A ház felállított hőtani modelljében elhanyagoltuk azokat a változókat, amelyek a felújítás előtti és utáni állapotban is megegyeznek. Például feltételeztük, hogy a felújítást követően is ugyanannyi személy él a házban, valamint ugyanannyi technikai berendezést működtetnek, mint korábban. A felállított modellben további elhanyagolásként a szellőztetést figyelmen kívül hagytuk, illetve feltételeztük, hogy ugyanolyan hőmérsékletre fűtjük fel a lakást [1].

Egy fűtési szezont három részre osztva modelleztünk: őszi, téli és tavaszi fűtési ciklus. Az őszi ciklusba az október és a november tartozik, ezeknek a hónapoknak a napi középhőmérséklet átlaga az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján, Miskolc környékén 6,5 °C, a téli ciklus hónapjainak az átlagos napi középhőmérséklete -1,6 °C. A tavaszi ciklusba tartozó hónapok a március és az április, e hónapok hőmérsékleti átlaga szintén 6,5 °C-ra adódik. A számítás során feltételezzük, hogy a lakást 21 °C-ra fűtik fel [3].

2.1. Hőtani számítás síkfal esetén

A síkfelületekre a termodinamikában használatos képletet írtuk fel a hőátzármaztatásra, ami egyszerre veszi figyelembe a falban történő hővezetést és a fal mentén létrejövő, határfelületen kialakuló hőátadását (1) [1].

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot A \quad (1)$$

Ahol: \dot{Q} [W] az adott A [m²] felületen időegység alatt átáramló hőmennyiség, más szóval a hőteljesítmény; \dot{q} [$\frac{W}{m^2}$] a síkfalban időegység alatt, felületegységenként terjedő fajlagos hőmennyiség, a hőáramsűrűség (2).

$$\dot{q} = U \cdot (T_{\text{belső}} - T_{\text{külső}}) \quad (2)$$

Ahol: $T_{\text{belső}}$ [K] és $T_{\text{külső}}$ [K] a fal környezetében elhelyezkedő külső és belső levegő hőmérséklete. Mivel hőmérsékletkülönbséggel számoltunk, megengedhető a Celsius skála használata is. U [$\frac{W}{m^2 K}$] a hőátzármaztatási tényező, ami többretegű síkfal esetén az alábbi módon számítható (3).

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{külső}}} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_{\text{belső}}}} \quad (3)$$

Ahol: $\alpha_{\text{külső}}$ [$\frac{W}{m^2 K}$] és $\alpha_{\text{belső}}$ [$\frac{W}{m^2 K}$] levegő és a síkfal közötti, általában kísérleti úton meghatározható hőátadási tényező. δ_i [m] az i-edik falréteg vastagsága, λ_i [$\frac{W}{m K}$] pedig az i-edik falréteghez kapcsolódó hővezetési anyagjellemző [1].

2.2. A hőhidak figyelembevétele

A modellezni kívánt épületben figyelembe kell venni azokat a helyeket, ahol nem egydimenziós hővezetés történik. Ilyenek például az épület sarkai, a mennyezet, a falak találkozási pontjai (koszorú), a nyílászárók kerületei, illetve a külső fal és a belső falak találkozásai. Ezeknek a felületeknek nagyobb a hő felvevő oldaluk, mint a hő leadó, így ott megnő a hőáramsűrűség. Az ilyen felületeket hőhidaknak nevezzük. A hőhidaknál fellépő plusz veszteségek figyelembevételére a 40/2012. (VIII.) BM rendlete két lehetőséget kínál: az MSZ EN ISO 1021-es szabvány szerinti, valamint egy azzal azonos eredményt adó egyszerűsített számítási lehetőséget. A korrekciós tényező meghatározására az egyszerűsített leírás-módot választottuk (4) [1].

$$U_R = U \cdot (1 + \chi) \quad (4)$$

Ahol: U_R [$\frac{W}{m^2 K}$] a falfelület hőhid hatásokkal módosított hőátadási tényezője, U a fal eredeti hőátadási tényezője, amit (3) alapján számítottunk ki; χ pedig a hőhidak hatását figyelembe vevő dimenziótlan korrekciós tényező, amit táblázatból olvashatunk ki. Meghatározásához a hőhidak

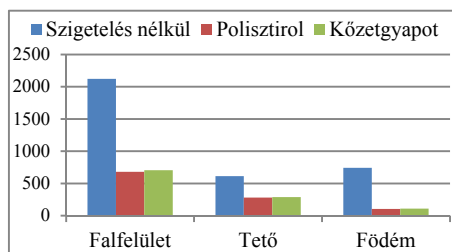
fajlagos hosszát kell figyelembe venni, amit úgy kapunk, hogy a hőhidasnak minősülő fal oldalhosszát elosztjuk a vizsgált falfelülettel. A vizsgált épület esetében minden felület erősen hőhidasnak adódott.

3. Hőszigetelés

Magyarországon alapvetően háromféle hőszigetelő típust alkalmaznak: a polisztirolt, valamint a szálal hőszigetelőket, mint az üveg-, és a kőzetgyapot. A szigetelőanyagok közül a kőzetgyapot talán kevésbé ismert, hőszigetelésként való alkalmazását, több szempontból is jó döntésnek tartják az építészek. A kőzetgyapot időtálló, gyakorlatilag az épület élettartamával megegyező tartósságú, amivel sikerül újabb évtizedekre megbízható megoldást választanunk. Minde mellett kiváló hangszigetelő, víztaszító, ezen kívül hő- és tűzálló [2].

3.1. Hővesztések számítása

Számításaink során feltételeztük, hogy a vizsgált családi ház 10 cm vastagságú, első esetben polisztirol, második esetben pedig kőzetgyapot hőszigeteléssel rendelkezik. Ezt követően kiszámoltuk a hővesztéseket, végül figyelembe vettük a hőhidas korrekciós tényezőt is. A pincefödém esetében mindkét anyagnál 20 cm vastagságú szigeteléssel számoltunk. Az így kapott eredményeket az **1. ábra** szemlélteti.

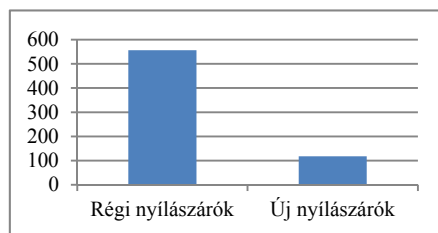


1. ábra. Hővesztés alakulása [W]

3.2. Nyílászárók cseréje

A lakóházak hővesztése elsősorban a rosszul szigetelő ablakoktól és ajtóktól származik. Ha gondoskodunk régi nyílászáróink

szigetelésének megújításáról, a hővesztést minimálisra csökkenthetjük. Az energia megtakarításon keresztül költségmegtakarítást is el tudunk érni. A vizsgált épületnél műanyag nyílászárók beszerelésével számoltunk (**2. ábra**).



2. ábra. Hővesztések alakulása új nyílászárók esetén [W]

4. Megújuló energiaforrások felhasználása

A vizsgált épület tetőszerkezetére nap- és napkollektor-rendszer telepítését terveztük. A napelemes rendszert úgy méreteztük, hogy az a villamosenergia-fogyasztás kétharmadát fedezze (áramszolgáltatói előírás). A napkollektoros rendszerrel a teljes használati melegvíz előállításához szükséges hőmennyiség szolgáltat alapul [2].

4.1. Napelemes rendszer

A napelemes rendszer teljesítményének meghatározásához figyelembe vettük a Miskolc környékére jellemző, egy m²-re vonatkoztatott éves napenergia-mennyiséget, dél-nyugati-tájolású, 46 °-os dőlésszögű felületen, valamint a választott napelem és a rendszer kompenzált hatásfokát. A családi ház éves villamosenergia-igényének kétharmadát egy 2 kW csúcsteljesítményű napelemes rendszer tudja kielégíteni, ami 8 db egyenként 250 W csúcsteljesítményű napelemből építhető fel.

4.2. Napkollektoros rendszer

A napkollektoros rendszer méretezése során, elsőként meghatároztuk az éves melegvíz-fogyasztáshoz szükséges hőmennyiséget, amit a kollektorokkal szeret-

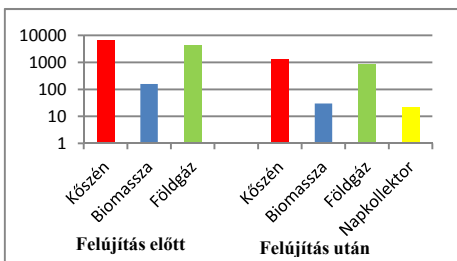
nénk előállítani. Ezt követően az (5) jelű képletet felhasználva meghatároztuk a szükséges kollektorok darabszámát [2].

$$Q = 0,9 \cdot N \cdot A \cdot Q_{\text{éves}} \cdot \eta \quad (5)$$

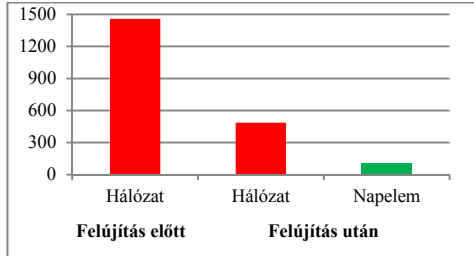
Ahol: N a kollektorok darabszáma, A [m²] egy kollektor felülete, Q_{éves} $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot \text{év}}\right]$ a kollektor által termelhető éves energia egy négyzetméteren, η pedig a kollektor-hatásfok. A 0,9 egy korrekciós tényező, ami a tető dőlésszöge és tájolása alapján került meghatározásra. Végezetül az éves melegvíz igényt egy 8 m² felületű sikkollektor-telep tudja kielégíteni.

5. Üvegházhatású gázok emissziója

A globális felmelegedés szempontjából kiemelt jelentőséggel bírnak az üvegházhatású gázok kibocsátása. Az energetikai hatékonyság növelésével jelentős széndioxid megtakarítást érhetünk el. A fűtésre használt energiából származó üvegház gázok kibocsátását a 3. ábra szemlélteti különböző tüzelőanyagok alkalmazása esetén. Megfigyelhető, hogy a korszerűsítést követően jelentősen csökkent a CO₂ kibocsátás. Hasonló tendencia tapasztalható a villamos energia előállítására vonatkozóan is (4. ábra). A magyar energia mixel számolva a családi ház éves villamosenergia-fogyasztásából mintegy 1.500 kg CO₂ egyenértékű üvegházhatású gáz került a levegőbe. A napelemes rendszer beüzemelését követően ez az érték 60%-kal csökkent.



3. ábra. Hőenergiából származó üvegház hatású gázok kibocsátása [kg CO₂-e/év]



4. ábra. Villamosenergia-termelésből származó üvegház gázok emissziója [kg CO₂-e/év]

6. Következtetések

A vizsgált családi ház esetében az energetikai korszerűsítésnek köszönhetően jelentős energia megtakarítást lehet elérni. Az épület hőszigetelésével, a fűtésre használt vezetékes földgáznak mintegy harmadára lenne szükséges a jövőben. A melegvíz előállításához szükséges hőenergiát teljes mértékben a napkollektoros rendszer fedezné. A villamosenergia-igény a beruházás után, egyharmad részben továbbra is a hálózatból kerülne vételezésre, a fennmaradó részt a napelemek állítanák elő. Mindezzel csökkent a fosszilis energiaforrásoktól való függés. Összességében elmondható, hogy a teljes energetikai korszerűsítésnek köszönhetően nem csak energia, hanem költség és széndioxid megtakarítás is elérhető.

7. Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében teljesült.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Schifter, F, Tolvaj, B.: *Épületenergetika*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2011.
- [2] Bartholy, J., Breuer, H., Pieczka, I., Pongrácz, R., Radics, K.: *Megújuló energiaforrások*, ELTE, oktatási segédlet, 2013.
- [3] Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisa
- [4] Edelenyi, B.: *A magyarországi lakásállomány helyzete, várható hatása az építőiparra*, SZTE, Oktatási segédlet, 2002.