

Lakóépület fűtési energiaigényének modellezése

Dr. KARÁCSONYI Zsolt¹, Dr. HANTOS Zoltán²

¹NymE SKK Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet

²NymE SKK Építéstani Intézet

Kivonat

Az épületek energiafelhasználása napjainkban központi kérdés az Európai Unióban és Magyarországon egyaránt. A tervek szerint 2021-től csak közel nulla energiafogyasztású épületeket lehet építeni. Magyarországon az épületek energiafelhasználása adja a teljes energiafogyasztás 50–60%-át (ez egyes források szerint 40%, pontosan megbecsülni nagyon nehéz). Az épületek fűtési energiaszükséglete a teljes energiafogyasztás mintegy 40%-át teszi ki. Egy épület üzemelése során a fűtés, a meleg víz, a hűtés és a szellőztetés használ fel energiát – a világítás energiaigényét lakóépületek esetén elhanyagoljuk. Az adatok és a tapasztalat is azt mutatja, hogy a magyarországi épületállomány nagyon rossz állapotban van energetikai, elsősorban hőszigetelési szempontból.

Egy épület energiafelhasználását két tényező befolyásolja: az épületszerkezetek hőtechnikai minősége és az épületgépészeti rendszerek hatékonysága. E cikk a hatályos számító eljárások alkalmazásával kívánja modellezni és összehasonlítani különböző épületszerkezetű épületek fűtési energiaigényét. Ehhez egy átlagos lakóépület szolgál alapul. A belső lehűlő felületekhez különböző külső térelhatároló szerkezeteket rendeltünk hozzá. Az épület egyszerű geometriájából adódóan a külső falak és a zárófödém szerkezetét változtattuk. Kiszámítottuk a rétegtervi hőátbocsátási tényezőket, az éves fűtési energiaszükségletet és az ehhez szükséges földgáz és tűzifa mennyiségét.

A fa könnyűszerkezetes épület esetében ~25%-kal alacsonyabb a fűtés energiaigénye, mint a hagyományos téglalapépületek esetében.

Kulcsszavak: energia, fa bordavázás épület, könnyűszerkezetes épület, fűtési energiaigény

Modelling the heating requirements of a residential building

Abstract

Nowadays, the energy consumption of buildings is an important theme in the European Union and in Hungary. According to the EU directive, only zero energy buildings are to be built after the year 2020. The energy consumption of buildings amount to about 50–60% of the total energy consumed in Hungary. Their heating consumes about 40% of the same. During the operation of a building, heating, cooling, hot water generation and the ventilation requires energy. The energy consumed by lighting is negligible. Hungarian buildings are in poor technical condition, mainly in terms of energy and thermal insulation. Two different factors affect energy efficiency of buildings: thermal insulation, and the efficiency of the HVAC systems.

The study introduced in this article is based on modelling and comparing the heating energy requirements in different building structures, based on updated calculations. The calculations are based on an 'average' residential building using various wall structures. The building geometry is similar, while the cold wall and upper slab is varied accordingly. Thermal transmittances, heating energy and natural gas and firewood consumption are calculated. The heating energy is about 25% lower in timber frame buildings, than in traditional masonry structures.

Keywords: energy, wood frame house, heating energy

Bevezetés

Magyarországon 1965 óta kell az épületeket és épületszerkezeteket hőtechnikai szempontból méretezni. Az akkori előírásokat az elmúlt évtizedekben többször módosították. A méretezési eljárások mai formáját (7/2006. TNM. rendelet, 2014) az európai uniós direktívák előírásainak és más tagállamokban érvényes előírásoknak megfelelően alakították ki. A 7/2006. évi TNM rendelet első változata 2006. szeptember 1-je óta hatályos, azóta immár két alkalommal is módosították.

Az egyes épületszerkezetek rétegtervi hőátbocsátási tényezőinek meghatározásában jelentős változások nem történtek a korábbi számítási eljárásokhoz képest. A követelményeket azonban szigorították. Az elmúlt tíz évben számos cikk – Hantos és Karácsonyi (2007), Hantos és Karácsonyi (2009), Varga (2011), Kocsis (2011), Kocsis (2012), Varga (2012) – jelent meg a különböző épületszerkezetek U hőátbocsátási tényezőinek a számításáról, a követelményeknek való megfeleltetéséről. Mind új építésű épületek, mind meglévő épületek külső térelhatároló szerkezeteinek hőtechnikai méretezését vizsgálják a szakirodalomban és tanulmányokban. Az utóbbi években az egyik leggyakrabban felvetődő kérdés, hogy meddig gazdaságos a szigetelés alkalmazása, milyen vastagságban kell azokat alkalmazni, mennyi a megtérülési idő.

Az Európai Unió energiastratégiájának részét képezi, hogy 2021-től csak közel nulla energiafogyasztású lakóépületet lehet építeni. Egy régi, 2006 előtt épült épület energiafelhasználásában jelentős hányadot tesz ki a fűtés. Emiatt az elsődleges cél, hogy ezen a területen lépünk előre. Minden külső térelhatároló szerkezetnek külön-külön meg kell felelnie az előírásoknak. A szigorú követelmények teljesítésében a fa tartószerkezetű épületelemek, a rendszerint rétegesen felépülő fa tartószerkezetes térelhatároló szerkezetek is nagyon fontos szerepet játszanak. Ezek közül a hagyományos, téglalapítású épületek esetében a beépített tetőteret határoló szerkezetek, míg a fa bordaváz, könnyűszerkezetes épületek esetében a fal-, a zárófödém- és tetőszerkezetek $U \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$ rétegtervi hőátbocsátási tényezőinek a megfelelése az energiahatékonyság alapja.

E cikk összehasonlító számításokat, modellezéseket mutat be a hőveszteségekre és a fűtési energiaigényekre vonatkozóan új építésű lakóépület esetében. Tartalmazza a fajlagos hőveszteség-tényező (q) és fűtési energiaigény (Q_p) meghatározását a hatályos előírások (MSZ EN ISO 6946 /2008/ és 7/2006. TNM. rendelet /2014/) szerint. A fűtési energiaszükségletet több tényező befolyásolja: az épület tájolása, az egyes külső térelhatároló szerkezetek rétegtrendjei, a belső hőnyereség. Két különböző építési rendszer alkalmazását feltételeztük a mintaépület esetében. A nyílászárókat és a padló rétegtrendjét állandónak tekintettük, a külső tértől elválasztó fal és zárófödém rétegtrendjeit változtattuk meg.

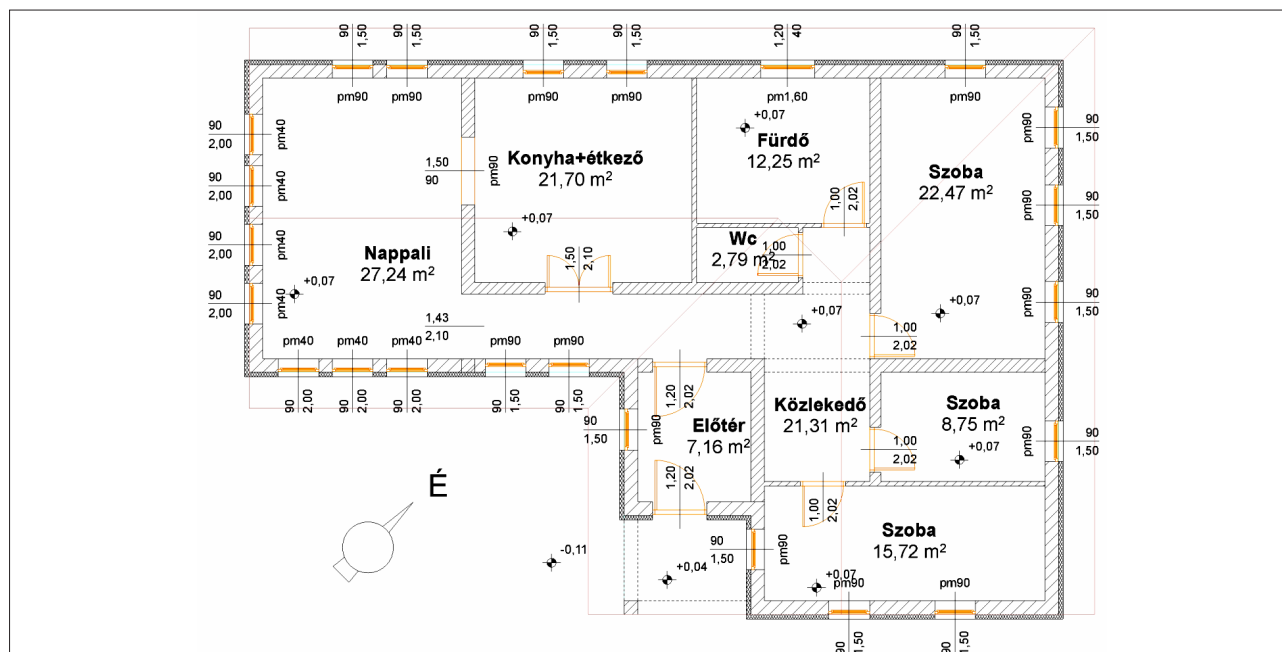
A mintaépület bemutatása, feltételezett épületszerkezeteinek ismertetése, a rétegtervi hőátbocsátási tényező számítása

A mintaépület egy 140 m²-es, déli tájolású családi ház (1. ábra). Az alaprajz L alakú, az utcaszintről a fedett bejárat előtti belépőre érkezünk, ahonnan a lakás nyílik. Az előtérből a közlekedőbe lépünk, ahonnan minden helyiséget meg lehet közelíteni: a déli fekvésű nappalit, a délkeleti szobát, az északnyugati szobákat, az északi konyhát és fürdőt, illetve a wc-t. Az épület tetőszerkezetének hajlásszöge 45°. Az épület nincs alapincézve, minden helyiséget a zárófödém zár le. Az épületet energetikai szempontból határoló felületek a padlósíkok, a külső tértől elválasztó falak, és a zárófödém. A rétegtrendeket a 2–4. ábrák mutatják be.

Az első esetben egy könnyűszerkezetes épület épületszerkezeteit mutatjuk be. A falszerkezet (2. ábra) tartószerkezeti váza 5x20 cm bordaváz, melyek között megfelelő sűrűségű hőszigetelő anyaggal töltjük ki. Kétoldalt merevítő burkolat van. A belső oldalon faalapú lemez (OSB vagy forgácslap), a külső oldalon faalapú lemez vagy gipszrost lap található. A külső oldalon helyezkedik el a homlokzati hőszigetelő rendszer, amire a külső oldali vékonyvakolat kerül. Belső oldalon a merevítő lemezre kerül fel a hőreflexiós légzáró fólia, amit szakszerűen végeknél toldanak. Ezután rögzítik a gépészeti rendszerek szerelő lécvázat, amit gipszkarton lapokkal burkolnak.

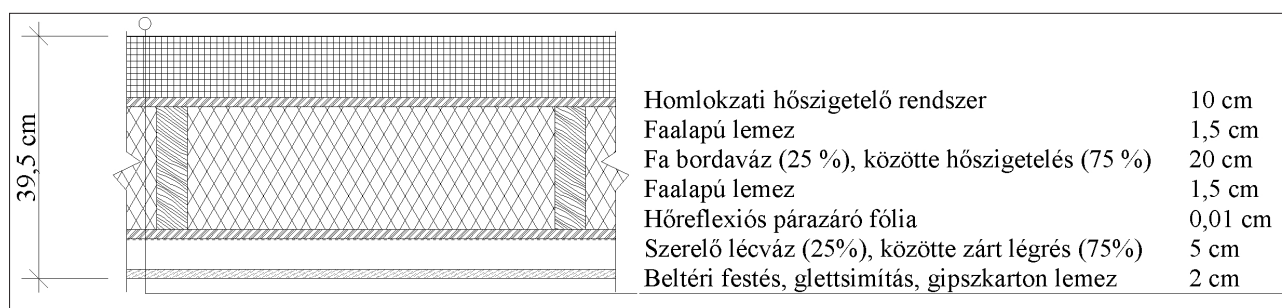
A zárófödém (3. ábra) hasonló: a tartószerkezeti váz 5x20 cm fogópárokból áll, közötté hőszigetelés van. Alsó oldalon a hőreflexiós légzáró fóliát, szerelő lécvázat, közötté zárt légréssel és gipszkarton burkolatot, felső oldalon faburkoló lemezeket és lépésálló hőszigetelést építettek be.

A padló rétegtrendje (4. ábra) a következő: a járófelület alatt aljzatbeton és technológiai szigetelés található, ami alá lépésálló hőszigetelést, bitumenes vízszigetelést, szerelt vasbeton aljzatot és kavicságyat építettek be. A



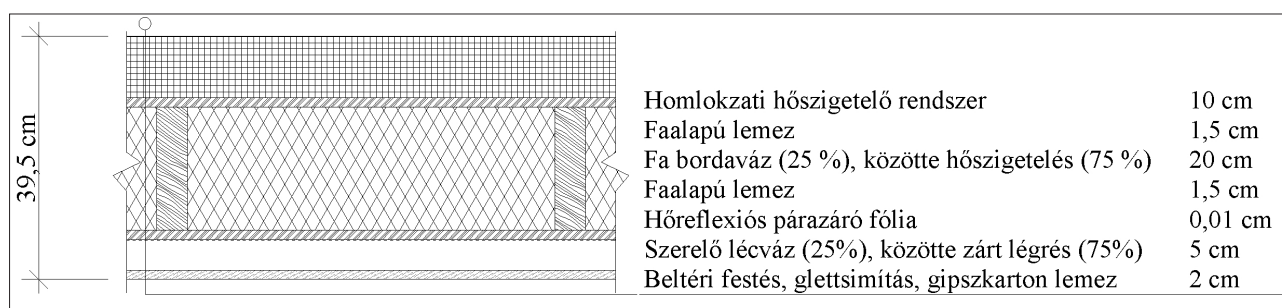
1. ábra A mintaépület alaprajza

Figure 1 The floor plan of the modelled building



2. ábra A fa bordavázás, könnyűszerkezetű fal metszete

Figure 2 A fa bordavázás, könnyűszerkezetű fal metszete



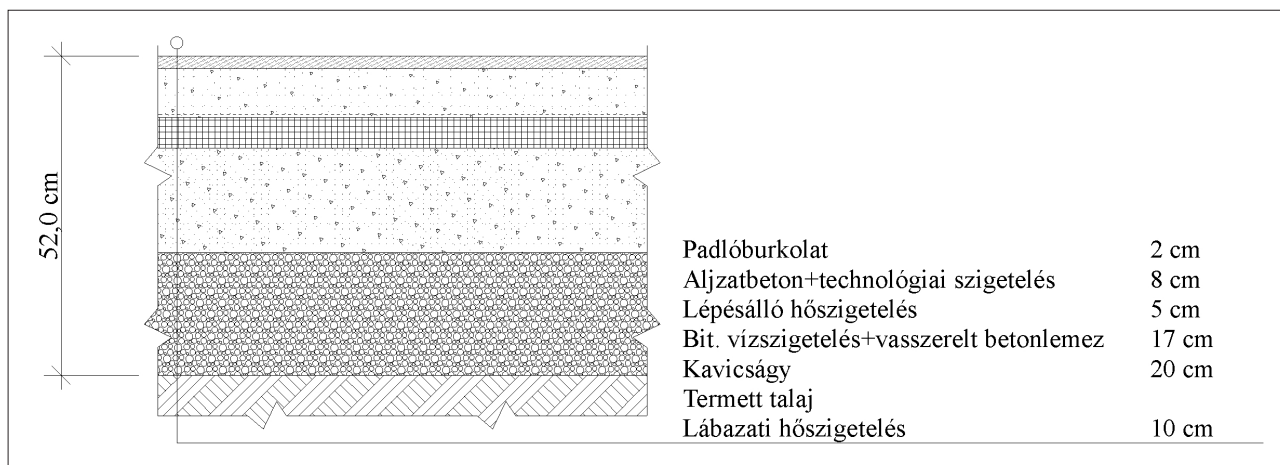
3. ábra A fa bordavázás, könnyűszerkezetű földem metszete

Figure 3 The section of the lightframe upper slab

réteg U hőátbocsátási tényezőjét a lábazon beépített lábazati hőszigetelés csökkenti, ezt figyelembe vehetjük a padló rétegrendjében.

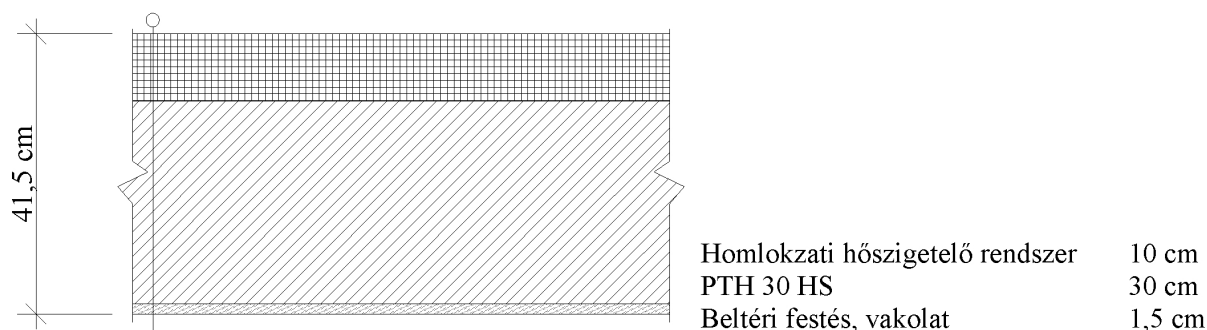
A második esetben a vázkerámia falazatú és előre gyártott gerendákkal épülő, kerámia béléstestű födémrendszer épület külső térelhatároló szerkezeit mutatjuk be. A falszerkezet (5. ábra) Porotherm 30 HS téglafalazat, belső oldalon vakolattal, külső oldalon homlokzati hőszigeteléssel.

A zárófödém az építési rendszerhez tartozó Porotherm födémgerendák, a hozzájuk tartozó béléstestek és felbeton alkotják az alsó oldalon vakolattal, felső oldalon lépésálló hőszigeteléssel és faburkoló lemezekkel. A padló rétegrendje megegyezik a könnyűszerkezetes épület padlójának a rétegrendjével.



4. ábra A padló metszete

Figure 4 The section of the floor



5. ábra A téglafal metszete

Figure 5 The section of the masonry wall

Az egyes szerkezetek U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének meghatározása számítással

A számítás alapja a rétegtendekben szereplő anyagok λ hővezetési tényezője és a réteg d vastagsága. Ezen kívül figyelembe kell venni a felületi hőátadási tényezőket és a szigetelések beépítése, rögzítése miatti veszteségeket.

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_g + \Delta U_f \quad [1]$$

ahol:

$$U \quad - \quad \text{rétegtervi hőátbocsátási tényező } U \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right),$$

$$R_T \quad - \quad \text{eredő hővezetési ellenállás } \left(\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \right),$$

$$\Delta U_g \quad - \quad \text{hőátbocsátási korrekciós tényező - hőszigetelő anyag beépítése során keletkező légrés miatti veszteség } U \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right),$$

$$\Delta U_f \quad - \quad \text{hőátbocsátási korrekciós tényező - hőszigetelő anyag beépítése, rögzítése (dübel) során keletkező veszteség miatt } U \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right).$$

A hővezetési ellenállás számítása:

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + R_n + \dots + R_{Se} \quad [2]$$

ahol:

$$R_{Si} - \text{belső felületi ellenállás} \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right),$$

$$R_{Se} - \text{külső felületi ellenállás} \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right),$$

$$R_n - \text{térrelhatároló szerkezet egyes rétegrendi elemeinek hővezetési ellenállása} (n = 1, 2, 3, \dots) \left(\frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right).$$

Az egyes rétegek hővezetési ellenállásának számítása:

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n} \quad [3]$$

$$d_n - \text{rétegrendi elem vastagsága} (n = 1, 2, 3, \dots) (\text{m}),$$

$$\lambda_n - \text{rétegrendi elem hővezetési tényezője} (n = 1, 2, 3, \dots) \left(\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right).$$

A hővezetési ellenállás meghatározása során figyelembe kell venni, hogy egyes rétegek nem homogén felépítésűek. Erre vonatkozóan a szabvány /MSZ EN ISO 6946 (2008)/ részletes útmutatásokat ad. A kalkulációban korábbi számításokra – Hantos Z., Karácsonyi Zs. (2007); Hantos Z., Karácsonyi Zs. (2009) – alapozva veszünk fel az inhomogén rétegekre súlyozott hővezetési tényezőt, és homogénnek tekintjük azokat.

Az 1. táblázatban a könnyűszerkezetes épület külső falszerkezet, a 2. táblázatban a zárófödém, a 3. táblázatban a padló rétegrendi jellemzőit és U hőátbocsátási tényezőit tüntettük fel.

A 3. táblázatban a téglapépület külső falszerkezetének, az 4. táblázatban a zárófödémjének rétegrendi jellemzőit és U hőátbocsátási tényezőit foglaltuk össze. A padló rétegrendje és rétegtervi hőátbocsátási tényezője nem változik a könnyűszerkezetes épületéhez képest.

A fajlagos hőveszteség-tényező (q) számítása

A külső tértől elválasztó épületszerkezetek belső felületeinek, rétegtervi és vonal menti hőátbocsátási tényezőinek, illetve a geometriai hőhidak figyelembevételével a fajlagos hőveszteség-tényezőt számíthatjuk ki az alábbi összefüggéssel (7/2006. TNM. rendelet, 2014):

$$q = \frac{\sum A \cdot U \cdot (1 + \chi) + \sum l \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72}}{V} \quad [4]$$

ahol:

$$q - \text{fajlagos hőveszteség-tényező} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^3 \text{K}} \right),$$

$$A - \text{épületszerkezet belső lehűlő felülete} (\text{m}^2),$$

$$U - \text{épületszerkezet rétegtervi hőátbocsátási tényezője} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right),$$

$$\chi - \text{a geometriai hőhidak hatását kifejező korrekciós tényező},$$

$$l - \text{épületszerkezet vonal menti hőhídjának hossza} (\text{m}),$$

$$\psi - \text{épületszerkezet vonal menti hőátbocsátási tényezője} \left(\frac{\text{W}}{\text{mK}} \right),$$

$$Q_{sd} - \text{direkt sugárzási hőnyereség az üvegezett felületeken} (\text{W}),$$

$$V - \text{az épület fűtött légköbmétere} (\text{m}^3).$$

Valamennyi külső tértől elválasztó, külső, hideg levegővel érintkező épületszerkezet (fal, ajtó-ablak, zárófödém) belső felületét szorozni kell a rá jellemző, geometriai hőhíddatással korrigált hőátbocsátási tényezővel.

1. táblázat Könnyűszerkezetű külső fal U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének számítása**Table 1** Calculation of the heat transmission coefficient (U) in a lightframe external wall

Rétegtrend	λ (W/mK)	d (cm)	U (W/m²K)
Beltéri festés, glettsimítás, gipszkarton lemez	0,30	2	0,14
Szerelő lécváz (25%), közötté zárt légrés (75%)	0,26	5	
Hőreflexiós párazáró fólia	0,20	0,01	
Faalapú lemez	0,20	1,5	
Fa bordaváz (25%), közötté hőszigetelés (75%)	0,06	20	
Faalapú lemez	0,20	1,5	
Homlokzati hőszigetelő rendszer	0,04	10	
Fűtetlen terek hőmérséklet szerinti módosító tényező:	1,00		
R _{si} (m²K/W)	0,13		
R _{se} (m²K/W)	0,04		

2. táblázat Könnyűszerkezetű zárófödém U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének számítása**Table 2** Calculation of the heat transmission coefficient (U) in a lightframe upper slab

Rétegtrend	λ (W/mK)	d (cm)	U (W/m²K)
Beltéri festés, glettsimítás, gipszkarton lemez	0,30	2	0,13
Szerelő lécváz (25%), közötté zárt légrés (75%)	0,26	5	
Hőreflexiós párazáró fólia	0,20	0,01	
Faalapú lemez	0,20	1,5	
Födempallók (20%), közötté hőszigetelés (80%)	0,06	20	
Faalapú lemez	0,20	3	
Lépésálló hőszigetelés	0,04	10	
Fűtetlen terek hőmérséklet szerinti módosító tényező:	0,90		
R _{si} (m²K/W)	0,10		
R _{se} (m²K/W)	0,04		

3. táblázat Padló U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének számítása**Table 3** Calculation of the heat transmission coefficient (U) of the floor

Rétegtrend	λ (W/mK)	d (cm)	U (W/m²K)
Padlóburkolat	0,30	2	0,21
Aljzatbeton+technológiai szigetelés	1,65	8	
Lépésálló hőszigetelés	0,04	5	
Bit. vízszigetelés+vasszerelt betonlemez	2,00	17	
Kavicságy	0,35	20	
Termett talaj			
Lábazati hőszigetelés	0,04	10	
Fűtetlen terek hőmérséklet szerinti módosító tényező:	1,00		
R _{si} (m²K/W)	0,13		
R _{se} (m²K/W)	0,04		

A külső térrel nem teljes felületen, csak jó közelítéssel egy vonal mentén „érintkező” épületszerkezetek (padló) esetében a vonal menti hőátbocsátási tényezőt kell szorozni a csatlakozó épületszerkezetek élének a hosszával. Előbbiek összegzéséből az üvegezett felületek energianyereségét levonjuk.

Az 5. táblázatban a könnyűszerkezetes épület, a 6. táblázatban a vázkerámia falazatú épület q fajlagos hőveszteség-tényezőinek a számítását foglaltuk össze.

A fűtés éves hőenergia igényének (Q_F) számítása

A fűtés éves hőenergia igényét a fajlagos hőveszteség-tényező, az előírt légcserre és a belső hőnyereségek figyelembe vételével határozhatjuk meg (7/2006. TNM. rendelet, 2014):

$$Q_F = 72 \cdot V \cdot \sigma \cdot (q + 0,35 \cdot n) - 4,44 \cdot A_N \cdot q_b \quad [5]$$

ahol:

$$Q_F \quad - \quad \text{éves nettó fűtési energiaigény} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right),$$

$$q \quad - \quad \text{fajlagos hőveszteség-tényező} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^3 \text{K}} \right),$$

$$A_N \quad - \quad \text{nettó fűtött alapterület (m}^2\text{)},$$

$$n \quad - \quad \text{átlagos légcsereszám a fűtési időben} \left(\frac{1}{\text{h}} \right),$$

$$\sigma \quad - \quad \text{a szakaszos üzemvitel hatását kifejező korrekciós szorzó}$$

$$V \quad - \quad \text{az épület fűtött légköbmétere (m}^3\text{)},$$

$$q_b \quad - \quad \text{a belső hőterhelés fajlagos értéke} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right).$$

Ez alapján:

$$- \text{ a könnyűszerkezetes épület } Q_F \text{ éves fűtési hőenergia igénye: } Q_F = 7532 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right) = 27115 \text{ (MJ)},$$

$$- \text{ a vázkerámia falazatú épület } Q_F \text{ éves fűtési hőenergia igénye: } Q_F = 10191 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right) = 36688 \text{ (MJ)}.$$

4. táblázat Téglá külső fal U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének számítása**Table 4** Calculation of the heat transmission coefficient (U) in an external masonry wall

Rétegrend	λ (W/mK)	d (cm)	U (W/m²K)
Beltéri festés, vakolat	0,80	1,5	0,23
PTH 30 HS	0,17	30	
Homlokzati hőszigetelő rendszer	0,04	10	
Fűtetlen terek hőmérséklet szerinti módosító tényező:	1,00		
R _{si} (m²K/W)	0,13		
R _{se} (m²K/W)	0,04		

5. táblázat Porotherm zárófödém U rétegtervi hőátbocsátási tényezőjének számítása**Table 5** Calculation of the heat transmission coefficient (U) in a porotherm upper slab

Rétegrend	λ (W/mK)	d (cm)	U (W/m²K)
Beltéri festés, vakolat	0,80	1,5	0,30
PTH födémrendszer	0,85	23	
Lépésálló hőszigetelés	0,04	10	
Faburkoló - merevítő lemez	0,20	1,5	
Fűtetlen terek hőmérséklet szerinti módosító tényező:	0,90		
R _{si} (m²K/W)	0,10		
R _{se} (m²K/W)	0,04		

A földgáz ($F_{fgáz} = 34,8 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \right)$) és a fa ($F_{fa} = 12,0 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \right)$, $\rho_{fa} = 500 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$) átlagos fűtőértékét figyelembe

véve, éves szinten a könnyűszerkezetes épület kifűtéséhez $\sim 779 \text{ m}^3$ földgázra vagy $\sim 4,5 \text{ m}^3$ tűzifára, a vázkerámia falazatú épület esetében $\sim 1054 \text{ m}^3$ földgázra vagy $6,1 \text{ m}^3$ tűzifára van szükség.

Összefoglalás

A két különböző típusú épület külső térelhatároló szerkezeteinek hőátbocsátási tényezői között jelentős, $\sim 30\text{--}50\%$ -os eltérés mutatkozik. A könnyűszerkezetes épület éves fűtési energiaszükséglete annnyival kevesebb ($\sim 25\%$), amennyivel több hőszigetelés került a rétegrendbe; a tartószerkezeti vázban, a bordák és földémgerendák között is van hőszigetelés, szemben a téglalapítésú épülettel. Ezt a különbséget a vázkerámia falazatú épület esetében a külső/felső oldali hőszigetelések vastagságának a növelésével lehet kiegyenlíteni, azonban ez a rétegrendi vastagság jelentős növekedésével jár(hat).

Energetikai szempontból a könnyűszerkezetes építési technológia további előnyöket is kínál. Azon túl, hogy a tartószerkezeti váz elemei között is hőszigetelő anyagot lehet beépíteni, a könnyűszerkezetű épületelemeknél (fal, földém vagy a tető) a rétegrendbe, a hőszigetelés elé belső oldalon egy párazáró réteg beépítése szükséges. Ez egy vékony fólia, aminek a felülete lehet hőreflexiós tulajdonságú. Ez által jelentős hőmennyiség az épület falain belül tartható, mivel a hő sugárzás formájában is terjed. Radiátoros fűtési rendszerek esetén a hőleadás módja $80\text{--}90\%$ -ban hőáramlás, konvekció útján, $10\text{--}20\%$ -ban hősugárzás formájában történik. Ennek a sugárzás formájában terjedő hőnek jelentős része így visszaverődik, és a helyiségben lévő embereket, tárgyakat melegíti.

Energiafelhasználás szempontjából további hőnyereség érhető el, ha egy könnyűszerkezetes technológiájú épületet a megfelelő fűtési rendszerrel látunk el. Padló és/vagy falfűtéséknél a hőleadás $30\text{--}50\%$ -ban hősugárzás

6. táblázat A könnyűszerkezetű épület fajlagos hővesztesség-tényezőjének számítása

Table 6 Calculation of the heat loss coefficient of the lightframe building.

	A (m ²)	U·(1+χ) (W/m ² K)	A·U·(1+χ) (W/K)	Σ (W/K)	V (m ³)	Q _{sd} /72 (W ²)	q (W/m ³ K)
Fal	111,2	0,18	20,02	118,77	369	17,38	0,27
Földém	140,0	0,14	19,60				
Ablak	35,9	1,30	46,67				
	l (m)	Ψ (W/mK)	l·Ψ (W/K)				
Padló	56,0	0,58	32,48				

7. táblázat A vázkerámia falazatú épület fajlagos hővesztesség-tényezőjének számítása

Table 7 Calculation of the heat loss coefficient of the masonry building.

	A (m ²)	U·(1+χ) (W/m ² K)	A·U·(1+χ) (W/K)	Σ (W/K)	V (m ³)	Q _{sd} /72 (W ²)	q (W/m ³ K)
Fal	111,2	0,29	32,25	157,6	369	17,38	0,38
Földém	140,0	0,33	46,20				
Ablak	35,9	1,30	46,67				
	l (m)	Ψ (W/mK)	l·Ψ (W/K)				
Padló	56,0	0,58	32,48				

8. táblázat Eredmények összefoglalása**Table 8** The summary of the results

	Könnyűszerk. épület	Vázkerámia falazatú épület
U_{fal} – fal rétegtervi hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)	0,14	0,23
$U_{födém}$ – födém rétegtervi hőátbocsátási tényezője (W/m ² K)	0,13	0,30
Q_F – éves nettó fűtési energiaigény (kWh/a)	7532	10191
$V_{földgáz}$ – éves fűtési földgáz mennyiség (m ³)	779	1054
$V_{tűzifa}$ – éves fűtési tűzifa mennyiség (m ³)	4,5	6,1

formájában történik, így további hőnyereséget eredményez a hőreflexiós réteg beépítése. Jelenleg a gyakorlatban ezt a sugárzásos hőnyereséget ritkán, vagy egyáltalán nem veszik figyelembe a szakemberek.

Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Európai Szabványügyi Bizottság (2008) Magyar Szabvány, MSZ EN ISO 6946, Épületszerkezetek és épületelemek. Hővezetési ellenállás és hőátbocsátás. Számítási módszer (ISO 6946:2007),
- Hantos Z., Karácsonyi Zs. (2007) Fa bordavázás épület hőátbocsátási tényező számítása, Faipar, 55(1-2):28-32.
- Hantos Z., Karácsonyi Zs. (2009) A hőátbocsátási tényezők számítása egy fa bordavázás épület esetén II., Faipar, 56(2):5-10.
- Hantos Z. (2008) Fa bordavázás lakóépületek energetikai minősítési módszere, és alkalmazása fejlesztési célokra. Doktori értekezés, NymE, Sopron.
- Kocsis L. (2011) Utólagos lábazati hőszigetelés – II. rész. Építéstechnika, 49(5): 32.
- Kocsis L. (2012a) Változó rétegfelépítésű épülethatároló szerkezetek hőátbocsátása – I., Építéstechnika 50(4): 24-25.
- Kocsis L. (2012b) Változó rétegfelépítésű épülethatároló szerkezetek hőátbocsátása – II., Építéstechnika, 50(5-6):16-19.
- Magyar Közlöny Lap- és Könyvkiadó Kft. (2014) 7/2006. TNM. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról,
- Varga T. (2011) Beépített tetőtérak hőszigetelése, Építéstechnika, 49(4):38.
- Varga T. (2012) Energetikai viszonyok, Építéstechnika 50(12):22-23.
- Zöld A. (1985) Hővédelem. In: Fekete I. szerk. Épületfizikai kézikönyv. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 15 - 197. old.