

# **Rövid módszertani segédlet energetikai tanúsításhoz, méretezéshez**

tekintettel a legutóbbi módosításra

2014. július

Készítette: Zorkóczy Zoltán szakmai referens  
Jóváhagyta: Soltész Ilona főosztályvezető helyettes

## Tartalom

1. A követelményértékek bevezetésének üteme, hatálya .....	2
2. A szankció .....	3
3. Az A/V-tényező alkalmazása.....	3
4. A méretezési hőmérséklet.....	4
5. A méretezési légcseré .....	4
6. Primer energia átalakítási tényezők.....	6
7. Hőátbocsátási tényező .....	6
7.1. Rétegtervi U-tényező.....	7
7.2. Eredő U-tényező és a csatlakozási hőhíd korrekció .....	9
7.3. Panelos épületek homlokzati falainak U-tényezője .....	11
8. A szakaszos üzemeltetés .....	15
9. A levegő hővisszanyerés.....	15

## Rövid módszertani segédlet energetikai tanúsításhoz, méretezéshez

A mérnöki, vagy jogi döntések általában számos jogszabály és szabvány együttes értelmezését igénylik. Ez a segédlet épületek energetikai tervezéséhez, méretezéséhez, 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet szerinti energetikai tanúsításhoz (továbbiakban tanúsításhoz) nyújt kiegészítő iránymutatást a szakértők számára. A segédlet a 20/2014. (III. 7.) BM rendelet kiegészítő rendelkezéseinek alkalmazását célzott segíteni, és egyben a tanúsítások utóellenőrzése során felmerült típushibák elkerülése érdekében készült. A segédlet alkalmazásához elengedhetetlen az alapismeretek elsajátítása a hivatkozott segédlet alapján:

<https://www.e-epites.hu/segedletek/muszaki-segedletek/epuletenergetika>

### 1. A követelményértékek bevezetésének üteme, hatálya

- 2015. január 1-től pályázati forrásokat felhasználó új és meglévő épületek esetén költség-optimalizált követelményszinten;
- 2018. január 1-től minden új és meglévő épületet költség-optimalizált követelmény szinten;
- 2019. január 1-től hatóságok használatára szánt vagy tulajdonukban levő új épületeket közel nulla követelmény szinten;
- 2021. január 1-től minden új épületet közel nulla követelmény szinten

kell megvalósítani.

A költség-optimalizált követelményszint az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006 (V. 24.) TNM rendelet (továbbiakban: Rendelet) 5. mellékletében található meg. (A jogtárban az időgépet 2015. január 1. utáni állapotba kell állítani, hogy az értékeket láthassuk, hiszen a követelmény csak ezután az időpont után lép hatályba.)

A közel nulla követelmények pontos értékei a Nemezei Épületenergetikai Stratégia alapján annak elfogadása után kerülnek meghatározásra.

## 2. A szankció

Az épületek energetikai tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet 2012. évi módosítása bevezette az energetikai tanúsítványok minőségellenőrzésének rendszerét. Az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről szóló 266/2013 (VII. 11.) Korm. rendelet alapján pedig a 2014. január 1-je után beadott tanúsítványokra már szigorú szabályok érvényesek. A 44 § (5) bekezdése és 45 § (1) bekezdése szerint: ha a tanúsító két besorolással eltér a tényszerű értéktől, 3 évre eltiltásra kerül a tanúsítástól (továbbiakban: jogosultág vesztes).

A tanúsítás kockázata különösen akkor nagyon magas, amikor az épület referenciaértékhez<sup>1</sup> képest 95%-ot éppen hogy megközelíti, hasonló képen a 100%-ot éppen hogy meghaladja. Másképpen kifejezve a „B” besorolás legnagyobb vagy a „D” besorolás legkisebb fogyasztású sávjába esik, tehát majdnem „C” besorolású. Ezeknél az épületeknél előfordulhat, hogy 5% feletti hiba már két besorolással való eltérést eredményez, ezért jogosultság veszteséssel jár. Az ilyen épületeknél a tanúsítás extra pontosságot igényel.

## 3. Az A/V-tényező alkalmazása

A összesített energetikai jellemző (továbbiakban E-jellemző), és fajlagos hőveszteség tényező (továbbiakban q-tényező) követelményérték meghatározása, az A/V érték alapján történik. A hibás meghatározás nagy, akár 100% feletti pontatlanságot is eredményezhet. Így az A/V-tényező meghatározásánál kivételes óvatossággal kell eljárni.

Rendelet 2. melléklet 2.1. *„Az épület felület/térfogatarány számítása. Épület felület (A), fűtött tereket határoló valamennyi szerkezet felülete: beleértve a teljes talajjal, szomszédos épülettel, **energetikailag nem védett fűtetlen helyiségekkel** érintkező felületeket; a **belméretek** alapján számolva. A felületbe (A) nem számítható be az azonos épületen belül külön fűtött rendeltetési egységek közötti szerkezetek, vagy az önálló rendeltetési egységen belüli felületek. Térfogat (V) fűtött épülettérfogat, légtömör szerkezetekkel határolt hányada belméretek szerint számolva. Az épülettérfogatba nem számolandó a tartózkodástól légtömör szerkezetekkel elzárt búvóterek térfogata; ilyen például a légtömör álpadló alatti vagy légtömör álmennyezet feletti tér.”*

Minden épületnél, még az önálló rendeltetési egységeknél is az egész épület felülete, és az egész épület térfogata alapján kell meghatározni az A/V-tényezőt.

Az (A) felületbe nem kalkulálandó be fűtetlen mellékhelyiség, kamra, előszoba, folyosó, lépcsőház stb. és a fűtött helyiség közötti fal, amennyiben a felsorolt helyiség energetikailag védett. Tehát beszámítandó ez a felület akkor, ha energetikailag nem védett az adott tér; például a lépcsőháznak nincs hőszigetelő-képességgel bíró ablaka és fűtése sem. Erre utal a *„energetikailag nem védett fűtetlen helyiségekkel érintkező felületeket”* tagmondat. Másképpen fogalmazva a hőszigetelt épületburokban vagy más szóval termikus burokban lévő helyiségek belső határoló falát vagy más felületeit nem lehet számításba venni.

### Példa:

A példa egy  $A_N=56 \text{ m}^2$ -es önálló rendeltetési egység, egy lakás  $E=215 \text{ kWh/m}^2$ a fogyasztással.

A lakás összes határoló felülete:  $187 \text{ m}^2$ , mivel saroklakás ebből lehűlő felület:  $37,5 \text{ m}^2$ .

A lakás térfogata:  $140 \text{ m}^3$ .

A lakás egy épületben van ami:  $V=9000 \text{ m}^3$   $A=2700 \text{ m}^2$ -es.

Mi a lakás besorolása?

<sup>1</sup> az összesített energetikai jellemző követelmény értéke

Számítás helyesen, a teljes épület méretei alapján:  $A/V=2700/9000=0,3$  ezért a követelmény  $E=110 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , a fogyasztás a referenciához képest 195%, tehát a besorolás: „G”.

Számítás helytelenül, a lakás saját teljes méretei alapján:  $A/V=187/140=1,33$  ezért a követelmény  $E=230 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , a fogyasztás a referenciához képest 93,5%, tehát a besorolás: „B” helytelenül a „G” helyett, ez 5 besorolás különbség miatt jogosultság veszteséssel jár.

Számítás helytelenül, a lakás saját méretei alapján:  $A/V=37,5/140=0,27$  ezért a követelmény  $E=110 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , a fogyasztás a referenciához képest 195%, tehát a besorolás: „G” véletlenül jó a besorolás, de más arányú épületnél, vagy a felső szintű és az alsó szintű lakásoknál, még a lakás lehűlő térfogat saját térfogat számítási módszer is jogosultság veszteséssel járhat.

#### 4. A méretezési hőmérséklet

A méretezési, tanúsítási hőmérséklet nem választható meg tetszés szerint. Kivétel ez alól az olyan egyéb funkciójú épület, ahol jogszály nem ír elő kötelező belső hőmérsékleti értéket és nem huzamos tartózkodásúak a helyiségei.

**A figyelembe veendő hőmérséklet adatokat a Rendelet 1. melléklet V. 1. táblázat tartalmazza.**

1. melléklet V. 1. táblázat nem ad minden rendeltetésre méretezési értéket, egyéb funkciójú, rendeltetésű épületeknél alkalmazandó: *„a fogyasztói igényeket és az ebből származó adatokat: légcsereszám, belső hőterhelés, világítás, a használati melegvíz-ellátás nettó energiaigénye az épület használati módjának (használok száma, tevékenysége, technológia stb.) alapján a vonatkozó **jogszabályok, szabványok** és a szakma szabályai szerint kell meghatározni.”*

Amennyiben más jogszabály nem határoz meg méretezési hőmérsékletet akkor a huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségekben 20 °C-ot kell figyelembe venni a 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet szerint:

*„93. § (1) A helyiségek rendeltetészerű használatához szükséges belső hőmérsékletről megfelelő fűtő-, illetőleg hűtőberendezéssel gondoskodni kell.*

*(2) A helyiségek tervezett téli eredő hőmérséklete - az üzemelés-technológia követelményeit kivéve - a rendeltetés alapján tervezett tartózkodási zóna mértékadó (szélső) részén (pl. tanterem szélső ülés helyein) elégítse ki a vonatkozó jogszabályok és szabványok előírásait. **Más jogszabályi előírás hiányában a huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségekben ez 20 °C legyen.”***

#### 5. A méretezési légcserere

A méretezési, tanúsítási légcserere mértéke nem választható meg tetszés szerint. Kivétel ez alól az olyan egyéb funkciójú épület, ahol jogszály nem ír elő légcserere értéket.

**A légcserere mértékét a tanúsítónak kötelezően Rendelet 3. melléklet IV.1. és a IV.2. táblázat alapján kell kiszámítani** 2014 április 6-ától. Előtte IV.2. táblázat alkalmazására nem volt mód, de IV.1. táblázat adataitól eltérni akkor sem lehetett.

Amennyiben a méretezés, tanúsítás a Rendelet 1. melléklet III. fejezet 5. pontja szerinti **egyéb funkciójú épület**, rendeltetési egység vizsgálatára irányul, a légcserere értékeket az ott leírtak szerint kell meghatározni: *„a fogyasztói igényeket és az ebből származó adatokat: **légcsereszám, belső hőterhelés, világítás, a***

használati melegvíz-ellátás nettó energiaigénye az épület használati módjának (használók száma, tevékenysége, technológia stb.) alapján a vonatkozó **jogszabályok, szabványok** és a szakma szabályai szerint kell meghatározni.”

Rendelet 3. melléklet IV.2. táblázat segítségével kell számítani a légcseré növekedést:

„IV.2. táblázat: tömítetlenségből származó légcseré növekedés

Nyílászáró légáteresztése	Nyílások elhelyezkedése	Szintek száma	Tömítetlenségből származó légcseré $n_T$ [1/h]	
			szélvédett	szélnek kitett <sup>1)</sup>
Gyenge légzárású: vetemedett, rosszul illesztett; vagy falhézagnál hőszigeteltetlen, tömítetlen nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,20	0,35
		3-6		0,40
		7-15		0,60
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,40	0,65
		3-6		0,75
		7-15		1,00
Közepes légzárású: kettős jól illeszkedő, de tömítetlen, vagy egyszeres jól illeszkedő öntapadó tok-szárnytömítéssel ellátott; vagy falhézagban csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,05	0,10
		3-6		0,15
		7-15		0,25
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,10	0,20
		3-6		0,25
		7-15		0,40
Jó légzárású: körbemenő, gyárilag beépített, alakos-tok-szárnytömítéssel; oldalanként legalább egy ponton záródó; vagy minősítő iratban MSZ EN 12207 szerint 4-es légáteresztési osztályú; és minden esetben falhézagnál légzáróan is tömített nyílászárók	Egy homlokzaton	1-2	0,00	0,00
		3-6		
		7-15		
	Több homlokzaton vagy szellőzőkürtő	1-2	0,00	0,00
		3-6		
		7-15		

1) Szélnek kitett szabadon álló vagy az épített környezetből kiemelkedő magasabb épületek esetében alkalmazandó.”

#### Példa – beazonosítás

Egy negyedik emeleti saroklakás városi beépítésben öt emeletes házaktól körbe véve új jól tömített ablakokat kapott, az ablakba a gyártásnál két síkon légzáró EPDM embrióprofilokat építettek be. A lakók még is panaszkodnak a huzat miatt. Az ablak takaró lemezének vizsgálata során kiderül, hogy az ablakot a kivitelezés során PUR habbal kifújták ugyan, de légzáró tömítést nem alkalmaztak. Mekkora a lakásban tapasztalható tömítetlenségből származó légcseré?

Az ablak közepes légzárásúnak minősül mivel „falhézagban csak hőszigeteléssel tömített nyílászárók” esetébe tartozik. A saroklakás pozíció miatt „Több homlokzaton” kategóriába esik. „Szélvédett” mivel a lakás szintje nem emelkedik ki a környezetéből. Tehát  $n_T=0,1$  1/h.

## 6. Primer energia átalakítási tényezők

A primer energia átalakítási tényezők (továbbiakban e-tényezők) a Rendelet 3. melléklet V. fejezet V. táblázatában szereplő értékektől eltérni nem lehet.

### Távfűtés esetén

Távfűtés esetén, energiaforrás*	kapcsolt hőtermelés mértéke*	e
földgáz-, szén-, olajtüzelés, nukleáris, egyéb nem megújuló, nem biomassza hulladéktüzelés	min. 50%	0,83
	nincs	1,26
biomassza, fapellet, agripellet, biogáz, egyéb megújuló, depóniagáz, szennyvíziszapból nyert gáz	min. 50%	0,50
	nincs	0,76

A távfűtés típusáról a távfűtés szolgáltatójának kell nyilatkoznia, amennyiben ilyen dokumentum nem áll rendelkezésre  $e=1,26$ .”

Tehát a távfűtés szolgáltatójának hitelt érdemlő módon nyilatkoznia kell arról, hogy

- 1) alapvetően milyen energia hordozót használ a távfűtésre termelő fűtőmű;
- 2) a felhasznált fűtési hő hány százaléka származik elektromos áram termelésnek melléktermékeként előállított hőből más szóval kapcsolt hőtermelésből.

### Geotermális fűtés esetén

Elképzeltető, hogy az ellátott geotermális hőmennyiség, nem távfűtésből származik. Maga földből kinyert hő a táblázat szerint  $e=0$  értékkel vehető figyelembe. Viszont a hő szivattyúzásához, (felhozatal, szállítás, visszapréseléshez) felhasznált energiához felhasznált villamos energiát is figyelembe kell venni. Az elektromos energia e-tényezője: 2,5.

## 7. Hőátbocsátási tényező

A nem átlátszó szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének (röviden U-tényezőjének) három fontos szintje van:

- egy dimenziós U-tényező ( $W/m^2K$ ) amit esetenként különböző féle képen használunk: lehet elméleti, mező középi, panel középi;
- rétegtervi U-tényező ( $W/m^2K$ ), amit a követelményekkel való összehasonlításra használunk és tartalmazza, az egy dimenziós U-tényező mellett rétegterv párhuzamos felületei között általános előforduló vonalmenti hőhidak vonalmenti hőátbocsátási tényezőjét ( $W/mK$ ) és a pontszerű hőhidak pontszerű hőátbocsátási tényezőjét is ( $W/K$  egy darab hőhídra vonatkoztatva);
- eredő U-tényező ( $W/m^2K$ ), amit a q-tényező számításához használunk fel és rétegtervi U-tényezőtől felül tartalmazza a csatlakozó szerkezetek vonalmenti hőátbocsátási tényezőjét is.

## 7.1. Rétegtervi U-tényező

Új építésnél és felújítások során a rendelet hatálya alá eső épületeknél be kell tartani a hőátbocsátási tényező (továbbiakban U-tényező) követelményértékét. A követelményértékek a határoló szerkezetek rétegtervi U-tényezőjére vonatkoznak.

A Rendelet 2. melléklet 3.1.-ja szerint: „A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) a szerkezet általános helyen vett metszetére számított vagy a termék egészére, a minősítési iratban megadott  $[W/(m^2K)$  mértékegységű] jellemző, amely tartalmazza nem homogén szerkezetek esetén a szerkezeten belül, jellemzően előforduló **átlagos mennyiségben figyelembe vett pontszerű (rögzítési rendszerek, konzolok, csavarok, átkötővasak stb. által okozott) és vonalmenti (vázszerkezetek, hézagok, panelcsatlakozások stb. által okozott) hőhidak hatását is.** (Megjegyzés: a szerkezetek csatlakozásánál - nyílásoknál, sarkoknál - keletkező hőhidak hatását nem számolva). A rétegterv hőátbocsátási tényezőjét befolyásoló tényezők számításba vételére megfelelő megoldás az MSZ EN ISO 6946 szabvány szerinti vagy azzal azonos eredményt adó számítás. A rétegtervben szereplő **inhomogenitásból származó hőhidak hatását:**

a) részletes módszer alkalmazása esetén a kettő vagy háromdimenziós számításon alapuló értékekkel MSZ EN ISO 10211 szabvány szerint,

b) egyszerűsített módszer alkalmazása esetén MSZ EN ISO 6946 szabvány szerint számítandóak.”

Itt a megjelölt magyarázat nem új szabályt vezet be, csak a korábbit részletezi. 2006. május 24. óta az 1. melléklet hőátbocsátási tényező követelményekéről szóló I. fejezet 1. táblázat lábjegyzete szerint:

„1) A követelményérték határolószerkezetek esetében „rétegtervi hőátbocsátási tényező”, amin az adott épülethatároló szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője értendő: ha tehát a szerkezet vagy annak egy része több anyagból összetett (pl. váz- vagy rögzítőelemekkel megszakított hőszigetelés, pontszerű hőhidak stb.), akkor ezek hatását is tartalmazza.”

### Példa 1, dűbelek – inhomogenitás hatásának számítása ismert hőhid hatás esetén

Egy homlokzatszigetelés során  $R=3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  hőellenállású hőszigetelés kerül a meglévő  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  tényezőjű falra. A hőszigetelés során  $0,004 \text{ W/K}$  mértékű pontszerű hőhidat okozó dűbelből átlagosan  $5 \text{ db/m}^2$ -t telepítenek. Megfelel-e a kész szerkezet 2015 után pályázatok esetén?

Számítás helyesen, a rögzítés által okozott hőhid figyelembe vételével:

$U=1/(3,5+1/1,1)+0,004*5=0,2468 > 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál nem felel meg.

Számítás helytelenül, a rögzítés által okozott hőhid figyelembe vétele nélkül:

$U=1/(3,5+1/1,1)=0,2268 < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál látszólag megfelelt, de hibás.

### Példa 1, dűbelek – inhomogenitás hatásának számítása egyszerűsített módszerrel

$R=1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$  hőellenállású falszerkezetbe  $6 \text{ mm}$  – átmérőjű acéldűbel kerül rögzítésre ami  $160 \text{ mm}$  vastag  $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$  hővezetési tényezőjű hőszigetelést teljes vastagságban átszúrja. Mekkora négyzetméterenként  $5 \text{ db}$  dűbel által okozott hőhidhatás, avagy U-tényező növekedés?

MSZ EN ISO 6946 D3.2 szerint:

U-tényező növekedés  $(\text{W/m}^2\text{K}) = [\text{mélységi tényező (nincs dimenziója)} * \text{rögzítő elem hővezetési tényezője (W/mK)} * \text{rögzítő elem keresztmetszete (m}^2) * \text{rögzítő elem száma (db/m}^2) / \text{átszúrt hőszigetelés teljes vastagsága}] * [\text{a rögzítő elem által átszúrt hőszigetelés hővezetési ellenállása (m}^2\text{K/W)} / \text{teljes réteg hővezetési ellenállása (m}^2\text{K/W)}]^2$

Ahol a mélységi tényező =  $0,8 \cdot$  a hőszigetelő réteget átszűrő rögzítő elem hőszigetelésben lévő hosszúsága / átszűrt hőszigetelés teljes vastagsága.

Mivel a példában a hőszigetelést teljes keresztmetszetén áthatoló a dűbel, ezért a mélységi tényező  $0,8$ .  
 A rögzítő elem által átszűrt hőszigetelés hővezetési ellenállása  $R=0,16/0,04=4 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 A teljes réteg hővezetési ellenállása  $R=1+4=5 \text{ m}^2\text{K/W}$   
 U-tényező növekedés  $(\text{W/m}^2\text{K})=(0,8 \cdot 60 \cdot 0,003^2 \cdot \pi \cdot 5/0,16) \cdot (4/5)^2=0,0271 \text{ W/m}^2\text{K}$

Egy db dűbel esetén a hőhidhatás  $^2\chi=0,0054 \text{ W/K}$ . Érdemes megfigyelni, hogy a dűbel anyagán és vastagságán kívül a hőszigetelés vastaga és külön az átszűrt vastagság is szerepet kap a hőhid hatásban.

### Példa 3, szarufa – inhomogenitás hatásának számítása ismert hőhid hatás esetén

A fedélszék építése során a beépítésre szánt szerkezeti rétegek a (felületi konvekciós tényezővel együtt)  $R=6 \text{ m}^2\text{K/W}$  hőellenállással bírnak. Ezt az értéket  $0,8 \text{ m}$ -ként  $0,04 \text{ W/mK}$  hőhidat okozó szarufa rontja le. Megfelel-e a kész szerkezet 2015 után pályázatok esetén?

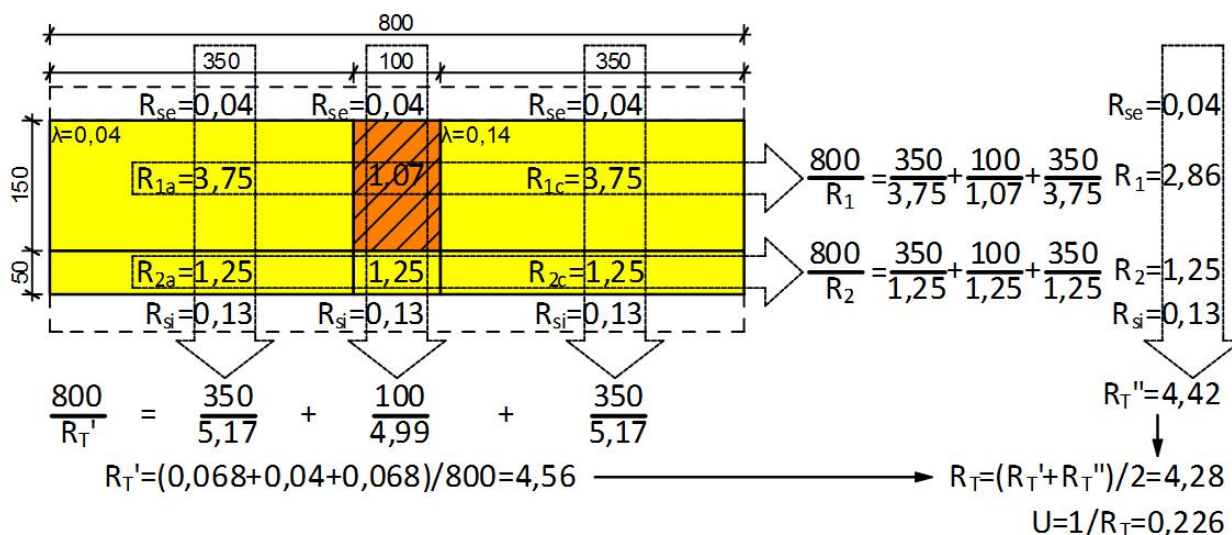
Számítás helyesen a szarufa hatásának figyelembe vételével:  
 $U=1/6+0,04/0,8=0,2167 > 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál nem felel meg.

Számítás helytelenül a szarufa hatásának figyelembe vétele nélkül:

$U=1/6=0,1667 < 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál látszólag megfelelt, de hibás.

### Példa 4, szarufa – inhomogenitás hatásának számítása egyszerűsített módszerrel<sup>3</sup>

MSZ EN ISO 6946 szerinti inhomogenitás számítást a következő ábra szemlélteti.



A számítás során első lépésben a homogén területek méretét és hővezetési ellenállást kell meghatározni. Ezt után az „a” „b”... szegmensek külön-külön meghatározott összes R értéke következik. Ez alapján a szerkezetek vizsgált szélessége függvényében meghatározható  $R_T'$  az átlag felső értéke.

<sup>2</sup> A „ $\chi$ ” a hő technikai szabványokban a pontszerű hőhidhatás jellemzője mértékegysége  $\text{W/K}$  ez nem összetévesztendő a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet II.1. táblázatában szereplő „A hőhidak hatását

kifejező korrekciós tényezővel” ami szintén „ $\chi$ ”-vel van jelölve, de dimenziója nincs.

<sup>3</sup> Gyorsabb egyszerűbb és pontosabb megoldást ad a véges elem módszeres hőhidmodellezéssel meghatározni az inhomogenitás hatását: Pl: LBNL THERM, Blocon HEAT, Physibel KOBRU86 program segítségével. Gyorsan meghatározható még hőhidkatalógus segítségével.



Harmadik lépésben a vizsgált szélessége függvényében meghatározható az egyes „1” „2” ... rétegek hővezetési ellenállása ( $R_1$  és  $R_2$ ). Ezeket összegezve a felületi hőátadási ellenállással ( $R_{se}$  és  $R_{si}$ ) megkapjuk a hővezetési ellenállás alsó értékét  $R_T$ -vel jelöljük.

Végül a „rétegtervi” hővezetési ellenállást az alsó és felső értéke átlaga adja.

Összefoglalva a követelmény összehasonlító értékhez a rétegtervi hőátbocsátási tényezőt kell kiszámítani:

$U = U$  egy dimenziós elméleti mezőközépen + a rétegtervben szereplő pontszerű hőhíd \* ahányszor a pontszerű hőhíd forrása szerepel egy négyzetméteren + rétegtervben szereplő vonalmenti hőhíd / amilyen gyakran méterenként a vonalmenti hőhíd forrása szerepel.

## 7.2. Eredő U-tényező és a csatlakozási hőhíd korrekció

Miután az U-tényezők megfelelőségét megvizsgáltuk, a következő lépésben a csatlakozási hőhidakkal is korrigálni kell a transzmissziós hőveszteséget.

$$U_R = U(1 + \chi)$$

Erre egyszerűsített módszer esetén alkalmazható a Rendelet 2. melléklet II. rész II.1 táblázata. A táblázat alkalmazására sajnos nincs minden esetben lehetőségünk. A táblázat megjegyzése szerint: „A **korrekciós tényező nem használható a gyártási, kivitelezési, tervezési hibák figyelembevételére és az ezek miatt időben bekövetkezett hőhidasság figyelembevételére (pl. hőszigetelt paneles rendszerek gyártási hibái).**”<sup>4</sup>

A „gyártási, kivitelezési, tervezési hibák” lehetnek:

A. típus: A hőszigetelés minősége leromlik például: szétreped, átitatódik cementpéppel, nedves lesz; lásd 7.3. fejezetet.

B. típus: A rétegterv jelentős mértékben inhomogén, nem bír mindenhol azonos hőátbocsátási tényezővel; lásd 7.3. fejezetet.

C. típus: A csatlakozó szerkezeteknél a hatékony hőszigetelés, hővédelem vonala megszakad; például az ablakhoz nem kerül a hőszigetelés befordításra; csatlakoztatásra vagy a hőszigetelést megszakító erkélylemez, pofafalat, attikát, tetőszakaszolófal, túllógó dilatáció tűzterjedés gátló fal stb. nem hőszigetelték két oldalról.

Az A. és B. típusú hibákat a következő fejezetben részletesen kerül kifejtésre. C. típusú hibákat itt fejtjük részletesen. A korrekciós tényező alkalmazása hibás szerkezetek számítására hibás eredményt ad. Egy homlokzat szigetelés esetén az erkélylemez körbeszigetelésének, vagy az erkélyek melletti pofafalak hőszigetelésnek elmaradásakor, ott ahol a hőszigetelés megszakad nagy veszteséget okozó hőhíd keletkezik. Ilyenkor a vonalmenti hőátbocsátási tényező akár  $\Psi=1,0-1,4$  W/mK-tartományba is kerülhet. Egy függőfolyosós („gangos”), 1945 előtt épült többlakásos ház belső udvari falainak hőszigetelése esetén a homlokzaton végigmenően 4-m ként fordulhat elő jelentős hőhíd. Ilyenkor a veszteséget csak 0,6-0,8-nál nagyobb korrekciós tényezővel lehetne figyelembe venni.

Hibás, hőtechnikailag javíthatatlan (vagy csak aránytalanul drágán javítható) szerkezetek miatti hőhíd számításba vételénél csak részletes módszerrel lehet számolni. Ilyen esetben vagy magunknak kell elvégeznünk végeelem módszerrel a hőhidak veszteségének méretezését, vagy mások által készült hőhíd katalógust (például 1. 2. táblázat) kell felhasználnunk erre a célra.

<sup>4</sup> MSZ EN ISO 9646 szabvány a hővezetési tényező tervezés értékének meghatározására a ISO 10456 írja elő ami több lerontási eljárást tartalmaz

falazat anyaga		könnyített falazóblokk					tömör tégl					betonfal				
falazat hővezetési tényezője		$\lambda=0,56$ W/mK					$\lambda=0,99$ W/mK					$\lambda=2,1$ W/mK				
Homlokzaton $\lambda=0,04$ hőszigetelés vastagsága (cm)		6	8	10	12	16	6	8	10	12	16	6	8	10	12	16
a vonalmenti hőátbocsátási tényező értéke (W/mK)																
a kiegészítő hőszigetelés az ablakhoz nem kerül befordításra	ablak teherhordó szerkezet tengelyében vagy tengelyének közelében	0,26	0,28	0,29	0,30		0,39	0,41	0,43	0,44		0,8	0,8	0,8	0,8	
	ablak teherhordó szerkezet belső síkján	0,39	0,41	0,43	0,45		0,56	0,60	0,62	0,64		0,8	0,8	0,8	0,8	
nem készül lábazati hőszigetelés*	Padló $\lambda=0,04$ hőszigetelés $d=4$ cm	0,31	0,33	0,34	0,35		0,43	0,45	0,46	0,47						
	Padló $\lambda=0,04$ hőszigetelés $d=6$ cm	0,29	0,31	0,32	0,32		0,40	0,43	0,44	0,45						
vb. erkélylemez körbeszigetelése elmarad (usztatott padlónál)		0,77	0,71	0,69	0,67		0,79	0,77	0,75	0,73						
vb. erkélylemez körbeszigetelése elmarad (egyéb esetben)		0,93		0,89			0,81	0,87		0,83		0,76	1,19		1,06	0,96
vb. erkélylemez 4 cm körbeszigeteléssel			0,48					0,51								
konzolos körfolyosó kőből 12 cm lemezzel és 2 m-ként 25x50cm-es kőgyámmal 38 cm-es téglafalban							0,61		0,59		0,54					

1. táblázat tájékoztató értékek a hibás kiképzésből a hőszigetelés elmaradásából származó hőhid hatás ( $\Psi$ -érték) belső felületen számolva Magyarországon legjellemzőbb esetekben kiegészítő hőszigeteléses falaknál<sup>5</sup> \*-al a megadott érték csak alapincézett épületre érvényes

falazat hővezetési tényezője		$\lambda=0,21$ W/mK	$\lambda=0,56$ W/mK	$\lambda=0,99$ W/mK
24 cm széles vb pillér hőszigetelés elmarad	falvastagság $d=0,24$ m	0,57		
	falvastagság $d=0,3$ m	0,51		
	falvastagság $d=0,365$ m	0,51		
vb. erkélylemez körbeszigetelése elmarad (usztatott padlónál)	falvastagság $d=0,24$ m	0,66	0,69	0,67
	falvastagság $d=0,3$ m	0,59	0,62	0,63
	falvastagság $d=0,365$ m	0,54	0,57	0,55
vb. erkélylemez körbeszigetelése elmarad általában	falvastagság $d=0,25$ m	1,09	0,91	0,83
	falvastagság $d=0,3$ m	0,94	0,85	0,77
	falvastagság $d=0,38$ m	0,83	0,76	0,69
vb. erkélylemez 4 cm körbeszigeteléssel		0,46	0,49	0,47

2. táblázat a hibás kiképzésből a hőszigetelés elmaradásából származó hőhid hatás ( $\Psi$ -érték) belső felületen számolva a Magyarországon legjellemzőbb esetekben kiegészítő hőszigetelés nélküli falaknál<sup>5</sup>

A geometriai és csatlakozási hőhidak részletes figyelembe vételénél

„6. A felületi, szerkezeti csatlakozásoknál keletkező hőhidvesztéseket

a) részletes módszer alkalmazása esetén az MSZ EN ISO 10211 szabvány szerinti vagy azzal azonos eredményt adó számítás alapján ... kell figyelembe venni.”

MSZ EN ISO 10211 szabvány megengedi a hőhid méretezésnél mind a szerkezetek külső (időjárásnak kitett, nagyobb felületet adó), mind pedig a belső vonalán történő számítást! A rendelet a belső vonalon történő számítást írja elő. Ennek megfelelően ha hőhidkatalógusban a szerkezetek külső vonalára számították a vonalmenti hőátbocsátási tényezőket, azokat át kell számolni belső vonalra.

**Példa:**

A fal U-tényezője  $0,5$  W/m<sup>2</sup>K, a földem magassága  $d=20$  cm, a szerkezet külső vonalára számított vonalmenti hőátbocsátási tényező  $\Psi_{(külső)}=0,02$  W/mK. Mekkora a vonalmenti hőátbocsátási tényező belső vonalon számolva?

A számítás értelemszerűen:  $\Psi_{(belső)}=\Psi_{(külső)}+U*d=0,02+0,5*0,2=0,12$  W/mK

A példa jól mutatja, hogy a külső vonalra számolt hőhidak számértéke jelentősen eltérő.

<sup>5</sup> Kivonat: 1 Gerd Hauser / Horst Stiegel Wärmbrücken Atlas für den Mauerwerksbau szerint és ISO 10211 szerint számított értékek

### 7.3. Paneles<sup>6</sup> épületek homlokzati falainak U-tényezője

Mind a rétegtervi, mind pedig az eredő U-tényező paneles épületek esetén igen nehezen határozható meg. A paneles rendszerek U-tényezőjét a névleges értékhez képest, a csatlakozási hőhidakon és átkötő vasakkal okozott hőhidakon felül idő béli állagromlás és gyártástechnológiai hibák is jelentős mértékben rontják:

- a hőszigetelés a nagy gyártási mechanikai igénybevételtől összeropdolt, cementpéppel átitatódott;
- a hőszigetelés toldásai közé cementpép folyhatott be;
- a hőszigetelés beépítésekor a kéregfüggesztő, acél körül a hőszigetelésbe acélpép folyt be;
- a panelek gyártási gőzölésétől a polisztirolhab megroskadhatott, túlduzzadhatott, meggyengült, sérülékennyé vált.

E mellett a kivitelezés során is adódhattak hibák:

- a helyszínen beépített csomóponti: koszorú, oszlop, sarok és más helyszíni hőszigetelések elmaradhattak, a betonnyomástól elfordulhattak, az acélszerelés közben sérülhettek;
- az előre beépített és oldalával látszó hőszigetelések daruzás rakodás során sérülhettek elmorzsolódhattak;
- a panelcsatlakozás hegesztése során a hőszigetelés helyenként kiéghetett.

E mellett az idő múlásával is további tényezők rontották a paneles rendszerek hőszigetelő képességét:

- a kőzetgyapot hőszigetelés összeroskadott;
- a hőszigetelés a panelcsatlakozások tömitéseinek elöregedésével befolyó csapadék hatására elnedvesedett;
- a kifelé diffundálódó pára a hőszigetelés külső tartományában a kéreg alatt kondenzálódott, és mivel kiszáradás feltételi nem adottak a kondenzátum évek során összegyűlt és lerontotta a hőszigetelő képességet.

A fenti hatások miatt hőszigetelés jelen állapotában történő hővezető képességét a mérések alapján meghatározott hőátbocsátási tényező eredményeiből lehet számítani. Ilyen mérések eredményét a következő, 3. táblázat szemlélteti.

gyártási év	Házgyár	egy dimenziós U-tényező
		W/m <sup>2</sup> K
1966-67	Budapesti I.	0,894
1967-74	Budapesti I.	0,858
1969-70	Miskolci	0,95
1971-74	Miskolci	1,124
1975	Budapesti IV.	1,234
1975-82	Budapesti I.	0,655
1978	Kecskeméti	0,802
1978	Kecskeméti	0,815
1983	Budapesti IV.	0,932
1983	Veszprémi	0,753
1986	Budapesti II.	0,914
1986	Szegedi	0,991

3. táblázat Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium megbízásból az Épületfenntartási K+F Alapítvány által vezetett és V sys kft. által végzet mérések eredményei 2009 és 2010-es évben

<sup>6</sup> panel kifejezést a mag hőszigeteléses vasbeton szendvicspanelekre alkalmazva

3. táblázatban egy dimenziós hő-átbocsátási tényező mérések alapján került kifejezésre. Így nem veszi figyelembe az átkötő vasak és a panelszél hőszigetelésének elvékonyítást. Ennek megfelelően a rétegtervi hőátbocsátási tényező meghatározása további számítást igényel. A különböző rendszerek rétegtervi U-tényezőjének meghatározáshoz első lépésben ki kell fejezni az beépített hőszigetelő anyag jelen állapotában figyelembe vehető hővezetési tényezőjét a panel közepi rétegtrend ismeretében. Ezt összegzi a 4. táblázat.

hőszigetelés	korszak	hővezetési tényező (W/mK)
salakgyapot	1965-1971	0,124
EPS	1967-1973	0,104
	1973-1983	0,090
	1983-	0,083

4. táblázat a házgyári panel építési korszakok különböző hővezetési tényezője 2009 és 2010-es mérések alapján

Fontos kihangsúlyozni, hogy a fejezet elején felsorolt rontó hatások a hőszigetelés eredeti 0,04 W/mK-es hővezető képességét, a panelgyártási korszakoktól függően kétszeres háromszoros mértékben növelték meg.

7.1. Rétegtervi hőátbocsátási tényező fejezetben leírtaknak megfelelően meghatározható a szerkezet inhomogenitását is figyelembe vevő, rendeltnek is megfelelő összehasonlítási érték. A jellemző átkötő vasak, panel és ablakperem hőszigetelés elvékonyítását jellemző panel méretekkkel átlagosan figyelembe vett rétegtervi U-tényező tájékoztató értékei házgyári rendszereknél korszakonként kiolvashatók a 5. táblázatból.

5. táblázatban szereplő érték a következők szerint kerültek meghatározásra:

- a hőszigetelés elvékonyítás hatását részletes módszerrel MSZ EN ISO 10211 leírtak szerint (véges elem módszerrel) kerültek meghatározásra,
- a kéregrögzítő betonacél átkötések és a kiegészítő hőszigetelés dűbelei pedig egyszerűsített módszerrel MSZ EN ISO 6946 D3.2. meghatározottak szerint.

A számításnál figyelembe vett:

- átmenő dűbel 6 mm-es acél 4 db/m<sup>2</sup> sűrűségben,
- a hőszigetelés  $\lambda=0,04$  W/mK hővezetési tényezőjű a megadott 4, 8, 12, 16, 20 cm-es vastagságokban.

Eltérő anyaghasználat esetén fejezet végén szereplő példával szemléltetett módon a „0” kiegészítő hőszigetelés vastagságú variáció U-tényezőjét lineárisan növelve kaphatunk pontos eredményt. Ez az eljárás viszont csak akkor használható, ha a kiegészítő hőszigetelés  $R < 2$  m<sup>2</sup>K/W. Ilyen vagy ennél vékonyabb (a táblázatban 8 cm-es) hőszigetelésnél a hőhid hatás miatt az inhomogenitást a 7.1. Rétegtervi U-tényező fejezet szerint kell átszámolni.

Fontos továbbá, hogy a rétegtervi hőátbocsátási tényező meghatározási módszertanának megfelelően a táblázatban a rétegterv párhuzamos felületei közötti inhomogenitás került számításra. Ennek megfelelően az eredmény a vízszintes és függőleges panelcsatlakozás és ablakcsatlakozás miatti hőszigetelés elvékonyításokat veszik figyelembe. Az attika, lábázat, erkélyek, de az ablakok és belső szerkezetek geometriai csatlakozásából származó hőhidakat a rétegtervi hőátbocsátási tényező nem tartalmazza és nem is tartalmazhatja. Így a **q-tényező számításához a kapott rétegtervi hőátbocsátási tényezőt 7.2. eredő U-tényező és a csatlakozási hőhid korrekció fejezetben leírtak szerint meg kell növelni.**

házgyár, poligonüzem	készült lakótelepek példák	készült lakások száma	gyártási idő	hőszigetelés	vízszintes ablaknál	vastagság (mm)				panel közép U <sub>1D</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Rétegtervi hőátbocsátási tényező (W/m <sup>2</sup> K) kiegészítő hőszigetelés vastagságanként						
						teljes	külső kéreg	hsz	belső szerk.		0	4	8	12	16	20	
Dunaújváros	Dunaújváros: Dózsa városrész, Belváros, Technikum városrész, felső Duna part, Kertváros, Római városrész; Szeged Tarján; Szekszárd Kölcsey lakótelep; Százhalombatta	8 391	1967-1979	salakgyapot	N	300	70	100	130	0,929	<b>1,786</b>	0,680	0,424	0,310	0,244	0,201	
			1977-1982	EPS	N	300	70	60	170	1,053	<b>1,796</b>	0,672	0,405	0,294	0,234	0,199	
			1982-	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,393</b>	0,591	0,392	0,295	0,235	0,191	
Pécs	Pécs, Siklós	21 620	1971-1983	EPS	N	250	50	50	150	1,220	<b>1,591</b>	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199	
			1983-1987	EPS	N	270	50	70	150	0,898	<b>1,323</b>	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193	
Budapest I.	Kelenföld	2 456	1965-1967	salakgyapot	N	250	50	110	90	0,868	<b>1,725</b>	0,663	0,417	0,306	0,241	0,199	
	Kelenföld, Óbuda, Csorba úti, Bartok Béla úti, Zugló	15 787	1967-1974	EPS	N	250	55	80	115	0,976	<b>1,551</b>	0,639	0,408	0,300	0,237	0,194	
	Óbuda, Békásmegyér, Andor utca, Kelenföld, Újpalota, Rákoskeresztúr, Kőbánya Városcsopont, Kaszásdűlő, Dunyov úti, Budakeszi	18 628	1975-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	<b>1,612</b>	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199	
				1982-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,041</b>	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Budapest II.	Árpádhídfői, Csepel Városcsopont, Újpest Városcsopont, Zugló, Szentkorona utcai, Újpalota	16 488	1968-1974	EPS	N	265 (210)	65	50	150 (95)	1,323	<b>1,495</b>	0,643	0,410	0,301	0,237	0,196	
	Zugló, Kőbánya-Újhegyi, Újlipótváros, Gogol utca, Csepel-Királymajor, Józsefváros, Kőbánya-Városcsopont, Valéria, Mihákovics utca, Váci-Gyöngyösi utca, Csengettyű utca, Valéria, Szegedi-Országbíró utca, Rákoskeresztúr, Csepel lakótelep, Gyakotló utca, Vizaforgó, Pesterzsébet,	22 365	1974-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,213	<b>1,387</b>	0,622	0,402	0,297	0,235	0,194	
				1982-	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,041</b>	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Győr	Győr Ady	443	1968-1971	salakgyapot	I	250	50	100 (75)	100 (125)	0,991	<b>1,796</b>	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202	
	Győr: Ady város, József Attila, Marcal, Győr 2, Győr 5; Sopron; Szombathely: KISZ, Joskar-Ola, Oladi, Derkovits; Sárvár; Körmend; Celldömölk; Tapolca; Balatonfüred; Székesfehérvár; Várpalota; Oroszlány; Tatabánya: Sárberék, Bánhida, Dózsakert, Gál István, Újváros; Budapest: Örmező, Gazdagrét, Rózsakert; Tata, Komárom	45 977	1971-1974	EPS	I	250	50	50	150	1,220	<b>1,981</b>	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203	
				1974-1985	EPS	N	265	65	50	150	1,220	<b>1,591</b>	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
				1984-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,898	<b>1,323</b>	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
Miskolc	Miskolc: Belváros, Győrikapu, Gyula utca, Kazincbarcika, Salgótarján	2 357	1969-1971	salakgyapot	I	250	50	100 (75)	100 (125)	0,991	<b>1,796</b>	0,696	0,431	0,314	0,246	0,202	
	Miskolc: Avas, Belváros, Bereka, Bodótető, Bulgárföld, Diósgyőr, Győrikapu, Gyula utca, Hejőcsaba, Jókai utca, Majláth utca, Martin telep, Mátyás király út, Összekötő várorász, Szinvan népkert, Szentpéteri kapu; Ózd; Kazincbarcika; Salgótarján; Eger	46 691	1971-1975	EPS	I	250	50	50	150	1,220	<b>1,981</b>	0,713	0,432	0,312	0,243	0,203	
				1975-1987	EPS	N	265	65	50	150	1,220	<b>1,591</b>	0,662	0,419	0,306	0,241	0,199
				1985-1989	EPS	N	300	70	80	150	0,898	<b>1,323</b>	0,602	0,393	0,292	0,232	0,193
Szolnok	Szolnok; Karcag; Törökszentmiklós	2 012	1969-1991	EPS	I	260 (220)	60	60	160 (100)	1,068	<b>1,553</b>	0,655	0,416	0,304	0,240	0,198	
Budapest III.	Újpalota, Kelenföld, Csepel Városcsopont, Csángó utca, Zugló, Óbuda, Drégelyvár utca, Kerepesi út, Tüzér utca, Kőbánya-Újhegy, Eperfasor utca, Havanna lakótelep, Vát utca, Kíspeszt, Békásmegyér, Gyakorló utca, Szobor-Faludi utca	54 950	1971-1987	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	<b>1,457</b>	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196	
				1984-1894	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,067</b>	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Debrecen	Debrecen: Újkert, Vénkert, Mester utci, Hüvelyes út, Csapó utca, Doboz út, Burgundia utca, Kandia-Szt Anna u.i, Tócsónygy, Tócsóskert; Budapest: Colombus; Nyíregyháza: Értkert, Örösföld, Jósaváros, egyéb	31 843	1970-1989	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	<b>1,457</b>	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196	
		11 902	1987-1994	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,067</b>	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186	
Szeged	Szeged: Tarján, Felsőváros, Északváros, Makkosháza, Újrókus, Odessza, Marostó; Kecskemét: Széchenyi város; Budapest: Kaszálórét; Csongrád; Szentes; Hódmezővásárhely; Orosháza; Békéscsaba; Tótkomlós	33 828	1971-1987	EPS	I	250	60	55- 75	120- 140	0,972	<b>1,457</b>	0,631	0,406	0,299	0,237	0,196	
				1982-1987	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,067</b>	0,546	0,369	0,278	0,223	0,186
Budapesti IV.	Fehérvári út, Gogol utca, Pesterzsébet, Kíspeszt, Csepel, Rákoskeresztúr, Ada utca, Rátz László-Bigszádi út, Adony utca	14 566	1974-1983	EPS	I	300	70	80	150	0,863	<b>1,612</b>	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199	
				1981-1990	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,041</b>	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Veszprém	Veszprém: Jutasi út, Cholnoky Solyi-Vilonyai utca, Egy út; Ajkán: Alkotmány utca, Béke út, Fő utca mellett, Ifjúsági utca, Petőfi S. utca; Siófokon; Várpalotán; Székesfehérváron; Érden; Budapesten: Békásmegyér	18 810	1975-1981	EPS	I	300	70	80	150	0,863	<b>1,612</b>	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199	
				1981-1986	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,041</b>	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186
Kecskemét	Kecskemét: Széchenyi város, Árpád város; Budapest: Pesterzsébet, Csepel, Mézesfehér utca, Rakéta utca; Dunaújváros: Béke városrész; Baja; Nagykőrös; Cegléd; Gödöllő; Kiskunfélegyháza; Kistarcsa; Nagytarcsa; Pécs; Kiskunhalas; Kiskunfélegyháza	20 698	1976-1987	EPS	I	300	70	80	150	0,863	<b>1,612</b>	0,659	0,418	0,305	0,240	0,199	
				1985-1989	EPS	N	300	70	80	150	0,804	<b>1,041</b>	0,542	0,367	0,277	0,222	0,186

5. táblázat lakásépítésben használt vasbeton-szendvicspanelek koráskonkénti jellemző, mérés alapján kifejezett, 7/2006 (V. 24.) TNM rendeletnek megfelelő rétegtervi hőátbocsátási tényezője

Meg kell azonban jegyezni, hogy a különböző gyártási rendszerek egy korszakon belül is szórást mutatnak a rétegtervi hőátbocsátási tényező tekintetében. Ennek a szórásnak az okai:

- A tervező irodák egyedileg tervezték az egyes épületek paneljeit, így a vasalat és a hőszigetelési vastagság épületenként eltérő lehet. A korai típusoknál a földem alátámasztó falak és az arra merőleges falak hőszigetelése is esetenként eltért (5. táblázatban zárójeles méretek).
- A gyártási technológiát egy rendszeren belül is változtatták, előfordulhatott például, hogy az 1971 utáni rendszereknél is esetenként salakgyapotot építettek be EPS helyett.
- A jellemzően króm ötvöztes átkötő vasak importból származtak. A korszakba tapasztalható nehéz beszerzés körülmények miatt a gyártás során változhatott az alkalmazott átkötővas vastagsága kiosztása és anyagminősége a szállítmányok érkezésétől függően.
- A különböző kivitelezők a kivitelezést különböző gondossággal végezték.
- A házgyárak és azokat üzemeltető ÁÉV-k bémunkában egymásnak is dolgoztak.

A rendelkezésre álló mérések alapján a vizsgálatok szórása jellemzően +/-5% köré tehető, de esetenként a 25%-ot is elérheti.

Ahol fontos a meglévő - felújítás előtt álló - épület fogyasztásának és a felújítással várható megtakarításnak a pontos meghatározása érdemes alaposabb vizsgálatot végezni a következő lépéseket követve:

- A panelközépi egy dimenziós hőátbocsátási tényező meghatározása mérés alapján:
  - 5 percenkénti legalább 500 mérésből álló sorozattal,
  - hőhidaktól legalább 0,5 m távolságra mérve,
  - külső, belső levegő hőmérséklet, belső felületi hőmérséklet és belső hőáramsűrűség mérése alapján számolva,
  - borús, csapadékmentes időben végezve a mérést
  - külső és belső hőmérséklet különbsége nem lehet 15-nál kisebb a mérés alatt
  - belső hőmérséklet állandó kell legyen.
- A hőszigetelő vastagság meghatározása a hőárammérés (vagy mérések) helyén.
- A mérésből számított hőátbocsátási tényező időbeli átlag értéke és a szerkezeti méretek alapján a hőszigetelés hővezetési tényezőjének meghatározása.<sup>7</sup>
- A vízszintes és függőleges paneltoldásoknál a hőszigetelés meglétének ellenőrzése hőkamerás felvétellel.
- A paneles rendszer szerkezeti kialakításainak begyűjtése szakirodalom<sup>8</sup> és tervtárak<sup>9</sup> adatai alapján.
- A rétegtervi U-tényező számítása a tervtári adatok és a mérésből kifejezett hővezetés tényező alapján MSZ ISO EN 10211 szabványnak megfelelő véges elem módszeres hőhidmodellezéssel.

Az átszámítás után kapott rétegtervi hőátbocsátási tényező már felhasználható a követelményértékkel való összehasonlításra. Kiegészítő hőszigeteléssel ellátott szerkezetek esetén közelítésképpen „0” hőszigetelésű verzió értéke vehető alapul a következő példa szerint:

**Példa:**

Szegedi házgyár 1975-ös paneles rendszerével épület lakás falára  $R=3 \text{ m}^2\text{K/W}$  hőellenállású hőszigetelő rendszer kerül.

<sup>7</sup> ISO 10456 C mellékeltének megfelelően

<sup>8</sup> Például: Dr. Gilyén Jenő Panelos épületek szerkezetei, 1984; Dr. Bighoffer Péter-Hikisch Lóránt A paneles lakóépületek felújítása, 1994

<sup>9</sup> Például: Lechner Lajos Tudásközpont Építésügyi Dokumentációs és Információs Központ <http://hunteska.lltk.hu/monguz/>

Megfelel-e a kész szerkezet 2015 után pályázatok esetén?

Számítás helyesen, a rétegtervi U-tényezőből kiindulva:

$U=1/(1/1,46+3)=0,27 > 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál nem felel meg.

Számítás helytelenül, az egy dimenziós panelközépen számított U-tényezőből kiindulva:

$U=1/(1/0,972+3)=0,25 < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál nem felel meg és hibás.

Számítás helytelenül, a névleges U-tényezőből kiindulva:

$U=1/(1/0,50+3)=0,20 < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2015-től pályázatoknál látszólag megfelelt, de nagyon hibás.

Érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy a fent említett hatások figyelembe vétele MSZ EN ISO 6946 szabványban elő van írva. Így ezeket a hatásokat 2014. április 6 előtt is figyelembe kellett volna venni.

## 8. A szakaszos üzemeltetés

A szakaszos üzemeltetés korrekciós tényezőjét (jele:  $\sigma$ ) 2014. április 6-ától csak akkor lehet figyelembe venni „ha fűtésszabályozás automatikával programozható” a Rendelet 2. melléklet VI. fejezet 1. pontja szerint.

## 9. A levegő hővisszanyerés

### 9.1. Filtráció

2014. április 6-ától hatályos Rendelet 3. melléklet IV.2. táblázat ablakon történő filtrációra hővisszanyerést alkalmazni nem lehet:

„Meglévő épülethatároló elemek tömítettségének a fűtés éves nettó hőenergia igényre gyakorolt hatását a légcsereszámban a 3. melléklet IV.2. táblázatában szereplő  $n_T$  hozzáadásával kell figyelembe venni.  $n_T$  légcseré hányad folyamatosan jelentkezik és hővisszanyerést nem lehet rajta alkalmazni.” a Rendelet 2. melléklet VI. fejezet 1. pontja szerint.

### 9.2. Megkerülő ágas deresedés elleni védelem

2014. április 6-ától a levegő hővisszanyerésre vonatkozó számításban is a hővisszanyerők szezonális hatásfokát a számítás szerint le kell rontani amennyiben a deresedés elleni védelem elkerülő ágas (bypass) módban van megoldva a Rendelet 2. melléklet IV. rész 5. pontjában részletezett módon:

„Amennyiben a hővisszanyerés felületi hőcserélővel történik (tehát nem az elszívott levegőt forrásoldalként hasznosító hőszivattyúval), úgy az energiamérleg számításakor a deresedést megelőző megkerülő vezetékes üzemmód miatti hatásfok csökkenést figyelembe kell venni, amit alábbi összefüggéssel is lehet becsülni:

$$\eta_r = \frac{\eta_{ra}(H - H_d)}{H}$$

(IV.5.4.)

ahol  $\eta_{ra}$  a szellőző rendszerbe épített hővisszanyerő közölt hatásfoka,  $H_d$  a deresedés szempontjából kockázatot jelentő külső határhőmérséklet alatti, a belső hőmérsékletre vonatkoztatott hőfokhíd ezred része.”

A  $H_d$  számítható a hővisszanyerő berendezés technikai adatai, és éves óraszintű időjárás adatok alapján.

**Példa:**

Ha a belső hőmérséklet 20 °C a berendezés megkerülő vezetékre irányító üzemmódba -2 °C alatt kapcsol, és fűtési szezonban állandóan üzemel a hővisszanyerő így  $H_d=15$  kWh; hővisszanyerő gyártó által megadott hatásfoka  $\eta_{ra}=0,8$ , levegő előmelegítés nincs. Mekkora a hővisszanyerés éves hatásfoka?

$$\eta_r=0,8*(72-15)/72=0,63.$$

**9.3. Deresedés elleni védelem előfűtéssel**

E mellett: „Amennyiben deresedés elleni védelemre előfűtést alkalmaznak az arra szolgáló rendszer vagy berendezés primer energiaigényét figyelembe kell venni (elektromos előfűtés, talajhővel történő („passzív”) előfűtés szivattyújának, ventilátorának meghajtása stb.).”