



EMILI

füzetek

Hőszigetelés



A minőségről közérthetően.

ÉMI Nonprofit Kft.



EMILI

füzetek

*A minőségről közérthetően.
ÉMI Lakossági Információ*

Hőszigetelés

A szakmai anyagot összeállította: Tóth Péter, ÉMI

Kiadja:



A MINŐSÉG MÉRHETŐ.

2000 Szentendre,
Dózsa György út 26.

2017

1.

Előszó

Az utóbbi években nagy mértékben változtak az építésre vonatkozó jogszabályok, a követelmények fokozatos szigorodása mellett sok új műszaki megoldás, újszerű építési termék is megjelent.

Különösen fontosnak tarjuk, hogy a magánérős és állami beruházások már a korszerű előírásoknak megfelelően, magas minőségben készüljenek el.

Szakértői munkánk során gyakran tapasztalunk olyan építési hibákat, melyek gondosabb tervezéssel, szakszerű kivitelezéssel könnyűszerrel elkerülhetők lettek volna. Nyilvánvalóan sok tennivaló van nem csak az oktatás, szakemberképzés, de a szabályozási környezet korszerűsítésének területén is.

Az EMILI füzeteket kiemelten a lakosság részére, ismeretterjesztő céllal készítettük, abban bízva, hogy haszonnal forgatják az építkezni, felújítani készülőket. A füzetek terjedelme korlátozott, ezért igyekszünk olyan szakkönyveket, szabványokat is megnevezni, melyek a további elmélyedést segíthetik.



2.

Előzmények

Épületeink energiaszükséglete igen komoly részt (körülbelül 40%-ot) képvisel Magyarország teljes energiafogyasztásához képest. A magyarországi épületállomány energetikai szempontból vegyes képet mutat, de csak a legutóbbi időszakban készült épületeink teljesíthetik a korszerű elvárásokat, követelményeket.

Különleges lehetőséget és potenciált jelent épületállományunk energetikai korszerűsítése, hiszen más ágazatokhoz képest viszonylag egyszerű beavatkozásokkal is radikális megtakarításokat lehet elérni. Itt is érvényes az az általános elv, hogy a „fel nem használt energia” a legértékesebb, hiszen ez nemcsak költség-megtakarítást jelent, hanem környezetvédelmi szempontból is előnyös, és az ország energiafüggőségét is csökkenti. Az Európai Unió tagországait nem csak felelősség, de kötelezettség is terheli az energetikai követelmények szigorításával kapcsolatosan:

Az Európai Unió szintjén 2020-ig az üvegházhatású gázok kibocsátásának 20%-os csökkentését, a megújuló energiaforrások részarányának 20%-ra való növelését¹, valamint az energiahatékonyság 20% os javítását kell elérni. Ezeket a célkitűzéseket később az

¹A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának: 2020-ra 20-20% - Az éghajlatváltozásból származó lehetőségek Európa számára, COM(2008) 30

Európa 2020: az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája², valamint a Bizottság által elfogadott Energia 2020: a versenyképes, fenntartható és biztonságos energiaellátás és -felhasználás stratégiája³ című közlemény is megerősítette.

Az EU 2020-as energiahatékonysági célkitűzésének elérése érdekében új európai és nemzeti szintű intézkedésekre van szükség. Ennek fontos lépéseként 2012. október 25-én elfogadták az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló 2012/27/EU európai parlamenti és tanácsi irányelvet (a továbbiakban: Energiahatékonysági irányelv). Az Energiahatékonysági irányelv különböző területeken irányozza elő az energiahatékonyság uniós szintű növelését, különös tekintettel az épületek energiafelhasználásra.

A fentiek alapján Magyarországon az ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. koordinálásában elkészült a Nemzeti Épületenergetikai Stratégia⁴, mely elsősorban a hazai épületállomány energetikai korszerűsítésének lehetőségeivel, főbb szempontjaival és a megvalósítás feltételeivel foglalkozik.

Műszaki szempontból már kevés akadály lehet: az építőipari gyártók termékeivel és az új technológiákkal végrehajtható épületeink energetikai korszerűsítése, illetve új épületek létesítése.

A rendelkezésre álló lehetőségek közül a legnyilvánvalóbbal foglalkozunk a továbbiakban: az épület **termikus burkolatának, határoló szerkezeteinek** energetikai minőségével. Nem szabad elfelejtenünk azonban a korszerű épületgépészet alkalmazásáról, valamint a megújuló energia szélesebb körű alkalmazásáról sem.

²A Bizottság közleménye – EURÓPA 2020 Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája, COM(2010) 2020

³A Bizottság közleménye – Energia 2020: A versenyképes, fenntartható és biztonságos energiaellátás és felhasználás stratégiája, COM(2010) 639

⁴Nemzeti Épületenergetikai Stratégia 2015. <https://goo.gl/oKj2Ta>

3.

Alapfogalmak

Az épületeinket épületszerkezetek határolják.

A határoló fal- és födémszerkezetek ritkán készülnek egyfajta anyagból: jellemzően összetett, réteges kialakításúak. A **szerkezeti jellemzőket** a felhasznált anyagok **anyagjellemzői** mellett számos más tényező is befolyásolja: az alkotóelemek, rétegek mérete, sorrendje, vastagsága, kapcsolatai stb. Az anyagjellemzők (pl. fajsúly, hővezetési tényező, kémhatás stb.) ezzel szemben csak az adott anyag összetételétől és állapotától függenek (pl. nedvességtartalom, hőmérséklet).

A szerkezeti jellemző bármely, az adott kialakítású szerkezetre vonatkozó adat lehet (pl. teherbírás, tűzállósági határérték, lég-hanggátlás, hőátbocsátási tényező, hőtároló tömeg stb.).

A határoló szerkezetek hőtechnikai minősége számszerűsíthető, és jelentős mértékben befolyásolja téli-nyári hőérzetünket, és az épület energiaszükségletét is.

Hőtechnikai szempontból legfontosabb anyagjellemző a **hővezetési tényező**. Az adott anyag hővezetési tényező értékét a gyártók által készített teljesítménynyilatkozatokban gyakran megadják pl. hőszigetelő termékek esetén. Amennyiben nem áll rendelkezésre



pontos adat, az MSZ EN ISO 10456⁵ szabvány jól alkalmazható, konzervatív anyagjellemző értékeket tartalmaz táblázatos formában. Általános építőipari célokra kiválóan alkalmazható.

A hővezetési tényező mérésére különböző laboratóriumi vizsgálati módszerek állnak rendelkezésre.

A vizsgálati módszerek abban közösek, hogy a vizsgáló berendezésben a vizsgálandó anyag két oldalán hosszú ideig eltérő hőmérsékletet (pl. $\pm 0^\circ\text{C}$ / $+20^\circ\text{C}$) hoznak létre. Az időben állandósult hőáram mellett végezhetőek el azok a mérések, melyből visszaszámolva kapható meg a hővezetési tényező értéke.

A hővezetési tényező jele λ (lambda), mértékegysége W/mK. A különböző építőanyagok hővezetési tényezői rendkívül eltérőek (lásd 1. táblázat).

	Hővezetési tényező
Beton (2200kg/m ³)	1,65
Vasbeton (2% vasalás, 2400 kg/m ³)	2,50
Alumíniumötvözet	160
Acél	50
Kő (gránit)	2,80
Kő (puha mészkő)	1,10
Kő (kemény mészkő)	1,70
Fa (700 kg/m ³)	0,17
Poliuretán hab	0,021
Polisztirolhab	0,04
Kőzetgyapot lemez	0,04

1. táblázat: Néhány fontosabb anyag táblázatos hővezetési tényezője

⁵Építési anyagok és termékek. Hő- és nedvességtechnikai tulajdonságok. Táblázatos tervezési értékek, eljárások a minősítési és a tervezési hőtechnikai értékek meghatározására (ISO 10456:2007))



A hővezetési tényező valójában nem egy állandó szám. Függ az anyag hőmérsékletétől, ami a szokványos építőipari esetekben elhanyagolható, de például tűzhatásra történő átmelegedés vizsgálata során jelentős lehet. A lazább szerkezetű anyagok hővezetési tényezője erősen függ az anyag nedvességtartalmától, azaz közvetve az építési technológiától, az időjárástól, a használati körülményektől. Ugyancsak ezek a lazább szerkezetű anyagok érzékenyek a teher vagy az önsúly miatti tömörödéssre, roskadásra, ami szintén a hővezetési tényező növekedését okozza.

A fenti körülmények miatt a gyakorlati számítások során a hővezetési tényezőket korrigálni szükséges a beépítés körülményeinek megfelelően.

A praktikus okokból egyes inhomogén termékek esetén is megadhatnak **helyettesítő hővezetési tényezőt** (pl. üreges téglafal esetén).

Hőtechnikai szempontból legfontosabb szerkezeti jellemző a **hőátbocsátási tényező**.

A **hőátbocsátási tényező** jele U (régebben k értéknek nevezték), mértékegysége W/m^2K . Ebben az esetben is igaz az, hogy minél kisebb ez az érték, annál jobb hőszigetelő az adott szerkezet. A hőátbocsátási tényező reciproka a teljes hőátbocsátási ellenállás a szerkezet két oldalán levő környezetek között.

A határoló szerkezeteink hőátbocsátási tényezői az utóbbi években jelentős mértékben változtak: ez igaz a falakra, földemekre, padlószerkezetekre és a nyílászáró szerkezetekre is.

Az anyag és szerkezetjellemzők értékeit az alkalmazott termék vagy készlet minősítő irata alapján, illetve az MSZ EN ISO 10456 szerint kell figyelembe venni.

Nem laboratóriumi környezetben (pl. épületen) elvégzett mérésekből a hőátbocsátási tényező nem, vagy csak nagy hibával határozható meg, hiszen időben álladósult (stacioner) hőáramlásról nem beszélhetünk.

4.

A termikus burok

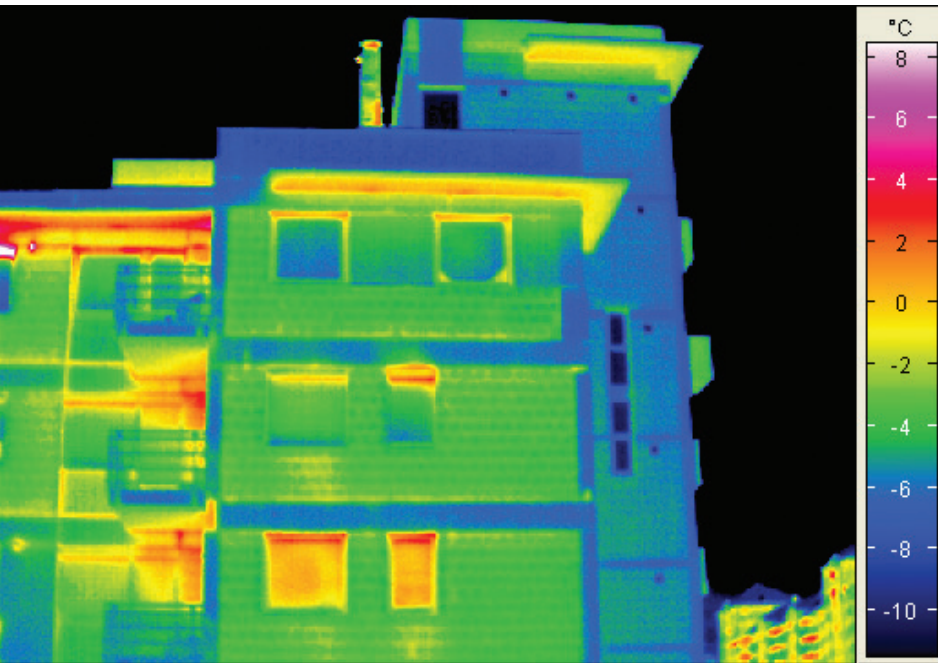
Az előző fejezetben részletezték szerint az épülethatároló szerkezeteink hőátbocsátási tényezőit ki tudjuk számolni.

Fűtött épületeinket az őket körbevevő termikus burok védi elsősorban a gyors lehűlés ellen, de a burok haszna nyáron sem elhanyagolható. A termikus burok számos különböző jellegű, eltérő hőátbocsátási tényezővel rendelkező szerkezet összeépítésével alakul ki. Jellemzésére használható az **átlagos hőátbocsátási tényező**. Ez a számérték sokmindent elfedhet: egy nagyobb épület esetében egy kisebb, gyengén hőszigetelt felület „eltűnik” az átlagolás során. Ennek megfelelően a korszerű energetikai szabályozásban nem csak az épületburok egészére, hanem az egyes elemekre is szigorú hőátbocsátási követelmények vonatkoznak.

A nyílászárók általában sokkal gyengébb hőátbocsátási tényezővel rendelkeznek, mint a hőszigetelt fal- és földémszerkezetek. Egy hőfotót tanulmányozva az is szembeűnik, hogy gyakran az egyes elemek, szerkezetek összeépítésénél, falsarkokban is változnak a felületi hőmérsékletek, hőhid jelenségek alakulnak ki. A fűtött épületeink határoló szerkezeteinek kialakítása során természetesen arra kell törekednünk, hogy a termikus burok minél hatékonyabb és egységesebb legyen. Ebben jelentős segítséget jelent az utóbbi években általánossá vált megoldás, hogy a teljes homlokzati falfe-



lületet vastag, hatékony hőszigeteléssel látják el, továbbá a nyílászárók hőszigetelése is jelentősen javult a megnövelt szerkezeti vastagság és a korszerű (gyakran 3 rétegű) üvegezések miatt.



1. ábra: Egy 1990-es évek végén épült társasház hőfényképe. A termikus burok inhomogén, hőhidakat tartalmaz. (Vasbeton vázas épület, blokktéglá kitöltő falazattal.)

A gyakorlati számításokban a termikus burok jellemzésére egy összetettebb mennyiséget, az ún. **fajlagos hőveszteség tényezőt** alkalmazunk, mely a tömör szerkezeteken keresztül történő (transzmissziós) hőveszteségeket a fűtési idényben várható szoláris nyereséggel korrigálja, és 1m^2 alapterületre vonatkoztatja.

Épületeinknek nem csak hőveszteségei, hanem nyereségei is lehetnek: többek között a benapozottságból eredő passzív hőnyereségből. A hőnyereség szempontjából az üvegezés jellemzői és a tájolás mellett meghatározó az ablakok mérete is. A nagyobb méretű nyílászárók több fényt engednek be, ami előnyös a megvilágítottság és a passzív hőnyereség szempontjából – viszont (a tömör szerkezetekhez képest gyenge hőszigetelésű felületeken) nagyobb a hőveszteség is. A szoláris nyereség az épület túlmelegedését is okozhatja. A megoldást az üvegezett felületek méretének korlátozása, és a megfelelő árnyékolás kialakítása jelenti. A fajlagos hőveszteség tényezőre vonatkozó követelményt gyakran az épület lehűlő felület/fűtött térfogat (A/V) függvényében adják meg.

A termikus burok **hatékonysága** (tehát egy alacsony átlagos hőátbocsátási tényező) hatással lesz az épület energiaszükségletére is: megfelelően hőszigetelt szerkezeteket kiválasztva akár kisebb teljesítményű hőtermelő berendezés is elegendő lehet, passzív házaknál akár el is hagyható.

A termikus burok „egyenszilárdsága“ a belső és külső felületek hőmérsékleti eloszlására van nagy hatással.

A különböző épületszerkezetek hőveszteségei családi házaknál hozzávetőlegesen az alábbi arányok szerint oszlanak meg: legnagyobb veszteség (25-30%) a padlásfödemen, tetőn keresztül távozik, de jelentős hőmennyiség szökik el a falakon, nyílászárókon, a hőhidakon, és a padlón, talajon keresztül is. A kéményeken, szellőzőkürtökön távozó 20-25%-os hőmennyiség csökkentése, a fűtés hatásfokának növelése elsősorban az épületgépészeti eszközök fejlesztésével érhető el. Természetesen az épületek méretétől, tagoltságától, az alkalmazott szerkezetektől és gépészeti megoldásoktól függően ez az arány más és más lehet.

A folytonos termikus burok megvalósítása során nehézséget jelenthetnek az épületből kiálló konzolok, az alapozás (és pince) hőszigetelése, valamint az üvegezett nyílászárók.



Az alapozás körbehőszigetelését erre kifejlesztett, nedvességnek ellenálló zártcellás szigetelőanyagokkal lehet megoldani.

Az épületből kiálló konzolok (pl. vasbeton erkélylemez) okozta hőhidak korábban nem jelentettek különösebb gondot, mert a falak, nyílászárók hőszigetelése is gyenge volt, a helyiségek lég-cseréje pedig magas. A jelenlegi hőszigetelési mérték, és légzárás mellett ez súlyos következményekkel járhat: lokális páralecsapódás és penészesedés következhet be. Ezt a problémát a fejlett országok már régóta hőhidmegszakító elemekkel kezelik.

5.

A hőhidakról

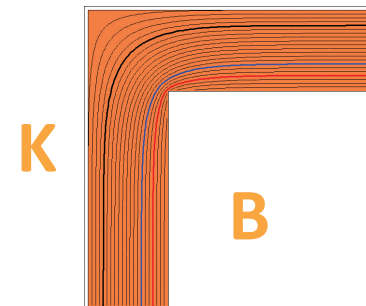
A határolószervezeteknek azokat a helyeit (pontjait, sávjait, szakaszait), ahol a geometriai viszonyok és/vagy a különböző fajtájú és tulajdonságú anyagok együttes alkalmazása következtében két- vagy háromdimenziós hőáramok alakulnak ki, **hőhidaknak** nevezzük.

A valóságos körülmények között mindig vannak a határoló szerkezetnek olyan részei, amelyek mentén az egydimenziós hővezetés

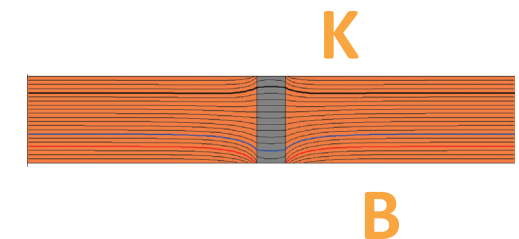
még közelítő feltevésként sem fogadható el, így hőhidakról inkább csak akkor beszélünk, ha a szerkezetben, illetve a felületen a hőmérsékleteloszlás egyenetlensége olyan mértékű, ami hőérzeti vagy állagvédelmi problémákat okoz.

A hőhidak belső felületi hőmérséklete téli állapotban lényegesen alacsonyabb lehet az általános felületnél. A hőhidak felületén bizonyos körülmények között páralecsapódás, felületi nedvesedés alakulhat ki (állagvédelmi probléma), illetve a felületen számottevő energia távozik. A hőhidak alacsony hőmérséklete bizonyos esetekben hőérzeti problémákat is okozhat, amennyiben diszkomfort zónák alakulnak ki, pl. pozitív falsarkokban.

A hőhidak két alapvető típusa a geometriai és a szerkezeti hőhid. A két típus gyakran együtt jelentkezik, egymás hatását erősítve. A hőhidaknál az azonos hőmérsékletű pontokat összekötő vonalak (izotermák) eltorzulnak (lásd 2-3. ábrák).



2. ábra: Geometriai hőhid izotermás rajza



3. ábra: Szerkezeti hőhid izotermás rajza



Az esetleges páralecsapódás mértéke függ a felületi hőmérsékletektől, a belső levegő hőmérsékletétől és relatív páratartalmától, a pára eltávozása pedig a helyiségben biztosított légcserre mértékétől. A számítások során tehát figyelembe kell venni az épületben található fontosabb nedvességforrások hatását is. Az MSZ 24140:2015⁶ szabvány által közölt tájékoztató adatok azt mutatják, hogy még az egyszerű lakáshasználatból származó nedvességterhelés is igen jelentős lehet.

A nedvességforrás megnevezése	Nedvességterhelés
emberek nedvességleadása (a tevékenység intenzitásától függően)	50-250 [g/h, fő]
tusolás	2500 [g/h]
cserepes szobanövény	5-15 [g/h, db]
szabad vízfelszín	40 [g/h, m ²]
4,5 kg száradó ruha	50-500 [g/h]

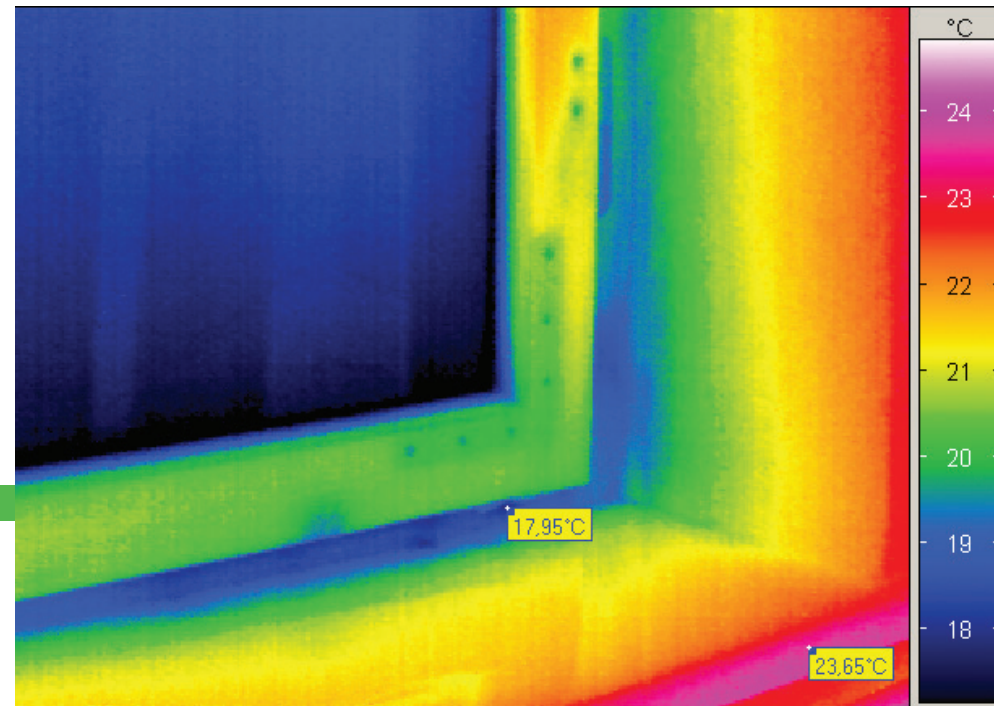
2. táblázat: Lakáshasználatból származó nedvességterhelés

A hőhidak vizsgálata során meg kell ismernünk a vizsgált szerkezet hőmérséklet-eloszlását a jellemző vizsgálati feltételek közt. Amennyiben a vizsgálatok **felületi páralecsapódást** mutatnak ki, legegyszerűbben hőtechnikai eszközökkel védekezhetünk: a hőszigetelés javításával emelhetjük a hőhid belső felületi hőmérsékletét.

Meglévő határoló szerkezetet hőkamerával vagy számítógépes modellezéssel vizsgálhatunk. (Meglévő szerkezet számítógépes modellezése esetén fennáll a veszélye, hogy a szerkezet a tervtől eltérően készült, ezért az alkalmazott rétegrendet és anyagminőségeket lehetőség szerint ellenőrizni kell.) A mai programok az eredményeket grafikusán is szolgáltatják, ezért használatuk igen szemléletes (izoterma vonalak, színekódok).

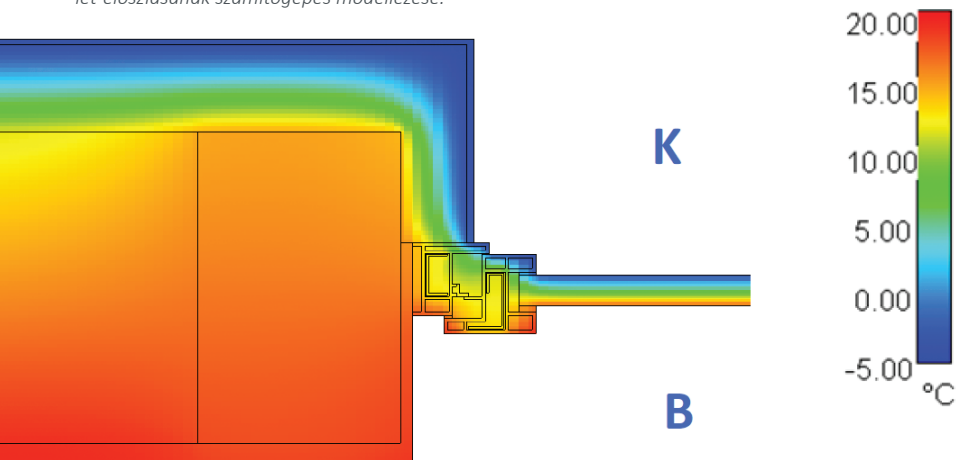
⁶ MSZ 24140:2015 Épületek és épülethatároló szerkezetek hőtechnikai számításai

A nyílászáró csatlakozás geometriai és szerkezeti hőhid egybeesése miatt a határoló szerkezetek gyenge pontja. Épületfizikai szempontból kedvezőtlen a homogén falszerkezetek egyenes falvég-kialakítása, párosulva a korszerű nyílászárók 7-8 cm-es (tok) szerkezeti vastagságával. A teljes felületű homlokzati hőszigeteléssel rendelkező kitöltő falaknál lehetséges a hőszigeteléssel a kávába befordulni, így a fal-tok csatlakozás védettebb helyre kerül (lásd 5. ábra). Ilyen megoldásnál a hőszigetelés vastagságától függően tokszélesítésre lehet szükség.



4. ábra: Jellegzetes hőmérséklet-eloszlás ablak-kavában (hagyományos ablak belső oldaláról készült hőfotó)

5. ábra: Ablakbeépítés csomópont hőmérséklet-eloszlásának számítógépes modellezése.



6.

Belső oldali hőszigetelés?

Különösen védett homlokzatú épületek esetében kézenfekvő megoldásnak tűnik belső oldali hőszigetelés alkalmazása, mellyel elérhető a kívánt hőszigetelési érték. Sajnos a belső oldali hőszigetelések alkalmazása számos további épületfizikai és szerkezeti kérdést vet fel. A tervezés ilyen esetekben nagyobb felkészültséget igényel a tervező részéről.



A belső oldali hőszigetelés alatt a fal eredeti belső felülete még hidegebbé válik, ezáltal könnyen kicsapódhat rajta a levegőben jelenlévő pára. Ha mindez a falazat belsejében, a fagyzónában történik, komoly épületkárokat is okozhat. Ezért belső oldali hőszigetelést csak alapos páratechnikai számításokkal történt ellenőrzés után lehet alkalmazni!

Belső oldali hőszigetelésnél a csatlakozó szerkezeteknél (pl. földem-csatlakozásnál) erős hőhidak keletkeznek. Ez a szerkezet elnedvesedését, a csatlakozó szerkezetek tönkremenetelét eredményezheti.

A fentiek miatt a belső oldali hőszigetelések csak korlátozott vastagságban, gondos tervezés és kivitelezés mellett javasolhatók, kizárólag olyan esetekben ahol külső oldali hőszigetelés nem jöhet szóba.

7.

A jelenlegi energetikai követelmények

Magyarországon az Európai Unió irányelveit követve elkészített 7/2006. TNM rendelet⁷ tartalmazza az épületek energetikai követelményeit, így az épületek termikus burkolatára vonatkozó követelmények is megtalálhatók a rendeletben.

⁷ 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

A szabályozás jelenleg átmeneti állapotban van, hiszen az új követelmények a különböző épülettípusoknál eltérő időpontban lépnek életbe.

Jelenleg három fajta követelményszint létezik párhuzamosan:

- a kivezetendő korábbi követelmények (legenyhébb)
- a költségoptimalizált (szigorúbb)
- a közel nulla energiafelhasználású követelményszint (még szigorúbb)

Részben eltérő követelmények vonatkoznak meglévő épület bővítéssel létesített vagy energiamegtakarítási célú felújítással érintett szerkezeteire.

A rendelet részletes tájékoztatást ad arról, hogy egy adott épületre mely követelményszint vonatkozik (illetve mikor lép életbe a következő követelményszint).

A TNM rendeletben található táblázatok és grafikonok tanulmányozása után jól látható, hogy az épülethatároló szerkezetekre vonatkozó **követelmények radikálisan szigorodnak** a következő években. A határoló szerkezetek hőszigetelő képességét vastagabb hőszigetelő rétegekkel és újszerű anyagokkal lehet növelni. A korábbiaktól eltérő hőszigetelési igények építészeti, tartóssági és tűzvédelmi kérdéseket egyaránt felvetnek.

Önmagában az épületek határoló szerkezeteinek javításával nem érhetők el az Európai Unió által kitűzött energiamegtakarítási célok. **A megújuló energia széleskörű felhasználása, a fejlett épületgépészet alkalmazása egyaránt szükséges lesz a költségoptimalizált és különösen a közel nulla követelményszint energetikai követelményeinek teljesítéséhez.**



8.

Miben segít az ÉMI?

Az ÉMI Nonprofit Kft. által készített dokumentumok (műszaki értékelések, tanúsítványok) hitelesen tartalmazzák a bennük szereplő anyagok, szerkezetek hőtechnikai jellemzőit.

A tervezett és megvalósult épületek hőszigetelési kérdéseit számítógépes szimulációval tudjuk vizsgálni. Szükség esetén (megfelelő környezeti feltételek mellett) nagyfelbontású hőkamerával alapozzuk meg szakvéleményeink megállapításait.

Vitás esetben akkreditált mérésekkel állapítjuk meg a tényleges műszaki jellemzőket.

Az ÉMI Nonprofit Kft. szakemberei felkérés esetén energetikai audit és tanúsítás elvégzésére is vállalkoznak.

További információ: | www.emi.hu

A minőségről közérthetően.

Az EMILI füzetek sorozat eddig megjelent részei:



Ablakok



Szerkezeti fa



Hőszigetelés



Homlokzati hőszigetelő
rendszerek



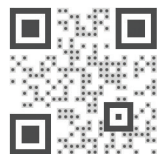
Szerelt építésmóddal
készült épületek



Napelemek



Teljesítménynyilatkozat



| www.emi.hu



ÉPÍTÉSÜGYI
MINŐSÉGELLENŐRZŐ
INNOVÁCIÓS NKFT.