

Részletek David B. South: Urethane foam: Magic material – And the best kept insulation secret c. könyvéből (forrás: <http://www.monolithic.com/stories/books-foambook> – az egész könyv letölthető)

(Megjegyzés: az eredeti szövegben a hővezetési ellenállás $-R-$ szerepel. Európában inkább a vastagságtól független hővezetési tényező $-\lambda$ (lambda)- használatos, mely minél kisebb értékű, annál jobb. $R=d/\lambda$, ahol d az anyagvastagság. A leírtak a zárt cellás szórt uretán habokra vonatkoznak.)

2. fejezet: A λ -mese; a hőszigetelési értékek mítosza

A hővezetési tényező egy modern tündérmese



Mégpedig egy olyan tündérmese, melyet úgy adtak elő az amerikai ügyfeleknek, hogy mostanra kőbe vésetett. A mese legszomorúbb része, hogy a hővezetési tényező önmagában egy értéktelen szám.

Egy hőszigetelés meghatározása egyetlen számmal lehetetlen. Hogy mégis így tegyünk, ahhoz többet kell tudnunk. Akkor mégis miért engedjük, hogy a λ -mese állandósuljon? Amit tudunk, az az, hogy a λ -mese nyilvánvalóan kedveli a szálas hőszigeteléseket.

Nézzük meg egy hőszigetelés hővezetési tényezőjét, miután vízbe merítettük, vagy 30 km/h-s szél fúj át rajta. Bármely esetben a szálas hőszigetelések hővezetési tényezője mérhetetlenül megnő, miközben a szilárd hőszigeteléseké alig változik. Ezért gondolom azt, hogy a hővezetési tényező félrevezető, értelmezhetetlen szám, hacsak nem ismerünk más jellemzőket is.

Minden valószínűség szerint senki nem vásárolna meg semmi olyasmit, melynek csak egyetlen értékét ismeri. Tegyük fel, valaki felajánl Önöknek egy ingatlant 10.000 dollárért, és azt mondja, hogy az hét. Azonnal megkérdeznék, hogy mi az a hét? Hét hektár? Hét négyzetkilométer? Mégis mi? Az ingatlan helyét is tudni szeretnénk: netán egy mocsár volna? Vagy egy hegy? Dallas belvárosa? Más szóval, egyetlen szám nem határoz meg semmit, és ebbe beletartozik a hőszigetelések hővezetési tényezője is.

Mindazonáltal vannak λ -tervezési értékeink: 0,030, 0,035, 0,040 W/mK stb. De ha beteszünk egy 0,040-es gyapotot egy tömítetlen házba, akkor azon úgy átfúj a szél, mintha ott sem volna. A λ -érték pontos is lehet akár, ha egy laboratóriumban határozták meg. De a laborkörnyezet még távolról sem adja vissza a való világ körülményeit.

Ebből következően további dimenziókat kell kérnünk a hőszigeteléseinkről. Tudnunk kell a légellenállását és a páravezetési képességét. A való világ körülményeinek kitett anyagok λ -értékeit kell kikövetelnünk.

Ahogy ma használjuk, a λ -érték egy anyag hővezetési képességét jelzi. [...]

A λ -érték meghatározása

[...] A kísérletet úgy tervezte meg egy bizottság, hogy olyan értékeket adjon eredményül, melyek – reményeik szerint – értelmesek lesznek. Sajnos a kísérlet eleve hibás vagy elfogult. Jelen állapotában előnyben részesíti a szálás hőszigetelő anyagokat, mint az üveg- és a kőzetgyapotot. Ugyanígy történik a szilárd hőszigetelések (üveghab, parafa, expandált polisztirolhab, uretán hab) tesztje is.

A teszt nem veszi figyelembe sem a levegőmozgást (szél), sem bármely nedvességtartalmat (vízpára). Más szóval, a λ -érték meghatározására irányuló kísérlet nem a valóságnak megfelelő körülmények között zajlik. Például az üveggyapotok λ -értéke 0,040 W/mK körül mozog. Ezt azonban csak akkor éri el, ha a teszt abszolút légmozgás- és légnedvesség-mentes környezetben történik. **A légmozgás- és légnedvesség-mentesség azonban nem tükrözi a valóságot.** A házainkba levegő szivárog, minden épületünkbe levegő szivárog, és gyakran víz is. A légkörből, a zuhanyzóból, főzéskor, lélegzéskor stb. keletkező vízpára folyamatosan mozog a falakon és a mennyezeten keresztül. Ha a padlástér nincs kiszellőztetve, a ház belsejéből érkező vízpára nagyon gyorsan átítatja a mennyezet feletti hőszigetelést. Még kis mennyiségű **nedvesség** is drámain – akár 50%-kal vagy annál is többel – **rontja a szálás szigetelések hőszigetelő képességét.**

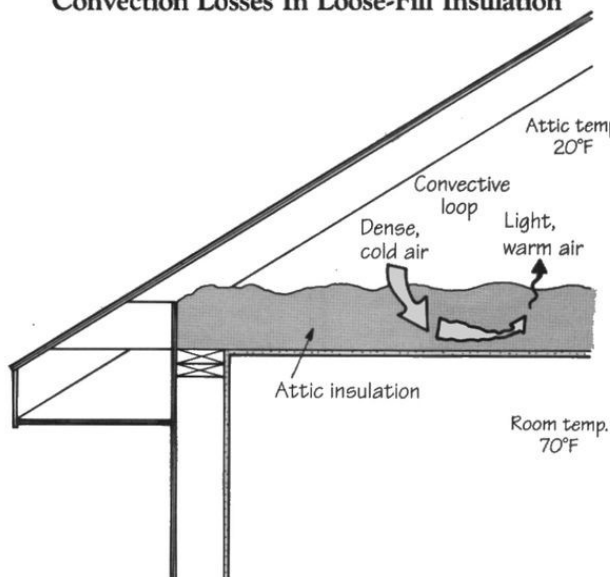
Párazáró rétegek

Úgy mondják, jó okkal, hogy párazáró réteg a hőszigetelés meleg oldalán helyezkedjen el. Melyik is egy házfal meleg oldala? Nyilvánvalóan változik télen-nyáron – még éjjel-nappal is. Téli -7 °C-on a lakott ház belső oldala, viszont a napsütéses nyári hónapok alatt a külső oldal a meleg.

Néha megtörténik, hogy a zöldfülű házépítő mindkét oldalra párazáró réteget épít be. Ez az elhelyezés azonban általában végzetesnek bizonyul. Úgy tűnik, hogy a párazár megállítja a nedvességet, de nem mindet. Kis mennyiségű nedvesség átjut a szálás anyagba és ott csapdába esik. A nedvesség összegyűlik, ahogy a hőmérséklet ide-oda ingadozik. Ez az összegyűlt nedvesség hatalmas problémát okoz. Egész vödörnyi vizek itathatják át a szálás hőszigetelést. [...] A szálás hőszigeteléseket egyik oldalukon ki kell szellőztetni; éppen ezért, a párazáró réteg arra az oldalra kerüljön, ahol a leghasznosabb.

A laza-kitöltő hőszigetelések áramlási veszteségei

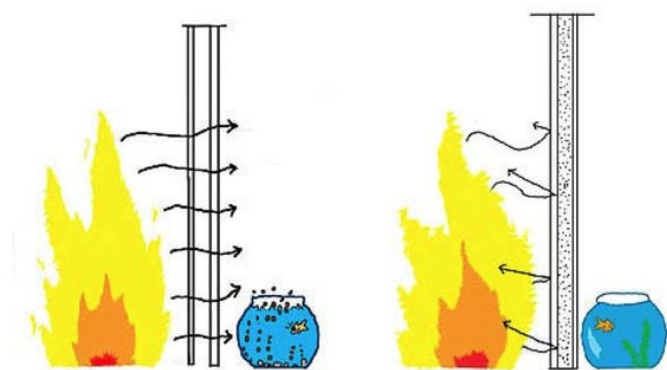
Convection Losses In Loose-Fill Insulation



A legtöbb ember tudja, hogy a levegő bejut a szerkezetekbe. Ha a szél átfúj a házon, az ott lakók bizony megérik. De a legtöbb ember, sőt, még a legtöbb mérnök sem tudja, hogy nagyon komoly áramlási körforgások alakulnak ki a szálás szigeteléseken *belül*. Ezen áramlások óriási mennyiségű levegőt forgatnak, de annyira lassúak, hogy nem érezhetők, mérni is csak a legérzékenyebb műszerek képesek.

Mindazonáltal a levegő folyamatosan szállítja a hőt a szigetelés aljáról a tetejére, ahol az elsőkik. Ha elzárjuk a levegő útját, akkor bezárjuk a vízpárát. Ez a többletvíz gyakran kicsapódik és olyan nedvesség-forrássá válik, mely előbb-utóbb kikezdi a szerkezetet. A víz, legyen az pára vagy lecsapódás, súlyosan károsítja a hőszigetelési képességet – megnöveli a λ -értéket. Az egyetlen járható út kiszellőztetni a szálal hőszigetelést. De a **szellőztetés** mozgó levegőt jelent, ami viszont megint csak **rontja a hőszigetelő képességet**.

Levegőszivárgás (filtráció)



A különböző tűzhelyek, kemencék, kohók szűrőbetétje legtöbbször kőzetgyapot – ugyanaz a szálal anyag, mint a hőszigetelések esetén. Azért használják szűrőnek, mert csekély légellenállása van és olcsó. Más szóval, a levegő nagyon készségesen áthalad a szűrőbetéten. Szép és jó egy szűrőbetét esetén – de valóban hatékony ugyanaz az anyag épületek hőszigetelésére is? El tudják képzelni, hogy hőszigetelés gyanánt kemencék szűrőbetétjeit zsúfolják a házuk falaiba?

Félelmetes légáramlatok mozognak a tipikus szerelt házak falaiban. Ön is kipróbálhatja, ha egy gyertyát tart a dugalj elé. A láng remeg, de ki is aludhat erős szél esetén. Egy átlagos lakásba becsukott nyílászárók mellett annyi levegő szivárog, mintha nyitva lenne egy ajtó. Még ha tökéletes munkát végezve nullára csökkentjük a szálal anyagunk légszivárgását, még mindig nem akadályoztuk meg a hőszigetelésen belül létrejövő függőleges irányú légáramlást, falakban, mennyezetben egyaránt.

Szilárd hőszigetelések

A legjobban ismert szilárd hőszigetelés az expandált polisztirolhab (eps, fehér hab). Léteznek még parafa, üveghab, extrudált polisztirolhab, poliizocianát vagy poliizocianurát táblák. Ez utóbbi kettő variáció az uretán habra. Ezek mindegyike ideálisan használható sokféle feladatra. [...] Bármelyikük sokkal jobb hőszigetelő, mint a szálal anyagok, ha szél és nedvesség is szerephez jut.

A legtöbb szilárd hőszigetelés lemezek vagy táblák formájában érkezik, és legtöbbjük egy nagyon közönséges problémától szenved. Általában nem illeszkednek olyan szorosan, hogy megakadályozzák a légszivárgást. És ha egyszer a szél mögéjük kerül, mindegy, milyen vastagságban építették be őket. Ez gyakran megfigyelhető kőműves szerkezeteknél: [...] ha a táblák fizikailag nincsenek légmentesen ráragasztva a tartófalra, a levegő beszivárog mögéjük. Ha ez megtörténik, a táblás hőszigetelés gyakorlatilag értelmetlenné válik, mivel a mozgó külső levegő közömbösíti a hatását. Szilárd hőszigetelések beépítésénél nagy műgonddal kell eljárni. [...]

A helyszínen szórt uretán az egyetlen szilárd hőszigetelés, mely teljesen megvédi magát a légszivárgástól. Ha két gerenda között, falra szórva, vagy bárhová szakszerűen építik be, a szórt anyag ragadása és duzzadása teljes tömítést hoz létre. Szinte lehetetlen túlbecsülni e teljes tömítés jelentőségét. Véleményem szerint a falak hővesztesége sokkal inkább a tömítetlenségre, mint a hőszigetelatlenségre vezethető vissza.

A hővezetés közel sem olyan jelentős vízszintesen, mint függőleges irányban. Éppen ezért, ha egy ház falában nincs hőszigetelés, de tökéletesen légzáró, nem lenne túl nagy különbség a hőveszteségben. De ha a mennyezetről hiányozna a hőszigetelés, nem mondhatnánk el ugyanezt.

A helyszínen szórt uretán a leghatékonyabban állja útját a légszivárgásnak. Ez az egyetlen anyag, mely szakszerűen kivitelezve kitölti a sarkokat, kettős gerendák között, alsó és felső lemezeket stb. Egy anyag λ -értéke érdektelen, ha a levegő mögé kerülhet.

Esettanulmányok

Az 1970-es évek közepén az idaho-i Snake River Valley-ben a cégem egy sor új családi ház falát hőszigetelte 4 cm (1,25") vastag helyszínen szórt uretán habbal. [...] Ez természetesen jóval elmaradt a szálal anyagokkal hőszigetelt házak számított hőátbocsátási tényezőjétől. [...] De a valóságban az ügyfeleink mindig megköszönték, hogy alacsonyban tarthatták a fűtésszámláikat. Sokan elmesélték, hogy fele annyit fizetnek, mint a szomszédai. Úgy érezték, az uretán hab ára egy, legfeljebb két év alatt megterül nekik. Legtöbbjük hozzáértő ember volt. Nem fizettek volna több pénzt az uretán hőszigetelésért, ha az nem lett volna ténylegesen jobb. Mindazonáltal, amit én esettanulmányoknak nevezek, néhány ember „anekdotikus bizonyítéknak” tekinthet. Ez rendben is van. Az anekdotikus bizonyítékok nagyon is imponálóak és valóságosak a mi világunkban. Igazából sokkal valóságosabbak, mint a laboratóriumi körülmények.

λ -érték a hőmérséklet ellenében

1975 közepe táján felhívott az egyik nagy üvegyapot-gyártó cég területi igazgatója. „Úgy értesültem, hogy ön szórt uretán habbal szigeteli a házak falait.” - kezdte. Mondtam, hogy ez így van. Azért hívott, mert az üvegyapot-eladásokban komolyan megjelent a tevékenységünk. Megkérdezte, hogyan csináljuk.

Tudtam, hogy hogy érti. Azt akarta tudni, hogyan tudok az emberek szemébe nézni, miután eladom nekik a drága uretánt az olcsó üvegyapot helyett. Mindenesetre azt válaszoltam, hogy szórófejjel. Természetesen nem ezt a választ akarta hallani. Azt akarta tudni, miért nem érzem magam bűnösnek. Elmeséltem neki két egymás mellett álló ház hőszigetelését. Az egyiket 4 cm uretánnal szigeteltük. Az ikerház másik oldalát egy elismert kivitelező hőszigetelte teljes vastagságban üvegyapottal. Nemcsak hogy 4 cm volt összesen a falszigetelés, de még a hőszigetelt homlokzatburkolatot is megspóroltuk az építetőnek. Az első tél végén az uretán-szigetelésű ház fűtésszámlája fele volt a szomszédjának. Az ilyen bizonyíték természetesen nem túl tudományos, de nagyon is



valóságos. Nem tudom, hogy meggyőztem-e az igazgatót, de megjegyzendő: a következő évben az a cég belépett az uretán habok piacára is.

Négy centiméter uretán hab szakszerűen a ház falára szórva több hőveszteséget akadályoz meg, mint a szálal anyaggal teletömött falszerkezet – akár 20 cm-es vastagság esetén is. És nem elég, hogy jobb hőszigetelő, de jelentős többletszilárdságot is ad a háznak.

Brent egy korai ügyfelem volt, akinek több burgonyatárolót is szigeteltünk. Tudta, mire képes a helyszínen szórt uretán hőszigetelés. Amikor elhatározta új, nagyon nagy, nagyon különleges házának felépítését, engem kért fel a hőszigetelésre. A fővállalkozója makacszkodott. Ő nem akar hallani helyszínen szórt uretánról az általa épített házakban. Az ő házai jók, és az üveggyapot ugyanolyan jó.

Brent elmondta neki, hogy pontosan tudja ki fogja hőszigetelni a házát, de az még nem biztos, hogy ki építi meg. „Magáé a döntés. Vagy uretán hőszigetelés lesz a házban és maga építi meg, vagy uretán hőszigetelés lesz benne, és más építi meg.” Nem tartott sokáig, hogy ő is az uretán hőszigetelést akarja.

A λ -érték táblázatok tényleg tündérmesék. Szilárd és szálal hőszigeteléseket sorolnak egymás mellé, mintha azok összevethetőek volnának. Tény: a beépítési körülmények figyelembevétel nélkül az összehasonlítás értelmetlen. A szálal anyagokat meg kell védeni szélről és nedvességtől. A táblázatok ki kell egészíteni egy második táblázattal, melyek a beépítési körülményeket tartalmazzák.

További esettanulmányok:

A Meadow Gold, egy tejtermékeket gyártó vállalat, hűtőraktárat épített Idaho Falls-ban, Idaho-ban. Chet, a Meadow Gold gyárigazgatója, jó barátja volt a helyi Butler-kereskedőnek, aki viszont az én jó barátom volt. Egy Butler-csarnok expandált polisztirollal hőszigetelve nem elég hatékony. Mi hárman tudtuk ezt, így leültünk és átterveztük, hogy megfeleljen a Meadow Gold igényeinek, de azért Butler-csarnok és megfelelően hőszigetelt legyen. Mindez az első évben történt, amikor elkezdtem szórt habokkal foglalkozni, hittem a szakirodalomnak és tudtam, hogy amit csinálunk, az helyes és jó.

Kiderült, hogy még annál is sokkal jobb. Az akkori λ -érték táblázatok szerint 1 cm uretán hab 2,5 cm expandált polisztirol hőszigeteléssel volt egyenértékű. Javasoltam tehát, hogy a Meadow Gold által használt 25 cm polisztirol helyett alkalmazzunk 10 cm uretánt.

Végül a falakba és a padló alá 10 cm került, a tetőre alulról pedig 12,5 cm – 2,5 cm volt a biztonsági tényező.

A kivitelezés alatt Chet aggódni kezdett. Végül is, a nyakát tette rá egy nem hagyományos hőszigetelésű nem hagyományos szerkezetre. Az építkezés mindenesetre határidő szerint haladt, viszont kiderült, a hűtőberendezés nem fog időben megérkezni. Nyárra csak a két fagyasztókompresszor egyike érkezett meg, pedig a 25 cm polisztirolra



méretezett hűtőraktár hatékony hűtéséhez a Meadow Gold mérnökeinek számításai szerint kettőre lett volna szükség. [...]

Chet bizonygatta, hogy amint bekapcsolja a hűtést, tudni fogja, működik-e az épület. Kérdésekre elmondta, hogy normális esetben 5 nap alatt hűl le az épület a jégkrémekhez szükséges -24 °C -ra. Chet be is kapcsolta az egykompresszoros fagyasztót. A második reggelen -28 °C -ra esett a hőmérséklet! Működött tehát a hűtés. Egész nyáron át egyetlen kompresszorral üzemelt.

Néhány héttel később egy chicago-i Meadow Gold-mérnök látogatott meg. Pontosan tudni szeretne volna, mivel szigeteltük a hűtőraktárat, egy kompresszorral ugyanis nem lett volna képes tartani a hőmérsékletet. Elmagyaráztam neki, pontosan mit csináltunk. Elégedettnek tűnt és elment.

Néhány hét múlva viszont visszatért – ezúttal a főnökével együtt. Elmentünk a gyárba, és egy csákány segítségével ellenőriztük a hab vastagságát. Tényleg 10 cm volt a falakban és 12,5 cm a tető alatt. Mégis, mindkét mérnök kitartott amellett, hogy az épületnek nem volna szabad így működnie. Nem értették, hogyan lehetséges, hogy kisebb hőszigetelési vastagság mellett még mindig csak feleakkora kompresszor-teljesítményre volt szükség. Képzelték, hogy felbátorodtam ezek után, és felhasználva ezen információkat, még több hűtőraktárat szigeteltem.

Egy 5600 m²-es fagyasztóraktár a utah-i Clearfield-ben az egyik legnagyobb hűtőraktár-projektünk lett. Meggyőztem Bob barátomat, az új, csupa beton fagyasztóraktár generál kivitelezőjét, hogy helyszínen szórt uretán habbal hőszigeteljünk. Ez az épület már a tizenkettedik volt a sorban. Bob saját felelősségére a 25 cm polisztirol helyett 10 cm uretánhab mellett döntött a falak belső felületére, míg a tetőre 12,5 cm került. [...] A falakra felszórtunk még 2 cm vakolatot, tűzgátló réteg gyanánt. A feszített beton tetőpanelekre felkerült a 12,5 cm uretán hab, majd a gyártó utasításai szerint forró kátránnyal vontuk be, és kavicsolással takartuk.

Az utolsó munkanapon feltűnt a tulajdonos. 25 cm polisztirolra számított – nem 10 cm uretánra. Mondtam neki, szeretni fogja a 10 cm uretán habot, mert tapasztalataim szerint az messze jobb hőszigetelés. Azt felelte, elég rosszul érzi most magát – és olyan nincs, hogy ez igaz legyen. De már túl késő volt, hogy bármit is csináljon. Ha tehette volna, azonnal módosította volna a szerződést, de nem tehette – ezért rosszul érezte magát.

Tizenegy másik hasonló méretű fagyasztója volt, mindegyiket expandált polisztirollal szigetelték. Három nagy kompresszorral üzemeltek, nyáron kettő hűtötte az épületet, egy pedig készenlétben állt, ha valami gond lenne a másik kettővel.

Egy évvel később hívott az egyik igazgató. Kérdezte, ráérnénk-e egy másik 5600 m²-es clearfield-i fagyasztó hőszigetelésére. Biztosítottam róla, hogy természetesen időnk és hajlandóságunk is van, izgatottan várjuk a feladatot, de elmondtam neki, hogyan vélekedett a tulajdonos az uretán habról. Az igazgató szerint azonban a clearfield-i fagyasztó amellett, hogy jobban üzemelt, kevesebb mint fele annyit fogyasztott, mint a



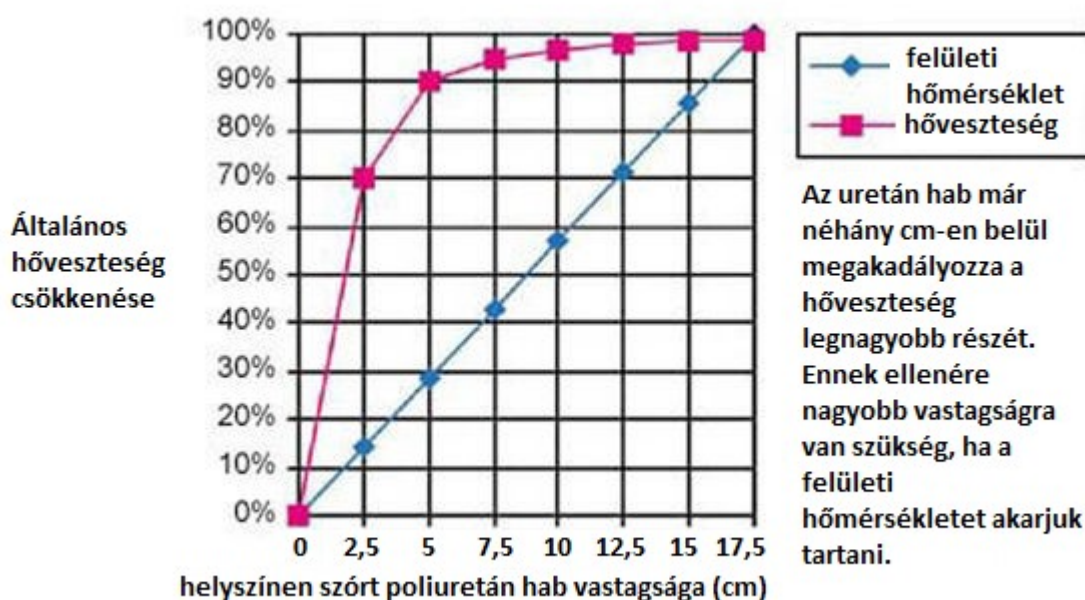
többi. Így építhettek még egy 5600 m²-es fagyasztót további kompresszor-teljesítmény nélkül. [...] Most két épületet működtetnek két kompresszorral, és még így is spórolnak.

Ez természetesen ismét csak anekdotikus bizonyíték, de biztosíthatok mindenkit, hogy minden esetben ugyanez az eredmény születne. Nagyon sok épületet szigeteltem, és tudom milyen eredmények várhatók. Nem lehet összevetni a szálas anyagok és a habszigetelések hővezetési tényezőjét. Szintén nem lehet összehasonlítani a táblás habszigetelések és a helyszínen szórt habszigetelések hővezetési tényezőjét. **A helyszínen szórt uretán legalább háromszor-ízszer hatékonyabb, mint bármely más napjainkban forgalmazott hőszigetelő anyag.**

„Az uretán megőrzi az energiát”

[...] „Ahol a körülmények megkívánják, vékonyabb falakat és tetőszerkezeteket építhetünk vékonyabb hőszigeteléssel, anélkül, hogy a hővesztésedet megnövelnénk. De ugyanígy megnövelhető a hővezetési ellenállás anélkül, hogy a szerkezetvastagságot növelnénk.” [...] (in: Mobay Chemical Corp „Urethane Foam as an Energy Conserver,” How to Conserve Energy: in commercial, institutional and industrial construction, Pittsburgh, PA, 1975, 3)

[...] Az Edison Commonwealth lakóközösség aranyérmes jóváhagyást adott minden olyan falazott szerkezetű házra, melyet 7 mm (!!!) helyszínen szórt uretán hőszigeteléssel láttak el. A korai hetvenes években nagyon sok könnyűszerkezetes ház készült el 4 cm-es uretán falszigeteléssel, mely még a külső homlokzati hőszigetelést is helyettesítette. Az épületek jobbak és jobban szigeteltek voltak 4 cm uretán habbal.



Két okból hőszigetelünk: hőveszteséget csökkentünk és felületi hőmérsékletet tartunk meg

I. Hőveszteség

A következőkben a hőszigetelések olyan szempontjait ismertetjük, melyekről a legtöbb embernek fogalma sincs, vagy nem tud róluk eleget. Alapvető különbség van a felületi hőmérséklet megtartási miatti hőszigetelés és a hőveszteség elleni hőszigetelés között.

A grafikon a helyszínen szórt uretán hab hőveszteség-csökkentő tulajdonságát mutatja. Minden hőszigetelésről hasonló készíthető, csak nagyobb vastagságokkal. E grafikon rámutat arra, hogy több hőszigetelés nem szükségszerűen költséghatékony. A hőveszteség szempontjából van egy pont, amikor több hőszigetelés beépítése értelmetlenné válik.

A grafikon szerint a hővezetésből származó hőveszteség 70%-át megállítja az első 2,5 cm helyszínen szórt uretán hab. 4 cm hab megfogja a légszivárgásból származó hőveszteség majdnem 100%-át. 5 cm hab a hőveszteség 90%-át, míg 7,5 cm a 95%-át állítja meg, és így tovább.

Hődiffúzió és hőtárolók

Itt kell megjegyeznünk, ha az uretán habot egy hőtároló szerkezet külső oldalán alkalmazzuk, mint pl. a beton, az aktuális hatásos hővezetési ellenállás gyakorlatilag megduplázódik. [...] A hőtároló bármely olyan anyag, mely képes nagy mennyiségű hő tárolására. Általában betonra, tömör téglára, vízre, vályogra és földre gondoljunk. A hőtároló hőszigetelési tulajdonságát hődiffúzióknak nevezzük.

Egyszerű magyarázat, hogyan is működik: ahogy a légköri hőmérséklet melegebből hűvösebbre, hűvösebből melegebbre váltakozik, a hőtároló hőt nyel el vagy bocsát ki. De mivel nagy mennyiségű hő tárolására képes, soha nem érinti a teljes ciklus. A hőtároló hőmérséklete ezért egy átlaghoz közelít. Nagy hőtárolók hőmérséklete átlagolódik sok napot, hetet vagy hónapot tekintve.

Egy vályogház a maga 60-180 cm vastag falaival jól mutatja, mi történik. Mire a vályogfal a nappali hőt elkezdene elraktározni, éjszaka lesz, és ugyanaz a hő kiszökik a hűvösebb éjszakába. A hőmérséklet átlagolódik. A vályog nagy tömege miatt a hőmérséklet hónapok alatt átlagolódik. A vályog így hőszigetelésként viselkedik, miközben magas a hővezetési tényezője (0,22 W/mK).

A grafikon szerint uretán habból készített 10 vagy 12,5 cm-nél vastagabb hőszigetelés értelmetlen. 7,5 cm-t használunk a legtöbb helyen. 5 cm már nagyon jó eredményt hoz. Sok fémszerkezetet hőszigeteltünk 2,5 cm vastag habbal, a hőveszteség drámai csökkenését tapasztalva. Az első hét mm megakadályozza a szélátfúvást a réseken. (Általában 2,5 cm kell, hogy minden repedést biztosan kitöltsön.) Az egyenes 2,5 cm adja a hővédelmet.



II. Felületi hőmérséklet

A felületi hőmérséklet megtartása a második hőszigetelési indok. Sok esetben a fontosabb indok. Akkor figyeltem fel a jelenségre, amikor burgonyatárolókat szigeteltünk.

Különböző ügyfeleknek dolgoztunk, 5-12,5 cm közötti vastagságú uretánnal. Amit 5 cm-rel hőszigeteltünk, ugyanolyan jól megtartotta a burgonya hőmérsékletét, mint amit 12,5 cm-es. A különbség a páralecsapódásban jelentkezett. A burgonyatárolók nagyon magas relatív páratartalommal üzemelnek. Az 5 cm-rel hőszigetelt épületek sokkal erősebb páralecsapódást produkáltak, mint a 12,5 cm-esek.

Egy mérnök magyarázta el nekem a jelenséget. Megerősítette, hogy a vastag hőszigetelés óriási jelentőségű a magasabb beltéri felületi hőmérséklet megtartásában. 4 cm uretán hab alkalmas a hőveszteség megakadályozására, de legalább 7,5 cm kell a beltéri felületi hőmérséklet megtartásához. 10 cm még jobb. 12,5 cm esetén a különbség elhanyagolható. Az egyetlen alkalmazás, ahol 12,5 cm vastagságot használtunk, a mélyhűtő-raktárak voltak.

Földalatti épületrészek: felületi hőmérséklet vagy hőveszteség

A legtöbb földalatti épületszerkezet a penésztől szenved. Az ok: nincs elegendő hőszigetelés a felületi hőmérséklet megtartásához. Ritkán gond a teljes hőveszteség. A vízpára kicsapódik a hideg felületen, ahol megtelepedik a penész. A penész betegségeket okozhat. Az egyetlen megoldás nagy vastagságú hőszigetelés használata a felületi hőmérséklet miatt. A hőveszteség elhanyagolható, mert nem szempont.

Konklúzió

A tapasztalat megmutatta, hogy a hővezetési tényező (λ -érték) inkább indikátornak tekintendő. Módosító tényezőkkel kell valósághoz igazítani őket. Ráhagyással kell számolni. Egyenértékűségeket kell felmutatni, melyek jelzik, hogy általános szerkezetben 2,5 cm szórt uretán megfelel 10 cm szálal anyagnak. Lábjegyzetek a táblázatok alatt határozzák meg a hőszigetelések romlását a valóságos körülmények között. Csak ekkor válhat a λ -mese igazi sikertörténeté.

[...]

5.6.2 A 4 cm vastag zárt cellás habról

Harminc évvel ezelőtt a Witco Chemical Company, az uretán anyagok egyik fő szállítója kutatásokat folytatott, hogy milyen mennyiségű és vastagságú uretán hőszigetelésre van szükség. Kiderült, hogy 4 cm vastag falszigetelés több mint megfelelő. Ami igaz is. 4 cm vastagságú 35 kg/m³ sűrűségű uretán 99%-ban biztosítja azt a hőszigetelést, amelyre a háztulajdonosok számíthatnak. Éppen annyi hőveszteséget akadályoz meg, amennyit gyakorlatilag meg lehet. *(Fordító megjegyzése: a szerző könnyűszerkezetes falakról beszél! OSB, 4 cm hőszigetelés, gipszkarton...)*

Kivétel: föld alatti építmény esetén 8 cm kell, de nem a hőveszteség, hanem a párakicsapódás megakadályozására. [...]

5.6.3 Hogyan építsünk téglaházat?

A legjobb hőszigetelésű téglalburkolatú ház téglái 2 cm-re állnak a könnyű faszerkezet gerendáitól, és nem kap további burkolatot. 5 cm uretán habot kell a téglák belső felületére szórni. 5 cm-t javasolok és nem négyet, így nagyobb és jobb a tapadás a fagerendákon. Az uretán hab így használva jobb kapcsolatot biztosít a téglák és fa között, mint bármilyen szegezett/ragasztott kötés. E módszer gyakorlatilag egy szendvicspanelfalat eredményez. [...]

5.6.4 Nyugalom és csend

[...] Egy ügyfelem mesélte miután leszigeteltem a házának bővítését, hogy „bemegek az új lakórészbe, leülök és olvasok egy kicsit. Minden csendes. Amikor visszamegyek a meglévő házba, hallom, hogy ugatnak a kutyák, autók közlekednek, fúj a szél.” [...]

A filtráció (légszivárgás) óriási jelentőségű, és kizárólag uretán habbal lehet megakadályozni.

Fordította: Weisz Roland
Wevik Engineer Kft.
www.wevik.hu

