

Dr. Csoknyai Tamás

csoknyaitamas@yahoo.com

Belső oldali hőszigetelések

A Masterclima®

BEVEZETÉS

A belső oldali hőszigeteléssel ellátott szerkezetekkel kapcsolatban általános vélemény, hogy épületfizikai szempontból bizonytalanok, nem megfelelő tervezés, hibás kivitelezés esetén penészesedés, esetleg felületi kondenzáció is felléphet.

Márpedig a belső oldali hőszigetelés számos előnnyel jár: mivel nem szükséges a külső állványozás, a kivitelezési költségek jóval alacsonyabbak, mint külső oldali hőszigetelés esetén. Emellett az is előnye, hogy alkalmazásában nem szükséges a lakók egyetérése, lehet csak egy-egy lakásban alkalmazni. Ez Magyarországon nagy előnyt jelent, hiszen a lakások zöme magántulajdon, tehát egy komplett felújításhoz (pl. külső oldali hőszigeteléssel) valamennyi lakó egyetérése és anyagi hozzájárulása szükséges. Bizonyos esetekben külső oldali hőszigetelés nem is jöhet szóba az épület-homlokzat architektúrája miatt.

Vizsgálatunk tárgya egy olyan belső oldali hőszigetelő termék, a Masterclima, mely párafékező réteg alkalmazása nélkül is sikerrel alkalmazható sok olyan szerkezetben is, ahol a penészképződés kockázata magas, sőt ahol eredetileg is jelentkeztek penész-problémák.

A szilikát bázisú szigetelőanyag nem ismeretlen a gyakorlatban, Németországban sok helyen alkalmazták sikerrel, de hazánkban is már tucatnyi referencia létezik különböző típusú épületekben. Az anyagot tőlünk függetlenül a német *Passivhaus Institut* is vizsgálta és hasonló eredményeket kaptak.

Bemutatjuk azt a kutatási tevékenységet, mely azt vizsgálta, hogy a kalcium-szilikát bázisú hőszigetelő lapok valóban csökkentik-e a páradiffúzió okozta kapilláris kondenzáció következményeként kialakuló penészképződés kockázatát, valamint azt, hogy milyen feltételek mellett alkalmazhatók sikerrel.

Az első részben a páratechnikai viselkedés elméleti hátterét és a vonatkozó számításokat mutatjuk be. Ezt követi a kísérleti felújítás és a kapcsolódó mérések bemutatása.

A számítások és a kísérleti alkalmazások elsősorban olyan szerkezetekre, épületekre koncentráltak, melyek állagvédelmi szempontból fokozott veszélynek vannak kitéve, és ahol az energiatakarékosági aktivitás is intenzív. Ezek az iparosított technológiával létesített épületek és a B30-as falazatokkal épült házak. Természetesen penészképződés előfordulhat más épületben is – gyakran például új építésű házakban –, ezekre a számítások hasonló módon elvégezhetők.

A KÁLCIUM-SZILIKÁT BÁZISÚ HŐSZIGETELŐ LAPOK PÁRATECHNIKAI VIZSGÁLATA

Alapadatok

A vizsgált kalcium-szilikát bázisú hőszigetelő lapok fizikai paramétereit az 1. táblázat szemlélteti. A lapok rögzítéséhez használt

ragasztót a számításokban elhanyagoltuk. Ez az elhanyagolás az eredményeket a biztonság javára befolyásolja.

Hosszúság (mm)	1 000
Szélesség (mm)	500
Vastagság (mm)	25, 50
Sűrűség (kg/m ³)	300±10%
Hővezető képesség (W/mK)	0,065
Páradiffúziós ellenállási szám (μ)	4,5/9,5
Páradiffúziós tényező	0,019–0,040 g/msMPa
Pórustartalom (térfogat %)	kb. 80
Kémhatás (pH érték)	7–10
Éghetőségi osztály	A1 „nem éghető”
Vízfelvétel (m ³ /m ² %)	kb. 350

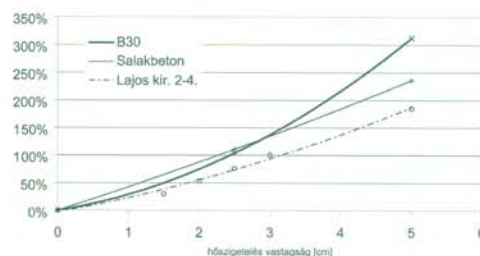
1. táblázat

A kalcium-szilikát bázisú lapok fizikai paramétere

A KÁLCIUM-SZILIKÁT BÁZISÚ SZIGETELÉS HATÁSA A SZERKEZETEK PÁRATECHNIKAI VISELKEDÉSÉRE

A páravándorlás okozta kondenzáció jelentkezésének két feltétele van: egyrészt, hogy a szerkezetre számított parciális nyomásgörbe messe a telítési nyomás vonalát. A másik feltétel pedig az, hogy a stationer állapot (vagyis a kondenzáció) kialakulásához legyen elég idő. A stationer állapot kialakulásához szükséges idő a töltési idő. Amennyiben a töltési idő hosszabb, mint a fűtési idény hossza, akkor a kondenzáció nem tud kialakulni, amennyiben rövidebb, úgy igen.

A számításokat három szerkezet típusra végeztük el. Az egyik egy dunajvárosi demonstrációs épület homlokzati rétegrendje, a második egy kohóhabsalak-beton fal, mely a középblokkos épületekre jellemző, és ahol gyakran jelentkezik penész-probléma. A harmadik szerkezet pedig a B30-as téglafal, mely elsősorban családi és kis társasházakra jellemző és ahol szintén rosszak a tapasztalatok. Az 1. ábra azt mutatja, hogy a három vizsgált szerkezet esetén százalékos mértékben mennyit növekedett a töltési idő a szigetelés vastagságának függvényében.



1. ábra:

A töltési idő százalékos növekedése a hőszigetelés vastagságának függvényében különböző szerkezetek esetén

Megfigyelhető, hogy a kalcium-szilikát bázisú szigetelés a töltési időt minden esetben jelentősen növeli: a növekedés 5 cm kalcium-szilikát bázisú szigetelés esetén 180–310%-os a szigeteletlen állapothoz képest. Ennek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a szigetelés a penészesedés kockázatát valamennyi esetben egyértelműen csökkenti, de hogy milyen mértékben, az szerkezetenként eltérő.

A szigetelőanyag töltési időre gyakorolt kedvező hatása abban rejlik, hogy kapilláris szívóhatása révén képes alakváltozás és a hőszigetelő képesség romlása nélkül felszívni annyi nedvességet, mely tömegének akár 3,5-szörösét is kiteszi. Így egy 2,5 cm vastag, 1 m² nagyságú szigetelőlap akár 21 liter vizet is képes felvétel nélkül felvenni. Amikor a környezeti viszonyok javulnak, a szerkezet gyorsan leadja a benne tárolt nedvességet. Ezenkívül lúgos kémhatása sem kedvez a gombásodásnak.

A továbbiakban a három vizsgált szerkezetet külön tárgyaljuk. Az eredményeket a 2. táblázat foglalja össze. A megfogalmazott állítások méretezési peremfeltételek esetén igazak, azaz ha a lakáshasználat során a belső relatív nedvességtartalom nem haladja meg tartósan a 65%-ot (-2 °C külső hőmérséklet és 20 °C belső hőmérséklet mellett). Mivel a 65%-os belső relatív nedvességtartalom igen magas érték, a méretezési állapot a fűtési időszakban csak rövid ideig áll fenn, ha egyáltalán előfordul.

Kedvezőtlen belső légállapot esetén (pl. ha a lakásban folyamatosan fedő nélkül főznek, sok cserepes növényt tartanak, a lakószobákban rendszeresen szárítanak, a vizes helyiségek a lakószobákkal egybenyitottak, a légcserre a helyiségek elégtelen szellőztetése és/vagy a homlokzati légtömör nyílászárók miatt alacsony stb.), akkor az állítások nem érvényesek.

Szigetelés módja	Hőátbocsátási tényező U W/m ² K	Relatív páratartalom φ _i %	Töltési idő nap	Töltési idő növekedés %	Penészesedés kockázata	Javasolt-e kalcium-szilikát bázisú szigetelés?	Felületi kondenzáció φ %
Dunaújváros, Lajos király út 2-4.							
szigeteletlen	0,900	65%	1862	0%	minimális	–	89,53%
1,5 cm kalcium-szilikát	0,753	65%	2427	30%	minimális	teljes biztonsággal	90,66%
2,0 cm kalcium-szilikát	0,714	65%	2858	53%	elhanyagolható	teljes biztonsággal	90,99%
2,5 cm kalcium-szilikát	0,609	65%	3283	76%	elhanyagolható	teljes biztonsággal	91,29%
3,0 cm kalcium-szilikát	0,647	65%	3732	100%	elhanyagolható	teljes biztonsággal	91,57%
5,0 cm kalcium-bázisú	0,545	65%	5307	185%	elhanyagolható	teljes biztonsággal	92,54%
Kohóhabsalak-beton fal							
szigeteletlen	1,500	65%	96	0%	közepes	–	74,38%
2,5 cm kalcium-szilikát	0,962	65%	203	111%	igen alacsony	előkészítő mérés javasolt	82,82%
5,0 cm kalcium-szilikát	0,708	65%	323	236%	minimális	teljes biztonsággal	87,09%
B30 téglafal							
szigeteletlen	1,493	65%	25	0%	magas	–	74,49%
2,5 cm kalcium-szilikát	1,033	65%	51	104%	magas	nem	81,67%
5,0 cm kalcium-szilikát	0,706	65%	103	312%	alacsony	előkészítő mérés javasolt	87,12%
5,0 cm kalcium-szilikát	0,706	55%	109	336%	alacsony	előkészítő mérés javasolt	87,12%

2. táblázat: A kalcium-szilikát bázisú hőszigetelés hatása a hőátbocsátási tényezőre, a töltési időre és a felületi kondenzáció kockázata nélkül megengedhető belső relatív nedvességtartalomra

Elemizzük most a 2. táblázatban szereplő számítási eredményeket.

Háromrétegű homlokzati szendvicspanel

Az eredeti szerkezet 15 cm vasbeton teherhordó rétegből, 8 cm expandált polisztirolhab hőszigetelő rétegből, valamint 7 cm, az időjárás hatások elleni védelmet nyújtó külső vasalt beton köpenyrétegből áll. Nem hagyható figyelmen kívül az a tény, hogy a szigetelésen számos helyen acélmerítések hatolnak keresztül, pontszerű hőhidakat és a hőátbocsátási tényező jelentős növekedését okozva.

Ezek alapján az eredeti szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezőjének pontos értékét nehéz meghatározni, de hasonló szerkezetek korábbi elemzése alapján az érték becsülhető, mintegy $U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékben.

A számítási eredményeket összefoglaló 2. táblázatból kiolvasható, hogy a szerkezetben szigeteletlen állapotban sem alakul ki a stacioner állapot és a kalcium-szilikát bázisú lapok alkalmazásával a töltési idő jelentősen nő. Míg eredeti állapotban értéke 1862 nap, 5 cm hőszigetelés esetén már 5307 nap. Ennek alapján kijelenthető, hogy a hőszigetelő lapok biztonságosan alkalmazhatók a vizsgált épület esetén.

A csomópontoknál általában nagyobb a penészesedés kockázata a hőhidhatás okozta alacsonyabb belső felületi hőmérséklet

miatt. Biztosra vehető, hogy itt sem kell számolni a penészesedés kockázatával, hiszen a töltési idő a szigetelőanyag természeténél fogva itt is jelentősen növekedni fog.

Kohóhabsalak-beton szerkezet

A 29 cm vastag kohóhabsalak-beton szerkezetek elsősorban a hatvanas években épült középblokkos épületekre jellemzőek. A választás azért esett ezen típus vizsgálatára, mert az igen rossz hőellenállású szerkezet belső felületi hőmérséklete gyakran olyan alacsony, hogy fellép a kapilláris kondenzáció: vagyis az egyik legrosszabb épületfizikai tulajdonságokkal rendelkező szerkezetéről van szó. A táblázatból látható, hogy alapesetben a töltési idő rövidebb, mint a fűtési időny. Amennyiben viszont 2,5 cm kalcium-szilikát bázisú szigetelést alkalmazunk, akkor már a penészesedés nem tud kialakulni.

Ennek alapján megállapítható, hogy a vizsgált rétegrendhez hasonló szerkezetű épületek esetén 2,5 cm kalcium-szilikát bázisú hőszigetelés általános lakáshasználat esetén nagy biztonsággal alkalmazható a penészképződés megszüntetésére.

B30-as téglafal

A B30-as téglafalazat esetén a számítások szerint még az 5 cm kalcium-szilikát bázisú szigetelés sem alkalmazható teljes bizton-

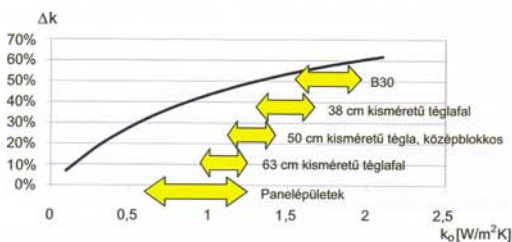
sággal. Az viszont egyértelműen kiderül, hogy a töltési idő növekszik, vagyis a szerkezet telítődésének kockázata csökken. Ennek ellenére számos referencia bizonyítja, hogy a kalcium-szilikát bázisú szigetelés alkalmazása B30-as téglából épült épületekben megszüntette a penészesedési problémákat. Ennek az az oka, hogy a valóságban a peremfeltételek általában kedvezőbbek a méretezési értékeknél.

KÍSÉRLETI FELJÚTÁSOK ÉS ÁLTALÁNOS HŐTECHNIKAI-ENERGETIKAI ÉRTÉKELÉS

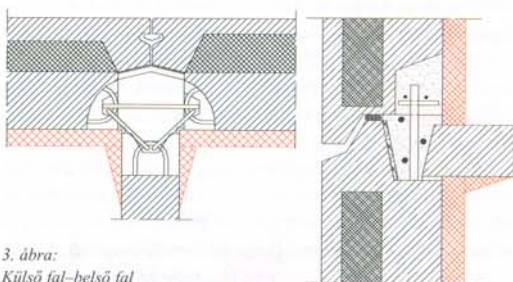
Az elmúlt három évben Magyarországon is forgalomba hozták a Masterclima termékeket és a gyártó kilenc lakásban végzett el referenciamerítést. Ezek többsége panellakás volt, de volt közöttük egy B30-as téglával épült családi ház is. A lakásokban közös vonás, hogy eredetileg valamennyiben küzdöttek penészgondokkal és a szigetelés hatására a problémák mindenhol tökéletesen megszűntek. Két lakásban végeztünk méréseket, melyek közül az egyik különösen tanulságos volt. A továbbiakban a lakáson keresztül bemutatunk egy áttekintő hőtechnikai értékelést, majd a mérési eredmények tanulságait.

Számottevő energiamegtakarítás az 5 cm-es kisereléstől várható, ezért a továbbiakban azzal foglalkozunk. A referenciamerítés is 5 cm-es kalcium-szilikát bázisú lappal történt.

A rétegtrendi hőátbocsátási tényezőre gyakorolt hatás mértéke függ az eredeti szerkezet hőátbocsátási tényezőjétől. Minél rosszabb hőellenállású volt az eredeti szerkezet, annál nagyobb mértékű megtakarítás, és ennek megfelelően annál rövidebb megtérülési idő várható. Ezt mutatja a 2. ábra. Megállapítható, hogy a felújításra szoruló épületek tartományát tekintve a rétegtrendi hőátbocsátási tényező mintegy 30–60%-kal csökken.



2. ábra: 5 cm-es kalcium-szilikát bázisú lapok hőátbocsátási tényezőre gyakorolt csökkentő hatása az eredeti szerkezet hőátbocsátási tényezőjének függvényében



3. ábra: Külső fal–belső fal csatlakozás külső falsík mentén történő hőszigetelés és ék alakú profilok alkalmazása esetén

4. ábra: Külső fal – földem csatlakozás külső falsík mentén történő hőszigetelés és ék alakú profilok alkalmazása esetén (nem a kísérleti épület csomópontja)

A kalcium-szilikát bázisú hőszigetelés megfelelő alkalmazásával a hőhidveszteségek is jelentősen csökkenthetők. Ennek különös jelentősége van az erősen hőhidas, iparosított szerkezetek esetén. Amennyiben egy ilyen épületben a külső falakhoz kapcsolódó belső falakon és mennyezeteken 60 cm hosszú ék alakú profilokat alkalmaznak, a hőhidveszteségek 20–40%-kal csökkennek (lásd a 3. és 4. ábrákat).

AZ ENERGIAMEGTAKARÍTÁS ÉS AZ ÁLLAGJAVÍTÓ HATÁS A KÍSÉRLETI ÉPÜLET,

a felújítás és a monitoring ismertetése

A referenciaként felújított lakás egy dunai városi panelház első emeleti saroklakása. A lakás hálósobáját és nappaliját végfal határolja, melyen a padló közelében, illetve a panelcsatlakozásoknál penészfoltok jelentek meg. Részben ez indokolta azt, hogy erre a lakásra esett a választás.

A két szobában a végfalakat és az ablakos homlokzati falakat szigetelték 5 cm vastag kalcium-szilikát bázisú szigeteléssel. Az ablakokat már korábban műanyag nyílászárókra cserélték, ezután jelentkezett a penész. Fűtőkorszerűsítés nem történt.

A szigetelés során a radiátorok és felszálló vezetékek mögé nem fért be szigetelés, de ott penészesedés a magas felületi hőmérséklet miatt nincs. A sugárzási veszteségek csökkentésére a radiátorok mögé hűtőkröt helyeztek el (5. ábra).



5. ábra Hűtőkröt a radiátor mögött

A méréshez használt termoelem érzékelőket a hálósobai végfalra helyeztük el. Mértük fejmagasságban a belső léghőmérsékletet, a belső relatív nedvességtartalmat (6. ábra), valamint az ablakon kívül a külső léghőmérsékletet. A külső hőmérsékletérzékelőt a faltól 40 cm távolságban, közvetlen napsugárzástól és szélétől védetten helyeztük el (lásd a 7. ábrát). A belső hőmérsékletérzékelőt bármely hőforrástól távol helyeztük el.

A termikus és páratechnikai viszonyok mérésére a szigetelés alatt is elhelyeztünk érzékelőket: két termoelemet a két végfal csatlakozásába (8. ábra), egyet attól 10 cm-re, valamint egy kondenzáció érzékelőt. Elhelyeztünk a szigetelés alatt a panelcsatlakozásban egy kondenzáció érzékelőt is.

A szigetelés belső felületén elhelyeztünk három érzékelőt a külső érzékelők felett. Ezen kívül elhelyeztünk egy érzékelőt a panel közepén és a külső és belső fal csatlakozásánál, ahol a hőszigetelés megszakad. A szenzorok elrendezését mutatják a 9. és 10. ábrák.

6. ábra: A belső léghőmérséklet és belső relatív nedvességtartalom érzékelők elhelyezése



7. ábra: A külső léghőmérséklet-érzékelő elhelyezése

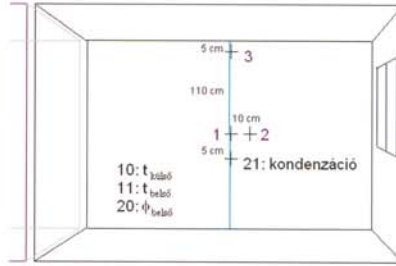


8. ábra: Termoelemek és kondenzáció érzékelő a szigetelés alatt

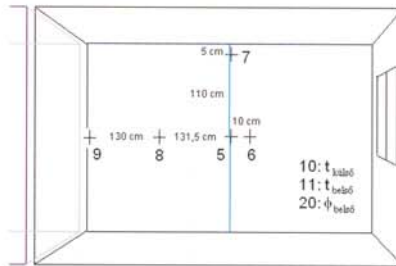


A mérés kalibrált termoelemekkel és központi adatgyűjtővel történt, 20 percnkénti mintavételezéssel. A termoelemek vas-konstantán huzalokból lettek összeállítva, a kondenzáció-érzékelő típusa SHS A3, a relatív nedvességtartalom érzékelő Honeywell gyártmányú, az adatgyűjtés egy 50 csatornás mérés-adatgyűjtővel készült, az adatokat PC számítógép regisztrálta.

A felületi hőmérsékletek alakulása megfelel a vártnak mind a szigetelés alatt, mind a szigetelés szoba felé néző felületén. A



9. ábra: A szenzorok elhelyezése a szigetelés alatt



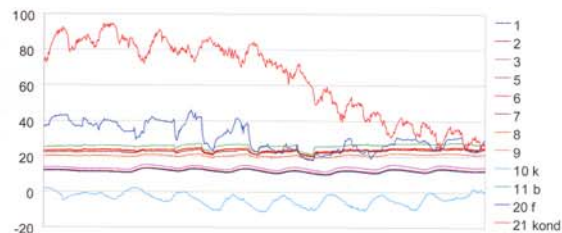
10. ábra: A szenzorok elhelyezése a szigetelés felett

szigetelés alatt a panelcsatlakozásban (9. ábra, 1-es és 2-es pontok) mértük a legalacsonyabb hőmérsékleteket. Itt alacsonyabb volt a hőmérséklet, mint ugyanazon panelcsatlakozásban a földem közelében. Ez arra utal, hogy a panelcsatlakozás alul hibás, eltér a tervezettől, hiszen elméletben a fenti pont lenne hidegebb. Erre utal az is, hogy a penészesedés alulról fölfelé terjedő volt. A szigetelés két oldala közti hőmérsékletkülönbség mintegy 10–11 °C, ami igazolja az anyag jó szigetelő képességét.

A szobára néző síkfalon mért pontok közül a külső és belső fal találkozásánál (10. ábra, 9-es pont) volt a leghidegebb, átlagosan 20,14 °C. Ez igazolja azt, hogy a hőhídton nagyobb a hőáram a szigetelés megszakadása miatt. A hőhidhatás mértéke azonban elfogadható, a harmatponti hőmérséklettel biztonságosan távol van.

A mért adatokat a mérési időszak leghidegebb periódusában a 11. ábra mutatja. A teljes mérési időszakban a belső levegő átlaghőmérséklete 25,39 °C, szórása 1,32 °C. A külső átlaghőmérséklet -0,74 °C, a szórás 3,86 °C.

Valamennyi mért adat alakulása a leghidegebb időszakban (február 2–11.)



11. ábra: Valamennyi mért adat alakulása a leghidegebb időszakban (2005. február 2–11.)

Jelölések: 1–9: belső falfelületi hőmérsékletek,
10 k: külső léghőmérséklet,
11 b: belső léghőmérséklet,
20 f: relatív nedvességtartalom a belső térben,
21 kond: kondenzáció érzékelő

A várható megtakarítás és a komfortszint javulása

Az épület korszerűtlen fűtési rendszere nem tette lehetővé, hogy az energiamegtakarítást hőfogyasztási adatokból határozzuk meg, ezért számításra hagyatkoztunk.

A szigetelés során 5 cm kalcium-szilikát bázisú szigetelőanyaggal burkolták a belső felületet. Ennek hőellenállása $\Delta R_s = 0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$. Mivel a szigetetlen szerkezet átlagos hőátbocsátási ellenállása ($U = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényező esetén) $1,11 \text{ m}^2\text{K/W}$, a szigetelt szerkezet átlagos hőátbocsátási tényezője $U = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$, a rétegrendi megtakarítás tehát 41%.

A külső fal–belső fal, illetve a külső fal–födém csomópontoknál a szigetelés megszakad és hőhidak keletkeznek. Ezeknél az elvékonyodó szigetelés miatt jelentős mennyiségű hő szökik meg. Ezért az összes külső falra eső megtakarítás a rétegrendinél kisebb, mintegy 20–30% között várható. Amennyiben az épület összes homlokzati falát és a zárófödémét 5 cm vastag kalcium-szilikát bázisú lemezzel szigetelik, a várható veszteségcsökkenés 10–20%.

Ez az érték szerénynek tűnik, de az energia-megtakarításon kívül a többi kedvező hatást nem szabad figyelmen kívül hagyni. Az egyik a belső felületi hőmérsékletek megemelkedése. Az egész mérési időszak alatt az átlagos külső hőmérséklet $-2,53 \text{ }^\circ\text{C}$, az átlagos belső hőmérséklet $24,92 \text{ }^\circ\text{C}$ volt. Itt nem részletezett számításokkal kimutatható, hogy az utólagos szigetelés előtt $18,06 \text{ }^\circ\text{C}$ átlaghőmérsékletet alakult volna ki a felületen. Méretezési állapotban ($t_e = -13 \text{ }^\circ\text{C}$ és $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ esetén) szigetelés előtt a falhőmérséklet $11,75 \text{ }^\circ\text{C}$ lenne, ami nagyon hideg sugárzó felületet és diszkomfortot jelent. Szigetelés után viszont $16,75 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet várható, vagyis a hőkomfort szintet a kalcium-szilikát bázisú szigetelés lényegesen javítja.

Páratechnikai elemzés

A helyiség átlagos nedvességtartalma 33,89%, szórása 6,23%, maximuma 48,5%. Vagyis a nedvességtartalom végig jóval az MSZ-04-140-2 szabvány által meghatározott 65%-os tervezési érték alatt van. Ez a nedvességtartalom kicsit magasabb, mint a panellakásokban általában jellemző érték. Ennek egyik oka, hogy a jó légtömörségű ablakoknak köszönhetően alacsonyabb a spontán légcseré és a helyiségben termelődő nedvességet kevésbé szállítja el a szellőzés.

Megállapítható, hogy a belső oldalon a minimális felületi hőmérséklet sehol sem alacsonyabb, mint a 65%-os tervezési nedvességtartalom esetén kialakuló harmatponti és kapillárkondenzációs határhőmérséklet, ezért penészesedési kockázat a hőszigetelés által nem takart felületeken nincs.

A mérés első hetében a relatív nedvességtartalom 39,05%-os átlagot mutatott és a belső léghőmérséklet átlaga $24,92 \text{ }^\circ\text{C}$ volt. Ilyen relatív nedvességtartalom és léghőmérséklet esetén az abszolút nedvességtartalom $0,09 \text{ kg/kg}$. Az ehhez tartozó harmatponti hőmérséklet $10 \text{ }^\circ\text{C}$, a kapillárkondenzációs határhőmérséklet $14 \text{ }^\circ\text{C}$. Ekkor a szigetelés alatt mért hőmérsékletek $10,57$ és $12,00 \text{ }^\circ\text{C}$ közötti átlagot mutattak, ami kondenzáció közeli állapotnak felel meg. A kondenzáció érzékelő által mutatott értéket igazolta is. Az első héten átlagosan 86,4%-ot mutatott (teljes kondenzáció 100% esetén állna fenn).

A kondenzáció érzékelő által mutatott értékek alakulását a 12. ábra mutatja. Látható, hogy a réteghatáron mért nedvesség-



12. ábra:

A kondenzáció érzékelő által mutatott értékek a telje mérési időszakban (2005. jan. 5-febr. 24.) Az értékek 23 nap alatt csökkennek 0%-ra.

tartalom fokozatosan 0-ra csökken. (Egészen pontosan 5%-on beáll, de ez azért van, mert a műszer mérési tartományának alsó határa 5%). Ez azt jelenti, hogy a réteghatár mintegy 23 nap alatt teljesen kiszáradt. Ez igazolja azt a jelenséget, hogy a kalcium-szilikát bázisú szigetelés kapilláris szívóhatásának köszönhetően kiszárítja a nedves falszerkezeteket, ezáltal csökkenti, illetve megszünteti a penészképződés feltételeit. A mérés végén a kondenzáció-érzékelő által mutatott értékeket ellenállás hőmértékkel ellenőriztük, mely a fentieket igazolta.

ÖSSZEZÉS

Láthattuk, hogy a Masterclima kalcium-szilikát bázisú hőszigetelőlapok kapilláris szívóhatásuknak köszönhetően jelentősen javítják a szerkezet töltési idejét és ezáltal csökkentik a penészképződés kockázatát, mégpedig úgy, hogy közben javítják a szerkezet hőellenállását. A kalcium-szilikát bázisú szigetelőanyag különlegessége abban rejlik, hogy mindezen előnyök egy belső oldali szigeteléssel érhetők el. A tanulmány alapján megállapítható, hogy a Masterclima hőszigetelőlapok két fő alkalmazási területe a következő:

- Páradiffúzió vagy más, nedvesedéssel összefüggő penészesedési panaszokkal küzdő lakások problémáinak megszüntetése, illetve a penészesedés kockázatának jelentős csökkentése. Iparosított technológiával létesített épületek esetén már 2,5 cm-es szigetelésvastagság elegendő a penészesedés megszüntetésére, amennyiben a helyiség nedvességterhelése nem haladja meg az MSZ-04-140-2:1991 szabvány által meghatározott tervezési értéket. A technológia előnye, hogy lokális problémák esetén is alkalmazható, vagyis nem kell az egész homlokzatot hőszigetelni, amikor csak egy-egy helyiség küszködik penészesedési problémákkal (ellentétben a külső oldali szigeteléssel, amit a teljes homlokzaton kell alkalmazni).
- Fűtési energiamegtakarítást célzó intézkedésként is alkalmazható, ekkor azonban a legnagyobb gyártott lemezvastagság (5 cm) alkalmazása célszerű, mert ennél realizálható számottevő mértékű megtakarítás. Természetesen energiamegtakarítási célú felújításnál is jelentkezik az előbbi előny, vagyis hogy egy-egy lakásban önállóan alkalmazható. Beépítése különösen javasolt más energiatakarékossági intézkedésekkel (ablakszere, légtömörség javító intézkedések, fűtőkorszerűsítés) való együttes alkalmazásra, mivel kompenzálja azok penészesedési kockázatot növelő hatását.



13. ábra: Képek a Masterclima szigetelő rendszer kivitelezéséről

- Hangsúlyozzuk, hogy az elvégzett vizsgálatok során a páratechnikai számításokat az MSZ-04-140-2 szabványban megadott méretezési állapotra végeztük, bizonyos építésmódú lakóépületek bizonyos szerkezeteire. Kedvezőtlenebb peremfeltételek, illetve más eredeti szerkezetek esetén az anyag

alkalmazási módja előzetes szakértői ellenőrzést tesz szükségessé. Szükséges továbbá kiemelni, hogy a szigetelőlapok alkalmazása során be kell tartani a gyártó által megadott előírásokat (ragasztóanyag, felületképző rétegek anyaga, kivitelezés módja: 13. ábra), melyek a helyes páratechnikai működés előfeltételei.