

Szigetelni vagy nem szigetelni...?

Ideológiai kérdések az utólagos szigetelések tervezésénél

Épületszigetelő szakmérnök

Az elmúlt néhány évben a pályázati források kiszélesedésével egyre több, szakrális és egyéb célú műemléképület felújítására nyílt lehetőség. Néhány esetben már a felújítási folyamat elején, akár egy egy helyszíni bejáráson eldől az épület sorsa, amint „összecsapnak” az érdekelt felek (tulajdonos, üzemeltető, építésztervező, műemlékvédelmi felügyelő, statikus-, faanyagvédelmi-, szigetelési,.. szakértők) nézetei. Szerencsére ma már egyre ritkábban

építés korának megfelelő anyagok és technológiák alkalmazásával vagy éppen ellenkezőleg, olyan építőanyagokat és technológiákat kell választani, amelyek a megváltozott környezeti hatásoknak és a modern funkció által megkövetelt felhasználói követelményszinteknek, teljesítményelvű tervezés után egyszerre tud megfelelni.

Az egyik fél a vitában bemutat olyan épületeket, amelyeket a felújítás során sikerült „tönkreszigetelni” és felújítás



Középkori veleméri templom a több, mint 700-éves restaurált freskóval



Szigetetlen templomfalazat modernkori rajzokkal

újítások esetleges negatív tapasztalatai által inspirált előzetes deklarációkkal, mint például az ilyen mondatok: „...amíg én vagyok az épület felügyelője ezen az épületen utólagos szigetelés nem készül. Kijavítják a vakolatokat elviszik a csapadékvizet, körbedrénezik, maguktól kiszáradnak a falak és kész...”

Szigetelni vagy nem szigetelni...?

A kérdés ideológiai és valóban arról folyik, hogy fenntarthatóak-e az épített örökség elemei hagyományos, az



nerálni, mint a felújítás előtt több száz év alatt kialakult épületkár. Nem megkérdőjelezve az állapotok romlását, ezen jelenségek általában a megfelelő épületdiagnosztika hiányában elkészített felújítás anyag-technológia-kivitelezői szaktudás „szentháromság” szabályainak durva megsértéséből származnak.

Emellett szerencsére igen sok példa hozható fel olyan felújításokra, ahol a műemlékvédők, építészek és kivitelezők szakszerű munkája eredményeként az épített örökség megmentett elemei laikus érdeklődők számára is kataritikus élményt nyújtanak.

Drénezní vagy nem drénezní...?

Természetesen igen nagy különbség van egy domboldalban lévő középkori templomot övező kavicsszivárgó rendszer és egy csatornázatlan alföldi település belvizes mélypontján álló templom mellé építendő drénrendszer funkciója, működőképessége és haszna között. A tervezési fázisban minden esetben meg kell ismerni az épületet érő nedvességhatásokat, és tisztázni kell azt, hogy ezen nedvességhatások csökkentésében milyen szerepet tölthet be egy szivárgó rendszer. Sokszor elsikkad az a kérdés, hogy mit lehet kezdeni az ilyen módon összegyűjtött vízzel, hiszen a drénrendszer szennyvíz hálózatra való bekötése nem engedélyezett, a területen való elszikkasztás lehetőségei pedig gyakran a magas talajvízszint, illetve a kötött talajszerkezet miatt korlátozottak.

Hidraulikus kötésű felújító vagy hagyományos mészvakolat...?

Hasonlóan óriási különbség van egy, a korai felújítások során használt cementkötésű párazáró vakolat alkalmazása és a modern hidraulikus kötésű felújító habarcsok műszaki paramétereik (páradiffúziós ellenállás, pórusgeometria, kapillaris vízfelszívás, hidrofobitás,...) és működésük között, mégis a „cementkötésű vakolat” kifejezés még mindig szemet szúr egy-egy műemléképület felújításánál. Ki kell használni a felújítások során a modern felújító vakolatok azon tulajdonságait, amelyek alkalmazásával a felújítási ciklusok jelentősen kitolhatóak.

Szárítani vagy nem szárítani...?

Újabb kérdést vet fel egy-egy épületnél a „természetes” levegővel történő szárítás módszere. Legyen az a drénrendszerrel összefüggésben a külső talajszint alatt létesített szellőztető rendszer, a padló alatt kialakított



Csapadékvíz elvezetés a velemeri templomnál és egy „modern” épületnél

mesterséges alagsövezés vagy a falazatokba fúrt szellőző rések, az épület komplex nedvességvédelmét biztosító, önálló szigetelőrendszerként nem vehető számításba. Kiemelt figyelmet kell szentelni a szellőztetést biztosító levegő épületfizikai paramétereinek. Gyakran már a helyszíni épületdiagnosztikai vizsgálat során egyszerű eszközökkel (hitelesített páratartalom mérő, felületi infrahőmérő) segítségével mért adatokból Mollier-H-X diagramon megadható, hogy párás időben egy-egy nyitva felejtett templom- vagy pinceajtón vagy ablakon a belső térbe közvetlenül bejutó külső levegő minden köbmétere hány gramm nedvességgel növeli a belső tér – és ezzel az épületszerkezetek nedvességtartalmát. A hatékonyságot ezen „rendszerek” működőképességével kapcsolatosan csak az éves mérleg elemzése adhatja meg.

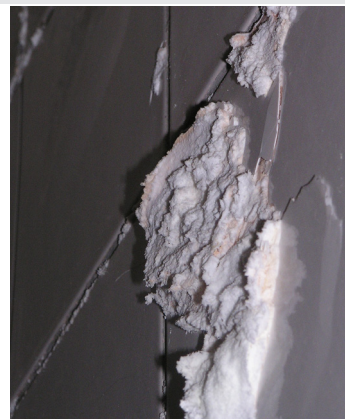
Azon aktív (a külső és belső levegő légtechnikai paramétereinek mérésére alapuló, szabályozott vezérlésű) gépészeti szellőzőberendezések biztosíthatják a száradás folyamatának állandó fenntartását, amely bizonyos körülmények között nagyobb mennyiségű nedvességet távolíthatnak el a szerkezetekből, mint a kapilláris vízfelszívás mértéke. Sajnos ekkor sem dőlhetünk hátra, mert a forszírozott száradás olyan felületi jelenség, amely a szerkezetben felszívódó sóoldat felületen történő kikristályosodásához és a felületképzésben (vakolatok, festékek) vagy ezek hiányában magában a falazóanyagban okozhat károkat. A kristályosodási nyomás károkozásához hozzájárul a hidratációs nyomás is, amely már a felületen kivált sók páratartalom függő átkristályosodása során roncsolja szerkezeteket.

Ezen nyomásértékek nagyságrendileg meghaladhatják nemcsak a felületképző anyagok, hanem a falazóanyagok

húzószilárdságát is. A száradás első fázisában a kristályosodás a jellemző károsító folyamat, míg a későbbiekben a hidratációs folyamatok gyakoribbak. A hidratációs nyomás által az építőanyagban okozott kár is jelentősebb a kristályosodási nyomásénál, noha a kifejtett nyomás azonos nagyságrendű a kristályosodáskor ható nyomással.



A hagyományos habarcsrétegbe ágyazott csempeburkolat mögötti részben kikristályosodó tús sókristályok átszúrták a csempeburkolatot is



Szigetelni a lábazatot vagy sem...?

Általános szabály szerint a vízszigeteléseket a támadó nedvességátláshoz legközelebb kell(ene) kialakítani, ez azonban főleg az utólagos szigetelések esetében általában csak korlátozottan valósítható meg. Sok esetben a vízszintes falszigetelés alatti zónák a végleges talaj- vagy padlósík fölé kerülnek. Ilyen esetben a vízszintes falszigetelés hatékonyságának és a lábazatszigetelés anyagának függvényében a közvetlenül a szigetelési zóna alatti szerkezetek nedvességtartalma megnő. Kérdés, hogy ezt a nedvességet, amely folyamatos utánpótlással rendelkezik kiszellőztessük vagy „zárjuk be”. A megoldás továbbra is a két szélsőség között kere-

sendő az épületek sajátosságai szerint.

A lábazatszigeteléseket a legtöbbször olyan páraáteresztő (páradiffúziós ellenállási szám $\mu=100-150$) egykomponensű cementbázisú szigetelőszalagokból célszerű kialakítani, amelyek ugyan fékezik a pára vándorlását, de azt teljes mértékben nem akadályozzák. E bevonatszigetelések felületi védelmét általában légpórusos, hidrofób felújító vakolatrendszer látja el. Ennek eredményeképpen a lábazati bevonatszigetelés mögött a falazat anyagában lévő kapillárisokban a sók nem kristályosodnak ki, és át sem, így sem a kristályosodási, sem a hidratációs nyomás nem roncsolja a lábazat anyagát. A lábazatra felhordott felújító vakolatok kapilláris átmérője akár több nagyságrenddel is nagyobb a falazóanyag pórusátmérőjénél, a pórusok mennyisége és általában extrém hidrofób tulajdonságuk miatt sokkal jobban ellenállnak a kristályosodó sóknak, mint a hagyományos vakolatok. Extrém sóterhelés ese-

tén az általában három rétegű felújító vakolatrendszer (előfröcskölő, felújító vakolat, simító vakolat) kiegészíthető egy olyan pórusos alapvakolati réteggel is, amely kevésbé hidrofób, mint a felújító vakolatréteg, de extrém pórustartalommal rendelkezik. Így a felújító vakolatrendszer külső felületére a kristályosodó sók rendkívül hosszú idő után tudnak csak kijutni, azaz a vakolt felület élettartama igen magas lesz.

Természetesen ehhez még néhány paraméternek teljesülni kell. Ezek közül a legfontosabb az, hogy a felületképzés során olyan anyagokat (vékonyvakolatokat és festéket) használjanak, amely a páradiffúziót nem gátolják. A felületképzés anyagkiválasztásának elsődleges szabálya, hogy a rétegek páradiffúziós ellenállása belülről kife-

lé csökkenjen, így nem történik meg a felületképzésben párafelhalmozódás. Öröndetes tény, hogy újabban a homlokzati felületképző anyagok között megjelentek olyan tiszta szilikongyanta bázisú festékek és vakolatok, amelyek nemcsak kiváló páraáteresztő tulajdonsággal rendelkeznek, hanem vízlepergető (esetenként öntisztuló) hatással is. Így a hidrofób felújító vakolati rétegek és az eredeti hidrofil rétegek között esős időjárásban nincs színárnyalat eltérés, amely páraáteresztő hidrofil szilikátfestékek alkalmazása esetén gyakori jelenség.

A lábazatszigetelések során alkalmazhatóak olyan megoldások is, amelyek a lábazati falszakasz tömbinjektálásán alapulnak. Ekkor általában pórüstömítót (elsősorban polimetil-metakrilát) géleket juttatnak a lábazatba közepes, 20-30 bar nyomáson, raszterben beépített injektáló csomkokon keresztül. A módszer azonos az oldalról talajjal érintkező falszerkezetek injektálási módszerével. Általában a műszaki előírások alapján még itt is megjelenik a cementbázisú bevonat szigetelés a lábazati felújító vakolat zónája előtt annak ellenére, hogy az injektálás hatására a feltöltésből a lábazatba jutó nedvesség mennyisége jóval kisebb.



Akrilát gél lábazati tömbinjektálás falvágásos vízszintes falszigetelés síkja alatt

Felmerülhet a kérdés, hogy lehet-e extrém páradiffúziós ellenállású ($\mu=20000$) bevonati réteg (pl. bitumenes bevonatszigetelés) vagy extrém esetben SBS modifikált bitumenes lemez ($\mu=35000-40000$) teljes felületű lángolvasztásával teljesen párazáró réteget alkalmazni a lábazatszigetelés anyagaként? Mivel ekkor a felületi párolgás megszűnik (hasonlóan az előző esethez) a falazóanyagot nem károsítja a sók, ellenben a fagy esetlegesen igen. Így ilyen esetben gondoskodni kell arról, hogy a teljes párazáró felület mögött a pórusokban lévő még híg sóoldat ne tudjon megfagyni. Ilyen esetben inkább előregyártott burkoló

lémeleket (pl. rozsdamentes acélvázra rögzített kő- vagy műkő burkolatot) alkalmaznak kiegészítő intenzív hőszigetelő réteg (például extrudált polisztirolhab) alkalmazásával. Ez a megoldás egyes műemléképületeknél általában nem megvalósítható, így inkább az előző verzió (páraáteresztő bevonatszigetelés + felújító vakolat rendszer) alkalmazása a gyakoribb.

Extrém lábazati károsodás esetében megfontolható a lábazati falazóanyag (pl. szétfagyott téglá) visszavésése után a lábazat belső, védett zónájába beépíteni a függőleges lábazati szigetelést, majd a lábazat visszafalazása után elkészíteni a felületképzést. Ebben az esetben fontos arra figyelni, hogy a vízszigetelés előtt alkalmazott anyag megfelelően fagyálló, illetve alacsony nedvességfelvételi legyen. Jogosan tehető fel a kérdés, hogy a kizárólag egykomponensű cementbázisú páraáteresztő bevonatszigetelés alkalmazása során felmerül-e a lábazat anyagának kifagyás veszélye. A szigetelő rétegre felhordott légpórusos felújító vakolatok hőszigetelő képessége ugyan nem éri el az intenzív hőszigetelő anyagok hőszigetelő képességét, de legalább duplája, mint a hagyományos vakolatoké.



Bitumenes lemez lábazatszigetelés visszavésett téglafelületen

Már a kapilláris vízfelszívással érintett pórusok ($10^{-4}, 10^{-6}$ m) esetében a kapillárisokban lejátszódó folyamatok jelentősen eltérnek a szabad térben (nyomáson) lejátszódó folyamatoktól. Csak egy két példa: míg a szabad térben csak a harmatpontban kondenzálódik a nedvesség az anyagok felületén, addig az anyagok pórusaiban a kondenzáció sokkal hamarabb megkezdődik. Átlagos szilikátfelület esetében a pórusok falán kialakult monomolekuláris vízfilm vastagsága már 75%-os relatív nedvességtartalomnál rohamosan nőni kezd. Ez az anyagjellemző szorpciós izoterma inflexiós pontja. A kapillárisokban lévő tiszta víz fagyáspontja önmagában is csökken, a kapilláris pórusméret tartományban ez kb. $-2-3^\circ\text{C}$, de a 10^{-8} m-es tartományban a tiszta víz is -40°C -on fagy meg. A fagyáspont csökkenéséhez hozzájárul a vízben oldott anyagok (mólaris) mennyisége is, amely tovább csökkenti az oldatok fagyáspontját.

Hideg időjárásban a fal furatokban végzett infravörös felületi hőméréssel végzett mérések alapján (amelyek injektálások kivitelezési körülményeinek ellenőrzéséhez kapcsolódtak) megállapítható, hogy a falazatok belsőjében mért hőmérsékletek jelentősen eltérhetnek a külső léghőmérséklettől. A falazat belsejében mért hőmérséklet ingadozása sokkal kisebb, mint a külső léghőmérsékleté. Ennek ellenére átszellőztetett köburkolatok mögött a lábazatokat a burkolat felszerelése előtt legalább légpórusos vakolattal el kell látni, mert ez a réteg kristályosodási teret is tud biztosítani a száradás során kiváló sóknak.

Dér István

Épületszigetelő szakmérnök