

**Mosonmagyaróvár Magyar u. 4.  
Műemlék lakóépület  
a falak nedvesség- és só-állapotának vizsgálata,  
felszívódó nedvesség elleni védelme**



**ISO-MÉDIA Kft. 9026 Győr, Kertész utca 21/B.  
Zádor Oszkár 30 - 9577313**

okl. építészmérnök, vezető építész tervező É1-08-0124

okl. épületszigetelő szakmérnök, ÉMSZ tag

**MÉK 08-0124 Szés-2 Épületszerkezeti Szakértő Szigetelések**

**Műemlékvédelmi épületdiagnosztika szakértő 21-0065**

A dokumentáció 17 számozott oldalt, 30 fényképfelvételt és tervmellékletet tartalmaz.

A szakvélemény műszaki érvényességnek vége: 2018. április 13.

**Győr, 2017. április 13.**



## 1. TÖRTÉNELMI ELŐZMÉNYEK

A földszint és egy emeletes lakóépület 1790 körül épült, helyén álló középkori épület átalakításával, copf stílusban. Az épületben nagyon szép boltozott földszinti terek vannak. Az első emeleti zárt erkélyt tartó konzolok kőből vannak, a portálok kerete jellegzetes, stílusos, bár a keretezés ma már műkö. Az utcai homlokzaton kő lábazat van.



Az udvar sokkal egyszerűbb, gyakorlatilag jellegtelen, simára vakolt, a lábazat is vakolt.

Az épület állapota alapján teljes felújítást kíván, melyre nézve a közeljövőben várhatóan elindulnak a kivitelezési munkák is. A mai homlokzata sajnos meglehetősen elhanyagolt, mögötte az épület méltatlan állapotban van, ahogy az a belsőben készült képeken is látható.

Ebben a szakvéleményben az épület falszerkezetének jellemző nedvesség-viszonyait illetve a sokkal történt szennyezettségét igyekeztünk feltárni. Ezen túlmenően javaslatokat tettünk a téglafalak utólagos szigetelésére és vakolatára nézve.



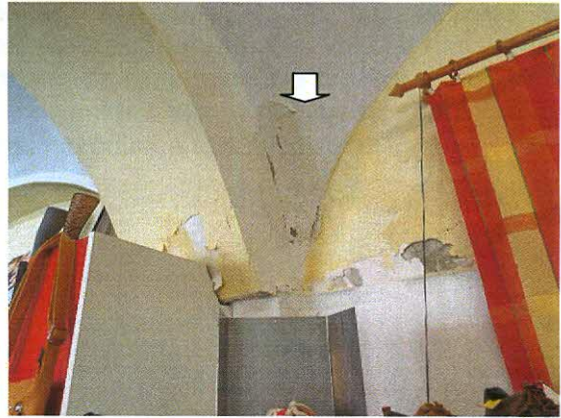
## 2. SZERKEZETVIZSGÁLAT

### 2.1. A rendelkezésre bocsátott adatok

Az épület felmérési rajzait megkaptuk. A tervek és a helyszíni vizsgálatok, a falldiagnosztika mérései, egy felújítási javaslatához kellő megalapozottságot biztosítanak.

A nedvesség és a kikristályosodott sók okozta vakolati károsodás az utcai homlokzaton és a belső térben több helyen jól látható. A homlokzat állapota a kissé megtévesztő, mögötte kritikusnak ítéltető, mindenütt nagy magasságig vizes.

Az egykori javító célzatú beavatkozások során ugyan 25 éve készült injektálós szigetelés, de az ma már nem hatékony. Ezzel magyarázható az, hogy a falak nedvességtartalma igen magas és még belül is jelentősek a vakolati károk.



### 2.2. A helyszíni szemle tapasztalatai, furatos mintavétel

A helyszíni szemlére, a falak vizsgálatára 2017. április 11.-én került sor, napsütéses időben, amikor +14°C léghőmérséklet és 58% páratartalom volt jellemző. A szemrevételezéssel végzett vizsgálaton túl a nedvességet és a falak sótartalmát meghatározó, mintavétellel összekötött szakértői felmérés készült.

A homlokzati vakolati károsodás a Magyar utcai és a Sörház utcai oldalon is jól megfigyelhető, amelyet a kapilláris felszívódás okozott és a lábazat nedvesség-visszatartó hatása jelentősen fokozott. A sók okozta károk jól láthatóan súlyosak.



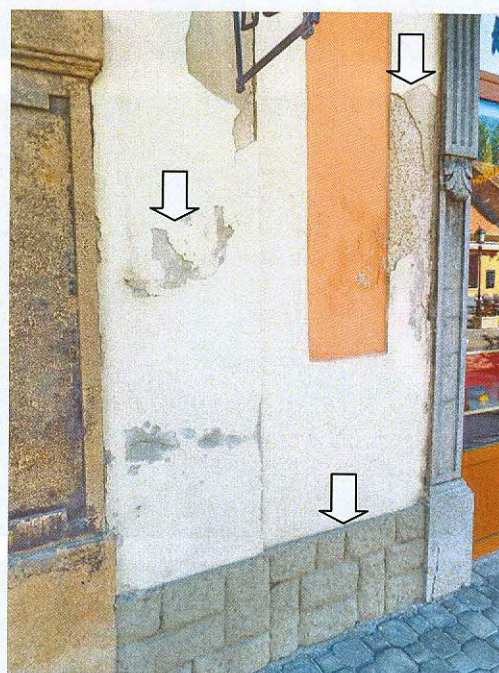
A homlokzatokon végzett mintavétel, illetve a vizsgálat szerint a falak nedvességtartalma magas. Erre nézve igyekeztünk pontosítani az értékeket nem csak kívül, de a belső térben is. A sótartalom sajnos jelentős, nedvszívó klorid, valamint szulfát sókkal is szennyezett! Ennek mértéke a Sörház utcában és a belső térben meghaladja a védekezésre előírt mértéket. Ezeken a helyeken elektrolitikus sótelenítést javasolunk.



### 2.3. A vizsgálatok eredménye, a falszerkezet állapota fotókon



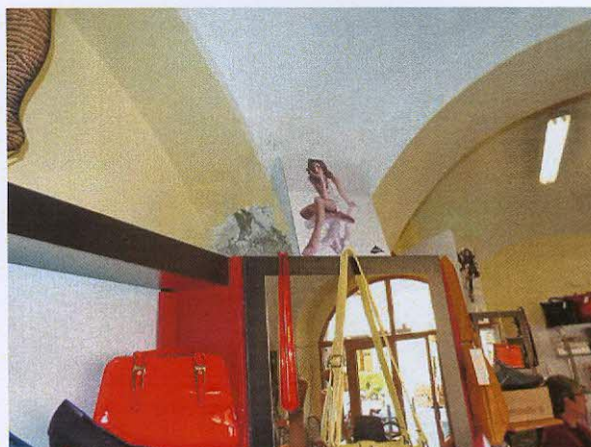
A magyar utcai homlokzaton kő lábazat van, amely a párolgásos száradásra nézve nem előnyös. A lábazat feletti falazati rész a mérések szerint nedves. A vakolat nem megtartható, az csak takarja a hibákat, mögötte a fal, helyenként telített nedvességgel, a sók is felhalmozódtak a felszín közelében.



A kapualjban és a belső térben - szemre is láthatóan – magas a nedvesség és jelentős a sótartalom, a vakolatot főként a sók okozta károsodás tette tönkre. Az épület csak nagyon jelentős költségekkel felújítható, teljes rekonstrukciója szükséges.

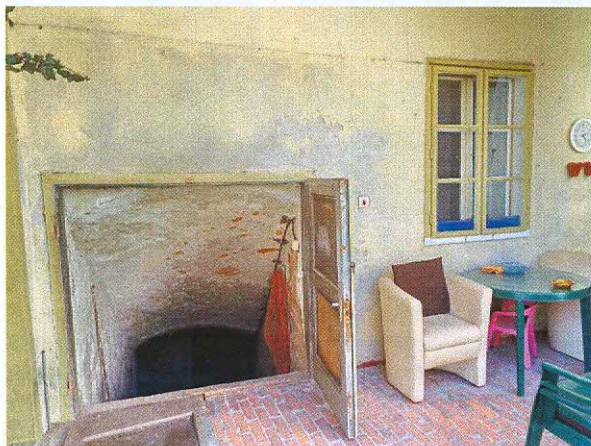
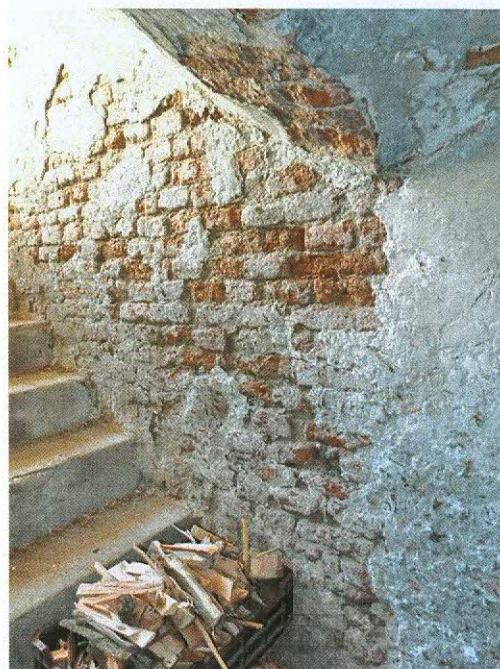
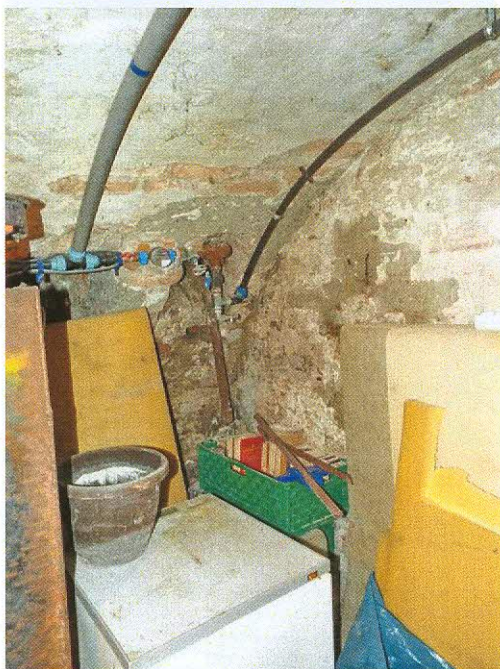
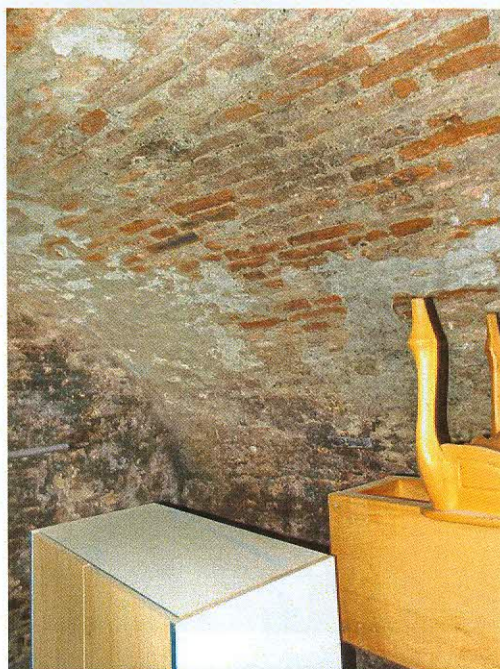
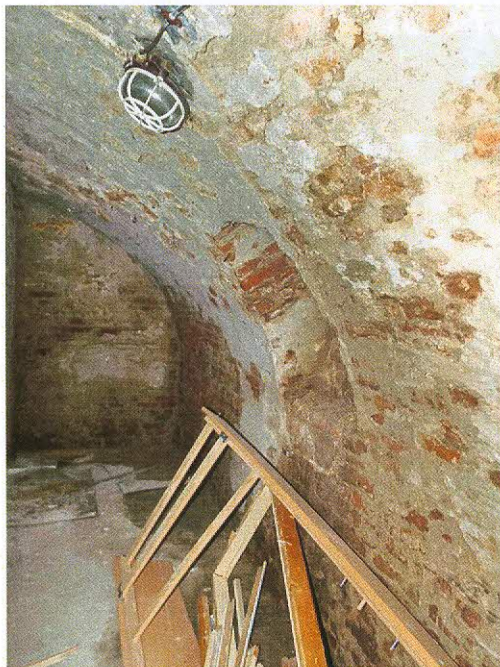






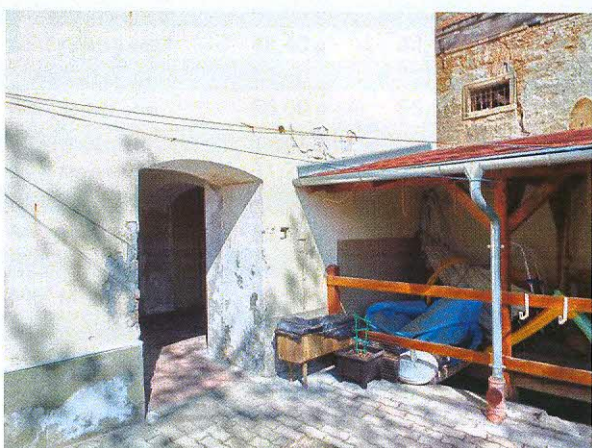
A polcok takarják a falat, mögöttük már megjelent a penész is! A lakásban nem tudunk fotózni, de ott is hasonló a helyzet. Az épület száraz térként csak akkor lesz alkalmas, ha a funkció kielégítését biztosítani képes új szigetelési megoldásokat (pl. a padló alatt is hatékony szigetelést) alkalmaznak. Kihatással lesz mindegyre a pincetéri siralmas állapot is.





AMINT AZ A KÉPEKEN LÁTSZIK A FALAK MINDENÜTT VIZESEK, VAKOLATUNK IS KÁROSODOTT, A NEDVSSÉGFELSZÍVÓDÁS CSAK HATÉKONY SZIGETELÉSSSEL AKADÁLYOZHATÓ MEG. A SÓK IS JELENTŐS RONCSOLÁST VÉGEZTEK ITT. A PINCE FELETTI FALAKON JÓL LÁTHATÓAN A NEDVSSÉG MAGASRA FELHÚZÓDOTT ÉS A SÓK HATÁSA IS MEGJELENT. A PINCETÉR HASZNOSÍTÁSÁN IS ÉRDEMES LENNE GONDOLKODNI, PÁRHUZAMOSAN AZ EGÉSZ FÖLD-SZINT SZÍNVONALAS KIALAKÍTÁSÁVAL.





JAVASOLHATÓ MEGOLDÁSKÉNT FELVÁZOLTUK A 10-12. OLDALON A SZIGETELÉS LEHETŐSÉGEIT, TERMÉSZETESEN NEM KIVETELI SZINTEN. LÉNYEGÉT TEKINTVE A FALAZATBAN EGY VÍZZINTES VÍZZÁRAT KELL LÉTREHOZNI. EZ LEHET PASSÍV (LEMEZBEHÚZÁSOS, VAGY INJEKTÁLÁS) ESETLEG AKTÍV FALSZÁRÍTÁS EGYARÁNT. MINDEGYIKNEK VAN ELŐNYE ÉS HÁTRÁNYA IS.

A LEMEZES SZIGETELÉS A LEGHOSSZABB ÉLETTARTAMOT TUDJA, DE ALATTA NEDVESSÉG-TORLÓDÁS VÁRHATÓ, IGAZ EHHEZ A LEGKÖNYVEBB CSATLAKOZNI PADLÓ ALATTI BITUMENES SZIGETELÉSSSEL. AZ INJEKTÁLÁS NAGYOBB ÜREGEK, HÉZAGOK ESETÉBEN DRÁGA LEHET. AZ ELEKTROKINETIKUS SZIGETELÉS AKTÍV FALSZÁRÍTÁST VÉGEZ, NAGYON RÖVID IDŐ ALATT KISZÁRÍTJA A FALAKAT, ELŐZETESEN KÉPES A SÓTALANÍTÁSRA IS, AMELY ELENGEDHETETLEN A SIKERES VAKOLATI REKONSTRUKCIÓ ÉRDEKÉBEN.



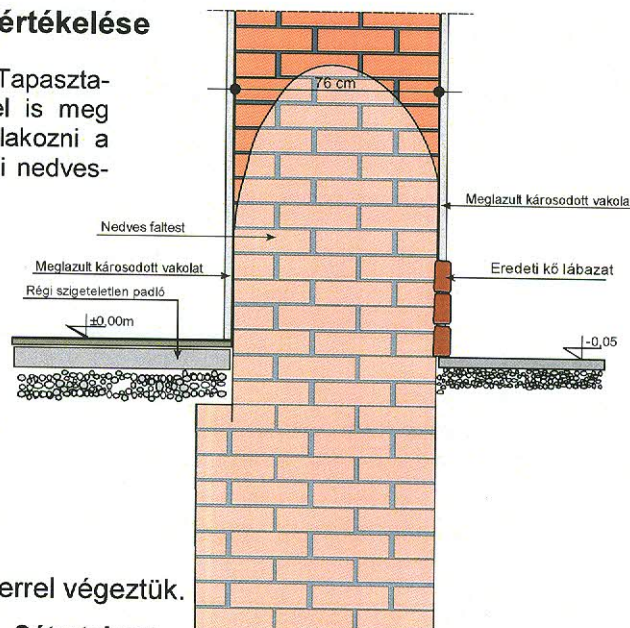
## 2.4 A NEDVESSÉG ELLENI KOMPLEX VÉDEKEZÉSI JAVASLATOK

A javaslatokban figyelembe vesszük mindazokat a védekezési módokat, amelyek kombinációja az épület falszerkezetének kiszáradását, használható állapotba hozását, lehetővé teszi.

### Az épületszerkezetek állapotának rövid értékelése

A kapilláris felszívódás több problémát is felvet. Tapasztalataink szerint egy utólagos injektált szigeteléssel is meg lehet oldani a szigetelést, de nehéz hozzá csatlakozni a padló alatti bitumenes lemezzel. Jobbra a jelenlegi nedvességállapotot egy vázlaton mutatjuk be.

Általában ilyen esetben a falvágással készülő vízszintes utólagos falszigetelést javasoljuk, mert a padló alatti új szigeteléssel együtt megfelelő védelmet ad az egész épületnek. Óvatosan kell ezt itt ajánlani, mert boltozat miatt statikai kérdéseket is felvet. Alatta nedvességtorlódás várható. De természetesen más módszerek is lehetségesek, ezekről a továbbiakban lesz még szó!



### Nedvességtartalom mérések

A nedvességtartalom méréseket DARR módszerrel végeztük.

#### Nedvességtartalom:

Az MI-04-320 Irányelv szerint:

**száraz** a minta, ha telítettsége : < 20 %  
**nedves** : 20-40%  
**erősen nedves** : 40-80%  
**vizes** : > 80%

#### Sótartalom:

Az MI-04-320 Irányelv szerint:

**sómentes** : < 0,1 m%  
**kissé sószennyezett** : 0,1-0,5 m%  
**sószennyezett** : 0,5-1,5 m%  
**erősen sószennyezett** : > 1,5 m%

	Nedves Tömeg	Száraz tömeg	Nedvesség tartalom g	Tömeg %	Térfogat %	Minta anyaga
M1a Udvari oldal	31,60 g	30,00 g	1,60 g	5,3 m %	25 v %	Tégla
M1f Udvari oldal	34,40 g	32,70 g	1,70 g	5,2 m %	25 v %	Tégla
M2a Kapualj pillér	65,50 g	59,40 g	6,10 g	10,2 m %	49 v %	Tégla
M2f Kapualj pillér	48,40 g	44,10 g	4,30 g	9,8 m %	46 v %	Tégla
M3a Sörház utca	51,60 g	45,60 g	6,00 g	13,1 m %	63 v %	Tégla
M3f Sörház utca	60,00 g	55,10 g	4,90 g	8,9 m %	42 v %	Tégla
M4a Magyar utca	45,35 g	39,70 g	1,40 g	4,8 m %	48 v %	Tégla
M4f Magyar utca	31,20 g	29,05 g	2,15 g	7,4 m %	35 v %	Tégla
M5a Magyar utca	31,35 g	27,30 g	4,05 g	14,8 m %	71 v %	Tégla
M5f Magyar utca	51,50 g	45,90 g	5,60 g	12,2 m %	58 v %	Tégla
M6a Magyar utca	43,00 g	35,80 g	7,20 g	20,1 m %	96 v %	Tégla
M6f Magyar utca	46,00 g	41,20 g	4,80 g	11,7 m %	55 v %	Tégla
M7a Belső pillér	25,80 g	23,70 g	2,10 g	8,9 m %	42 v %	Tégla
M7f Belső pillér	30,80 g	28,50 g	2,30 g	8,1 m %	38 v %	Tégla

Telítési értékek: **Tégla**: 21,0 m% (az alsó minta 30 cm, a felső minta 80-90-160 cm)

**Megjegyzés:** A furatos mintavétel mellett sok helyen digitális nedvességmérő műszerrel is vizsgáltuk a belső térben a téglák és vakolt felületeket. A nedvességtartalom mindenütt magas és sajnos magasra is felhúzódott. Sok helyen már a pillérek feletti boltozatban van.



## A sóanalízis eredményei

A tapasztalt vakolati károkat főként a vakolatban felhalmozódott sók okozzák! A vízdíható sók a falba kapilláris úton felszívódó nedvességgel jutottak a téglá és vakolati pórusokba, és dúsultak fel a párolgási zónában. Tudni kell, hogy ez a folyamat évtizedekig tarthatott és a feldúsuló sók egy utólagos szigetelést és száradást követően ott maradhatnak a falban. Vakolatleveléssel kell eltávolítani a sók nagy részét.

	Minta vétel magassága	pH érték	Vezetőképeség (mS/cm)	Tömeg %	Minta anyaga
Só-1	80 cm	9,90	1890	1,417	Tégla
Só-2	90 cm	8,96	6970	5,228	Tégla
Só-3	160 cm	8,92	440	0,330	Tégla
Só-4	80 cm	8,60	120	0,090	Tégla
Só-5	80 cm	8,93	180	0,135	Tégla
Só-6	80 cm	8,72	100	0,075	Tégla
Só-7	110 cm	8,42	4100	3,075	Tégla

Az erős sószennyezést főként a járda síkosság-mentesítésére használt CaCl (konyhasó) okozza. A higroszkópos sók a száraz fal felületén később is okozhatnak jelentős károkat, mert a levegőből képesek felvenni a nedvességet, nyirkos időben visszaoldódni és száraz időben újból kikristályosodni.

Az ÉMISZ 340:1999 (régén MI-04-320: 1992) számú ágazati irányelv alapján meghatározhatók a falminta só-szennyeződésének fokozatai.

Sószennyeződési fokozat	Vízdíható só mennyisége mg/kg	Vízdíható só mennyisége m%
Sómentes	< 1 000	< 0,1
Kissé sószennyezett	1 000-5 000	0,1-0,5
Sószennyezett	5 000-15 000	0,5-1,5
Erősen sószennyezett	> 15 000	> 1,5

A sótartalom elemzés eredményei alapján kijelenthető, hogy a vizsgált minták egy része sószennyezettnek bizonyult. A mérési eredmények alapján csak a Sörház utcában lesz sótalánításra szükség ám a kapualj sótartalma nagyon magas, ott ez mindenképpen kötelező. Ugyanakkor a belső térben a pilléreken túlzott sótartalmat mértünk, ezért a kivitelezés előtt újabb mintavétellel kell lokalizálni a magas sótartalmú szakaszokat.

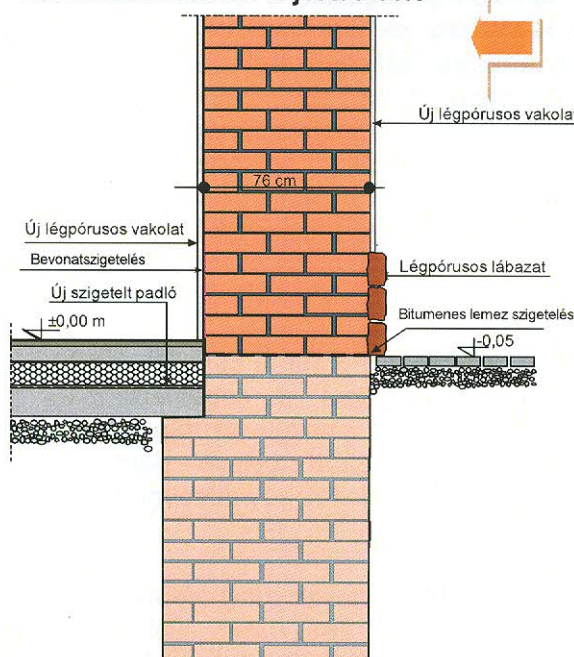


Jól látható a károsodott felület felett a már át-nedvesedett zóna is. Ott is vannak sók, de még nem okoztak vakolatleválást. A károsodott felületek sótalánítását nem lehet elkerülni.

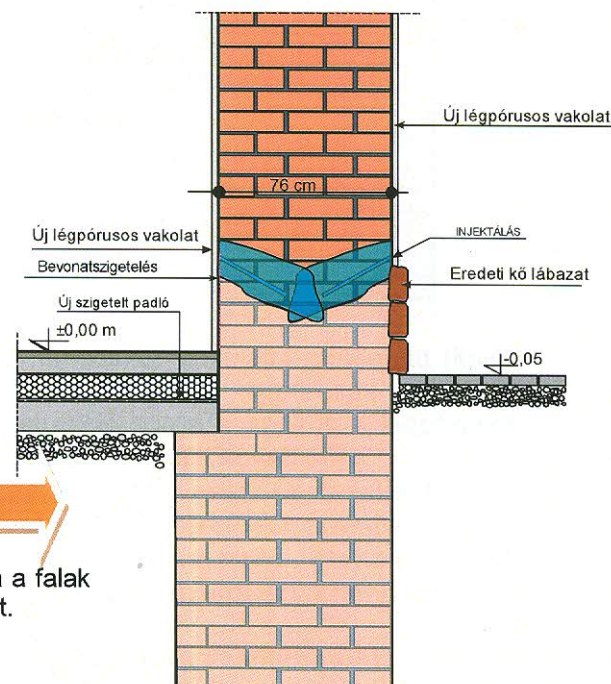


## FELSZÍVÓDÓ NEDVESSÉG ELLENI VÉDELEM LEHETŐSÉGEI

A jelenlegi nedvességpotenciál a falaknál, ha nem működik, vagy nincs falszigetelés, a 8. oldalon láthatóan alakul. A nedvesség helyenként magasra felhúzódott ez a belső téri és homlokzati fotókon is jól látható.



A nedvességfelszívódás megakadályozásának egyik leghatékonyabb módja a résvágással behúzott bitumenes lemez szigetelés és 1 mm HDPE lemez mechanikai védelemmel. Ez csak az udvari oldalon lehetséges, illetve elképzelhető a Sörház utcai oldalon is. **A szigetelési sík alatt viszont nedvességtorlódás várható.**



Az injektált szigetelés is egy jó megoldás ám önmagában nem mindig eredményes, mert a beinjektált folyadék eljutása mindenhová nem garantált és nedvességtöbbletet is okoz.

Mindkét esetben a párolgásos száradásra van bízva a falak kiszáradása és ez nagyon hosszú idő, több év is lehet.

### Nedvességvédelmi lehetőségek:

- Résvágással és lemezbehúzással készülő utólagos szigetelés
- Kétoldali injektálással készülő vízzár, csatlakozó padló alatti szigeteléssel
- **Aktív elektrokinetikus falszáritás és felszívódás elleni védelem.**

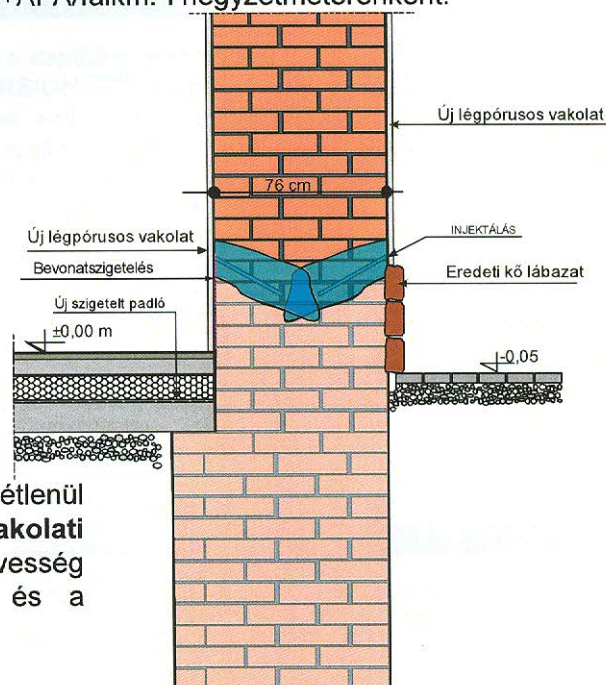
**Az egyik lehetőség a lemezes szigetelés,** amely a leghosszabb élettartamot garantálja és az új bitumenes lemez padló alatti szigeteléssel jól összedolgozható. Várható élettartama akár 100 év is lehet. Ám a párolgásos száradás nagyon hosszú (több év) és nedvességtorlódás a lábazaton idővel kifagyásokat okozhat.

A másik, **az injektálásos falszigetelés,** amely alkalmas a felszívódó nedvesség elleni védelemre. Véleményünk szerint itt az alkalmazása esetleg meggondolandó, lehetséges megoldás. Várható élettartama a tapasztalatok alapján legalább 25-30 évre becsülhető. Viszont a hibái megegyeznek a falvágásos szigeteléssel. Az injektáló anyagok drágák, ha az üreghrendszer „szinte nyeli” az injektáló szert, az megdrágíthatja a védelmet. Ezt kiküszöbölendő kétfázisú injektálást alkalmaznak. Az első kiviteli fázisban cement-szuszpenciós előinjektálás készül, majd annak kötése után ugyanott újra kifújják a falat és most már a hidrofobizáló, illetve a tartósabb pórustömítő szereket nyomják bele. **A probléma az injektálásokkal ott van, hogy a vívőanyaga a víz,** amely segítségével az amúgy is vízzel telített falakba juttatják. Egy nedves, közel telített falszerkezetben akár 250-360 liter víz is lehet köbméterenként. Ha most még ebbe jelentős mennyiségű vizet még besajtolunk, úgy a száradás még inkább késleltetett lesz.



**Az injektálás költsége jelentős 49.000 - 52.000 Ft+ÁFA/falkm.-i négyzetméterenként.**

1. A téglafalazat ismeretében, a helyzetet is elemezve, a falvágás problémái miatt, ennél az épületnél az **akrilátgél alapú injektált falszigetelés** alkalmazását is javasolhatjuk. Ez csak kisebb mechanikai beavatkozást jelent, hiszen kb. 12-15 cm-ként készülő  $\Phi 12$  mm-es furatokba injektálnak. Hatása várhatóan tartósabb a pórushidrofóbizáló injektálásoknál.



2. A felújítás eredményessége érdekében feltétlenül szükséges a **légpórusos speciális vakolati struktúra**, ugyanis a lassan kipárolgó nedvesség még évekig hozza magával a sókat és a hagyományos vakolatok ezt nem tolerálják!
3. Véleményem szerint a lábazat felett lévő homlokzati vakolatot mindenütt (kívül-belül) vissza kell bontani, ezután sóátaró funkciójú légpórusos vakolattal célszerű a vakolást elkészíteni, (a rekonstrukció során a belül is a légpórusos vakolat alkalmazása javasolható, az előzetes sóalanítást követően).
4. **Nagy problémát jelent a magas kő lábazat, amely miatt csak feljebb lehet injektálni. A belső oldali lábazaton a vakolat felé terelődik a nedvesség és idővel annak foltosodását és tönkremenetelét okozhatja. Alatta bevonatszigetelés javasolható, de teljesen az sem képes kezelni ezt a helyzetet.**

**A természetes száradási folyamat, ha csupán a párolgásra számíthatunk, legalább három-négy év!** Ez idő alatt a falból távozó nedvesség a felszín közelébe hordja ki a sókat, amelyek kezelésére éppen az említett speciális légpórusos vakolatok hivatottak.

#### Utólagos vízszintes falszigetelés készítése injektálással

- Kettős injektáló furatsor készítése, fél furat-távolsággal eltolva, egymástól 8-10 cm távolságra a falazat állapotának és a kiválasztott injektáló anyag függvényében. Javasolt furatátmérő 18 mm, a furattávolság 24-25 cm. A furatokat úgy kell elkészíteni, hogy azok legalább 2 fugasor keresztezzenek
- Injektáló furatok tisztítása, portalanítása magas nyomású levegővel
- Szükség esetén, ha nagy hézagtartalmat észlelnek, réskitöltő habarccsal végzett közepes nyomáson történő üregkitöltés szükséges.
- Közepes nyomású injektálás (pl. MC OXAL Dry In) hidrostruktur akrilát gél felhasználásával magasnyomású „packer”-eken keresztül. Anyagfelhasználás min. 25-30 l/m<sup>2</sup>.



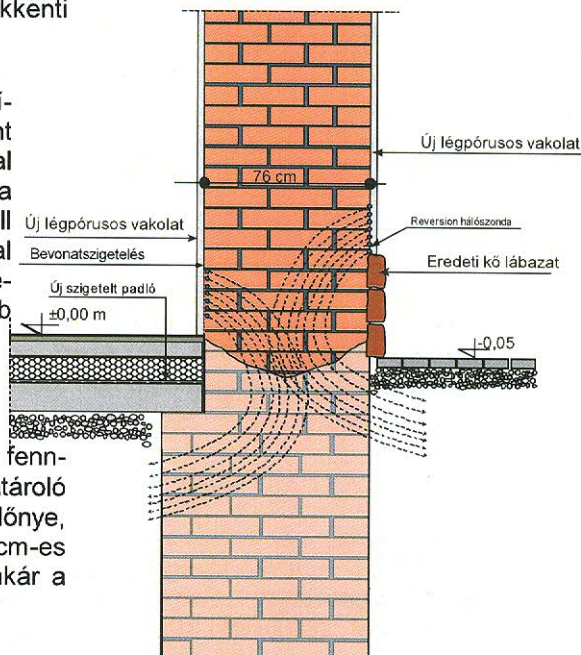
### **Aktív elektrokinetikus védelmi opció (elektrooszmózis falszáritás)**

A harmadik, az itt javasolt megoldás legfontosabb eleme a kapilláris felszívódást megakadályozó, a nedvesség utánpótlást megszüntetni alkalmas **REVERSION<sup>plusz</sup>** eljárás, amely a sótartalom problémáját is képes kezelni, megoldani. A készülék (és elektróda hálózata) képes a falakba felszívódott nedvesedési folyamat megfordításával reális időn belül száradást előidézni, emellett az első fázisban az itt szükséges elektrolízis csökkenti a falazat oldott sótartalmát is.

A **REVERSION<sup>plusz</sup>** falszáritó-szigetelő rendszer telepítése esetén, időszakos (rendszeres) vizsgálattal, mint szolgáltatással, bizonyítható a Megbízó számára a fal kiszáradási folyamatának pillanatnyi állása. Sótalanításra is alkalmas, ezt előzetesen az érintett felületen kell elvégezni. Ismereteink szerint a száradási folyamat, a fal nedvesedésének, a nedvesség-utánpótlásának mértékétől függően, általában néhány hónapot, de magasabb nedvességtartalom esetén akár egy évet is igényelhet.

**A mellékelt rajzok nem helyettesítik a kiviteli tervet!**

Hosszú időn át (évtizedekig) képes a száraz állapot fenntartására. A **REVERSION<sup>plusz</sup>** rendszert a körítő határoló falak mentén teljes körben meg kell valósítani. Nagy előnye, hogy magassági értelemben a telepítési sík alatt 50-60 cm-es sávban is történik a száradás. Tehát a nedves zóna akár a talajsík alatt marad.



**Ez a szigetelt zóna alatti kifagyások lehetőségét csökkenti.** Így a falátvágások és injektálásos módszerekkel szemben nincs szerkezeti károsodás a védett sáv alatti lábazaton sem.

A **REVERSION<sup>plusz</sup>** rendszert, célszerű **kiviteli szinten megtervezni!** A tervezésnél együtt kell gondolkodni az építész-tervezővel, az építészeti megoldások kialakításában, hogy a vakolat-rehabilitáció választott megoldásai összhangban legyenek az alkalmazott megoldással.

Amint azt már jeleztük, itt nem tartjuk kizártnak az injektálásos megoldásokat sem. Az injektálás utáni párolgásos lassú száradás során a sók a felszín felé törekednek és az időközben kivitelezett vakolatokat is veszélyeztetik. A **REVERSION<sup>plusz</sup>** az aktív falszáritás révén csökkenti a párolgásos száradást is, megvédve a vakolatot a sók hatásától.

**Az alacsonyabb sótartalmú falak esetén az injektálásos szigetelésekkel is jó eredményeket lehet elérni.** Viszont ezek költsége megközelíti, sőt esetenként meg is haladhatja a **REVERSION<sup>plusz</sup>** falszáritás-szigetelés költségeit. Az aktív módszer viszont a drága vakolatok élettartamát képes meghosszabbítani.

**A védekezés elveihez tartozik még két fontos kiegészítő beavatkozás:** az udvaron hatékony vízelvezetés, illetve a kétoldali vakolat-rehabilitáció, a károsodott helyeken légpórusos szellőzővakolatok alkalmazása, illetve a lábazaton légpórusos vakolat, esetleg kő-burkolat lábazatképzéssel.

### **A sókról a sók hatásáról, a vakolásról**

Az épület szerkezetében a talajból felszívódott víz más ásványi anyagok mellett sókat is tartalmaz, amelyek a víz áramlása és falfelületi párolgása folyamán a falazat külső zónájában, az 1-5 cm kérgében halmozódnak fel. A probléma jelentősége abból áll, hogy a sók kristályosodásuk folyamán kialakuló térfogat-növekedése az anyag pórus-szerkezetében a sóoldat telítettsége után a vakolat roncsolódásához vezet.



Mivel a sók egy része higroszkopikus tulajdonságú, a térfogat-változással járó reakció a levegő relatív páratartalmának változására is bekövetkezik, évente sokszor, főleg tavasszal és ősszel a nyirkos időben. Tehát az épület falszerkezetének kiszáradását követően is, ha sók nem kerülnek eltávolításra, a károsító mechanizmusok folytatódhatnak.

Bár a falszerkezet felújítása során a sókkal szennyezett vakolat cseréjével a káros sók mintegy 60-70%-ától megszabadulunk, sajnos, a teherhordó fal-szerkezet szélső 3-4 cm kérgében maradó kb.30% sótartalom a problémát ismételtelen előhozhatja. Az újravakoláskor a habarcs falszerkezetre történő feldolgozásakor technológiai víz kerül a szerkezetbe, ez visszaoldja a sók egy részét.

A száradás folyamán a szerkezetből kipárolgó víz ezeket a visszaoldott sókat a külső tér (a vakolat) felé szállítja. Tehát az új vakolat is szennyeződik, különösen, ha a fal még nem száradt ki, illetve elmaradt annak szigetelése.

Egy hagyományos vakolat normál pórusszerkezettel ennek a sóterhelésnek (kristályosodási nyomás) nem tud ellenállni, ezért a felújításkor légpórusos vakolatot javasolt használni. Ennek előnye: a falazat kapillárisait nem zárja le, illetve a pórusszerkezete miatt a száradással történő sószennyeződés nem ronszolódik, mivel a benne található „makropórusokat” a só kristályosodása folyamán sem tudja teljes mértékben kitölteni (így az anyagban belső feszültség nem keletkezik).

### A sók eltávolítása

A láthatóan erősen károsodott vakolatok esetén lehet szükséges a falazatok só-mentesítése, a sók eltávolítása. Az épület falazata a kapillárison keresztül a nedvességet felszívta. A vízben lévő ásványi sók az épület falazatában valamint vakolatában a higroszkópos tulajdonságuk révén ronszolóást végeznek, ezért szükséges a felázott, felvizesedett vakolatot eltávolítani, legalább a nedvesedési vonal plusz egy falvastagságnyi ráhagyással.

A vakolat leverés után a falfelületét meg kell tisztítani, **a megtisztított falfelület elektrolízises úton sóteleníteni kell.** A sóeltávolítás után egy légpórusos vakolati rendszer kerüljön felhordásra, ami biztosítja a falfelület kipárolgását, száradását és a falban lévő sók elraktározását. Erre a vakolat-rendszerre azért van szükség, mivel a sima normál vakolat nem képes a falban lévő ásványi sóknak ellenállni így száradás után is gyorsan károsodhat. A légpórusos vakolatok előnye, hogy a fal felületén kipárolgó ásványi sókat elraktározza, megkötés, megszilárdulás után hidrofób (nem képes a környezetéből nedvességet magába szívni).

Az elkészített, megszilárdult légpórusos vakolatra minden esetben csak páraáteresztő festés vagy felületképzés (szilikát anyagú és nem gipszes glettelés) alkalmazható.

### A vakolat leverése, a felület előkészítése:

Nagyon fontos a megfelelő vakolási magasság megválasztása, mert ezen múlik, hogy véglegesen megszabadulunk-e a sóktól. A régi vizes falról a nedves, salétromos vagy penészes vakolat eltávolítandó, a fugákat 1-2 cm mélységben ki kell tisztítani, majd a felületet portalanítani kell. Az épületek belső terében a padozati szegélyeket is fel kell bontani, és a vakolatot innen is el kell távolítani.

### Vakolás sótároló funkciójú, légpórusos, úgynevezett szárító vakolattal

A vakoláskor javasolt vezetősín használata a legmegfelelőbb minőség elérése érdekében. A falazatok felületének bizonytalan teherbíró képessége esetén a gúzba beépülő, korrózióálló vakolattartó rabicháló lehet szükséges. Az utólagos falszigetelés megvalósulása után a légpórusos szárító vakolatrendszerek alkalmazása mindenképpen indokolt, hogy a falszerkezetbe szorult maradék nedvességtől és sóktól véglegesen megszabaduljunk.

A légpórusos vakolatot soha ne alkalmazzuk foltszerűen, hanem mindig sávban, legalább egy falazati síkra kiterjedően.



### A légpórusos vakolatokról:

**Önálló védekezési módszerként** való alkalmazása homlokzatokon nem lehet tartós megoldás. A felszívódó nedvesség és az erős só-terhelés hatása ellen, nem tud hatékony védelmet nyújtani önmagában a hagyományos légpórusos vakolás.

**Tapasztalatok szerint egy egyszerű légpórusos vakolat** (további felszívódó nedvesség elleni védelem nélkül különösen) **csak néhány évig biztosít megfelelő minőségű felületet**, utána a felületen vizesedési nyomok, só-kivirágzás jelennek meg, mert a falban maradt higroszkópos sók elkezdik elnedvesíteni a vakolatot.

Ez akkor is bekövetkezik, ha a talaj felől a fal nem kap már nedvesség-utánpótlást, mert a nagyobb mennyiségű só a levegőből is képes kivonni a nedvességet – ezért nevezik higroszkóposnak, magyarul nedvszívónak. Az általában száraznak tűnő falfelületek időszakosan (főleg őszi-tavaszi időszakban) újra nedvessé válhatnak.

Az ismételt száradás ciklikusan kikristályosodással jár és ez végzetesen roncsolni képes a mégoly kiváló vakolatokat is. Itt kell megjegyezni, hogy a német WTA intézet által közreadott 2-2-91 előírás 3. fejezetében: „A falazat nedvességmentesítése egyedül a WTA javító vakolatokkal nem lehetséges..”

### Vakolatrehabilitáció

A homlokzati vakolatot **kizárólag** a műemlékvédelmi elveknek megfelelően, az erre kialakított speciális (a német WTA intézet javaslata szerinti struktúrájú) vakolati rendszerrel szabad kivitelezni, mégpedig az alábbiakban megjelölt vakolat-rendszerek valamelyikével, kiemelt só-tároló képességű vakolatot kell felhordani.

**Az alkalmazható rendszerek a következők:** megemlítve néhányat, de más, ezzel egyenértékű rendszer, pl. Baumit, Weber-Terranova, Lasselsberger, CAPAROL, STO, SAKRET, stb. gyártmányok is alkalmazhatóak, azok alkalmazástechnikai útmutatója szerint)

### Például az MC Bauchemie Oxal felújító vakolati rendszere az alábbi:

A fugákat 2 cm mélyen ki kell kaparni és le kell zárni Oxal PGP só-tároló alap-vakolattal ( $12-15 \text{ kg/m}^2$ ). Ezután fel kell hordani az Oxal VSM tapadóhidat 50-70%-os fedésben ( $\text{kb. } 3-5 \text{ kg/m}^2$ ). Egy nap száradás után min. 1 cm Oxal PGP só-tároló alapvakolat felhordása következik. Az Oxal PGP-t vízszintes fogazással kell ellátni, hogy a következő réteg jól tapadhasson hozzá. Záró réteggént min. 1,5 cm Oxal WP hidrofób felső vakolatot kell felhordani. Festéshez javasoljuk szilikát festék használatát (pl. Keim, Caparol, stb.).

E vakolatrendszerek előnye, hogy az alapvakolat rendkívül nagy porozitása révén (30-40% pórustartalom) több sót képes tárolni, mint más, nem WTA minősített vakolatok.

További jellemzőjük, hogy az előfröcskölés után olyan nagy vízszívó képességű 2-3 cm vastag alapvakolat kerül felhordásra, ami az aktív só-talanítás után a falban maradt kis mennyiségű sót képes „pufferként” tárolni.

A fedővakolat viszont a hidrofóbizált anyag következtében nem engedi magába a vizet, csak párologással képes a nedvesség elhagyni e rétegen át a falat. Így e vakolatok élettartama hosszabb a „hagyományos” adalékszeres, vagy más légpórusos vakolatokhoz képest.

A felületi festés rekonstrukciója csak új, minden szempontból tökéletesen tapadó vakolaton lehet eredményes.

**A homlokzati festékek anyagát össze kell hangolni a légpórusos vakolattal.** Műanyag bázisú (vizes diszperziós) festés, gipszes glettanyagok alkalmazása tilos, mert a kipárolgási felületet lezárják, a száradási folyamatot megakadályozzák. A vakolatok szilikát, illetve egyes szilikon tartalmú festékekkel festhetők.



**Amennyiben a fentiekben javasolt védekezési módok komplexen megvalósulnak, csak akkor lehet garantálni a falak teljes kiszáradását és azok tartósan száraz állapotát.**

### **A REVERSION<sup>plusz</sup>® aktív falszáritó-szigetelő rendszerről**

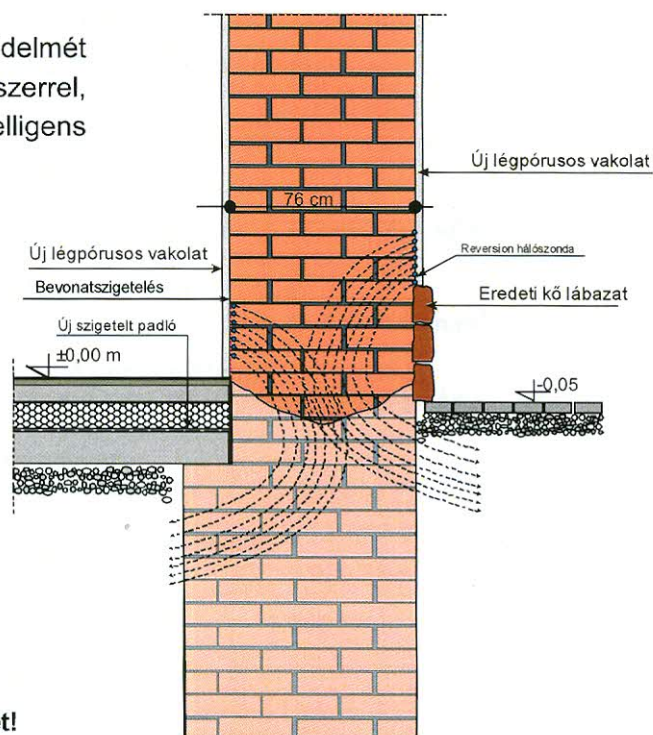
A **REVERSION<sup>plusz</sup>®** elektrokinetikus sótelenítő, falszáritó és szigetelési rendszer kiépítésére is tettünk egy javaslatot. Sótalanításra a homlokzatokon és a belső térben lesz szükség, előzetesen újabb mérésekkel kell lokalizálni a sóval szennyezett felületet.

A földszinti falakon (a sótaroló funkció légpórusos vakolat elkészítését megelőzően kb. 3-4 hónappal) a **REVERSION<sup>plusz</sup>®** rendszer kiépítését lehet elvégezni.

Tehát itt javasoltuk kiépíteni a falak aktív védelmét **REVERSION<sup>plusz</sup>®** falszáritó-szigetelő rendszerrel, speciális nem korrodálódó szondáival, intelligens vezérlésével.

A hálóelektródák beépítése után a vezérlés telepítése, beüzemelése következik. Ennek hatására aktív falszáritás indul el.

Tehát a földszinti körítő falakban, a lábazati felszívódás megakadályozására létesülne a titániumból készült hálóelektróda. Ezt a falra nem korrodálódó kötésekkel helyezik el, a légpórusos vakolás gúzoló rétegével és az alapvakolattal rögzítik. Egy speciális körvezetékkel kell összekötni.



**A mellékelt rajzok nem helyettesítik a kiviteli tervet!**

A **REVERSION<sup>plusz</sup>®** vezérlő modult az elektromos kapcsolótáblánál lehet elhelyezni, teljesítmény igénye csekély, alig 50-65 W. A rendszer a száradás során (ahogy fog az elektrolit a falból, nő az ellenállás) egyre kisebb áramerősséggel dolgozik, beállt állapotban teljesítmény igénye kb. 10-15 W körül várható.

A **REVERSION<sup>plusz</sup>®** rendszer szabadalmaztatott, ezért annak alkalmazása csak a rendszer-gazdával ( [www.reversion.hu](http://www.reversion.hu) ) egyeztetetten lehetséges, másolása tilos!

**Földszinten 1,5-1,7 m magasságig a fal felületképzésénél szerelő (vezetékrögztítő) gipsz, gipszes glettelés és a vizes diszperziós festések használata szigorúan tilos!**



## A lábazati szigetelési megoldásokról

A fal nedvesítő hatása egy ideig kihatással lesz a lábazati vakolat (esetleg) burkolat élettartamára és megjelenésére, a száradás sókat visz a felszínre, ez roncsolja a vakolatot.

A lábazat védelmére a javasolt kristallizációs bevonat, vagy cementiszap bevonat jellegű szigetelés készülhetne a vakolat alá. Mindegyiknek van előnye és hátránya. Esetünkben talán a cementiszap bevonat lenne a leginkább alkalmas.

Ennek anyaga behatol a lábazati fal pórusaiba, mélyen gélesedik, elzárja pórusokat, ezáltal a felszínre nem érkezik számottevő mennyiségű nedvesség és só. Hatása tartós, nem válik le és nem fagy ki, mint a bevonatjellegű rugalmas szigetelések nagy többsége. Megvédi a lábazati vakolatot és a köburkolatot a nedvességtől.

## Költségbecslés

Előzetes sótalanítás a kerítésen és homlokzati falszakaszokon

$$\text{kb. } 22.900 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 34 \text{ m}^2 = 778.600 \text{ Ft} + \text{ÁFA}$$

- Mechanikai falvágás és lemezbehúzás a tartófalaknál (1. alternatíva):  
 $\text{kb. } 42.900 \text{ Ft/fkm.m}^2$
- Pórustömítő injektálásos védelem a tartófalaknál (ferde síkban) (2. alternatíva):  
 $\text{kb. } 49.900 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 1,2 \times 94 \text{ m}^2 = 5.628.720 \text{ Ft} + \text{ÁFA}$
- REVERSION® rendszer a tartófalaknál (3. alternatíva):  
 $\text{kb. } 53.900 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 94 \text{ m}^2 = 5.066.600 \text{ Ft} + \text{ÁFA}$
- Légpórusos vakolási munkák (vakolatleveréssel, de állvány nélkül)  
 $\text{Kb. } 13.920 \text{ Ft/m}^2 + \text{ÁFA}$
- Cementiszap bevonat-szigetelés a lábazaton  
 $3.900 \text{ Ft/m}^2 + \text{ÁFA}$

**Megjegyzés:** az fkm.m<sup>2</sup> jelölés az vízszintes falkeresztmetszeti négyzetmétert jelent. Az injektálás esetében a ferde injektálási sík miatt 1,2 szorzótényezővel kell számolni a telítésre kerülő többlet falkeresztmetszet miatt.

**A belső padlórekonstrukció és a falak vakolása kizárólag egy részletes kiviteli terv alapján becsülhető meg.**

**A pincszinti rekonstrukciót és szigetelést is meg kell tervezni, arra szakértői szinten költségbecslést adni nem lehetséges!**

**Érdemes lenne az egész földszintet egységesen kezelve magas igényű rekonstrukcióval és új funkcióval rendbe tenni, ebbe bevonva az épület alatti pincéket is! Ez lenne talán az épülethez és környezetéhez méltó és költséghatékony.**



## Összefoglalás

**Mosonmagyaróvár Magyar u. 4. alatti műemlék lakóház** falai nedvesek és sóval is jelentős mértékben szennyezettek. Az épület rekonstrukciója előtt mindenképpen meg kell oldani a falak nedvesség elleni védelmét, illetve a padló alatti szigetelést is.

Ugyan a falvágásos lemezbehúzásos szigetelés és az injektálás is egy lehetőség, de mindkettő esetben nagyon lassú lesz a száradási folyamat és szinte lehetetlenné teszi ezt a tervezett csempeburkolat.

Javasolható a **REVERSION<sup>plusz</sup>® falszárító-szigetelő rendszer** amely megoldást adhat a szigetelési problémákra, ugyanakkor relatíve gyors falszárítást is eredményezhet.

A homlokzat és a lábazat felújítása csak az előzetes sótanítás, a falak szigetelése és megfelelő kezdeti száradása után kivitelezhető!!

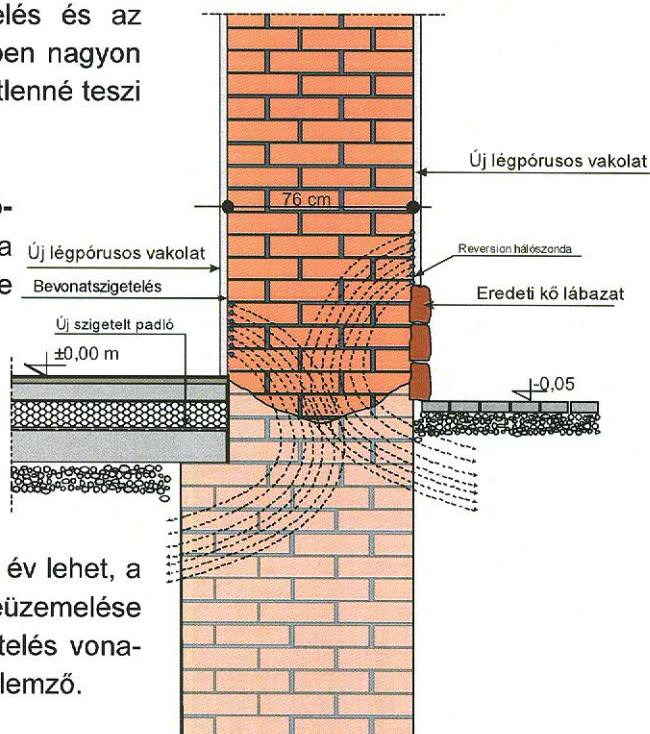
A száradás a falvágás, vagy injektálás után 3-4 év lehet, a **REVERSION<sup>®</sup>** falszárító-szigetelő rendszer beüzemelése után 12-16 hónappal várható, de csak a szigetelés vonalában, felette sajnos a párolgásos száradás a jellemző.

A mellékelt rajzok nem helyettesítik a kiviteli tervet!

Az építész tervek gondoskodjanak a lábazati burkolat, a falakon WTA rendszerű légpórusos szárító vakolat megoldásáról kívül és az épületen belül egyaránt. Az udvari lábazaton az Excellent vagy a BOTAZIT<sup>®</sup> Renovation FRP alkalmazható, más légpórusos vakolatípust nem ajánlott használni, azok műszakilag kevesebbet tudnak.

A lábazat függőleges felületének védelmére a kristallizációs bevonat, vagy cementiszap bevonat jellegű szigetelés, esetleg az ETISOL nevű speciális vízzáró vakolat is készülhet. Ennek célja a lábazatra kerülő vakolat hosszú távú védelme a hátulról érkező nedvesség és sók káros hatásai ellen. Előzetes sótanításra lesz szükség a Sörház utcai homlokzaton, a kapualjban és a belső térben.

Vizes diszperziós festést használni nem ajánlott, a pórusokat lezárja és penészedésre is hajlamos. Az elektromos és gépészeti szerelvények rögzítésére padlótól mérve 1,5-1,7 méter alatti magasságban gipszet alkalmazni tilos!



Győr, 2017. április 13.

*Zádor Oszkár*

Zádor Oszkár  
okl. épületszigetelő szakmérnök  
www.isomedia.hu