

# **Pálffy villa Mosonmagyaróvár**

## **homlokzati falszerkezetének nedvesség- és só-állapot- vizsgálata, a szigetelésre javasolt megoldások**



Megbízó: **Mosonmagyaróvár Város Önkormányzata**  
**9200 Mosonmagyaróvár Fő utca 11.**



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

okl. építésmérnök, 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 **20** számozott oldalt, **35** fényképfelvételt, és befűzött termeléket tartalmaz.

**Győr, 2016. december 15.**

## TARTALOMJEGYZÉK

### 1. Történelmi ismertetés

### 2. Szerkezetvizsgálat

- 2.1. A rendelkezésre bocsátott adatok
- 2.2. A helyszíni szemle tapasztalatai, mintavétel
- 2.3. A vizsgálatok eredménye
- 2.4. Nedvesség elleni védekezési javaslatok
- 2.5. A javasolt megoldások költségbebecslése

### 3. Melléklet

- 3.1. A nedvesedés elleni védelem lehetőségei
- 3.2. A mintavételi helyek az alaprajzon

## 1. TÖRTÉNELMI ISMERTETÉS

A Pálffy villa a XX. század első harmadában a városban élő nagy tudású építésznek, Hőnel Bélának egyik hangulatos, érdekes munkája. A villa mai állapota sajnos kissé lehangoló.

Az épület felújítása előtt, falainak jelentős nedvesedése és a vakolatkárok miatt, faldiagnosztikai vizsgálatra, a falak utólagos szigetezésére vonatkozó szakértői értékelésre és javaslatlételre kértek fel.



## 2. SZERKEZETVIZSGÁLAT

### 2.1. A rendelkezésre bocsátott adatok

Az épület felmérési terveit megkaptuk. A helyszíni vizsgálatok során, 14 helyen két magasságban, 28 db furatos mintát vettünk és nedvességtartalomra megvizsgáltuk, ezen kívül a 80 cm magasan vett első 5 cm-ből származó 10 db homlokzati minta sóelemzését is elvégeztük.

Az épületről fotókat készítettem. Az utcai homlokzaton jól láthatóak a komoly vakolatkárok, amelyek a nedvesség és a sók hatását megmutatják, ám azok zömmel az időjárás és az épület kora miatt jöttek létre. A képeken megfigyelhető, hogy a vakolat több helyen tönkrement.

A vakolati roncsolódások oka érthető, az épület eredeti szigetelése már nem képes a kapilláris felszívódást mindenütt megakadályozni! A nedvességet a kemény kőburkolat sem engedte elpárologni, ezért mellette a vakolaton keresztül és főként a belső oldalon keresett magának lehetőségét.



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

A helyszíni szemlére, a falak vizsgálatát 2016. november 21.-én végeztük, változékony időben, +10°C hőmérsékletnél és 59% páratartalom mellett. A digitális eszközökkel végzett vizsgálaton túl egy alaposabb, a nedvesség és a sótartalmat egzakt módon meghatározó, furatos mintavétellel összekötött szakértői felmérés készült. A szakvélemény 9. oldalán táblázatosan közöljük az eredményeket.

Az utcai homlokzaton (a lábazat feletti vakolt és a kő burkolat melletti vakolt falfelületen) jelentős mértékű károsodások láthatóak. De jelen van a fentről történő leázások hatása is, főként a teraszok esetén.

A párolgási zónát az egykori hagyományos vakolat és a cementes vakolattal burkolt beton lábazat lezárta. A helyenként meglévő falburkolat nagyon tömör kő, ennek következtében a felszívódott nedvesség ott nem tudott eltávozni, csak befelé, illetve mellette a vakolt sávokon keresztül.

A nedvességgel a talajból érkező sók a fal felszíni száradással történő kristályosodási nyomása a vakolat anyagát roncsolta.

A homlokzatokon végzett mélységi furatos mintavétel, valamint a laboratóriumi vizsgálatok szerint a téglá anyagú falak nedvességtartalma a terepsík feletti 80 cm-es zónában már nem nagyon magas, az alacsonyabb zónában általában nedves, helyenként vizes.



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

Történelmi épületeink nedvesek, szigetelésük elavult, már nem működik. A nedvesség-hatásokra ez ugyan magyarázatot ad, de beletörödni ebbe nem szabad! A mellékletben részletesen ismertetésre kerülnek azok a módszerek, eszközök, amelyek lehetőséget nyújtanak a falak rekonstrukciója során a nedvesség és sók elleni hatékony védelemre. Az itt javasolt megoldás egy optimum, amely a falak nedvességállapota és az egyéb körülmények mérlegelése alapján született meg.

Helyenként a növényzet csaknem a faltőig kifut, a falakat sok helyen ugyan védi járda, de arra teraszokról a csapadékvíz azonnal lecsurog. A sók okozta károk itt mérsékeltebbek, viszont a falakban sok a nedvesség és ennek az is oka lehet, hogy ez a járda töredezett és meg is sülyedt, a víz felszívódása akadálytalan. Sajnos van csatornahiba is, alsó képen jól látható ennek nyoma.



A nedvesség és a sók hatására megindult a vakolatok korróziója. A képeken is lehet ilyent látni még 150 cm magasan is. A falszerkezet kapillárisain keresztül lassan felszívódó nedvesség sókat visz a falba, amely a párolgásos száradás során a felszín felé törekszik és roncsolja a festést és vakolatot, leginkább a belső oldalon.

A térfogat-növekedéssel kristályosodó sók hatására leválik a vakolat (kongó hang árulkodik erről) és/vagy elroncsolja (korrodálja) szerkezetét, gyakorlatilag a pórusokban kikristályosodva szétporlasztja azt. Sok esetben a mögötte lévő falazó anyagot is képes roncsolni, ha már levált a felületről az eredeti vakolat, amely addig valamennyire megvédte.

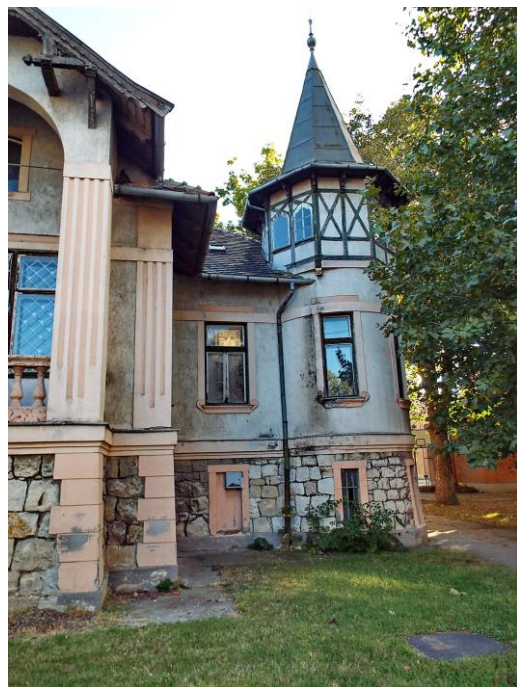


A terephez lejjebb lévő alagsori szintre külső bejárókon át lehet jutni. Itt a csapadékvíz is összegyűlik és nedvesíti a falakat, de a küszöböknél akár a belső térbe is bejuthat. A víz elvezetését, vagy a bejárat védelmét meg kell oldani.

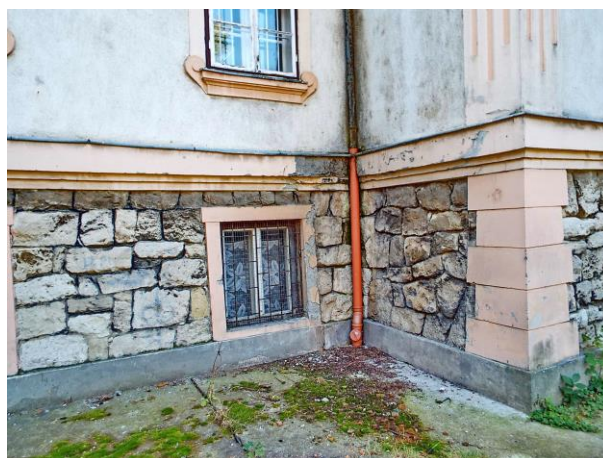
Az épület másik oldalán is jól láthatóak a nedvesség okozta károk, ahogy az a képeken bemutatásra kerül. A különböző oldalon lévő teraszokkal is foglalkozni kell, azok felújítására szükség lesz.

A feljáró lépcső mentén a nedvesség-felszívódás és a párolgás hatására létrejött sók okozta károk, amely a párolgásos száradás során roncsolja és lelöki a vakolatot! Alatta is átázás nyomai láthatóak belülről!





Minden oldalon jól láthatóan nedvesek a falak, igaz eltérő mértékben. A bejáratok környékének vízvezetésére is gondolni kell.



Az épület a városunk jelentős építészeti értéke! Felújítása annak eredeti megoldásainak megőrzésével kell, hogy történjen. Nem változtatható meg a homlokzat jellege. Burkolt felületeit homokszórással kell megtisztítani és eredeti színezését is vissza kell állítani!



A vakolati károk jól láthatóak a belső térben.



A nedvességfelszívódás megakadályozására utólagos szigetelés szükséges. Azonban a padló alatt sincs szigetelés, ezért ott is nedvesség elleni szigetelést és hőszigetelést kell készíteni.





A rekonstrukció során a nedves, sók által károsított felületeken csak légpórusos vakolatot ajánlunk. A hagyományos vakolat hamar tönkre fog menni!

## VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Mintavételi helyek, nedvességtartalom (m% = tömeg%, v% = térfogat%)

	Nedves Tömeg	Száraz tömeg	Nedvesség g tartalom	Tömeg %	Térfogat %	Minta anyaga
M 1a Keleti oldal bejárattól jobbra	49,85 g	46,35 g	3,50 g	7,5 m %	35,9 v %	tégla
M 1f Keleti oldal bejárattól jobbra	32,20 g	30,00 g	2,20 g	7,3 m %	34,7 v %	tégla
M 2a Északi oldal sarokpillér	39,30 g	34,50 g	4,80 g	13,8 m %	65,6 v %	tégla
M 2f Északi oldal sarokpillér	31,00 g	28,60 g	2,40 g	8,4 m %	40,0 v %	tégla
M 3a Északi oldal sarok	25,90 g	23,45 g	2,45 g	10,4 m %	49,5 v %	tégla
M 3f Északi oldal sarok	26,70 g	24,60 g	2,10 g	8,5 m %	40,5 v %	tégla
M 4a Nyugati oldal sarokpillér	21,50 g	19,80 g	1,70 g	8,1 m %	38,6 v %	tégla
M 4f Nyugati oldal sarokpillér	30,70 g	28,80 g	1,90 g	6,6 m %	31,4 v %	tégla
M 5a Nyugati oldal sarok	41,30 g	36,80 g	4,50 g	12,2 m %	58,1 v %	tégla
M 5f Nyugati oldal sarok	31,40 g	29,20 g	2,20 g	8,2 m %	39,0 v %	tégla
M 6a Déli oldal kiugró sarok	30,90 g	28,20 g	2,70 g	9,6 m %	45,7 v %	tégla
M 6f Déli oldal kiugró sarok	32,40 g	30,80 g	1,60 g	5,2 m %	24,8 v %	tégla
M 7a íves rész ablak mellett	28,90 g	24,60 g	4,30 g	17,5 m %	83,3 v %	tégla
M 7f íves rész ablak mellett	29,80 g	25,90 g	3,90 g	15,1 m %	71,9 v %	tégla
M 8a Déli oldal sarok	28,70 g	26,60 g	2,10 g	7,9 m %	37,6 v %	tégla
M 8f Déli oldal sarok	29,40 g	27,90 g	1,50 g	5,4 m %	25,7 v %	tégla
M 9a Keleti oldal sarok	29,90 g	27,90 g	2,00 g	7,2 m %	34,3 v %	tégla
M 9f Keleti oldal sarok	29,40 g	27,90 g	1,50 g	5,3 m %	25,6 v %	tégla
M 10a Földszintre vezető lépcsőnél	28,50 g	26,60 g	1,90 g	7,1 m %	33,8 v %	tégla
M 10f Földszintre vezető lépcsőnél	29,40 g	27,90 g	1,50 g	5,3 m %	25,6 v %	tégla
M 11a Nyugati oldal belülről	28,30 g	26,20 g	2,10 g	8,0 m %	38,1 v %	tégla
M 11f Nyugati oldal belülről	29,00 g	27,60 g	1,40 g	5,1 m %	24,3 v %	tégla
M 12a Belső szerkezeti fal	28,90 g	26,60 g	2,30 g	8,6 m %	40,9 v %	tégla
M 12f Belső szerkezeti fal	29,00 g	27,20 g	1,70 g	6,2 m %	29,5 v %	tégla
M 13a Belső szerkezeti fal	28,00 g	26,60 g	1,40 g	5,3 m %	25,2 v %	tégla
M 13f Belső szerkezeti fal	29,40 g	28,10 g	1,30 g	4,6 m %	21,9 v %	tégla
M 14a Bejáratnál szerkezeti fal	27,90 g	25,90 g	2,00 g	7,7 m %	36,6 v %	tégla
M 14f Bejáratnál szerkezeti fal	29,90 g	28,10 g	1,80 g	6,4 m %	30,5 v %	tégla

Telítési értékek: **tégla** 21,1 m%,

### A nedvességtartalom értékelése:

A falak nedvességtartalma az íves sarokrészen és az északi oldalon kissé magasabb mértékű, a déli homlokzat mentén némileg alacsonyabb.

Az alagsor terepsík alatti padlósíkja nem túl szerencsés, bár abban az időben gyakori megoldás volt. Az építésének idején korszerűnek számító beton alapfalakon készült bitumenes szigetelés, sajnos annak állapota rossz, a nedvesség szinte mindenütt felszivárog a falakba.

Szigetelésre szükség lesz, az eredeti (terep felett 40 cm-re lévő) bitumenes lemez síkja alatti utólagos szigetelést kell készíteni. Ehhez csatlakoztatni kell a padló alatti szigetelést.

### A minták nedvesség- és sótartalmának előírásai

#### Nedvességtartalom:

Az MI-04-320 Irányelv szerint:

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

#### Só tartalom:

Az MI-04-320 Irányelv szerint:

<b>sómentes</b>	: < 0,1 tömeg%
<b>kissé sószennyezett</b>	: 0,1-0,5 tömeg%
<b>sószennyezett</b>	: 0,5-1,5 tömeg%
<b>erősen sószennyezett</b>	: > 1,5 tömeg%

### Mintavétel sótartalma (10%-os törzsoldatban mérve)

	Minta vétel magassága	Ph	Vezetőképesség (mS/cm)	Tömeg %	Minta anyaga
Só-1	80 cm	9,2	156	0,135	tégla
Só-2	80 cm	9,4	410	0,354	tégla
Só-3	80 cm	9,0	500	0,432	tégla
Só-4	80 cm	9,2	319	0,276	tégla
Só-5	80 cm	9,0	340	0,294	tégla
Só-6	80 cm	8,8	610	0,527	tégla
Só-7	80 cm	9,0	720	0,622	tégla
Só-8	80 cm	8,7	630	0,544	tégla
Só-9	80 cm	8,2	520	0,449	tégla
Só-10	80 cm	8,6	840	0,726	tégla

### A sótartalom értékelése

A vízdíható sótartalom szerencsére sehol sem haladja meg a védekezéshez szükséges mértéket. Sók elleni védekezésre szükség nincs. Viszont a belső téri lábazati vakolatot a szigetelési síkig légpórusos vakolattal kell elkészíteni, alatta a felületet cement bázisú bevonat-szigeteléssel kell kialakítani.

## 2.4 A NEDVESSÉG ELLENI KOMPLEX VÉDEKEZÉSI JAVASLATOK

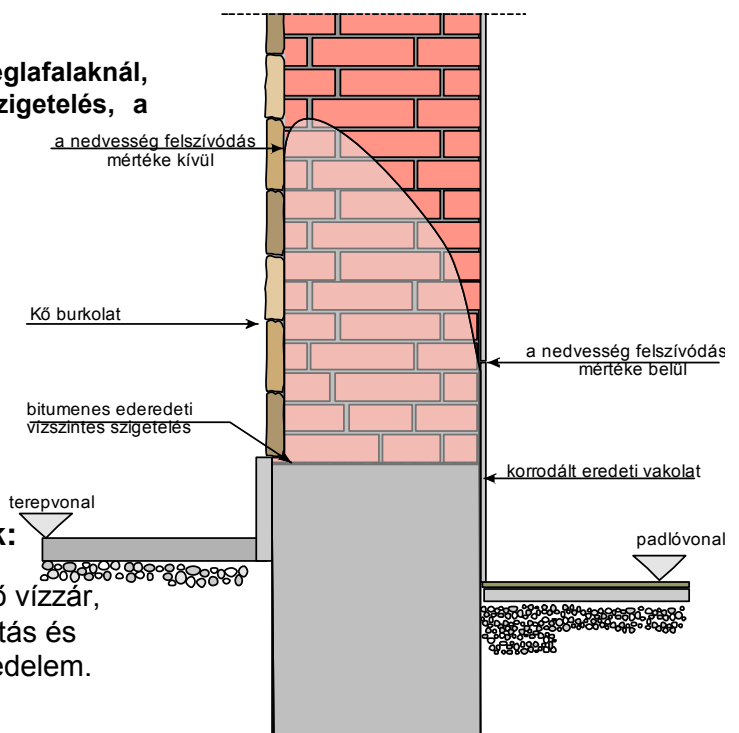
A legfontosabb teendők sorrendben:

- a nedvességfelszívódásának megakadályozása (utólagos falszigetelés)
- a vakolatleverése és új vakolat a teljes falfelületeken (esetleg hőszigetelés)

### FELSZÍVÓDÓ NEDVESSÉG ELLENI VÉDELEM LEHETŐSÉGEI

A jelenlegi nedvességpotenciál a téglafalaknál, ha nem működik, vagy nincs falszigetelés, a jobbra látható módon alakul.

Láthatóan a lábazat felett kezdődik a száradás, a párolgásos száradás. A nedvesség felszívódása helyenként jelentős, a párolgási zóna a lábazat felett kezdődik, a higroszkópos sók lassan-lassan felhalmozódtak és még ma is károsítanak, mert van nedvesség-utánpótlás és a párolgás a felszín felé viszi a sókat.



### Nedvességvédelmi lehetőségek:

- Kétoldali injektálással készülő vízzár,
- Aktív elektrokinetikus falszárítás és kapilláris felszívódás elleni védelem.

### A függőleges teherhordó falak szigetelésére itt a szilikon- vagy sziloxán mikroemulziós injektálásos módszer lenne alkalmas.

Itt a gravitációs módszerek nem alkalmazhatóak, mivel külső nyomás nélkül nem képes az injektáló anyag a vizet kiszorítani, átvenni annak helyét a pórusokban. Az injektálószeret közepes (min. 6-12 bar) nyomással kell a falzatba bejuttatni.

A semleges és lúgos pH tartományban a szilikát felületek reaktívak. Így a szilikonok, sziloxánok és szilánok (különböző méretű és típusú és térbeli helyzetű szubsztitúciós csoporttal) rendelkező Si bázisú anyagok már a semleges kémhatású tartományban képesek ezekkel reakció lépni víz keletkezése mellett.

A kialakult térháló a szilikát szerkezetet megvédi a folyékony víztől, de a páráát-ereszti, mivel a gőz fázisú víz molekulák szabadon átjutnak az alkil-láncok között.

### Az injektáló szerrel szemben az alábbi követelményeket támasztjuk:

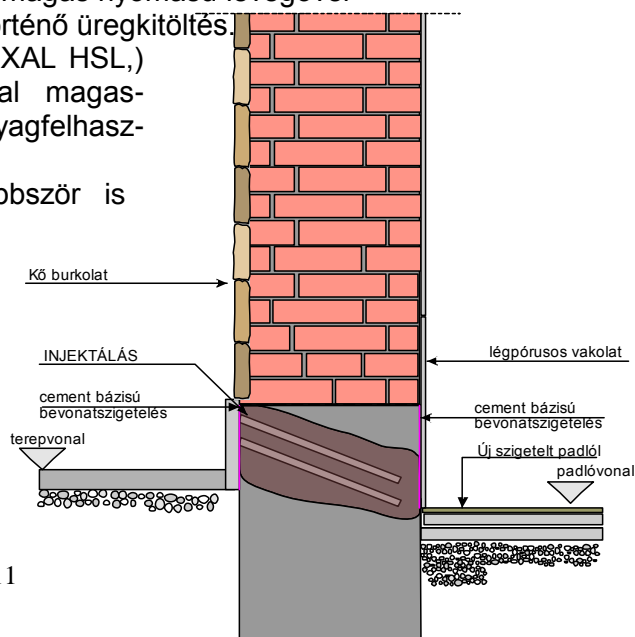
- A falazat min. 95% relatív nedvességtartalmáig alkalmazható legyen.
- Kis molekula méretű legyen, ezzel is biztosítsa a jobb penetrációt.
- Önkatalizáló legyen a kötése (térhálósodása), a koncentrátum tartalmazzon kötőgyorsító anyagot és ne kelljen katalizátorokat alkalmazni.
- Ne csak lúgos kémhatású anyagok hidrofóbizálását biztosítsa, hanem a semleges pH tartományban is alkalmazható legyen.
- A koncentrátum vízzel hígítható legyen.
- Magas hatóanyag-tartalom (az 1:20 hígítással is jó víztaszító hatás legyen)
- Ne csökkentse a kapillárisok pára általi átjárhatóságát.

A fentiek alapján látható, hogy a magas (>98%) hatóanyagtartalmú amino-alkyl sziloxánok (Schomburg Aquafin IB-2, MC OXAL HSL, Dow Corning 1-6184,...) a legalkalmasabbak erre a feladatra. Ezen injektálószernek a WTA 4-4-04/D Merkblatt szerinti minősítéssel rendelkeznek.

Ha nagyon hézagos, nem tömör a falazat, akkor szükség esetén réskitöltő speciális habarccsal - közepes nyomáson - végzett üregkitöltés is szükséges lehet, hogy az értékes és drága injektáló-szer ne folyhasson el.

### 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. A javasolt furatátmérő 18 mm, a javasolt furattávolság 25 cm. A furatokat úgy kell elkészíteni, hogy azok legalább 1-2 fugasor keresztezzenek
- Injektáló furatok tisztítása, portalanítása magas nyomású levegővel
- Szükség esetén, réskitöltő habarccsal történő üregkitöltés.
- Közepes nyomású injektálás (pl. MC OXAL HSL,) sziloxán mikroemulzió felhasználásával magasnyomású „packer”-eken keresztül. Anyagfelhasználás 26-40 l/m<sup>2</sup>, hígítási arány 1:9.
- A nyomás lecsökkenése után a többször is használható packerek eltávolítása.
- A furatok feltöltése, közepes (8-10 bar) nyomáson, réskitöltő habarccsal.



A rajzon kétoldali injektálást ábrázoltunk, mert a vastag falak esetében kétoldali injektálás hatékonysága lényegesen jobb, mint csak egyik oldalról elvégezve.

**Amint azt már jeleztük, itt nem tartjuk kizártnak az injektálásos megoldásokat sem, sőt javasoltuk azokat.** Ám az injektálás utáni párolgásos lassú száradás során a sók a felszín felé törekednek és az időközben kivitelezett vakolatokat is veszélyeztethetik.

### **Aktív elektrokinetikus védelmi opció**

A másik javasolható 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 javasolt elektrolízis csökkenti a falazat oldott sótartalmát is.

**Az ilyen szerkezetű falak esetén az injektálásos szigetelésekkel is jó eredményeket lehet elérni.** Viszont ezek költsége megközelíti, sőt esetenként meg is haladhatja a **REVERSION<sup>plusz</sup>** falszárítás-szigetelés költségeit. Az aktív módszer viszont a homlokzati vakolatok élettartamát meghosszabbíthatja.

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

A **REVERSION<sup>plusz</sup>** rendszer telepítése csak az homlokzatokon javasolható. **A belső falak inkább injektálással védhetőek meg.** Ismereteink szerint a száradási folyamat, a fal nedvesedésének, nedvesség-utánpótlásának mértékétől függően, egyes esetekben néhány hónapot, magasabb nedvességtartalom esetén többnyire egy évet is igényelhet. Hosszú időn át (évtizedekig) képes a száraz állapot fenntartására.

A **REVERSION<sup>plusz</sup>** rendszert a homlokzati határoló falak mentén célszerű 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 maradhat. Ez a szigetelt zóna alatti kifagyások lehetőségét csökkenti. Így a falátvágásos és injektálásos módszerekkel szemben nincs szerkezeti károsodás a védett sáv alatti lábazaton sem.

A **REVERSION<sup>plusz</sup>** az aktív falszárítás révén csökkenti a párolgásos száradást is, amely egy homlokzati hőszigetelés esetén kínál előnyöket, hiszen nem veszélyezteti azt.

A védekezés elveihez tartozik még a vakolat-rehabilitáció, a károsodott helyeken légpórusos szellőzővakolatok alkalmazása, a lábazaton esetleg szellőző kőburkolat 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 4-5 cm kérgében halmozódnak fel. A probléma jelentősége abból áll, hogy a sók kristályosodásuk folyamán kialakuló térfogat- növekedése az anyag pórusszerkezetében 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 70%-ától megszabadulunk, sajnos, a teherhordó falszerkezet szélső 3-4 cm kérgében maradó sótartalom a problémát ismételten előhozhatja. Az újravakolásakor 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 normál vakolat normál pórusszerkezettel ennek a terhelésnek (kristályosodás) nem tud ellenállni, ezért a felújításkor légpórusos vakolatot kell használni. Ennek előnye: a falazat kapillárisait nem zárja le, illetve a nagyobb méret; pórusszerkezete miatt a száradással történő só-szennyeződésnél nem roncsolódik, mivel a benne található „levegő-pórusokat” a só kristályosodása folyamán sem tudja teljes mértékben kitölteni (így az anyagban belső feszültség nem keletkezik).

### **A sók mechanikus eltávolítása**

A láthatóan erősen károsodott vakolatok esetén lehet szükséges a falazatok sómentesítése, 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 roncsolást végeznek, ezért szükséges a felázott, felvisedett vakolatot eltávolítani, legalább a nedvedési vonal feletti 70-90 cm (legalább egy falvastagság) ráhagyással.

A falfelületét meg kell tisztítani, a megtisztított falfelületet sóteleníteni kell (ideiglenes vakolatba ágyazott hálóelektróda, elektrolízis segítségével). A sikeres sóeltávolítás után egy légpórusos vakolati rendszer kerüljön felhordásra, ami a falfelület kipárolgását, száradását és a falban maradt sók elraktározását megoldja. Erre a vakolati 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 felületére jutott 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 vakolásnál javasolt vezetősín használata a legmegfelelőbb minőség elérése érdekében. A falazatok felületének bizonytalan teherviselő képessége esetén a gúzba beépülő, korrózióálló vakolattartó rabicháló lehet szükséges. Az utólagos falszigetelés megvalósulása után a légpórusos szárító vakolat-rendszerek 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.

## Légpórusos vakolatok:

**Önálló védekezési módszerként** való alkalmazása nem lehet tartós megoldás. A felszívódó nedvesség és az erős sóterhelés hatása ellen, nem tud tartós védelmet nyújtani a hagyományos légpórusos vakolás. **Egy egyszerű légpórusos vakolat csak néhány évig biztosít megfelelő minőségű felületet**, utána a felületen vizesedési nyomok, só-kivirágzás jelennek meg, mert a falban maradt higroszkópos sók – jelen esetben a clorid- és szulfát-ionok – elkezdik elnedvesíteni a vakolatot. Ez akkor is bekövetkezik, ha a talaj felől a fal nem kap nedvesség-utánpótlást, mert a levegőből is képes kivonni a nedvességet – emiatt higroszkópos. Ugyanakkor a jelenleg száraz falfelületek időszakosan újra nedvessé válhatnak. Itt kell megjegyezni, hogy a német WTA 2-2-91 előírás 3 fejezetében: „...A falazat nedvesség-mentesítése egyedül a WTA javító vakolatokkal nem lehetséges..”

**A só és nedvesség károsítása, a lábazati részen, a helyenként jól láthatóan sóval terhelt részeken, feltétlenül teljes vakolat-rekonstrukciót követelnek.**

### Vakolatrehabilitáció

A homlokzati vakolatot **kizárólag** a műemlékvédelmi elveknek megfelelően, az erre kialakított speciális (WTA-előírás szerinti struktúrájú) vakolati rendszerrel kell kivitelezni, mégpedig az alábbiakban megjelölt vakolat-rendszerrel, kiemelt sótároló képességű vakolatot kell felhordani.

**Az alkalmazható rendszer a következő:** (megemlítve itt kettőt, de más, ezzel egyenértékű rendszer, pl. Lasselsberger, CAPAROL, STO, MC-Bauchemie, Sakret, Terranova, stb. is alkalmazható)

BAUMIT Sanova sólekötő-gúzoló  
BAUMIT Sanova Puffer alapvakolat 2 cm  
BAUMIT Sanova Vakolat W simító-fedővakolat 1-2 cm.  
BAUMIT Szilikát alapozó  
BAUMIT Szilikát Vakolat simító-fedővakolat 1 cm.  
BAUMIT Szilikát alapozó és fedő festék

vagy:

**OXAL VSM** tapadóhíd 50-70% felülettel  
**OXAL PGP** sótároló alapvakolat 1-2 cm  
**OXAL WP** javítóvakolat 2 cm  
**Disamo** Feinputz Weiss simító-fedővakolat 3 mm.

E szárító jellegű légpórusos vakolatrendszerek előnye, hogy az alapvakolat rendkívül nagy porozitása révén több sót képes tárolni, mint más, nem WTA-vakolatok.

További jellemzője, hogy az előfröcskölés után nagy vízszívó képességű 2-3 cm vastag alapvakolat kerül felhordásra, ami a falban maradt kis mennyiségű sókat képes „pufferként” tárolni.

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

**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 megakadályozza.

**Amennyiben a falak kiszáradása aktív védelemmel rövid időn belül megoldottá válik, a homlokzaton akár a hagyományos vakolat is alkalmazható lenne, amely sokkal jobban illeszkedne ennek az épületnek a vakolati struktúrájához.**

**Ebben az esetben előnyöket kínál az aktív falszárítás, hiszen jelentősen meggyorsítja a falak kiszáradását, nem a homlokzaton távozik a víz nagy része, hanem a falak belső kapilláris rendszerében vissza talajba.**

**A száradás akár egy éven belül lezajlik, ezáltal a falak eredeti hőszigetelési értéke is javul.**

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

A REVERSION<sup>plusz</sup><sup>®</sup> elektrokinetikus falszárító és szigetelési rendszer kiépítésére a lábazati részen teszünk javaslatot. A lábazat védelmére és gyors kiszáradására a REVERSION<sup>®</sup> falszárító-szigetelő rendszer kiépítése lehet célszerű.

### A falszárító rendszer komponensei:

- Reversion<sup>®</sup> intelligens vezérlő-modul az elektromos kapcsolótábla mellett
- Külső-belső falon kiépített Reversion<sup>®</sup> szonda szigetelő-rendszer

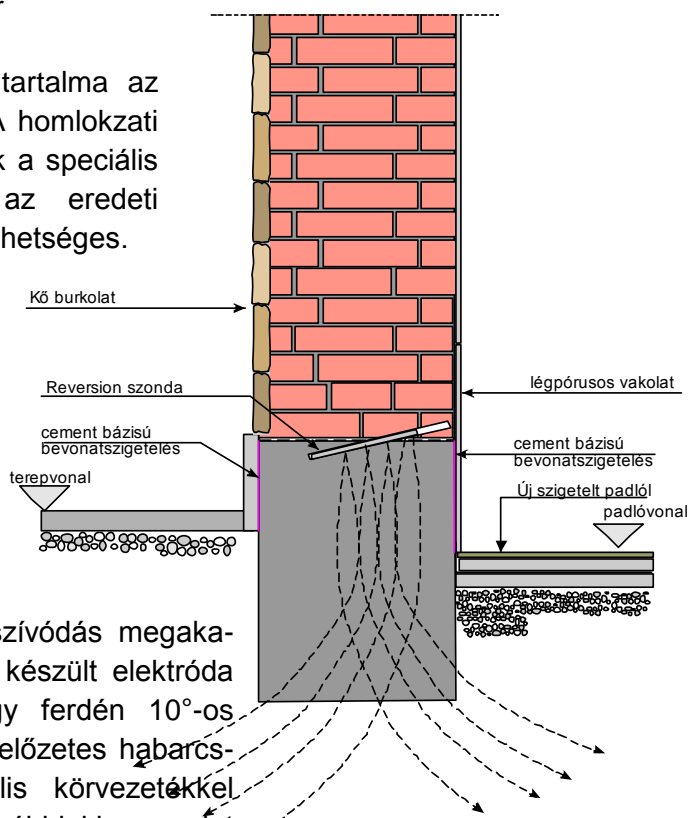
A falak helyenként magasabb nedvességtartalma az aktív falszárító megoldást is indokolhatja. A homlokzati falakon, annak kiszáradása után, nem csak a speciális légpórusos vakolat javasolható, akár az eredeti vakolattal egyező hagyományos vakolat is lehetséges.

A lábazaton telepített elektróda sort be kell kötni a REVERSION<sup>plusz</sup><sup>®</sup> rendszer vezérlésébe! A sikeres száradást követően a falak vakolása következhet.

A REVERSION<sup>plusz</sup><sup>®</sup> falszárító-szigetelő rendszer kiépítése után, az elektrooszmózis hatására, aktív falszárítás indul el.

Tehát a körítő falakban, a nedvesség-felszívódás megakadályozására kell ez a speciális ötvözetből készült elektróda sor, amelyet a falban vízszintesen, vagy ferden 10°-os szögben készített Ø25 mm-es furatokban, előzetes habarcskiöntés után, kell elhelyezni és speciális körvezetékekkel összekötni. A már száraz falban a továbbiakban, mint szigetelés működik.

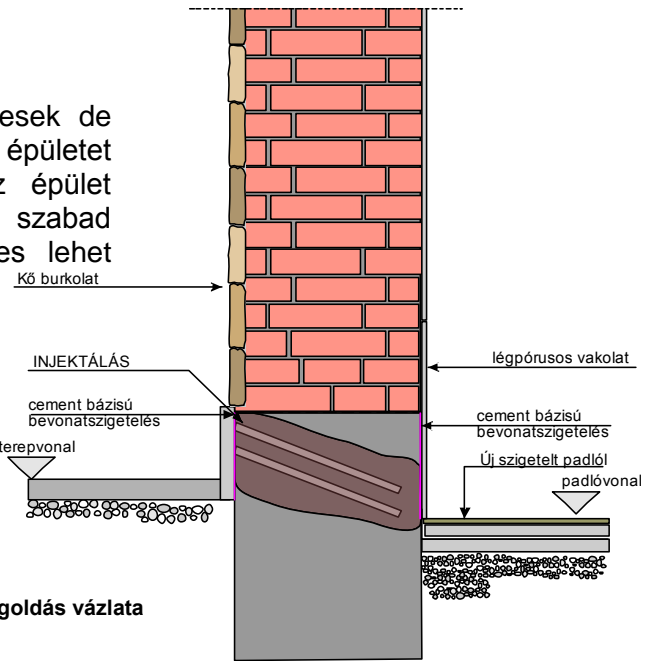
A REVERSION<sup>plusz</sup><sup>®</sup> vezérlő modult az elektromos kapcsolótáblánál lehet elhelyezni, teljesítmény igénye csekély, alig 70-85 W. A rendszer a száradás során (ahogy fogy az elektrolit a falból) egyre kisebb áramerősséggel dolgozik, beállt állapotában teljesítmény igénye rendkívül csekély, kb. 10-15 W körül várható.



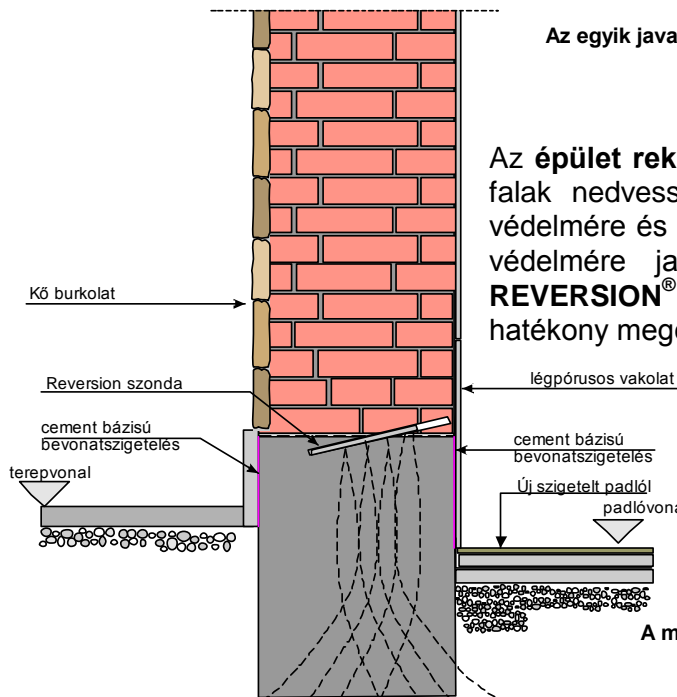
## ÖSSZEFOGLALÁS

Mosonmagyaróvár Pálffy villa falai nedvesek de sóval nem túlzottan szennyezettek. Az épületet bejártuk, hogy átfogó képet kapjunk az épület állapotáról. Kizárólag olyan megoldásokat szabad választani, amely a további károkat képes lehet megakadályozni. A falakat szigetelni kell.

Mivel a falakban, főként a téglák közötti habarcsban, van némi nedvesség és a szigetetlen falak alulról állandóan utánpótlást kapnak, itt csak hatékony védelmet szabad javasolni!



Az egyik javasolt megoldás vázlata



Az épület rekonstrukciója során feltétlenül meg kell oldani a falak nedvesség elleni védelmét. A falak nedvesség elleni védelmére és kiszáritására, valamint további fel-szívódás elleni védelmére javaslatunk szerint az **INJEKTÁLÁS**, esetleg a **REVERSION®** aktív falszáritási-szigetelési rendszer lehet a hatékony megoldás.

Ez utóbbi a gyors szárító hatásával a vakolatok élettartamát is meghosszabbíthatja. Falvágásos, lemez-behúzásos szigetelést, amely jelentő beavatkozás a falak statikai állapotába, itt semmiképpen nem javasolunk, viszont a kisméretű kövek miatt nem is tartjuk lehetségesnek!

A másik javasolt megoldás vázlata

## Költségbecslés

- **REVERSION®** rendszer a homlokzati határoló falak mentén:  
 Belső falaknál: kb.  $52.900 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 48 \text{ m}^2 = 2.539.200\text{Ft} + \text{ÁFA}$   
 Belső falaknál: kb.  $52.900 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 20 \text{ m}^2 = 1.058.000\text{Ft} + \text{ÁFA}$
- **Injektálásos védelem a homlokzati határoló falak mentén** (a ferdesík miatt 1,2 szorzóval)  
 Belső falaknál: kb.  $44.900 \times 1,2 = 53.880 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 35 \text{ m}^2 = 2.586.240 \text{ Ft} + \text{ÁFA}$   
 Belső falaknál: kb.  $53.880 \text{ Ft/fkm.m}^2 + \text{ÁFA} \times 20 \text{ m}^2 = 1.077.600\text{Ft} + \text{ÁFA}$

A költségbecslés  $\pm 10\%$  pontosságú.

Győr, 2016. december 15.

Zádor Oszkár  
okl. épületszigetelő szakmérnök

FÜGGELÉKBEN CSATOLVA: **A nedvesedés elleni védelem lehetőségei.**

## A nedvesedés elleni védelem lehetőségei

**Ismertetésünk nem a konkrét megoldásról szól, csupán röviden összefoglaljuk azokat a módszereket, amelyeket a szakma a falazatok védelmére alkalmaz. Ennek a résznek csupán a tájékoztatás szerepét szánjuk, hogy összevethetőek legyenek az eltérő módszerek, előnyeiket és hátrányaikat egyaránt megemlítve.**

A nedvesedés elleni utólagos védelem olyan eljárások és eszközök összességét jelenti, amely képes az épületszerkezetekbe felszívódott nedvesség (és só) eltávolítására illetve csökkentésére. Ennek hatására a használat számára szükséges légállapot- és szárazsági követelmények teljesülnek. A védelem több, egymás hatását kiegészítő eszköz, vagy módszer alkalmazásával biztosítható megbízhatóan.

### Mechanikai eljárások

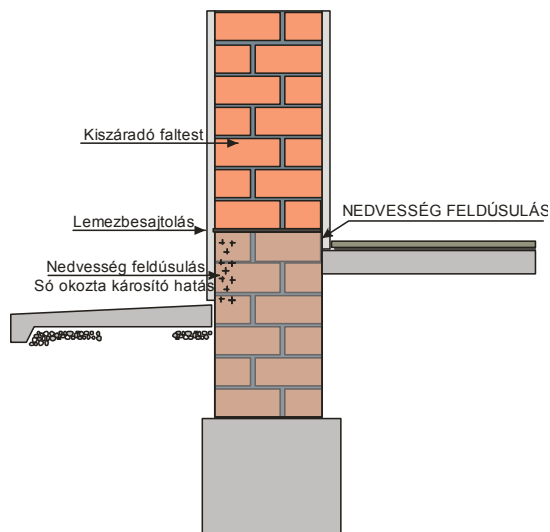
A mechanikai eljárások során a falba vízszintes szigetelő réteget juttatnak be, amely megszakítja azokat a kapillárisokat, amelyek a vízfelszívódásban szerepet játszanak. Sok esetben megoldják a nedvesség-felszívódás okozta gondokat, de a falban lévő és visszamaradó sókkal nem, tudnak mit kezdeni.



A falátvágás készülhet láncfűrészsel, sodronyra erősített gyémántszemcsés gyűrűs megoldással. A vágás szakaszos kb. 1-1,5 méter hosszan történik. Ezután szigetelő lemezt fűznek a falba, kiékelik és cementhabarcs injektálással zárják le.

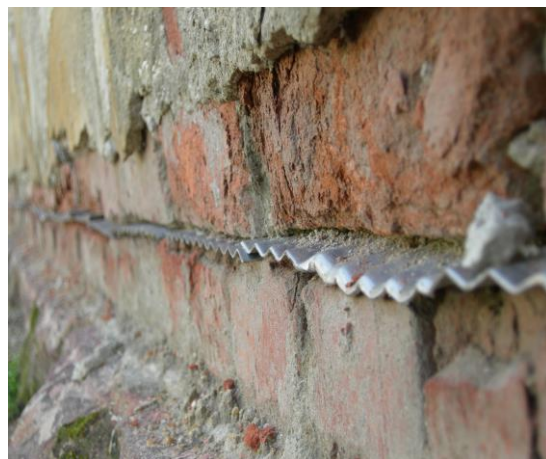


**A szigetelőlemez szakaszos beépítése**



Ilyenek lehetnek:

- a szakaszos falátvágás
- a fal átfűrészeléses védelme
- a fémlemez besajtolás
- a furatsoros falátvágás

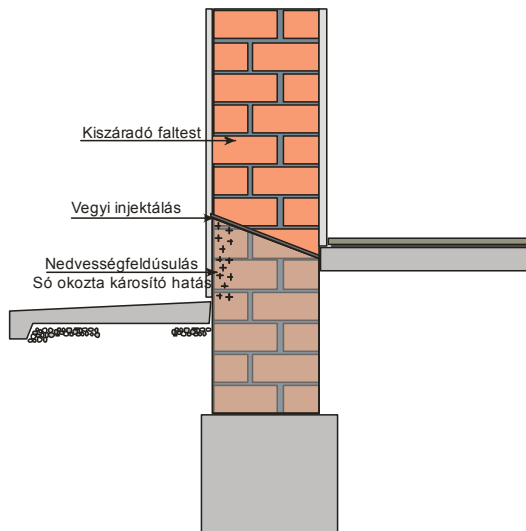


A hullámosított koracél lemezeket préslevegős berendezéssel sajtolják a fugákba. Jó megoldás, de csak ott alkalmazható ahol teljesen átmenő fugákkal, szabályos falazat készült, legfeljebb 50-55 cm vastagságban.

## Fúrt és injektált vegyi fal-szigetelések

A vegyi falszigetelési eljárással, előzetes furatsor készítésével, olyan anyagot juttatnak be a falba, amely ott szétterjedve - a kapillárisokban reakcióba lépve - vízzáró réteget képez és ez megszakítja azokat a kapillárisokat, amelyek a vízfelszívódásban szerepet játszanak. Problémái megegyeznek az előzővel.

A furatok készülhetnek egy oldalról, két oldalról, lehetnek egysorosak, vagy kétsorosak. A furatátmérő egyszerű gravitációs injektálás esetén 20-30 mm, de nyomásos injektálás esetén 12-16 mm.



Téglába mélyített furatsor lejtős, egy-máshoz képest pontosan párhuzamos kell, hogy legyen. A pontatlanság a szigetelő sáv megszakadásához vezethet. A habarcs hézagban készített furatsorok vízszintesek. Az alkalmazott vegyi anyagok a kapilláris nedvességmozgás megakadályozására irányulnak, a pórusokat szűkítik, eltömik, hidrofobizálják.

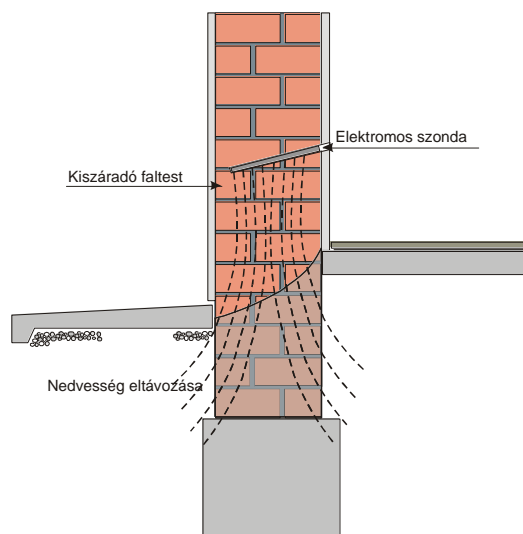
## Elektromos eljárások

Az elektromos eljárások aktív, vagy passzív módon a nedves falak elektrofizikai viszonyait befolyásolják, tekintettel arra, hogy a falban lévő felszívódott nedvesség mindig sóoldatnak tekinthető.

***Az elektrofizikai eleven működő berendezések az elektromos mezőt mesterségesen hozzák létre, olyan hatást keltve, hogy a vízmozgás a felszívódás irányával ellentétesen jöjjön létre, szárítva a falazatot.***

**Az aktív módszerek jól tervezhetőek, az eredmény tartós és a falszerkezet általában hamar kiszárad. A száraz-nedves átmeneti zóna nem egy vékony vonal mentén alakul, hanem kb. 60-80 cm magas sáv. E módszer szerint működő készüléket több kivitelező is jelentős garanciával telepíti (Pl. REVERSION®).**

**Az aktív elektrofizikai módszereket ma már az elektrokémiai sótelenítési eljárásokkal kötik össze. A sótelenítés ideje legalább 4-6 hónap, viszont közben a fal fokozatosan kiszárad.**



Egyes eljárások (pl. a továbbfejlesztett REVERSION<sup>Plusz®</sup>) alkalmasak a kombinált védekezésre, jó hatékonyságú sóeltávolítást és szárítást is végeznek, de az elektródák korrózióját megakadályozni csak újabb eljárások képesek.

### Szellőző épületszerkezetekkel történő védekezés

A korábbi évtizedekben több, egymástól eltérő, módszert is alkalmaztak, amelynek alapelve a falazatba került nedvesség szellőztetéssel történő eltávolítása volt. Ezek többnyire sikertelennek bizonyultak, de akad olyan is amelynek alapelveit mai korszerűbb szerkezettel sikerrel lehet alkalmazni.

*A szárító-szivárgó aknák, a külső pincefali részen, sokszor előnyösnek látszottak, de több esetben karbantartási gondok miatt nem működtek megfelelően. Ma már van lehetőség az elv alkalmazására. A korszerű formasajtolt drénlemezek alkalmasak a nedvesség távoltartására, egyben a szerkezetek szel-őztetésére is.*

*A külső alkalmazású felületi védelmet nyújtó drén-lemezek jelentős mértékben csökkenthetik a lábazati falba felszívódó nedvességet.*



A műköből, terméskőlapból álló **szellőző lábazatok** olykor sikeresen oldották meg egyrészt a lábazati szellőztetést, másrészt a csapóeső elleni védelmet, sőt esztétikusan kialakítható lábazatok készültek így.

Az átszellőztetett lábazatok egyetlen, de igen nagy hátránya, hogy meg lehetősön költségesek.

**Működőképességük feltétele a tökéletes hátszellőzés biztosítása. Sok esetben a lábazat elkészül, sajnos szellőzés nélkül és így éppen lényegét veszíti, nem tudja a száradást biztosítani. Jó szellőző lábazat kialakítása rendkívül nehéz és helyigényes. Falfelületre nem helyezhető, mert nagy az előreállása, kizárólag visszavésett lábazattal oldható meg. A hátoldali szellőző rés, alsó beszellőző és felső esőtől védett kiszellőző nyílás kialakítása alap-feltétel, ezek nélkül nem működik!**

**A szellőző, vagy légpórusos vakolatok**, azon az elven alapulnak, hogy a falazatban lévő nedvesség által szállított sótartalom ne a felületen, hanem a vakolat és fal találkozásánál, illetve a vakolatban rakódjék le. Ennek az a jelentősége, hogy a só, a vakolat tárolási képességétől függően, nem jelenik meg a felületen, de a nedvesség akadálytalanul eltávozhat.

**Önmagában alkalmazni ezeket nem ajánlott, célszerű más szigetelési eljárás-sokkal kombinálni.** Egyes esetekben a légpórusos szárító (szellőző) vakolat önmagában is képes a fal nedvességtartalmát jelentősen csökkenteni, száradást előidézni.

Hatására a felület nem lesz foltos és sokáig megtartja esztétikus jellegét. Természetesen a felszívódott nedvességtől, a sótartalomtól függően a vakolat előbb-utóbb telítődik. Ez többnyire 3-5 év, kis nedvesség- és sótartalom esetén esetleg 8-15 év alatt következik be.

**Ezeket a vakolatokat** azonban csak meszelní vagy olyan szilikátfestékekkel festeni lehet, amelyek nem zárják le a szellőzést biztosító pórusokat !!

Az épületen, a károsodott falfelületeken, a teljes vakolatleverés és a fugák kitisztítása után, előnyösen alkalmazhatóak, segítik a nedvesség eltávozását, emellett alkalmasak a tartósan esztétikus felületképzésre.

### A padló-szellőztetési védelem elvei

**A legtöbb történelmi (műemlék, vagy műemlék jellegű) épület nem rendelkezik talapára talajnedvesség ellen védő szigetelt padlóval.** Az ilyen épületekben megépült, többnyire kő anyagú, belső padló szerkezet közismerten párorló hatású, amely a falak felé tereli a talajból felszálló jelentékeny nedvességet (a talajpárát). A falakba felszívódott (talaj)víz különböző oldott sókat is szállít, ezek a falak felszínére párologással jutva, ott kikristályosodnak, amely térfogat-növekedése révén a nedvesség (és fagy) által amúgy is jelentős roncsoló hatást csak fokozza. Mindenképpen meg kell ezt a folyamatot akadályozni, de a történelmi épületeknél a padlót sajnos nem minden esetben szabad leszigetelni, mert ez csak növeli a falak nedvesség-terhelését.

### Megoldást csak az aktív szellőztetett megoldást jelent.

Ennek lényege, hogy a padló alatti kavicsrétegben egy szellőztető dréncső-hálózatot alakítanak ki. Ez még nem lenne akkora újdonság. Viszont más hasonló rendszerekkel ellentétben ez a rendszer már aktív, vagyis a párát a padló alatti kavicsrétegből ventilátorral mozgatott levegő viszi el. A pára-érzékelővel vezérelt (megfelelő helyekre) beépített kisteljesítményű ventilátorok a csőrendszerben lévő levegőt csekély sebességgel mozgatják és a homlokzatra kivezetett csövekbe jutó (talaj)nedvességet elszállítják. Ezáltal a talajt, a padló alatti kavicsréteget szárítják, így a falak felé nem jut jelentékeny nedvesség, megakadályozva a falak nedvesedésének növekedését.

