

# FALDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLAT ÉS SZIGETELÉSI SZAKVÉLEMÉNY



A szigetelési szakvélemény a vízszigetelési tervet nem helyettesíti. A dokumentáció két év elteltével felülvizsgálandó. Minden jog fenntartva.

## Épület címe

H-5331 Kenderes, Szent István út 27.  
Nagyboldogasszony római katolikus templom  
munkaszám: № 2/2018  
projektszám: № 4509  
2018. január 30.

## Megbízó:

BIHARCHITECT Tervező és Szolgáltató Kft.  
H-4100 Berettyóújfalu, Dózsa György út 21. I. em. 5.

## Készítette:

DER Építő és Szigetelő Kft.  
H-5900 Orosháza, Vásárhelyi út 79.  
e-mail: info@derepito.hu  
web: www.derepito.hu  
telefon: +36 68 411 713

## Zádor Oszkár

építészmérnök,  
épületszigetelő szakmérnök  
É1 08-0124  
műemléki falldiagnosztika  
szakértői szám: 21-0065

## Koza András

építészmérnök,  
épületszigetelő szakmérnök  
É3 01-4312

## Dér István

épületszigetelő szakmérnök,  
ügyvezető

## TARTALOMJEGYZÉK

1. ELŐZMÉNYEK
  - 1.1. A szakvélemény készítésének módszere
2. AZ ÉPÜLET ISMERTETÉSE
  - 2.1. Az épület szerkezeteinek állapota
  - 2.2. Nedvességhatások
  - 2.3. Követelmények, irányelvek
3. DIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK
  - 3.1. Nedvességtartalom mérések
  - 3.2. Sóanalízis eredményei
4. NEDVESSÉGVÉDELEM KIALAKÍTÁSA
  - 4.1. Vízszigetelési opciók
  - 4.2. Felszivárgó talajnedvesség elleni falszigetelés részvágásos technológiával
  - 4.3. Felszivárgó talajnedvesség elleni falszigetelés injektálással
  - 4.4. Padlószerkezet talajnedvesség elleni szigetelése
  - 4.5. Lábazat nedvességvédelme
5. VAKOLATOK FELÚJÍTÁSA
  - 5.1. A felújító vakolatok szerepe
  - 5.2. Javaslat felújító vakolat készítésére
6. PASSZÍV NEDVESSÉGVÉDELEM
7. MELLÉKLETEK
  - 7.1. Mintavételi helyek
  - 7.2. Sótartalom vizsgálat laboratóriumi adatlapja

## 1. ELŐZMÉNYEK

Előzetes egyeztetéseket követően a BIHARCHITECT Tervező és Szolgáltató Kft. részéről Sólya László okl. építészmérnök felkérte a DER Építő és Szigetelő Kft-t a Kenderes, Szent István út 27. szám alatti Nagyboldogasszony római katolikus templom falszerkezetein történő mérések alapján a nedvességvédelmet biztosító technológiákra, anyagokra vonatkozó szakvélemény, illetve ehhez kapcsolódó faldiagnosztikai vizsgálat kidolgozására. A Megbízó a szakvélemény elkészítéséhez biztosította a mérésekhez és vizsgálatokhoz szükséges feltételeket, valamint átadta az épületről rendelkezésre álló felújítási tervdokumentációt, illetve a Baumit Kft. által készített vakolatfelújítási javaslatot.

Jelen szakvéleményben javaslatot teszünk az épület alépitményi vízszigetelési rendszerének kialakítására, sótároló felújító vakolatok típusára, valamint a nedvességvédelem egyéb aspektusaira. Jelen szakvéleménynek nem képezik tárgyát egyéb diagnosztikai vizsgálatok.

### 1.1. A szakvélemény készítésének módszere

Az épület vizsgálata, illetve a szakvélemény hazai iránymutatás hiányában a WTA\* 4-5-99-D irányelv alapján „Falazott szerkezetek értékelése – faldiagnosztika” (WTA-Merkblatt 4-5-99-D Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerkdiagnostik) készült.

\* Német épületfenntartó és műemlékgondozó tudományos, műszaki munkaközösség

## 2. AZ ÉPÜLET ISMERTETÉSE

*„Háromhajós, félköríves szentélyzáródású, keletelt templom, a főhomlokzat középrizalitjában álló toronnyal. A hajó két oldalán a főhomlokzattól visszalépő mellékhajók (1823) ívelt vonalú oromzattal csatlakoznak a főhajóhoz. A főhomlokzat közép- és oldaltengelyeiben timpanonos, portikusos bejáratok. A szentély D-i oldalán sekrestye. A főhajóban és szentélyben csehboltozatok, a mellékhajókban keresztboltozatok. Nyi oldalon karzat. Berendezés: 18. század vége, 20. század. Az 1783-ban megkezdett építkezést csak a 18. század végére fejezték be (kivitelező: Rabl Károly). Épült gr. Haller Antal és Halasy Márton adományából. (...) A szentély déli oldalán sekrestye.”*

forrás: <http://www.muemlekem.hu/muemlek?id=6008>

1923-ban a templomot átalakították, bővítették (timpanonos, portikusos bejárat). 1944-ben gránát csapódott a homlokzati falba, de nem robbant fel. A lövedéket hatástalanították és visszahelyezték a gondviselés jelének bizonyosságául.

Tudomásunk szerint az épületet 1985-ben utólagos injektált falszigeteléssel látták el, a kor általános gyakorlatának megfelelően nyomás nélküli bejuttatással, Szilikofób Anhydros típusú anyaggal. A furatolás nyomát a lábazati vakolatok lebontása után lehet majd beazonosítani. A korábban alkalmazott, nyomás nélküli telítési módszer hiányosságai, illetve az esetleges kivitelezés óta eltelt több mint harminc évre való tekintettel a soron következő felújítás során működőképes szigetelésként nem lehet figyelembe venni.

Mintegy tíz évvel ezelőtt történt a homlokzat festése, valamint a falak belső oldalán lambéria burkolat készült, mögötte felújító vakolattal.

## 2.1. Az épület szerkezeteinek állapota

A közelmúltban történt felújítás dacára az épület falazatain jól látható a talaj felől történő nedvességfelhúzó hatás által történő károsodások. A talaj felől a nedvességgel együtt a falszerkezetekbe kerülő só a párolgással felület felé áramolva a falszerkezet külső zónájában koncentrálódik, illetve elindul a kristályosodással járó térfogat növekedés, melynek következtében a vakolatokon és felületképzéseken jellegzetes károsodások észlelhetők.



A nagy páradiffúziós ellenállású festék a lábazati zónában a hátulról érkező nedvességhatás következtében felhólyagosodik, lepereg.



A küllő tagozatokon a bejárásakor is tapasztalható volt a megmaradó hó, mely olvadáskor a szerkezetbe szivároghatva okoz vakolat- illetve festékkárosodásokat.







Helyenként a faltőben elvezetés nélküli „szellőztető” kavicssáv készült, mely a homlokzaton lefolyó csapadékvizeket zsákszerűen az épület alapteste mellett gyűjti össze, ahonnan az az ilyen módon kitetté tett alaptestek felé húzódik. A kiselemes beton térburkolatú járda nem alkalmas a csapadékvíz épülethomlokzattól való távoltartásától. (Köszönhetően az elmúlt időszak csapadékos időjárásának, jellemző a járda alatti talaj nedvességgel való telítettségére, hogy a bejáráskor a járdán áthaladva a lépések nyomán az elemek között kiszivárgó víz volt észlelhető.)





DER Építő és Szigetelő Kft.  
H-5900 Orosháza  
Vásárhelyi út 79.  
telefon: +36-68-411-713

e-mail: [info@derepito.hu](mailto:info@derepito.hu)  
[www.derepito.hu](http://www.derepito.hu)



- utólagos vízszigetelés
- alapjal stabilizálás
- adalékszer gyártás
- szakvélemény készítés

Társaságunk az ÉMSZ  
Épületszigetelők, Tetőfedők  
és Bádógosok Magyarországi  
Szövetségének tagja

Ott jártunkkor az ereszcsonna több helyen átengedte a csapadékvizet, a járdáról felfreccsenő víz a festékréteggel már nem védett, hidrofil jellegű vakolatokba jut. A templom jobb oldalán az ereszcsonna lefolyócső külső felületén jelentős vízmennyiség folyt le.





A tető héjalásánál tapasztalható bádогоzási hiányosságok a falazat magasabb szakaszán is vizesedési problémákat okoznak.



A falszerkezetek belső oldalán látványos felvizesedési problémák nem mindenütt láthatók, tekintettel a fa lambéria burkolatra. Ahol a nedves zónába kerültek a falra közvetlenül felcsavarozott keresztbordák, azokat érheti a nedvesség. Felületi nedvesség mérésekkel is igazoltnak látjuk helyenként a burkolat nedvességfeltorló hatását, illetve azt, hogy a tíz évvel ezelőtt elkészült felújító vakolat magassága nem volt elégséges.





DER Építő és Szigetelő Kft.  
H-5900 Orosháza  
Vásárhelyi út 79.  
telefon: +36-68-411-713

e-mail: [info@derepito.hu](mailto:info@derepito.hu)  
[www.derepito.hu](http://www.derepito.hu)



- utólagos vízszigetelés
- alapjal stabilizálás
- adalékszer gyártás
- szakvélemény készítés

Társaságunk az ÉMSZ  
Épületszigetelők, Tetőfedők  
és Bádogosok Magyarországi  
Szövetségének tagja

## 2.2. Nedvességhatások

A területre vonatkozóan nem rendelkezünk a mértékadó talajvízszintre vonatkozó adatokkal. A vizsgált épület talajszint feletti falszerkezeteit a külső tér felől az alábbi főbb nedvességhatások érhetik:

- talajpára, talajnedvesség
- homlokzaton lefolyó, járdáról felferődő csapadékvíz
- leszivárgó, pangó csapadékvíz
- levegőből lecsapódó nedvesség
- higroszkópos sók okozta nedvesség
- kapilláris kondenzáció

**Talajnedvesség:** A talajvizet felülről általában kapilláris tartomány határolja, ebbe a tartományba eső talajokban jelentkezik a talajnedvesség, amely a felszíni vizekből beszivárgott és a talajvízből felszívott, a nehézségi, illetve hajszálcsöves erők hatása alatt álló, a talajszemcsékhez tapadó, azok hézagait teljesen (vagy levegővel együtt) kitöltő kötött víz, amely hidrosztatikai nyomást nem fejt ki.

**Talajpára:** A talajvíz párolgása, amely a nagy szemcsés talaj hézagain áthatol és a párafelfogó épületszerkezeten - pl. a padozat hideg alsó felületén - lecsapódik, és azt átnedvesíti. Lényegében innentől talajnedvességről beszélünk. **Felferődő víz:** Kívülről éri a szerkezetet és ennek védelmében minimálisan 30 cm nedvességhatásra nem érzékeny lábazatot kell kialakítani. A felcsapódó vizet a szerkezet éppúgy képes felvenni, mintha a talajból érkezett volna. **Levegőből lecsapódó nedvesség:** Akkor keletkezik, ha a környező levegő harmatponti hőmérsékleténél a vizsgált szerkezet felületének a hőmérséklete kisebb. A nedvesség a szerkezet kapilláris hálózatain keresztül beszivódik.

**Higroszkopikus nedvességfelvétel:** A fal nedvességtartalma származhat a falazó anyagban feldúsult higroszkópos (nedvszívó) sók időszakos vízfelvételéből is. A kapilláris vízfelszívással a falba kerülő nedvesség oldott sókat is szállít, amelyek a víz elpárolgásakor kristályos formában rakódnak le a pórusokban, a legerősebben a párologtató falfelület felé haladva növekvő mennyiségben. A fal sótartalma ilyen módon a falfelületen a legmagasabb. Ezen sók egy része pl. kalcium-klorid, kalcium-nitrát vagy magnézium-szulfát, erősen nedvszívó, azaz a levegő páratartalmából is tömegük többszörösét kitevő nedvességet tudnak megkötni. A sók időszakos, páratartalomtól függő kristályosodása, illetve oldatba menetele során lényeges térfogatváltozások lépnek fel, ami a falazóanyag roncsolódását okozza. Így ezen sókat nagy mennyiségben tartalmazó falakat sóalanítás nélkül teljesen nem lehet teljesen kiszárítani. **Kapilláris kondenzáció:** Átlagos szilikát szerkezetekben kapilláris kondenzáció alakul ki, ha a felülettel érintkező azzal azonos hőmérsékletű határrétegben a relatív nedvességtartalom eléri a 75%-ot. A tárolt papír alapanyagú iratok, könyvek és egyéb hasonló tárgyak esetén a kapilláris kondenzáció viszont az általános szilikát szerkezeteknél hamarabb elindul.

## 2.3. Követelmények, irányelvek

Az épületszigetelésekkel, nedvességvédelmi rendszerekkel szemben támasztott követelményeket az alábbi rendelkezések, irányelvek szabályozzák:

- Országos Településrendezési és Építési Követelményekről (OTÉK) szóló 253 / 1997. (XII. 20.) kormányrendelet, amelynek 57. § (2) pontja szerint: „A talaj irányából ható nedvességhatások ellen vízhatlan szigeteléssel kell megvédeni a huzamos tartózkodásra, az értékek és műkincsek tárolására szolgáló helyiségeket, továbbá minden olyan helyiséget, amelynek rendeltetése ezt szükségessé teszi, valamint minden olyan épületszerkezetet, amely nedvesség hatására jelentős szilárdságcsökkenést vagy egyéb károsodást szenvedhet.”
- MI-04-320 (az 1999-es dereguláció óta ÉMISZ 340:1999) számú műszaki irányelv
- Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei (ÉMSZ, 2001. április)

Egyéb figyelembe vett külföldi irányelvek:

- DIN 18195 Bauwerksabdichtung (Épületszerkezetek szigetelése)
- WTA 4-6-98-D Nachträgliches Abdichten erdberüchter Bauteile (Vízszigetelés a külső oldalon, talajjal érintkező felületeken), WTA 4-3-98-D Instandsetzen von Mauerwerk – Standsicherheit / Tragfähigkeit (Falazatok helyreállítása – állékonyság / teherbírás), WTA 4-4-04-D Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit (Falazat injektálása kapillaris nedvesedés ellen), WTA 4-6-02-D Nachträgliche Mechanische Horizontalsperren (Utólagos mechanikus vízszintes zárás), WTA 2-9-04/D Sanierputzsysteme (Felújító vakolati rendszer)

A nedvességvédelemnél megkövetelt szárazsági fokozatok főleg a helyiségek rendeltetésének függvényében határozandók meg.

**Teljes szárazsági követelmény** (porszárazság) esetén a szerkezeteken nedvesség átszivárgása nem engedhető meg. A huzamos idejű emberi tartózkodásra szolgáló helyiségek esetén minden esetben a porszárazság az előírt követelmény. A szigetelési és szellőzési rendszerek, megoldások együttes hatására a levegő relatív páratartalma ezekben a helyiségekben nem haladhatja meg a 60%-ot.

**Viszonylagos szárazsági követelmény** esetében megengedhető a szerkezeteken annyi nedvesség átszivárgása, amennyi ezzel azonos idő alatt a felületekről elpárolog. Viszonylagos szárazság engedhető meg kazánházakban, garázsokban, tüzelőanyag, valamint nedvességre nem érzékeny élelmiszerek (pl. zöldség, gyümölcs, bor) és iparcikkek tárolására szolgáló helyiségekben, valamint óvóhelyeken.

Az utólagos szigetelések tervezésekor nem minden esetben valósítható meg a szerkezetek teljes körű nedvességvédelmét jelentő külső oldali szigetelési vonalvezetés. Fontos biztosítani azonban ebben az esetben is a talajszint feletti épületszerkezetek, valamint az épület belső tereinek, burkolatainak nedvességvédelmét.

### 3. DIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATOK

Az épület utólagos szigetelése, valamint az azt kiegészítő felújító vakolatrendszer tervezésénél a falszerkezet nedvesség- és sótartalmának meghatározása szükséges. A mintavételeket az ÉMSZ 340:1999 (régén MI-04-320: 1992) számú ágazati irányelv figyelembevételével végeztük.

#### 3.1. Nedvességtartalom mérések

A nedvességtartalom méréseket a hivatkozott irányelvben leírt CM (karbidos) módszerrel végezzük. A mérés elve, hogy a vizsgálandó szerkezetből vett, meghatározott súlyú furatpor mintát egy 0,5 vagy 1,0 liter térfogatú nyomástartó üstbe helyezve, és összetört karbidampullával összekeverve acetiléngáz fejlődik, amelynek nyomása egy tömegszázalékra kalibrált skálájú nyomásmérő fejen leolvasható. A kémiai folyamat képlete:  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$



Az épületszerkezeteket alkotó anyagok pórusossága, ezzel nedvességfelvétele egymástól eltérő. Tájékoztatásul az alábbi értékek vehetők figyelembe: durva mészkő: 8-16 m%, mészkötésű homokkő: 6-12 m%, vulkáni tufák: 8-35 m%, betonok: 2-8 m%, mészhomok téglák: 8-12 m%, középkori tömör falazótégla: 14-22 m%, XIX. századi tömör falazótégla: 18-30 m%. Az ÉMISZ 340:1999 számú ágazati irányelv alapján a levett minta száraz, ha a minta nedvességtartalma kisebb vagy egyenlő, mint az azonos anyagú minta egyensúlyi nedvességtartalma és sótartalma nem éri el a kritikus 0,5 tömeg % értéket. Alacsony nedvességtartalom 20 % telítettség alatt határozható meg. A vizsgált minta nedves, ha telítettsége 20-40 % közötti, erősen nedves, ha a minta telítettsége 40-80 % közötti, vizes, ha a minta telítettsége 80 % fölötti.

Az alábbi táblázat és diagram a levett minták nedvességtartalmát mutatja. A mintavétel időpontja 2018. január 18. A mérés helyén a levegő hőmérséklete 5,5 °C, relatív páratartalma 75,1 % volt.



MINTA JELE	MAGASSÁG PADLÓSZINT FELETT	FALAZATI ANYAG	NEDVESSÉG TARTALOM (SÚLY)	RELATÍV NEDVESSÉG TARTALOM	ÁTNEDVESEDÉSI FOKOZAT (ÉMISZ 340:1999)	NEDVESSÉG TARTALOM (TÉRFOGAT)	GRAFIKON FELSŐ - KÖZÉP - ALSÓ MINTAVÉTELI HELYEK
M1	150 cm	tégla	0,7 m%	3,5 %	száraz	12,6 l/m <sup>3</sup>	
	90 cm	tégla	1,8 m%	9,0 %	alacsony	32,4 l/m <sup>3</sup>	
	30 cm	tégla	17,0 m%	85,0 %	vizes	306,0 l/m <sup>3</sup>	
M2	150 cm	tégla	0,2 m%	1,0 %	száraz	3,6 l/m <sup>3</sup>	
	90 cm	tégla	3,5 m%	17,5 %	alacsony	63,0 l/m <sup>3</sup>	
	30 cm	tégla	17,2 m%	86,0 %	vizes	309,6 l/m <sup>3</sup>	
M3	150 cm	tégla	0,7 m%	3,5 %	száraz	12,6 l/m <sup>3</sup>	
	90 cm	tégla	2,2 m%	11,0 %	alacsony	39,6 l/m <sup>3</sup>	
	30 cm	tégla	15,2 m%	76,0 %	erősen nedves	273,6 l/m <sup>3</sup>	
M4	150 cm	tégla	0,9 m%	4,5 %	száraz	16,2 l/m <sup>3</sup>	
	90 cm	tégla	3,2 m%	16,0 %	alacsony	57,6 l/m <sup>3</sup>	
	30 cm	tégla	11,6 m%	58,0 %	erősen nedves	208,8 l/m <sup>3</sup>	
M5	150 cm	tégla	2,1 m%	10,5 %	alacsony	37,8 l/m <sup>3</sup>	
	90 cm	tégla	8,6 m%	43,0 %	erősen nedves	154,8 l/m <sup>3</sup>	
	30 cm	tégla	19,8 m%	99,0 %	vizes	356,4 l/m <sup>3</sup>	

Tégla becsült telítési víztartalma: 20,0 m%

A falszerkezet különféle magasságaiból kinyert minták igazolják a felvizesedés jelenségét. A középső magasságokból vett minták nedvességtartalom értékeit tekintve megállapítható, hogy a több mint harminc évvel ezelőtt elkészült az injektált szigetelés csak viszonylagosan működik, a soron következő felújítás során nem vehető figyelembe. (Az alsó mérési magasságokban feltételezhetően az injektált zóna alatti, korábban sem szigetelt falszakasz nedvességtartalma mérhető.) A nedvességtartalom értékeket a furatmintába belejutó ágyazóanyag víztartalma is befolyásolja. Az utólagos vízszintes falszigetelés elkészítése indokolt.

### 3.2. Sóanalízis eredményei

A minták sótartalmának adatait össze kell vetni a nedvességtartalom értékekkel, mivel a vízdoldható sók, többségében a falba szívódó nedvességgel jutottak a pórusokba, és dúsultak fel a párolgási zónában. Az ÉMISZ 340:1999 (régén MI-04-320: 1992) számú ágazati irányelv alapján meghatározhatók a falminta sószennyeződésének fokozatai.

Sószennyeződési fokozat	Vízdoldható só mennyisége mg/kg	Vízdoldható 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 német WTA-Merkblatt Mauerwerksdiagnostik az alábbi táblázat szerint sorolja be a sótartalomra vizsgált mintákat:

Sófajta	Csekély terhelés, intézkedés nem szükséges	Egyes esetekben intézkedés szükséges	Magas terhelés, intézkedés mindig szükséges
Összes sótartalom	< 0,10 m%	0,10-0,25 m%	> 0,25 m%
Szulfát anion	< 0,10 m%	0,10-0,25 m%	> 0,25 m%
Klorid anion	< 0,03 m%	0,03-0,10 m%	> 0,10 m%
Nitrát anion	< 0,05 m%	0,05-0,15 m%	> 0,15 m%

A részletes sóelemzési eredmények alapján jelentős mennyiségűnek számít az az anionfajta, amelynek tömeg %-ban mért értéke több, mint az összes oldható sótartalom 10%-a. Kiemelkedően jellemző a sóösszetételre az az anion, amelynek mennyisége több, mint az összes oldható sótartalom 50 %-a, vagy amelynek tömeg% értéke mellett a többi anion mennyisége egy vagy több nagyságrenddel kisebb.

A gyakoribb falazóanyagok kémhatása a lúgos tartományba esik (pH 7-12), de előfordulnak enyhén savas kémhatású (pH 5-7) falazatok is. Ez utóbbi esetnek az aktív elektrokinetikus falszáritási eljárásoknál van jelentősége, mivel a külső potenciálkülönbség hatása alatt a kapilláris rendszerben a híg oldat kívánt, lefelé irányuló áramlása (elektrooszmózis) csak semleges vagy lúgos kémhatású felület mentén indul meg. Kémhatás (pH) tekintetében amennyiben 4,5 alatti a minta, akkor erősen savas, 4,5-5,4 között savas, 5,5-6,7 között pedig enyhén savas kategóriába sorolható. 6,8-7,1 között semleges, 7,2-7,9 között enyhén lúgos, 8 felett lúgos a vizsgált minta kémhatása.

MINTA JELE	MAGASSÁG PADLÓSZINT FELETT	VIZSGÁLT SÓTÍPUSOK	SÓELEMZÉS EREDMÉNYEI	ÉRTÉKELÉS (ÉMISZ 340:1999 ÉS WTA)	GRAFIKON ( $\Sigma/Cl^-/SO_4^{2-}/NO_3^-$ )	KÉMHTÁS (pH)	KÉMHTÁS TARTOMÁNY
M1	30 cm	összes vízdoldható só	1,875	erősen sószennyezett		13,1	lúgos
		klorid anion	0,003	alacsony			
		szulfát anion	0,080	alacsony			
		nitrát anion	0,064	közepes			
M2	150 cm	összes vízdoldható só	0,972	sószennyezett		7,3	enyhén lúgos
		klorid anion	0,010	alacsony			
		szulfát anion	0,563	magas			
		nitrát anion	0,062	közepes			
M3	30 cm	összes vízdoldható só	0,782	sószennyezett		10,9	lúgos
		klorid anion	0,019	alacsony			
		szulfát anion	0,248	közepes			
		nitrát anion	0,061	közepes			
M5	150 cm	összes vízdoldható só	0,300	kissé sószennyezett		8,9	lúgos
		klorid anion	0,016	alacsony			
		szulfát anion	0,038	alacsony			
		nitrát anion	0,133	közepes			

A sótartalom vizsgálat eredményei alapján általánosan kijelenthető, hogy a falszerkezetek a vizsgált zónákban a kissé sószennyezettől az erősen sószennyezett kategóriáig besorolhatók. A nitrátion tartalom minden mintánál közepes, mely valamely általános szerves eredetű szennyeződésre utal. A sóátroló-felújító vakolatok tekintetében kizárólag az előkevert, WTA tanúsítvánnyal rendelkező felújító vakolatrendszerek alkalmazása javasolható.

#### 4. NEDVESSÉGVÉDELEM KIALAKÍTÁSA

Az épület alépítményi szerkezeteinek nedvességvédelme komplex feladat. Biztosítani kell a belső tér (lehetőség szerint a szerkezetek) utólagos szigetelését, illetve meg kell oldani a falszerkezetekben jelen levő és döntően a szigetelés elkészítése után is a falban maradó sók lekötését. Biztosítani kell továbbá a homlokzatok nedvességvédelmét olyan módon, hogy az esztétikai követelmények, elvárások ne sérüljenek.

##### 4.1. Vízszigetelési opciók

A talajszint feletti szerkezetek tekintetében a nedvességtartalom egyensúlyi állapotának alacsonyabb szinten történő stabilizálása kizárólag felújító vakolatokkal hosszú távon nem biztosítható, még olyan esetben sem, ha a vakolatok egyébként megfelelnek a WTA 2-9-04 (korábban 2-2-91-es) ajánlásnak. A felújítás során a funkcionalitás és a költséghatékonyság a kiemelt cél, olyan módon, hogy az épület arculatán, megjelenésén jelentős változás ne történjen. A felújítás során alkalmazott anyagok azonban nem lehetnek teljes egészében korhűk, hiszen az épület környezete (időjárás, talajvíz- és légköri viszonyok, stb.) az elmúlt időszakban igen jelentős mértékben megváltoztak, így e megváltozott követelményeknek megfelelő anyagok alkalmazása a célszerű.

A falszerkezetek utólagos vízszintes talajnedvesség elleni szigetelésének elkészítése a nedvesség- és sótartalom vizsgálatok alapján indokolt. A felszivárgó nedvesség elleni szigetelésre, azaz az épület vízszintes falszigetelésére – tekintettel a homogén falazati anyagra – résvágásos (falátvágásos) szigetelés készítenőd. Amennyiben vakolatok eltávolítása után úgy látható, hogy a résvágásos falszigetelés valamilyen műszaki ok miatt nem valósítható meg, vagy a kétoldali hozzáférés egyidejűleg nem biztosítható, a falszerkezetek utólagos talajnedvesség elleni vízszintes szigetelése elkészíthető nyomás alatti injektálással is.

A lábazati falszakasz nedvességvédelmét szigeteléssel vagy szellőztetéssel feltétlenül biztosítani kell. Felhívjuk a figyelmet, hogy az épület körüli térburkolatok kialakításánál hangsúlyt kell fektetni annak megakadályozására, hogy a csapadékvíz az épület alapjaihoz, falaihoz húzódhasson.

#### 4.2. Felszivárgó talajnedvesség elleni falszigetelés résvágásos technológiával

Résvágásos falszigetelés készítéséhez az ágyazó réteg megfelelő szilárdsága, vízszintes, teljes keresztmetszeten átmenő fugarendszer, valamint kétoldali hozzáférés biztosítása szükséges minimum 2 méter szélességben, illetve a jelenlegi vakolatok, lábazati burkolatok, stb. eltávolítása. A résvágásos vízszintes falszigetelés lépései az alábbiak:

1. *A falazat szakaszos elvágása 13 mm-es résmérettel*
2. *2 mm vastag HDPE műanyag védőlemez beépítése 6-10 cm átfedéssel*
3. *3,2 mm vastag SBS modifikált poliészterfátylas modifikált bitumenes szigetelőlemez (VALLI ZABBAN ELASTOFLEX P4 K) és 1 mm vastag HDPE műanyag védőlemez beépítése a szerkezetbe 6-10 cm átfedéssel, a belső (és igény szerint a külső oldalon) minimum 15-20 cm szélességben a bitumenes lemez túlnyújtásával a készülő talajnedvesség elleni padlószigetelés lángolvasztással történő csatlakoztathatóságának érdekében. (Amennyiben nem készül padlószigetelés a falszigetelés anyaga 2 mm vastag HDPE lemez.)*
4. *A falszerkezet nem visszanyerhető, nagy terhelhetőségű, 8,5 mm (11 mm) vastag üvegszál erősített műanyag ékekkel történő kiékelése a falvastagságnak megfelelő elrendezésben*
5. *A falazat réseinek gyorskötő cementtel történő lezárása*
6. *A rések feltöltése zsugorodáskompenzált, nagy teherbírású, réskitöltő cementhabarccsal 8-10 bar nyomáson*

#### 4.3. Felszivárgó talajnedvesség elleni falszigetelés injektálással

Amennyiben a résvágásos falszigetelés feltételei nem adóttak, a falszerkezet felszivárgó nedvesség elleni utólagos védelmét nyomás alatti injektálással javasoljuk kialakítani. Ahol az injektálandó zónában a vakolatok hiányoznak, vagy pedig rendkívül rossz állapotúak, a szigetelőanyag elfolyásának veszélye miatt az injektálást megelőzően a felületeken a vakolatokat ideiglenes jelleggel pótolni kell. A szigetelési eljárás leírása az alábbi:



1. *Injektáló furatok készítése két sorban, soron belül 25 cm furattávolság, 8 cm sortávolság alkalmazásával. Furatátmérő 20 mm. A furatokat úgy kell elkészíteni, hogy azok a falazat túlsó síkja előtt 8 cm-rel érjenek véget.*
2. *Injektáló furatok tisztítása, portalanítása sűrített levegővel, szerelhető fém pakkerek (pl. DESOI) elhelyezése*
3. *Injektáló furatok tisztítása, portalanítása sűrített levegővel, szerelhető fém pakkerek elhelyezése*
4. *Közepes nyomású injektálás sziloxán mikroemulzió koncentrátum (pl. WACKER SMK 550, MC OXAL HSL, stb.) felhasználásával visszanyerhető fém pakkereken keresztül. Anyagfelhasználás minimum 18-20 liter/m<sup>2</sup>, hígítási arány 1:9.*
5. *A nyomás lecsökkenése után a többször használható pakkerek eltávolítása*
6. *Furatok feltöltése speciális üregkitöltő habarccsal (pl. MC OXAL VP-IV)*

#### **4.4. Padlószerkezet talajnedvesség elleni szigetelése**

A teljes körű szigetelési rendszer kialakításához a jelenlegi padlószerkezet elbontása, és talajnedvesség elleni szigeteléssel ellátott, új padlószerkezet készítése javasolt. A vízszigetelés aljzatának kialakításakor figyelembe kell venni, hogy az ÉMSZ „Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei” című kiadvány alapján a talajnedvesség elleni szigeteléseknél minimum 6 cm vastag, C12 minőségű, simított, kiálló szemcséktől, kavicsfészkektől mentes beton aljzat szükséges.

1. *Jelenlegi padlóburkolat és aljzat eltávolítása, talaj kiemelése*
2. *Kapillaritást akadályozó kavicsréteg készítése*
3. *Simított, kiálló szemcséktől, kavicsfészkektől mentes beton aljzat kialakítása*
4. *Kiegyenlítő cementhabarcs lábazati sáv készítése a falak mentén a tervezett padlósíkgig, illetve 4 cm sugarú cementhabarcs hajlat kialakítása*
5. *Oldószeres bitumenmázás kellősítés (pl. BAUDER BURKOLIT V)*
6. *A talajnedvesség elleni padlószigetelés egy réteg, minimum 4,0 mm vastag poliészterfátyol (PV) hordozórétegű modifikált bitumenes vastaglemezzel készülhet (pl. BAUDER SCHWARTE PYE PV 200 S4) teljes felületű lángolvasztással, a padlóburkolati síkig felhajtvá*
7. *Mechanikai védőréteg (pl. lépésálló polisztirol hőszigetelés) elkészítése*
8. *Technológiai PE fólia terítés készítése*
9. *Aljzatbeton, illetve esztrich réteg elkészítése padlóburkolat alatt*
10. *Padlóburkolat elkészítése*

#### 4.5. Lábazat nedvességvédelme

Mivel tudomásunk szerint a lábazat a felújítás után is vakolt lesz, a lábazati zónában is felújító vakolatrendszert kell alkalmazni. A felújító vakolatok védelme érdekében lábazati szigetelésként az utólagos vízszintes falszigetelés síkjáig, de minimum a terepcsatlakozás felett 30 cm magasságig bevonat szigetelést javasolunk elkészíteni.

A málló fugák kivésése, valamint a felülettisztítás után a fugák kitöltése (ún. smírolása) szükséges szulfátálló előkevert réskitöltő habarccsal (pl. MC OXAL SPM), majd cementbázisú bevonatszigetelés felhordása portalanított felületre minimum 2 mm száraz rétegvastagságban (pl. MC OXAL DS-HS). A bevonatszigetelés mechanikai védelmét a később részletezett felújító vakolatrendszer biztosítja.

### 5. VAKOLATOK FELÚJÍTÁSA

Az épület sótól és nedvességtől károsodott vakolatainak felújítását speciális anyagokkal kell elkészíteni. A vakolatrétegek a nedvességvédelmi rendszer részét képezik, az utólagos szigeteléssel párhuzamosan tervezendők meg.

#### 5.1. A felújító vakolatok szerepe

Szigeteletlen, vagy működképes vízszigeteléssel nem rendelkező épületszerkezetek esetén amennyiben a szerkezeteket a talaj felől tartós vízterhelés éri, a felszívódó nedvességgel együtt a talajban levő, vízoldható sók ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  és  $\text{NO}_3^-$ ) is a szerkezetbe jutnak. A szerkezeten belüli eltérő nedvességtartalom miatt a nedvesség a kisebb ellenállás irányába – a felület felé – vándorol, ahol elpárolog. A nedvesség távozásával a só kristályosodik, amely folyamat mivel jelentős térfogatnövekedéssel jár, károsítja a szerkezetek felületeit (leggyakrabban a vakolatokat és festékeket).

Amennyiben a környezet relatív páratartalma nagy, a víz elpárolgása csak a felületen történik meg, így a kristályosodás felületi kivirágzás formájában jelentkezik. Alacsony környezeti páratartalom, intenzív szellőztetés következtében a kristályosodás még a vakolat belsejében bekövetkezik, a falazat és a vakolat között, vagy a vakolat és a simítás között. A kristályosodás következtében a felületi rétegek károsodnak.

A felújító vakolatok szerepe a nedvesség elpárologtatása mellett a sók tárolása, mechanikai ellenálló képesség a különféle vegyi hatásoknak. A vakolatrendszerek tekintetében fontos kritériumként szokott szerepelni, hogy elégítse ki a WTA 2-9-04/D (német, műemléki irányelveket kidolgozó kutatócsoport) irányelveket.

Felhívjuk a figyelmet, hogy nedves környezetben az utóduzzadás miatt a szerelvényezésnél kerülendő gipszbázisú anyagok alkalmazása, helyette gyorskötő cement alkalmazandó. A simítóvakolati réteg abban az esetben maradhat el, ha belső falfelületre csempeburkolat kerül, de ebben az esetben a vakolás magasságát úgy kell megválasztani, hogy az a csempeburkolat felső síkja fölé takarjon minimum fél méterrel.

A sók károkozása kettős; a kristályosodási nyomáson túl a hidratációs nyomás is roncsolja vakolatokat és a felületképzéseket.

A falazatok száradása során a híg sóoldatból a víz elpárolog és az oldott sók kikristályosodnak, amely jelentős térfogat növekedéssel jár. Ez a duzzadás a sók kristályosodási nyomásában nyilvánul meg és roncsolja a kötő- és falazó anyagot. A kristályosodási nyomás egyebek között függ az uralkodó hőmérséklettől és a sóoldat túltelítettség fokától. A legfontosabb épületkárosító sók kristályosodási nyomásértékeit a következő táblázat mutatja.

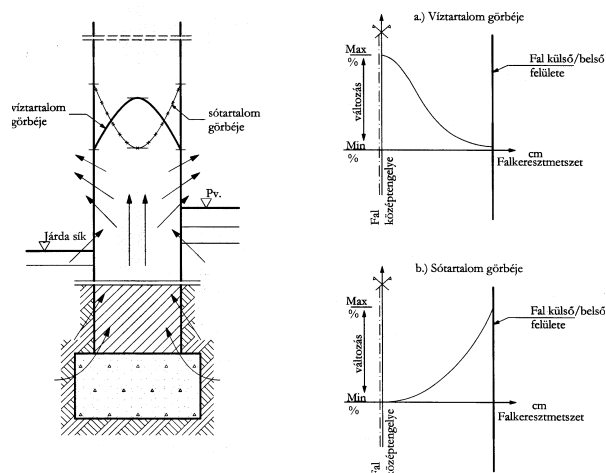
A só képlete	Móltérfogat	Kristályosodási nyomás (N/mm <sup>2</sup> )			
		C/CS = 2		C/CS = 10	
		0°C	+50°C	0°C	+50°C
CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	46	33,5	39,8	112,0	132,5
CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	55	28,5	33,4	93,8	111,0
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	147	10,5	12,5	35,0	41,5
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	130	11,8	14,1	39,5	49,5
MgSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	57	27,2	32,4	91,0	107,9
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	220	7,2	8,3	23,4	27,7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	53	29,2	34,5	97,0	115,0
NaCl	28	55,4	65,4	184,5	219,0
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 10H <sub>2</sub> O	199	7,8	9,2	25,9	30,8
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O	154	10,0	11,9	33,4	36,5
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 1H <sub>2</sub> O	55	28,0	33,3	93,5	110,9

A sók kristályosodási nyomását a következő egyenlettel lehet kiszámítani:

$$p_k = \frac{RT}{V_M} \ln\left(\frac{C}{CS}\right),$$

ahol  $P_k$  = a kristályosodási nyomás (N/mm<sup>2</sup>),  $R$  = az egyetemes gázállandó,  $T$  = hőmérséklet (°K),  $V_M$  = a kristályos só móltérfogata (1),  $C$  = túltelített oldat koncentrációja,  $CS$  = telített oldat koncentrációja

A számított kristályosodási nyomásértékek nagysága még az alacsonyabb hőmérséklettartományban is nagyságrendekkel túllépi a falazó- és kötőanyag húzószilárdságát. Ezért érthető, hogy nagyobb koncentráció esetén a kristályosodó sók lefedik a vakolatot vagy burkolatot. Tehát a szigetelési tervben kiemelt figyelmet kell szentelni a só elleni védelemnek.



A falazatok általános kapillaris vízfelszívásból származó nedvesség- és sótartalom görbéje

A falban és a falfelületen előforduló sók a gőzfázisban lévő vizet megkötik, higroszkopikus tulajdonságuk folytán egyrészt a fal egyensúlyi víztartalmát növelik, másrészt a sók kristályvíz felvétele közben duzzadnak és okoznak jelentős épületkárokat. Különösen súlyos problémát okoznak a nitrátok és a kloridok, mert kémiai természetükből fakadóan sok vizet képesek megkötni. Az építőanyagokra különösen azok a sók veszélyesek, amelyek viszonylag alacsony hőmérséklettartományban képesek nedvesség leadására és felvételére. Fontos az is, hogy a sókeverékek hidratációs átalakulási hőmérséklete jóval alacsonyabb, mint a tiszta, egynemű sóké.

1. Ki-kristályosodási nyomás: 2-szeresen túltelített oldatból +20°C kikristályosodáskor	
$\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$	29,3 N/mm <sup>2</sup>
$\text{MgSO}_4 \times 6 \text{H}_2\text{O}$	12,7 N/mm <sup>2</sup>
$\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	11,4 N/mm <sup>2</sup>
2. Hidratációs (vízfelvételi) nyomás: 1 mól hidratvíz felvétel +20°C-on, 80% relatív páratartalmú légtérből	
$\text{MgSO}_4 \times 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$	8,2 N/mm <sup>2</sup>
Falazóanyagok húzószilárdsága:	
• cementes mészkövel	0,1 - 0,2 N/mm <sup>2</sup>
• tömör falazótégla	0,5 - 1,0 N/mm <sup>2</sup>
• durva mészkő	0,8 - 2,0 N/mm <sup>2</sup>
• teherhordó betonfal	1,0 - 3,0 N/mm <sup>2</sup>

*A kristályosodási és a hidratációs nyomások összehasonlítása az átlagos építőanyagok húzószilárdságával*

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.

## 5.2. Javaslat felújító vakolat készítésére

Az épület homlokzatán, illetve a belső oldalon a falazatok alsó, nedvességtől és sótól terhelt zónájában, valamint egyéb helyeken (pl. leázásoknál) a látható károsodásokon túl mintegy 50-70 cm-rel javasoljuk WTA tanúsítványú felújító vakolatrendszer (pl. BAUMIT SANOVA) elkészítését. A pontos rendszerfelépítésben a vakolatfelújítási javaslat alapul vehető, az alábbi kiegészítésekkel:

1. Nagyobb sószennyezettségű, lábazat feletti falszakaszokon a BAUMIT SANOVA EGYRÉTEGŰ TRASSZ VAKOLAT helyett a BAUMIT SANOWA W VAKOLAT alkalmazása célszerű BAUMIT SANOVA ELŐFRÖCSKÖLŐ alkalmazása után, hasonlóan a lábazathoz.
2. A lábazat feletti homlokzati falszakasznál esztétikai megfontolásból BAUMIT SANOVA VAKOLAT F simítóvakolat réteg alkalmazása javasolt 3-4 mm vastagságban.

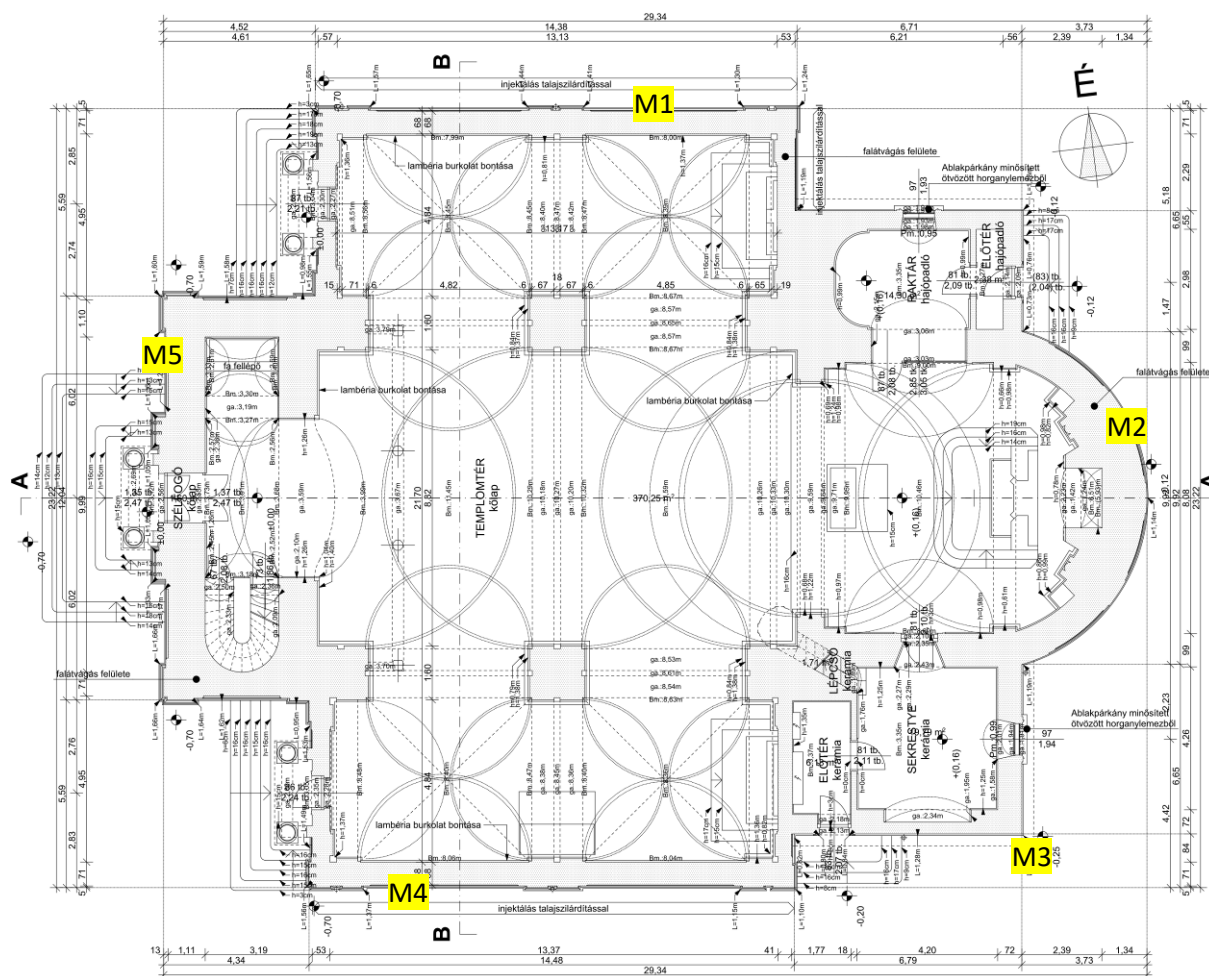


## 6. PASSZÍV NEDVESSÉGVÉDELEM

A fenti javaslatokon túl a szerkezeteket mentesíteni kell azoktól a hatásoktól, amelyek lokális nedvességforrásként többlet vízterhelést okoznak. A térburkolatokat, járdákat olyan módon kell kialakítani, hogy a csapadékvíz lábazati falszakasztól való távoltartásának elve megvalósuljon.

## 7. MELLÉKLETEK

### 7.1. Mintavételi helyek



Földszinti alaprajz  
a mintavételi helyekkel

## 7.2. Sótartalom vizsgálat laboratóriumi adatlapja

**Boborné Harmath Ágnes**

okl. vegyészmérnök  
környezetvédelmi szakmérnök

Budapest, 2018. január 26.  
Tsz: 2018/5

### VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV\*

<b>Megbízó neve és címe:</b>	DER Építő és Szigetelő Kft.
<b>Megbízó témafelelőse:</b>	Koza András
<b>Minta származási helye/típusa:</b>	Kenderes, Szent István út 29. római katolikus templom / furat
<b>Mintavétel ideje/minta beérkezése:</b>	2018. 01. 23. / 2018. 01. 23.
<b>Vizsgálati módszerek:</b>	
pH	MSZ 448-22:1985
Összes sótartalom	MI-04-320:1992
Sóösszetétel	MI-04-88-5:1982

\* **Megjegyzés:** jelen vizsgálati jegyzőkönyv 2 számozott oldalt tartalmaz.

1/2 oldal

DER Építő és Szigetelő Kft.  
H-5900 Orosháza  
Vásárhelyi út 79.  
telefon: +36-68-411-713

e-mail: [info@derepito.hu](mailto:info@derepito.hu)  
[www.derepito.hu](http://www.derepito.hu)  


- utólagos vízszigetelés
- altalaj stabilizálás
- adalékszer gyártás
- szakvélemény készítés

Társaságunk az ÉMSZ  
Épületszigetelők, Tetőfedők  
és Bádigosok Magyarországi  
Szövetségének tagja

**Boborné Harmath Ágnes**

okl. vegyészmérnök  
 környezetvédelmi szakmérnök

Budapest, 2018. január 26.  
 Tsz: 2018/5

### FURATMINTÁK SÓTARTALMÁNAK, ÉS pH-JÁNAK VIZSGÁLATA

**Minta származási helye:** Kenderes, Szent István út 29. római katolikus templom  
**Vizsgálat időpontja:** 2018. 01. 23 - 26.

Minta jele	pH	Összes sótartalom mg/kg	Vizoldható mg/kg		
			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
M1 / 30	13,1	18750	30	800	640
M2 / 150	7,3	9720	100	5630	620
M3 / 30	10,9	7820	190	2480	610
M5 / 150	8,9	3000	160	380	1330

( Boborné Harmath Ágnes )  
 környezetvédelmi szakértő

\* Megjegyzés: jelen vizsgálati jegyzőkönyv 2 számozott oldalt tartalmaz.

2/2 oldal