



A töki templomrom felmérése épületkutatás és mérnökgeológia ötvöztetésével



Készítette: Kósa Zsuzsanna

Konzulens: Dr. Török Ákos
egyetemi tanár, Geotechnikai és Mérnökgeológia Tanszék

Dr. Krähling János
egyetemi docens, Építészettörténelmi és Műemléki Tanszék

Tudományos Diákköri Konferencia 2017.

TARTALOMJEGYZÉK:

1. ABSZTRAKT:	4
2. BEVEZETÉS	5
KÖZÉPKORI FALAZOTT SZERKEZETEK RÉSZLETEI ÉS FELMÉRÉSI LEHETŐSÉGEI	5
AZ ÉPÜLETKUTATÁS	7
3. A TEMPLOMROM TÖRTÉNETE ÉS KORÁBBI KUTATÁSI HÁTTERE	8
4. A ROM MAI ÁLLAPOTÁNAK LEÍRÁSA ÉS FELMÉRÉSE	11
KŐZET TÍPUSOK ÉS HABARCSOK LEÍRÁSA	12
FALSZAKASZ ÁLLAPOTÁNAK FELTÉRKÉPEZÉSE.....	17
NEDVESSÉGMÉRÉS ÉS A FALAZATRÉSZEK NEDVESSÉG SZERINTI CSOPORTOSÍTÁS	24
5. ÖSSZEFOGLALÁS	27
6. IRODALOM	28
7. KÉP ÉS ÁBRAJEGYZÉK	30

1. ABSZTRAKT:

Tök település külterületén található árpád-kori templomrom épületkutatása építéstörténeti áttekintése és az egyes építési és felújítási fázisok azonosítása képezi a kutatás fő témaköreit. Az épületfelmérés az építészettörténet, szerkezzettörténet és mérnökgeológia tudományok együttes alkalmazásával készült. A kutatás a jelen állapotot dokumentálja, valamint áttekinti a korszak építéstechnológiáját is. A felmérés a levéltári és régészeti feltárások felderítésétől a mérnökgeológiai szoftveres térképezésig terjed ki és ennek alapján ad egy komplexebb képet egy valaha épp, jelenleg romként funkcionáló templom állapotáról.

A műemlékelemzésen belül a templomrom kőzet és habarcs anyagának összetételét és állapot elemzését is elvégeztem. Ezen mérnökgeológiai eszközök felhasználásával a dolgozat keretén belül lehetőség nyílt az anyagvizsgálatok szerepének bemutatására.

A kutatás szempontjából egyik fő csapásvonal az épületszerkezet és építési mód megismerése a korra vonatkozó tudományos írásos munkák és a szerkezeten szemrevételezhető jelek, formák és textúrák alapján.

Ez a módszer kiegészül a templom falazatait alkotó habarcs és kőzetanyag vizsgálatával, mely az építési fázisokra és korokra adnak kitekintést. A rom írásos és régészeti feltárt múltjából kevés adat áll jelenleg rendelkezésre, így az állapot feltárásában a falakat alkotó kőzetek tanulmányozása, a habarcsok korának meghatározása elengedhetetlen.

Az egész épület jelenkori állapotfelvételéhez hozzátartozik a 3D-s képalkotással rögzített dokumentáció. Az ilyen típusú felmérésre ma már rengeteg technológiai újítás létezik, hála a fotogeometria és a digitális képalkotás fejlődésének. Az általam alkalmazott program egy fotogeometriát alapul vevő program, amely alkalmas a különböző felületek leképzésére és a bevitt képi adatok alapján a felület állapotának kiértékelésére.

Összegezve a tanulmány célja egy olyan kőzettani és habarcs vizsgálatokat és 3D-s felmérést tartalmazó kutatási módszertan bemutatása, mely támogatja, a műemléképületek felújításának tervezését és segíti a ma is jelentős számban jelenlévő árpád kori és középkori romok falkutatási munkáját, rekonstrukcióit és a szerkezeti állapot megismerését.

2. BEVEZETÉS

Hazánkban a védelem alatt álló romok száma közel háromszáz a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal (KÖH) által nyilvántartott műemlékadatbázis alapján. Romjaink nagyobb részét szakrális épületek és építmények teszik ki, ez 117 darab összesen.¹ Az egyéb védelem, vagy helyi védettség alatt álló romok főleg borospincék, régi malmok, vagy egyéb régészeti emlékek, mint például várfal részletek. A funkciójuk mellett az anyag felhasználás, az építés, átépítés és lepusztulás módja is igen nagy szórást mutat. Történeti korbesorolás, az épületek egykori alaprajzaiban és építés módozatok alapján alkalmazhatóak csoportosítások és kategorizálások, de szerkezetileg nehezen vonható párhuzam az egyes rom jellegű műemlékek között, mindegyik egyedi eset, különböző hatások érték az évek során és, mint ilyen mindegyik külön diagnosztikát, épület kutatást és állapot leírást igényel.

A dolgozat keretein belül főleg a kissé vagy egyáltalán nem megmunkált, vegyes kövekből habarcskötéssel épült falazatok sajátosságaival igyekeztem foglalkozni. A választott templomrom erősen lepusztult állapotú, emellett kevés írásos és tárgyi emlék áll rendelkezésre eredetét és az idők során készült beavatkozásokat illetően.

Ezek összességében arra sarkaltak, hogy olyan vizsgálatokból álló kutatási rendszert vigyek végig, mely ötvözi az általam már megismert mérnökgeológiai műemlék vizsgálati módszereket és a műemlékek feltárásával és értelmezésével foglalkozó épületkutatási eszmerendszert.

KÖZÉPKORI FALAZOTT SZERKEZETEK RÉSZLETEI ÉS FELMÉRÉSI LEHETŐSÉGEI

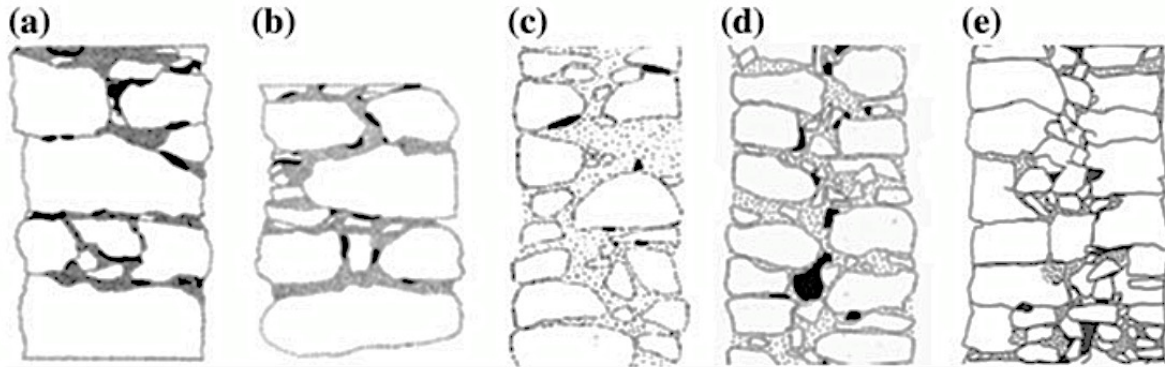
A történelmi épületek falazatai igen vegyes képet mutatnak az anyag felhasználás, az építési mód és az épület funkciójának függvényében. A falazatok építésének és anyag felhasználásának módjai az évszádok és évezredek alatt folyamatosan fejlődtek. A falazatra, mint olyanra inhomogén szerkezetként tekintünk a téglá vagy kőzet (vagy kőzetek) és az elemek kapcsolatait biztosító habarcsok eltérő mechanikai és fizikai tulajdonságai miatt. A falazat elemei állhatnak téglából, faragott vagy megmunkálatlan kövekből és ezek keverékéből is.²

Mivel a vizsgált szerkezet vegyes, megmunkált és hasított kőzetekből áll ezért a továbbiakban csak ezzel a típussal foglalkoztam áthatóbban.

¹ Kulturális Örökségvédelmi Hivatal (KÖH) által nyilvántartott műemlékadatbázis kivonata

² Bulit Heritage: Monitoring, Conservation, Managment (2015, Swizerland) 129-138. o.

A különböző in-situ diagnosztikai módszerek alkalmasak a falazat mechanikai és fizikai tulajdonságainak feltárására és ezzel a felmerülő tervezési és konzerválási feladatok támogatására. Az alkotó kőzetek és habarcsok vizsgálatára ma már számos eljárás áll rendelkezésre. A felmérés kezdetén fontos a falazat mintázatának rögzítése, ez a későbbi adatok rögzítését is megkönnyíti, az épületkutatásnak is fontos része.



› 1. ábra: példák kőfalazatok keresztmetszeteire. a) egy keresztmetszetben 1 réteg megy végig b) két réteg, jól átlapolva egymáson c) két réteg, kisebb átfedésben d) két réteg és nincs köztük átfedés e) három vagy több réteg egy keresztmetszetben egymás mellett. (Bulit Heritage: Monitoring, Conservation, Managment 132.o)

A falazatot alkotó kőzetek és habarcsok vizsgálatánál a szemrevételezést követően is érdemes olyan kutatási módszereket alkalmazni, melyek roncsolásmentesek, így nem követünk el visszafordíthatatlan beavatkozásokat, és nem károsítjuk tovább a már egyébként is gyengült elemeket.

A falazatban lévő kövek és habarcsok analizálhatja a falazat alkotó elemeinek és magának a szerkezetnek az állapotát. A vizsgálatok eredményei meghatározzák a lepusztultság mértékét a szerkezeten, valamint segítségül szolgálnak a megfelelő a restauráció, helyreállítás vagy prevenciók folyamatok megtervezéséhez. A falazatban lévő anyagok vizsgálata két részre osztható: a fizikai tulajdonságok és a kémiai/ásványtani összetétel meghatározására. A vizsgált kőzetek fizikai tulajdonságai a forma, szín leírásától, a felület tulajdonságain, víz felvételén és áteresztő képességén keresztül, a szilárdsági adottságokig terjedhet. Az anyagi és ásványi összetétel meghatározására is különböző megközelítési módok szerint vizsgálható.³

A vizsgálatok célkitűzése általában az anyagok azonosítása, a szerkezeti elemek állapotának meghatározása és a létrejött elváltozások, átalakulások (mállás, erősebb fizikai behatások, időjárásnak való kitettség és ezek kombinációi) megfigyelése.

³ Ákos Török: In situ methods of testing stone monuments and the application of nondestructive physical properties testing in masonry diagnosis (2009)

AZ ÉPÜLETKUTATÁS

A mérnökgeológiai és anyagtan in situ falazóelem vizsgálatok kiértékelésére és a templomról tágabb értelmezésére fontosnak és alkalmasnak tartottam az épületkutatás – building archeology, Bauforschung – módszerét részben felhasználni és szempontrendszerét számba venni. A Építészettörténeti Tanszékhez köthető tudományos értekezések is fejtegetik és idézik az épületkutatás módszerét: „Bauforschung az építészettörténeti kutatás egyik sajátos kutatási módszere, amelynek tárgya az épület története a lehető legtágabb értelemben, a művészettörténet és a régészet korszak behatárolása nélkül.”⁴ Az épületkutatás a roncsolásmentes vizsgálatok szemrevételezését magasabb szintre emeli és inkább már tudományos dokumentációt állít össze, melyben alapvető megválaszolnádó kérdéseket teszünk fel és célkitűzésként ezekre keressük a választ. Az alapvető kérdések: a.) telektörténet; b.) építéstörténet; c.) tulajdonos történet.⁵ A dokumentálás során minden külsődleges (formai, felületi, színezési stb.) és belső (szerkezeti, anyaghasználatbéli, szerkesztési, funkcionális stb.) tulajdonsága lehetőség szerint hiánytalanul felismerendő, értelmezendő és rögzítendő.⁶

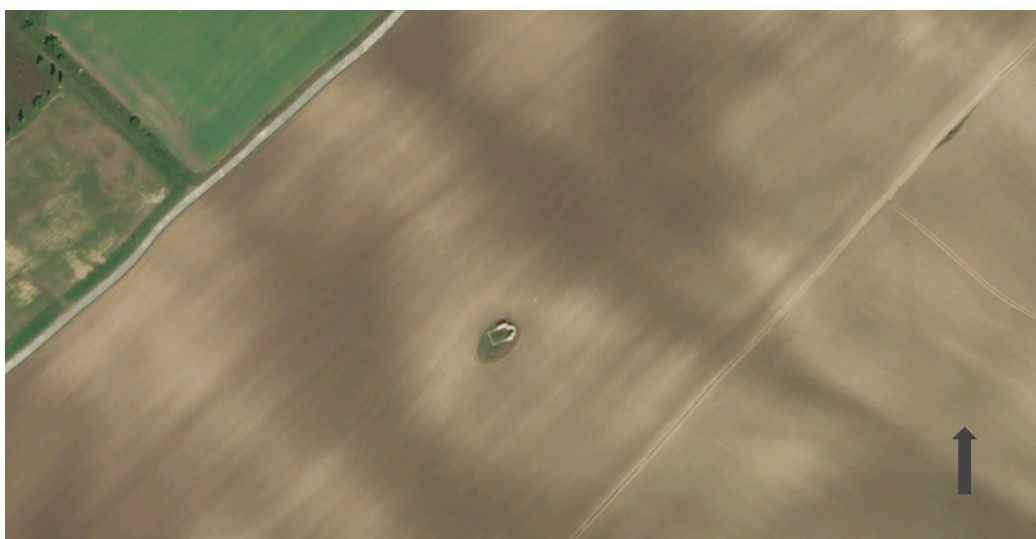
⁴ Krähling et al op. cit. p. 7. az eredeti idézet forrása Manfred Schuller; Bauforschung in Der Dom zu Regensburg. Ausgrabung, Restaurierung, Forschung Vlg. Schnell und Steiner, München-Zürich 1990 (3. kiadás) p. 168. (Schuller 1990.)

⁵ Mezős Tamás: Épületkutatás - Bauforschung - Building Archeology - Archéologie du Bâti MŰEMLÉKVÉDELEM 52:(6) pp. 376-388. (2008)

⁶ A fertődi marionettszínház új értelmezése – az épületkutatás („Bauforschung”) és alakhű felmérés, mint kutatási módszer alkalmazásával (Krähling J., Halmos B., Fekete J.Cs.)

3. A TEMPLOMROM TÖRTÉNETE ÉS KORÁBBI KUTATÁSI HÁTTERE

Kutatásom tárgyául a Tök községtől ÉK-re kb. 2 km-re található régi kis templom romját választottam. A védelem alatt álló műemlékről nagyon kevés történelmi feljegyzés áll rendelkezésre. A templom építésének korát a település krónikákban való említése alapján datálják és valószínűsíthetőleg a település elődjét jelentő falu plébániatemploma volt.⁷ A források és a feljegyzések a templom keletkezési korát, nem teljes meggyőződéssel, de a 13. századra teszik.⁸



› 2. ábra: A templom elhelyezkedése, északi tájolással (google earth 2016.)

A romot először Arányi János 1874-ben, később Foerk Ernő mérte fel, majd 2000-ben Fülöp András vezetésével készítettek újabb régészeti feltárást. A romról készült legutóbbi felmérését a Műemlékvédelmi Szemle 2001-es száma és Tök település 2015-ben készült helytörténeti füzeté említi.

Tekintve alaptervét, a lehető legegyszerűbb osztatlan, hossznegyszögös hajójú, famennyezettel fedett, melyhez K-en félkörrel végzett apszis csatlakozik.

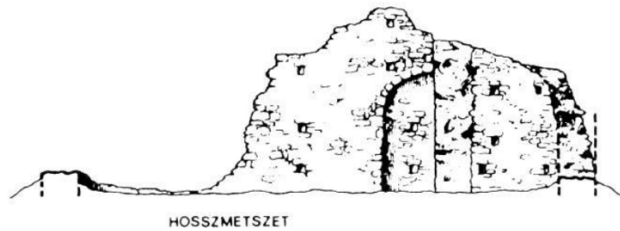
Foerk Ernő felmérése alapján a hajó belső alapterülete 9,5 x 6,1 m-es, a félkör alakú szentély belvilága pedig 2,3-3-3 m. Külső mérete kb. 14x8 m. Alaprajza alapján a román kori falusi templomok sorába tartozik.⁹

⁷ Jelentés a töki templomrom régészeti kutatásából.

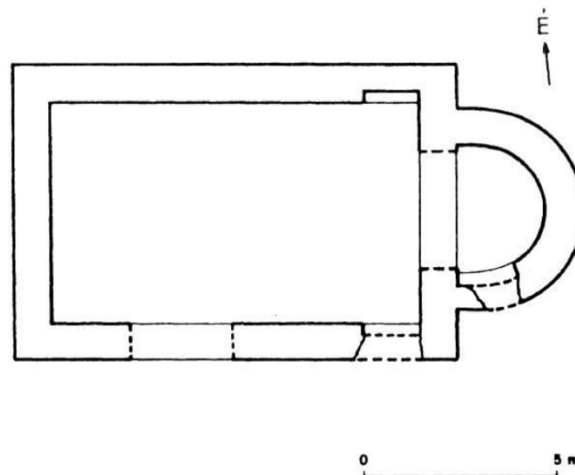
⁸ Oszlopokat emeltünk, hogy beszéljek a múltat, A millenniumi műemlékhelyreállítások lexikona (Budapest, 2000) 253-253. o

⁹ Tari Edit: Pest megye középkori templomai

Már a korábbi gyűjtésekben és régészeti feltárásokban (Foerk, Pest megye műemlékei) is jellemző az állapotleírásra, hogy a templom homlokzata teljesen lepusztult, oldalfalai 5-6 m magasságban részben állnak, a félköríves szentély középső részén a falazat részben leomlott. Külső felülete válogatott kövekből falazott, a sarkokon szépen faragott kváderekkel. A templom falmagja vegyes kőfalazat, több az építésből származó, négyzetes gerendalyukkal.¹⁰



› 3. ábra: A templom hosszmetsete – Foerk Ernő által készített felmérés (MRT 7. kötet 1986. 38. kép után)



› 4. ábra: A templom alaprajza – Foerk Ernő által készített felmérés (MRT 7. kötet 1986. 38. kép után), a rajzon az észak jel hibásan szerepel, ez a műholdas kép alapján ma már pontosabban meghatározható.

A templomrom újabb feltárását a 2000-es évek elején ismét elvégezték. Ekkor igyekeztek meghatározni a templom egykori járószintjét, és az ásatások során feltárt elemekből a lehető legtöbbet visszaállítani. Az elvégzett kutatás során előkerült egy mészhabarcba rakott kövekből álló alapozás, a diadalívek északi és déli pilléreinek kváderkövei, a szentélyben feltételezhetően a főoltár alapozása. A templom bejáratát a déli oldalra teszik, mivel a kapu helye egy kiomlás formájában jelentkezett, a falazat belső síkjában a kávánál falfészek vélhető nyomait tárták fel.

¹⁰ Pest megye műemlékei II.

A templom kutatását 2000-ben helyreállítás követte, így az eddig kiomlott déli falszakaszrészt az északi falszakaszon lévő íves fülke mintájára visszafalazták és mellékoltárt állítottak, melynek méreteit a köveken található csorbázatok alapján határozták meg.¹¹

Az elkészült régészeti feltárások és a fellelhető dokumentációk főleg a templom geometriájával, tájolásával és eredetével foglalkoznak. A falazat szerkezeti összetételéről, a falakat alkotó kőzetek és habarcsokat a korábbi leírások elenyésző részben vagy egyáltalán nem említik. Rövid szemrevételezés után is szembetűnő, hogy az elvégzett felújítások, kő és habarcs pótlások során nem minden esetben megfelelő anyagokat felhasználva kerültek kivitelezésre.



› 5. ábra: a templomrom feltételezett rekonstrukciós rajza (digitális könyvtár, Tök, 2014.)

¹¹ Mentényi Klára szerk.: Műemlékvédelmi Szemle 2001 szám Az Országos Műemléki Felügyelőség tájékoztatója (Budapest, 2001) 258-259.o.

4. A ROM MAI ÁLLAPOTÁNAK LEÍRÁSA ÉS FELMÉRÉSE

Jelenleg a rom falai a 2000-ben történt részleges helyreállítás állapotát tükrözik. A D-i oldalán lévő falszakasz régebbi fotókon (1958, 1991) is leomlott állapotú, a jelenlegi állapotában 6 m magasságig vissza lett falazva ez a falszakasz egészen a beugró, feltételezett mellékoltárig. Szentély falazat középső része is kevésbé leomlott állapotú már, de itt csak kisebb magasságig lettek visszaépítve a kihullott falazóelemek.



› 6. ábra: a templom elhelyezkedése a kisebb fennsíkon, ÉNy-i irányból fényképezve

A templom szentélye keleti irányba néz kissé elforgatott állapotban. Az észak, északnyugat felé eső falak külső oldala kevésbé leromlott állapotú, az időjárás és a kis mennyiségű napsugárzás miatt vastag zuzmós mohás réteg alakult ki ezen és a szentély észak felé eső fal részén. Ez a falszakasz kevésbé leromlott állapotú a dél és délnyugat felé eső külső falrészekhez képest. A szentéllyel szemben lévő főfal teljesen lepusztult, csak alaprajzi szinten van meg a fal lábazati része, a kiomlott kődarabok ezen a részen lettek összegyűjtve. Ahogy a műemléki szemle is írja a déli falhoz tartozó mellékoltár íves része újra van falazva és egy kő oltár is elhelyezésre került. A kőoltár és a szintén ezen a falszakaszon újra falazott sarkok kőanyag szabályos kváderkövekből áll. A szentélyhez egy lépcsővel emelkedik a terep, melynek járósíntje kövekkel kirakott, egyébként az egész járósínt fűvel borított és a külső terepszínttel megegyező. A területet tavasszal szántás, majd nyáron és ősszel a betakarításáig kukorica veszi körül. A műtrágyázás és a földművelés hatása nem jelentkezik a falazatokon károsodás formájában, inkább a szél és az eső erodáló hatása.

A rom leromlott állapota ellenére a falakon repedések nem láthatóak, így a lokális kőzetekben lévő tagoltságokon kívül más, a fal folytonosságát megszakító tagoló falfelület nincs. Ez nagyban javítja a falazat szilárdságát.



› 7. ábra: képek a templomrom 2017-es állapotáról. Fent bal: az északi fal szakasz, fent jobb: a déli falszakasz maradványai és az északi falszakasz belső oldala, lent bal: a részben kiemelt szentély külső oldala, lent jobbra: a rom képe nyugati irányból.

KŐZET TÍPUSOK ÉS HABARCSOK LEÍRÁSA

Az műemlék jellegzetes vonásait, a faragások, freskók és egyéb díszítések hiányában az alkotó kőzetek felületi és fizikai tulajdonságai adják jelenleg és ezért a megfelelő leírásához ezek alapos körüljárására és elemzésére fektettem a hangsúlyt. A falazatban az elkészült 3D modellek és a helyszíni bejárások alkalmával csoportosításra kerültek a felhasznált különböző kőzet és habarcs típusok. Ezeknek egy részéről megállapítható, hogy eredeti, vagy egy újabb rekonstrukció részeként került a falazatba. A helyszíni feltárások során a különböző kőzet és habarcs típusok elkülönítésre kerültek. A templom nagyobb részét különböző összetételű és ezáltal eltérő fizikai tulajdonságú durva mészkövek, forrásvízi mészkövek, homokkő és helyenként breccsa alkotja. A rom egy újra falazása alkalmával elenyésző mennyiségű kis amorf tégladarabok is a falazatba kerültek, valamint a déli fal újra falazásának helyén egy műkő darab is a falszerkezetbe került. A különböző méretű köveket összekötő habarcsok is több szekcióra oszthatók, ez összefüggésben van azzal, hogy mikor és milyen céllal kerültek beépítésre.

A FŐBB KŐZETTÍPUSOK

Durva mészkő

Ez a kőzet alkotja a műemlék falzatának a legnagyobb részét, a kőelemek több, mint 90%-át. A kőzet jól ismert, és régóta használt, hiszen már a rómaiak is felhasználták építő- és díszítőköként. Ennek a Miocén korban keletkezett erősen porózus mészkőnek több változatát is sikerült azonosítani a templomromnál:

Erősen cementált forrásvízi mészkőre emlékeztető változat, amely helyenként csigákat (kőbeleket) tartalmaz. Sárgásfehér színű nagy szilárdságú, erősen tömött változatnak tekinthető (8. ábra, 1. kép).

Középszemű, aprószemű durva mészkő, amelyben a karbonátos szemcsék mellett *kvarc homok* is megjelenik. Felülete kissé érdes lehet, látható nagyobb méretű ősmaradványokat nem tartalmaz (8. ábra, 2. kép).

Középszemű ősmaradványdús durva mészkő, amelyben tömegesen megjelennek az apró méretű (néhány mm-es) héjtöredékek. Kevés homok szemcse is felismerhető benne (8. ábra, 3. kép).

Kagylóhéjtöredékes, apró kavicsos durva mészkő. Ebben a kőzetváltozatban tömegesen megjelennek az épebb akár centiméteres nagyságot is elérő kagylóhéjak és csigák lenyomatai. A héjak nem őrződtek meg, hanem kioldódtak így helyükön pórusok találhatóak (8. ábra, 5. kép).

Ooidos durva mészkő. Középszemű jól osztályozott lekerekített tized mm-es szemcséket (ooidokat) tartalmazó mészkő, melynek apró pórusai vannak (8. ábra, 6. kép). A mállás hatására, fagyhatásra, jellegzetes szemcse kipergést mutat.

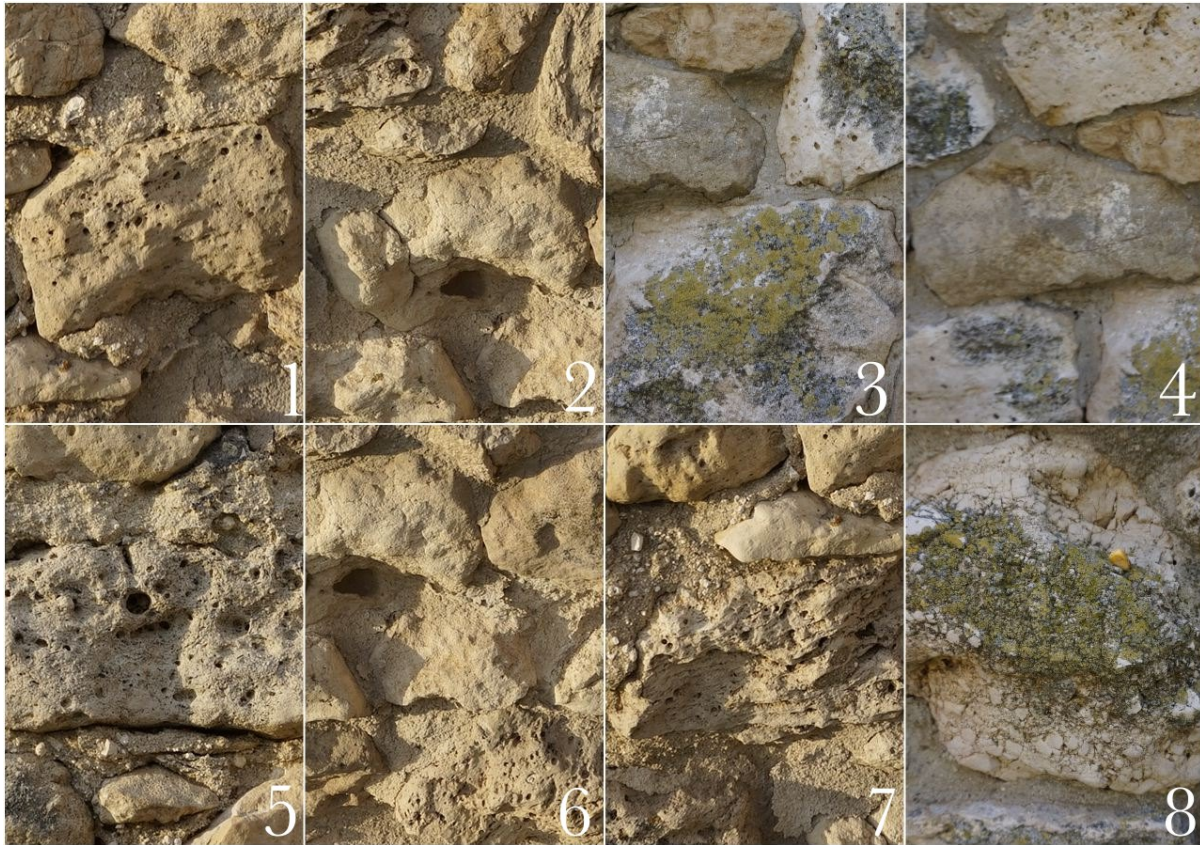
Keresztrétegzett durva mészkő. Egy olyan kőzetváltozat, amelyben megőrződtek az üledékképződéskor kialakult belső szerkezetek (keresztrétegzés, keresztlamináció). A laminációt jól jelzik az irányítottan elhelyezkedő csiga lenyomatok is (8. ábra, 7. kép).

Homokkő

Homokkő, durva szemű homokkő. Ennek a törmelékeny üledékes kőzetnek a fin om és középszemű szürke, helyenként barnás változata fordul elő a falzatban. Csak néhány homokkő kőelem látható, a fal túlnyomó többsége durva mészkőből készült (8. ábra, 4. kép).

Tömött mészkő

Dachsteini mészkő. Ennek a fehér, fakó fehér szilánkos törésű erősen cementált, pórusmentes tömött mészkőnek a falban csak néhány darabja található meg. A jellegzetes színéről és megjelenési módjáról az előforduló darabok egyértelműen a tömött mészkő késő triász változata az ún. Dachsteini mészkőként azonosíthatók (8. ábra, 8. kép).



› 8. ábra: elkülönített kőzet típusok: 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csiga tartalommal, 2. homoktartalmú durva mészkő, 3. Meszesebb homoktartalmú durva mészkő héjtörédes ősmaradvány darabkákkal, 4. Homokkő- durva homokkő, 5. Aprókavicsos, ősmaradványos durva mészkő, 6. Apró, jól osztályozott oidos durva mészkő, 7. Laminált durva mészkő csigákkal, 8. Repedezett triász, dachsteini mészkő

Az ábrán látható kőzeteken kívül még alkalmazásra kerültek egyéb változatok, ezeket az 1-es és 2-es típushoz soroltam a csoportosítás során, összetételük kismértékben tér el a feltüntetett típustól. A belső térben kialakított kőpótlások (a mellék oltár és a mellette kváderkövekkel kirakott sarkok) anyaga sóskúti durva mészkő.

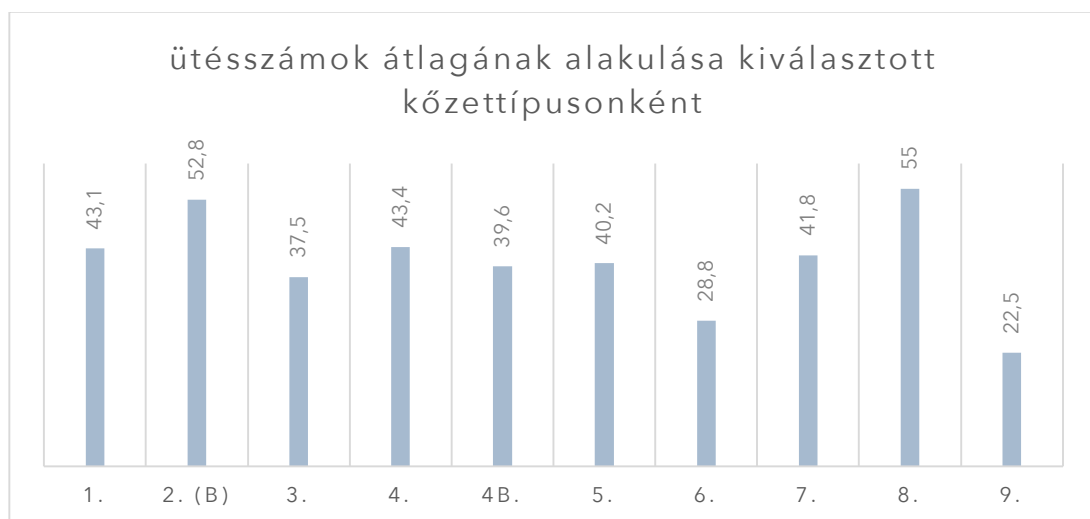
A különböző kőelemek összehasonlítására a különválasztott típusokon egy N-34-es jelű Schmidt kalapáccsal méréseket végeztem. Az eszköz alkalmas az anyag nyomószilárdságának meghatározására a visszapattanási értékekből, erre általában a gyártó ad képletet a bekalibrált készülékhez. Ezek az értékek főleg beton és vasbeton anyagú felületekkel számolnak, így még igen nagy számú mérés esetén sem adnak olyan eredményt kőzetekre, mely fenntartások nélkül elfogadható.¹² Az esetleges bizonytalanságok miatt a visszapattanási értékeket nem szilárdsági paraméter mennyiségének meghatározására alkalmaztam, hanem az egyes kőzet típusok rangsorolására, hogy a falazat rendszerén belül feltáruljanak az esetleg gyengébb vagy erősebb teherbírású pontok. Minden elkülönített kőzettípuson 10 visszapattanási értéket mértünk le, függőleges felületeken. A kapott adatok alapján meghatározásra került az egyes kőzeteken mért

¹² Török Ákos: Mészkő műemlékek kőanyagának vizsgálata (2011, Budapest, MTA doktori értekezés)

visszapattanások átlaga, valamint a kőzetek egymáshoz viszonyított visszapattanási értékeinek összehasonlítása Ezeket a 10 és 11-es ábrák mutatják. Az átlagok ezek alapján 55 és 22, 5 között alakulnak. A legkisebb teherbírású beépített kőzetek az oidos mészkövek, ezek közül is az újonnan beépített sarok elemek. A legnagyobb ütésszámokat a dachsteini mészkövön az erősen cementált mészkövön mértem.

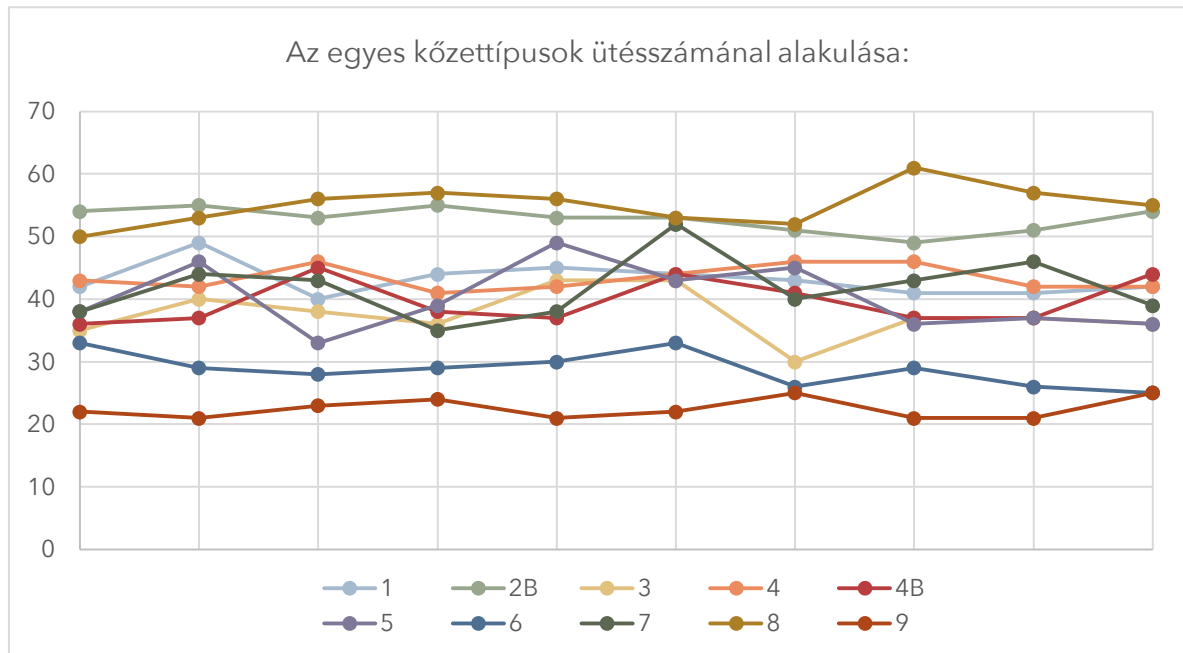


› 9. ábra: A helyszínen alkalmazott Schmidt kalapácsos mérések a falban eredetileg beépített durva mészkövön és egy rekonstrukció során beépített sóskúti durva mészkövön. A felső kép az eredetileg beépített, míg a legalsó kép a pótlás értékét mutatja.



› 10. ábra: az egyes kőzeteken mért ütésszámok kiszámolt átlagai egymáshoz viszonyítva kőzetenként. 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csigatartalommal; 2. Homoktartalmú durvamészkő, finomszeműbb változata; 3. Homoktartalmú durvamészkő mszesebb és héjtörmelékesebb változata; 4. Tiszta homokkő; 4B. Durva homokkő; 5. Aprókavicsos,

ősmaradványos durva mészkő; 6. Oidos durva mészkő (sósikúti); 7. Laminált, forrásvízi mészkőhöz hasonló durva mészkő, csigákkal; 8. Repedezett, triász korú dachsteini mészkő; 9. Sósikúti oidos durva mészkő – kőpótlás



› 11. ábra: Különböző kőzetek visszapattnási értékei. 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csigatartalommal; 2. Homoktartalmú durvamészkő, finomszeműbb változata; 3. Homoktartalmú durvamészkő meszesebb és héjtörmelékesebb változata; 4. Tiszta homokkő; 4B. Durva homokkő; 5. Aprókavicsos, ősmaradványos durva mészkő; 6. Oidos durva mészkő (sósikúti); 7. Laminált, forrásvízi mészkőhöz hasonló durva mészkő, csigákkal; 8. Repedezett, triász korú dachsteini mészkő; 9. Sósikúti oidos durva mészkő - kőpótlás

A kőelemekhez hasonlóan a habarcsokat is több kategóriába csoportosítottam. A csoportosítást főleg a szemmel is látható összetétel és szín adta, melyből általában a következtetni lehet a beépítés idejére is, legalábbis arra, hogy újabb javításról van szó. Megfigyeléseim alapján 4 féle habarcs fedezhető fel a rom falazatában:

H1: Apró fekete homokszemcséket tartalmazó, kevés milliméteres téglatörmelékű összetételű habarcs.

H2: kevés portlandcementet tartalmazó, sárgás szürke színű, az eredetinek vélt habarcsot utánozni igyekvő anyag. Több apró kőzúzalékkal, uralkodóan mészkő és dolomit darabokkal nagy arányban kevert anyag. A szemcsék aránya 1/3 és 1/2 között mozog.

H3: Szürke színű, magasabb portlandcement tartalmú habarcs, int H2 és jobban osztályozott szemcséjű. A szemcsék mészkő anyagúak. Ez is próbálja utánozni az eredeti habarcs anyagot, valószínűleg ez is egy régebbi javítás eredménye, sok helyen ezzel kerültek újra falazásra a javítások.

H4: Szürkés színű, feltehetően nem falazáshoz csak utólagos kihullott habarcsok pótlásához alkalmazott anyag. Nagyobb szemcsékkel kevert, frissebb javításból származó anyag. Sok helyen a nagyobb kő elemekre is felvitt, fugázást imitáló beavatkozás része.



› 12. ábra: A szerkezetben felhasznált különböző habarcs típusok.

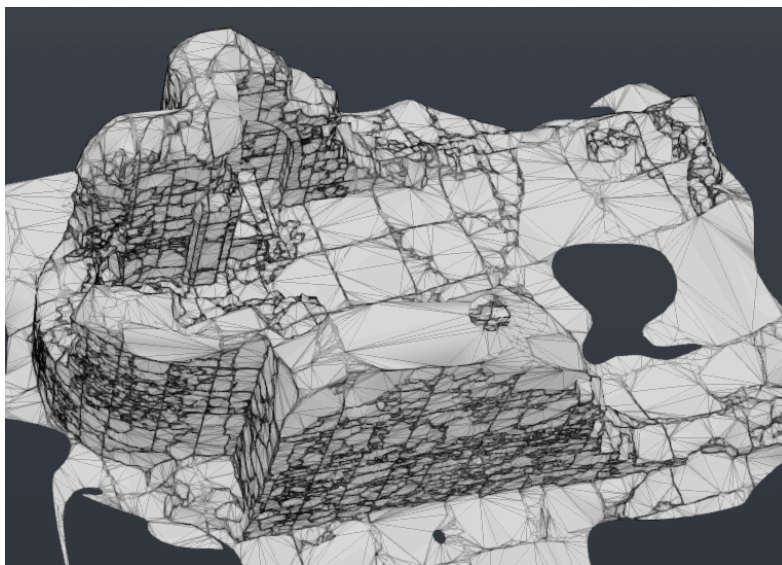
FALSZAKASZ ÁLLAPOTÁNAK FELTÉRKEPEZÉSE

A rom rendelkezésre álló éppen maradt falszakaszai díszítettségtől, vakolattól és így például falfestményektől is mentesek. A falazat állapotának leírása ezért a kőzetek anyagának és állapotának körül járására korlátozódik, mivel ezek írják le legjobban a rom falazatának állapotát.

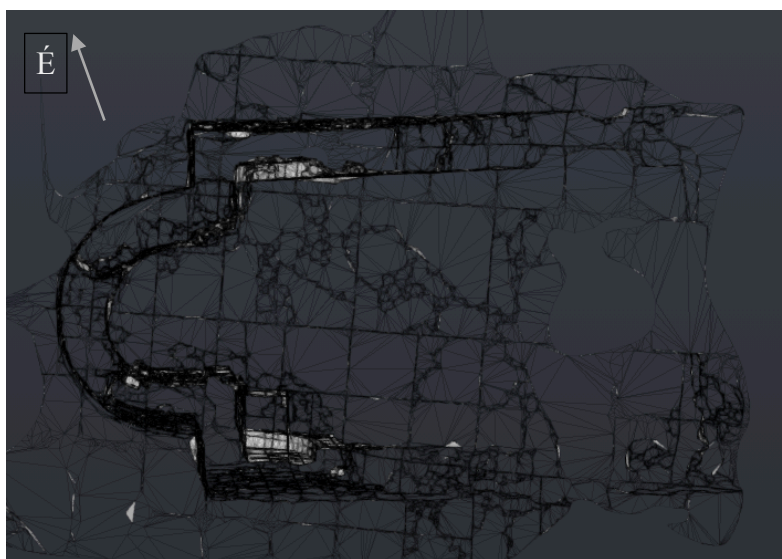
A falazat állapot felvételének részletesebb dokumentálásához az elkészült több száz képet tartalmazó fotódokumentációból fotogeometriát felhasználó programok segítségével (Autodesk Recap Pro) 3D-s modelleket készítettem a rom egészéről és a külön falszakaszokról is. A fotók pontosabb illeszkedéséhez és így az akkurátusabb modell kialakulásához szükséges közös pontok megadása az egyes fotókon, s így a programok jobban képesek simítani a modellt, kevésbé alakulnak ki méret béli torzulások.

Az elkészült 3D-s leképezések a nem adják vissza teljesen inhomogén rendszerű falazatok textúráját de sokkal érzékletesebb képet adnak a rom állapotának térbeli helyzetéről és lepusztultságának arányairól.

A megmaradt falazat részeken sok helyen láthatóak kb. 20x20 cm méretű nyílások, melyek az építés során keletkeztek az alkalmazott építési állvány használata miatt, melynek gerendáira az építés során ráfalaztak, a fal csatlakozásoknál az építés végeztével elfűrészelték, majd a falazatban hagyott faanyagrészt levakolták. Az egykori templom tetőszerkezetéről nem áll rendelkezésre korábbi adat, valószínűleg a korra jellemző fedélszék és tető kialakítással készült. A falazatban találhatóak helyenként kiégett mészkő darabok, ezek utalhatnak arra, hogy a templom kiégett és faszervezetének nagyrésze ekkor pusztult el.

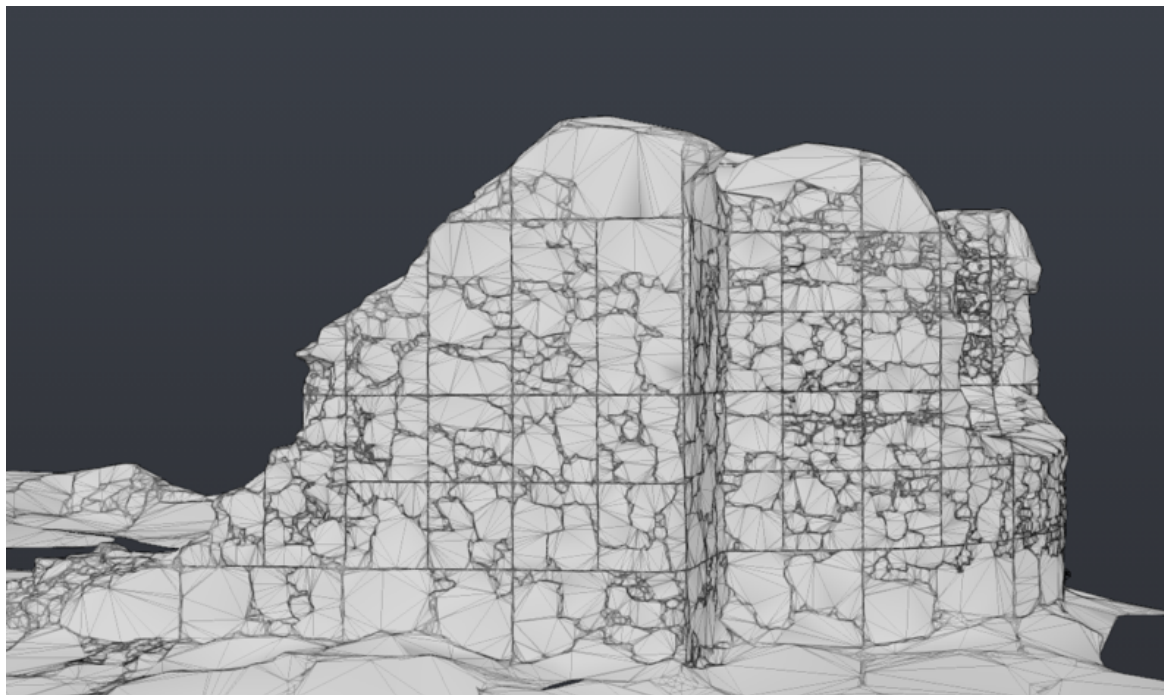


› 13. ábra: rom 3D modellje É-i madártávlatból



› 14. ábra: recap 3D modellből kinyert jelenlegi alaprajz képe, a modellben élesen azok a falszakaszok rajzolódtak ki, melyek legalább 1 m magasságig még állnak

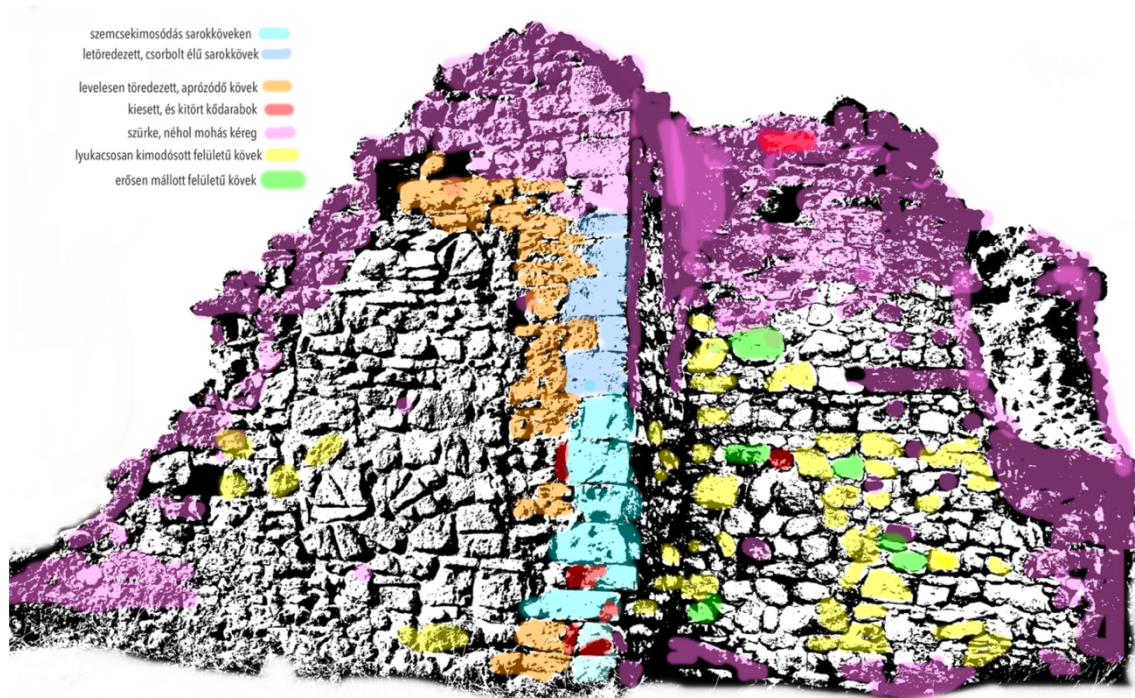
DÉL TÁJOLÁSÚ KÜLSŐ OLDAL ÁLLAPOTA:



› 15. ábra: a falazat dél felé néző külső oldalának textúrája.

A falazatnak ez a szakasza a 2000-es években történt rekonstrukciós kísérletek során lett újra falazva. A leomlott kőfal szakaszok visszaépítésénél a főleg mészköveket alkalmaztak, egy elem kivételével, ahol műkő került a falazatba. Ezen az épületszakaszon felhasznált habarcs anyag a H3 jellel ellátott jó szemeloszlás magasabb portlandcement tartalmú. Az portlandcement anyagú habarcsok alkalmazása a sókiválás kockázata miatt nem javasolt porózus mészkövek esetén, mivel a létrehozott javítás könnyen átfordulhat károsító hatásúvá¹³. A szerkezet ezen a szakaszán különböző mállási folyamatok alakultak ki. A mállás lenagyobb mértékben az alsó kváder köveken jelentkezett. Ez valószínűleg a gyengébb minőségű oidos sóskúti durva mészkő felhasználása miatt lehetséges, ez a falazóelem lett beépítve a szentély lépcsőnél lévő sarkokban is. A mállás a nagyobb mértékű kitettség következtében fordul elő jobban itt, mint a szentély belsejében.

¹³ Török Ákos: Mészkő műemlékek kőanyagának vizsgálata (2011, Budapest, MTA doktori értekezés) 10.o.



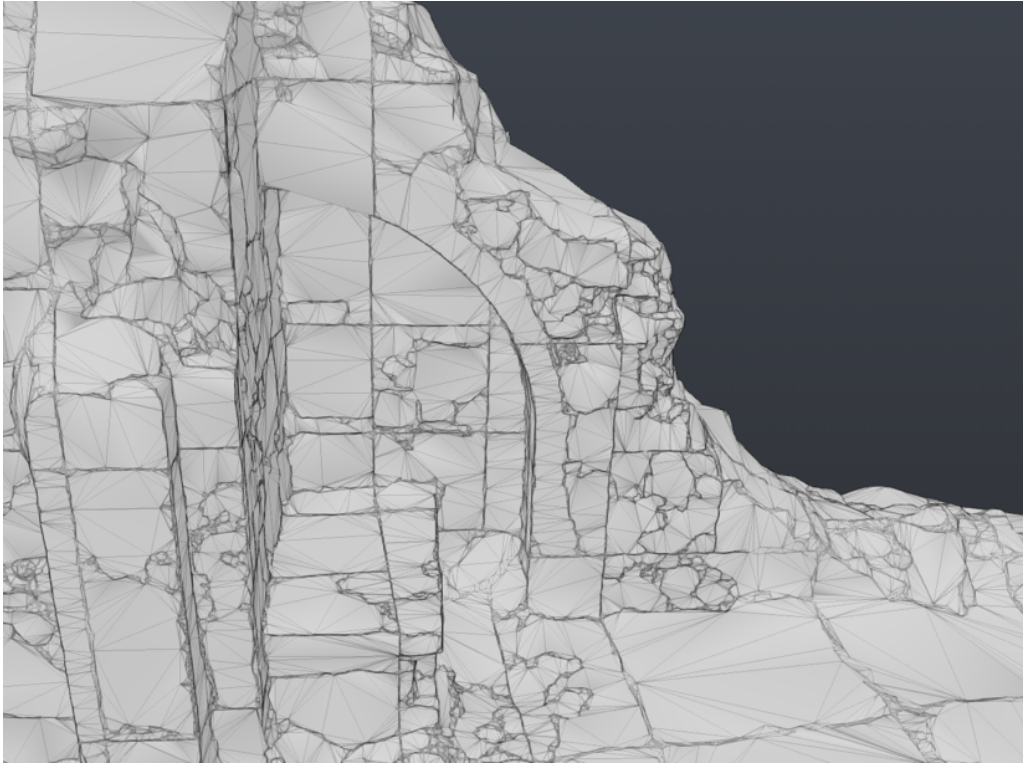
› 16. ábra: A falszakasz mállási térképe jelölve a különböző előforduló mállási képeket és a szürke, zuzmós mohás felületeket.



› 17. ábra: szemcsekipergés hatására lekerekítettre mállott kváderkő, a 15. Ábrán világoskékkel jelölt mállási forma

ÉSZAK TÁJOLÁSÚ BELSŐ OLDAL:

A templom belső oldalai általában védettebbek, ezért valamivel kevesebb mállási forma és erodálódás észlelhető. Ez a falazt korábban tárgyalt falszakasz másik része, és itt is ugyanaz a szürkés portlandcementes habarcs került beépítésre a falazás során. A mellékoltár kőlapja és az ívben rakott boltív elemeken megjelentek a zuzmók és mohák a folyamatosan áztatott felületnek köszönhetően.



› 18. ábra: dél felé eső falszakasz belső oldal, újjáépített mellékoltárral

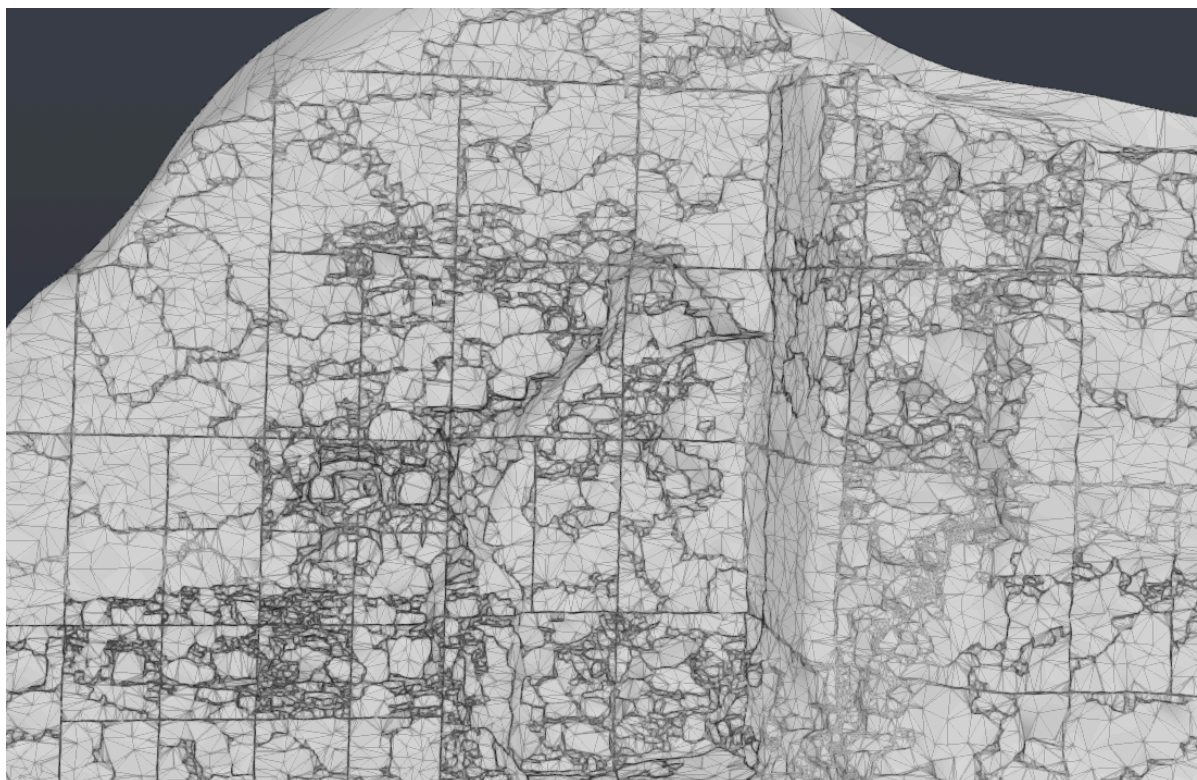
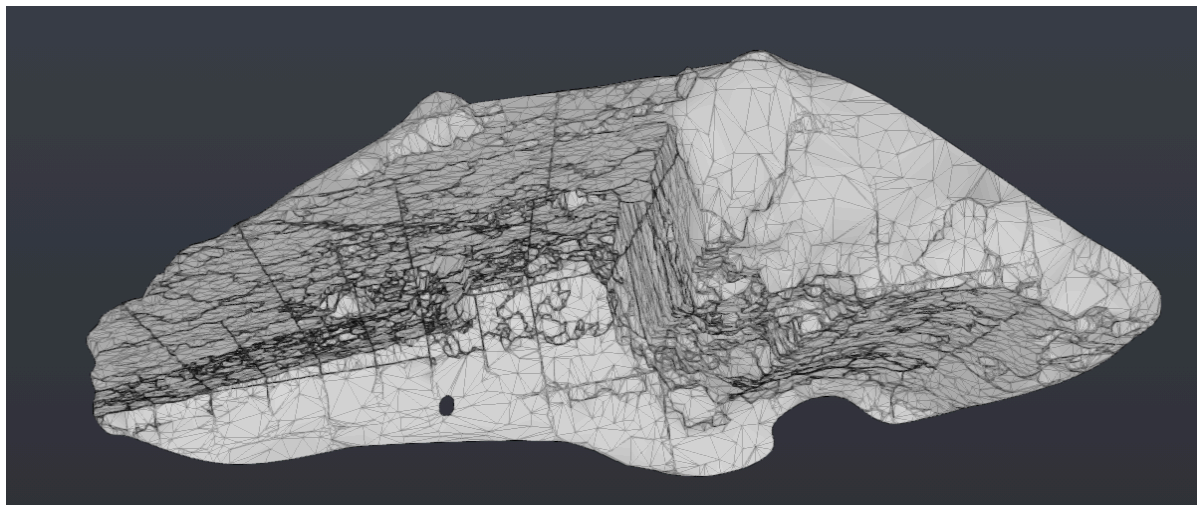
A Magyarországon megtalálható zuzmó fajok nem azokba a fajokba tartoznak, amelyek zuzmó savakkal a kőzetek ásványianyag-tartalmát roncsolják. Noha a zuzmók kizárólag a kőzet felületén található szerves anyagokból (pl. madárürülék) élnek, a jelenlétük esztétikai szempontból hátrányos.¹⁴ A falszakasz felső részén a zuzmókon kívül már nagyobb növények is megtelepedtek, melyek gyökerei képesek a falazatban mechanikai hatásokat kifejteni és ezzel növelni a falazat lepusztultságának mértékét.

ÉSZAKI FALSZAKASZ BELSŐ OLDAL:

Ezen a falszakaszon is megtalálható a mellékoltár helye, de itt nem került visszaépítésre. A falazat folytonosságában hasonló formájú negyedköríves szakaszban van beugrás, mint a szemben levő, de helyreállított falszakaszon. A mellékoltár részhez merőlegesen csatlakozó falszakasz sarka részben leomlott állapotú. A falak előtt kis kupac kődarabok alakultak ki a kihulló kőzet darabok következtében. Ezen a falszakaszon kevesebb mállási forma és zuzmós elszíneződés figyelhető meg, mint a párhuzamos és megegyező irányba néző falszakaszon, de a

. ¹⁴ Kónya Béla Tamás - Kopecskó Katalin - Forgó Lea Zamfira: A riolittufa - mint műtárgyalkotó kőzet - mállásának vizsgálata (Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2008, 165-176 o.)

falazat nagyobb mértékben hiányos. A falazat kötőanyaga itt a H2 kategóriába sorolt fehér mészkő ill. dolomit szemcsés, alacsony portlandcement tartalmú, sárgás színű habarcs.

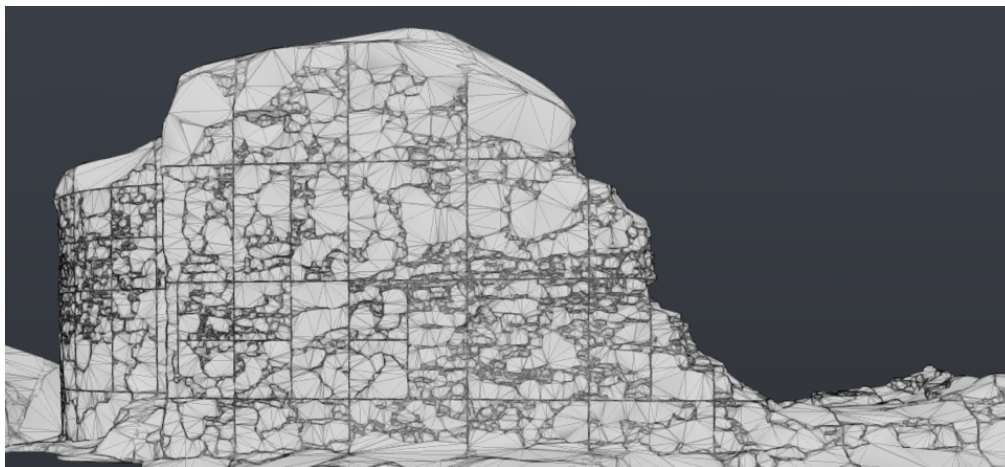


› 19. ábra: a falazat vázszerkezete felülnézetből és szemből nézetből. Az ábrákon is jól látható a sarokrész kiomlása a felső 2-3 m-es szakaszon és az ívre hasonlító mellékoltár helyének csomkjai

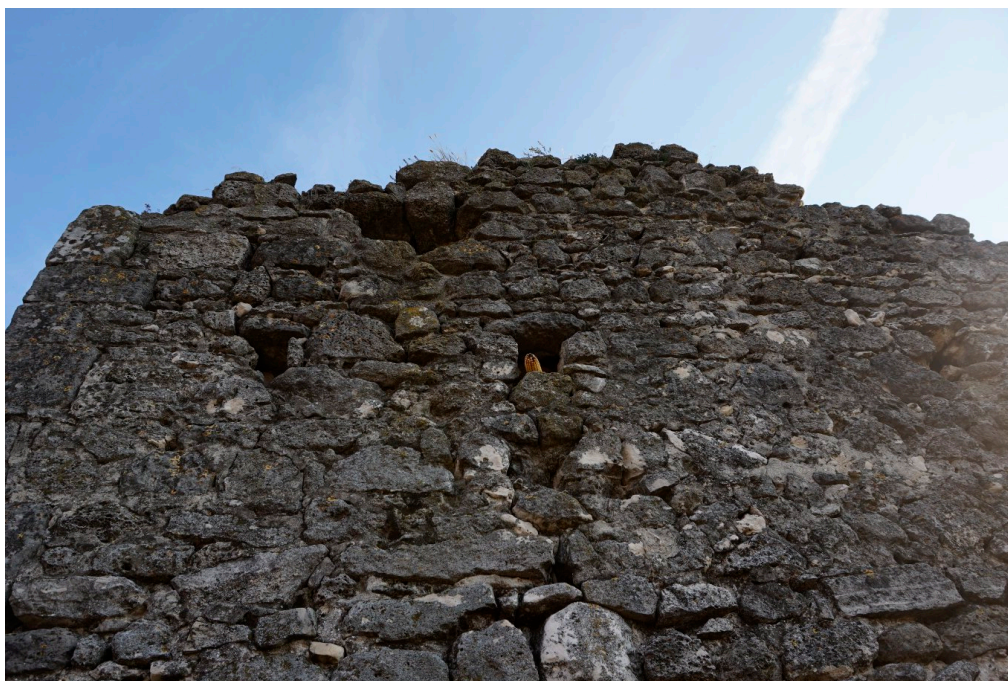
ÉSZAKI TÁJOLÁSÚ KÜLSŐ OLDAL:

Ez a falszakasz mondható a többihez viszonyítva a legépebbnek. Felületét vastag sötétszürke zuzmó réteg borítja, amely védelmet képes biztosítani a fagyhatások ellen a falazat ezen szakaszán. A zuzmók kialakulásának fő oka a falazó elemek porózussága és a falazat tájolása, amely emiatt folyamatosan nedves állapotú. Ezen a falszakaszon nem láthatóak portlandcementes habarcs pótlások. A hosszfalazatra merőleges a szentély ívéhez csatlakozó

falazaton a H4 típusba tartozó kent, világossárgás, szürkés, szemcsés habarcs szerű anyag látható



› 20. ábra: recap 3D modellből kinyert jelenlegi alaprajz képe

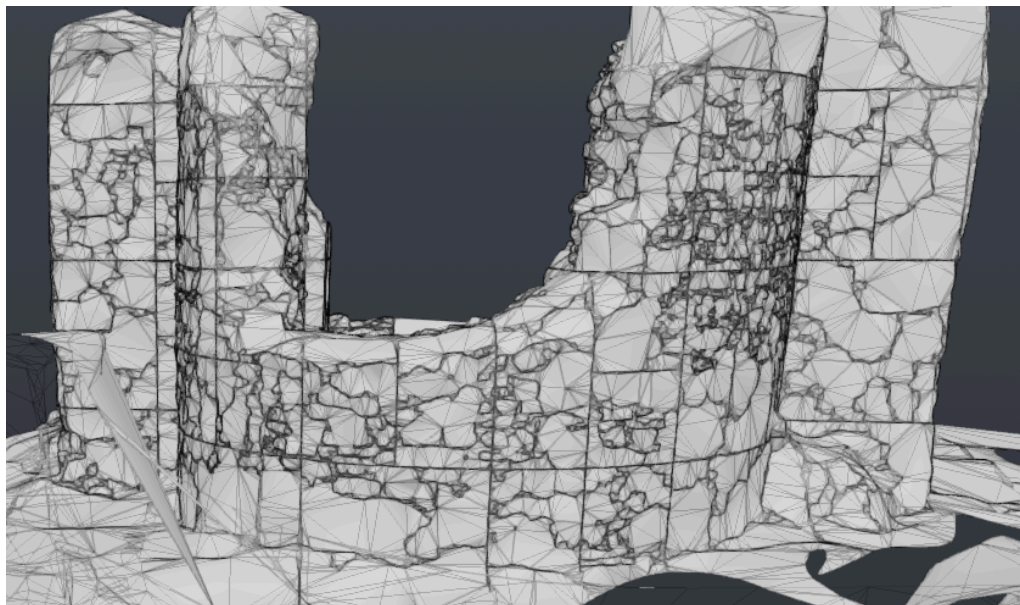


› 21. ábra: az északi irányba néző külső falazat vastag sötétszürke zuzmós borítottsága

SZENTÉLY ÍV:

A szentély falazata középső szakaszán leomlott, részben visszaépítésre került. A visszaépítés során portlandcementes habarcsot használtak (H3 jelű). A belső falazat bal oldalán kis nyílás található. Az alkotó kövek a külső oldalon és a belső oldal déli részén inkább zuzmós és mohás felületűek, a dél felé néző oldal közepesen mállott, a magasabb falszakasz rész felső része aprózódott. A szentély belső oldalán a visszaépített falrészén kívül is láthatóak szemcsés habarcsos és portlandcementes javítás nyomok. A források és a javításnyomok alapján a

szentély déli falszakasza is visszafalazásra került, valószínűleg a 2000-ben elvégzett részleges helyreállítások során.



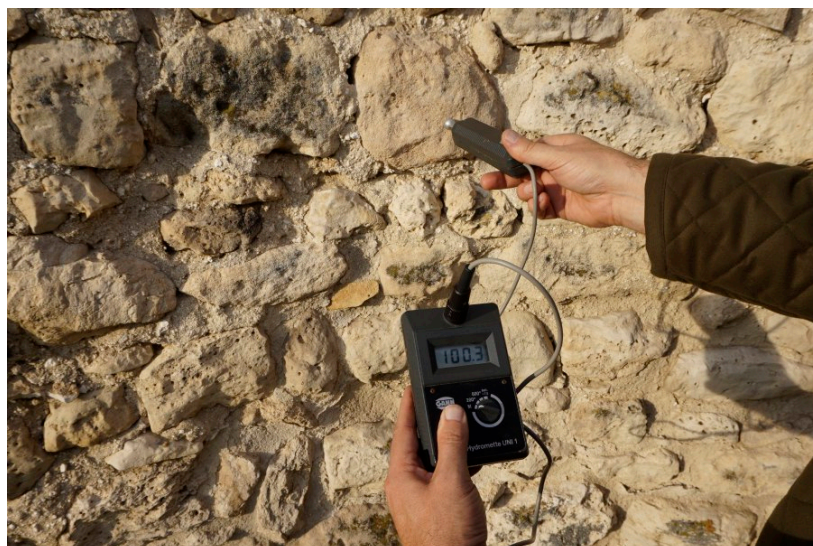
› 22. ábra: szentély leomlott falazatának külső része és az oldal falak modellje

NEDVESSÉGMÉRÉS ÉS A FALAZATRÉSZEK NEDVESSÉG SZERINTI CSOPORTOSÍTÁS

A különböző mészkő és homokkő típusok eltérő szemszerkezetűek, porozitásúak és így nedvességfelvételük is eltérő. A falazat részletes feltérképezéséhez nedvességmérőt használtam, mely attól függően, hogy milyen a vizsgált elem összetétele és mennyire kitett az időjárásnak különböző értékeket mutat.

Egyszerű elektromos in situ vizsgálóberendezést használtam a szerkezeti anyagok relatív nedvességtartalmának leméréséhez. A használt eszköz nem abszolút értékeket (százalékos értékek) mutat a nedvességtartalomra, hanem 0-150-ig terjedő skálán ad meg értékeket, így a készülék a különböző felületek nedvességtartalmának összehasonlítására alkalmazható és ezekből kirajzolódik a szerkezet relatív nedvességtartalma. Az értékeket a felület morfológiája és klimatikus körülmények képesek befolyásolni.¹⁵

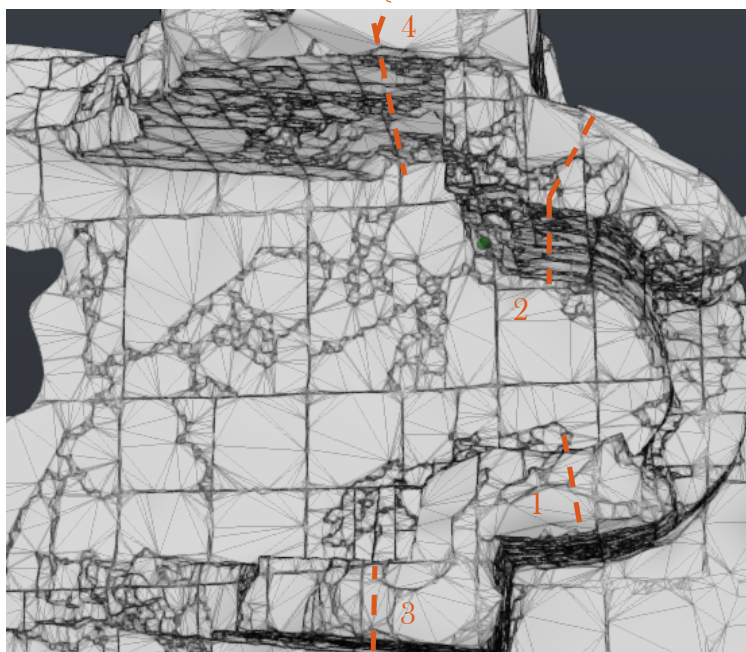
¹⁵ Ákos Török: In situ methods of testing stone monuments and the application of nondestructive physical properties testing in masonry diagnosis (2009)



› 23. ábra: A helyszínen alkalmazott nedvességmérés és a nedvesség mérő berendezés

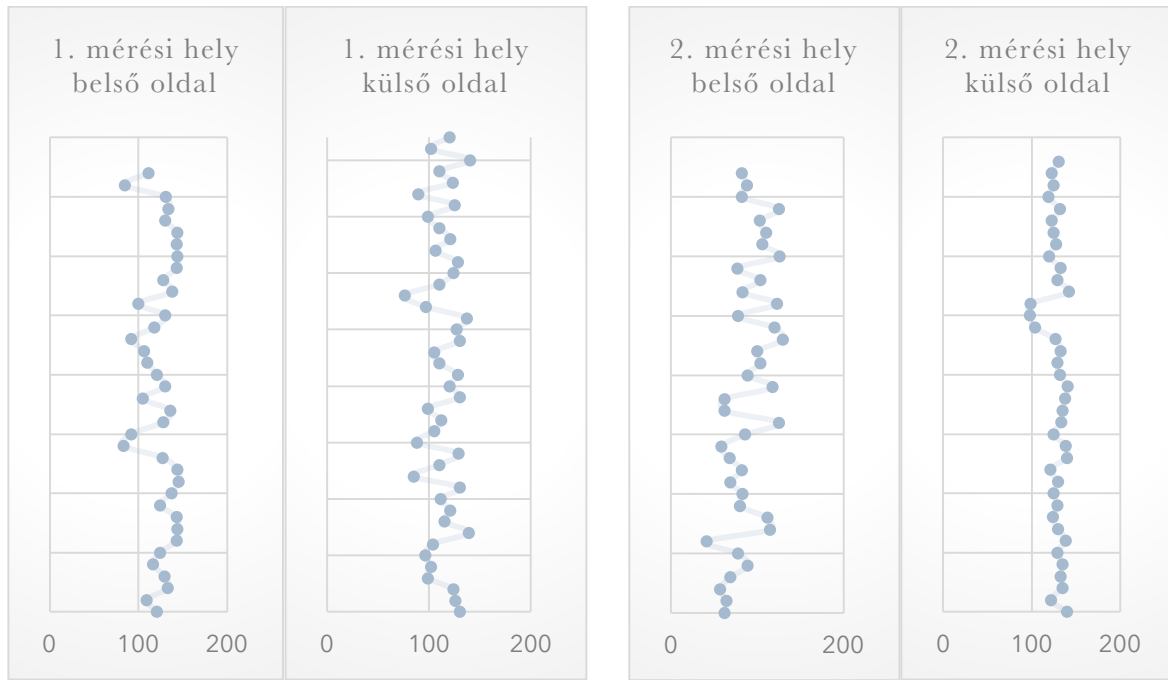
A relatív nedvességtartalmakat a falazat 4 keresztmetszetéhez határoztam meg, ez összesen 8 mérési helyből állt, a mérési helyeken 18-20 darab kőzet és a közöttük lévő habarcsrétegeken készült mérés, általában kőzetenként 2-3 helyen.

A relatív nedvességtartalmakat a falazat 4 keresztmetszetéhez határoztam meg, ez összesen 8 mérési helyből állt, a mérési helyeken 18-20 darab kőzet és a közöttük lévő habarcsrétegeken készült mérés, általában kőzetenként 2-3 helyen.

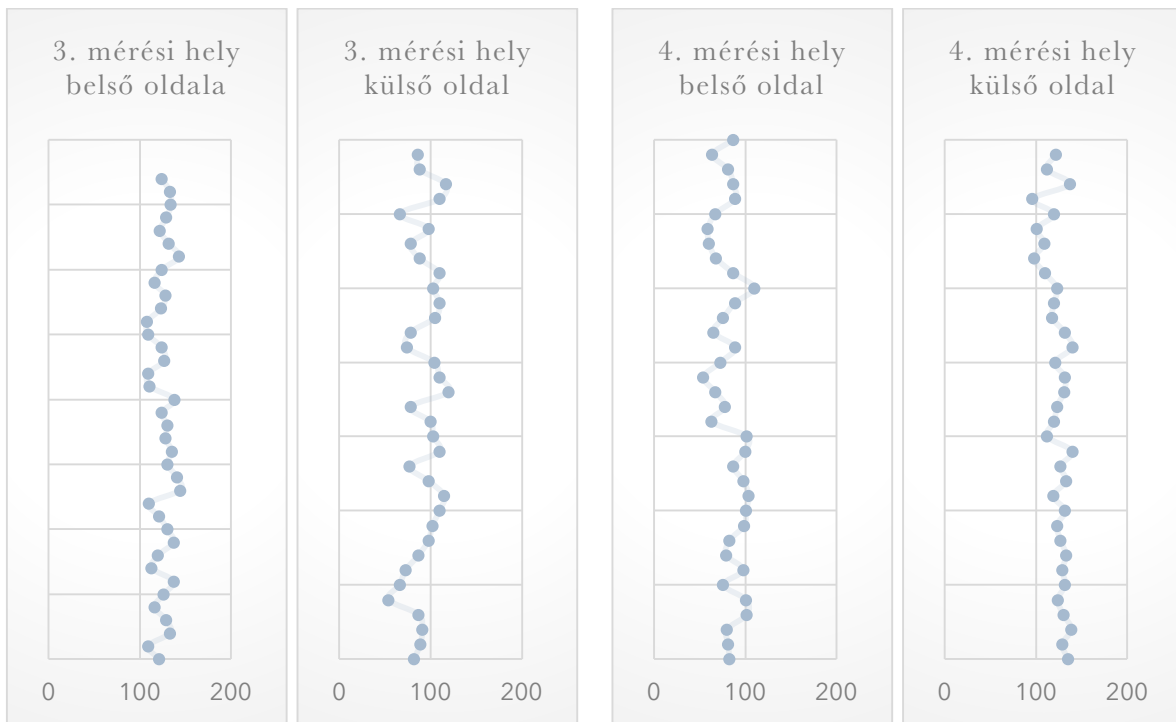


› 24. ábra: jelenlegi alaprajzon jelölve a vizsgált metszetk helyei

A négy jellemzőnek mondható keresztmetszetből kettő a szentély részen helyezkedett el, kettő a mellékoltárok vonalában. A kapott eredmények kiértékelése grafikonok segítségével történt, a falazat belső illetve külső oldalán is.



› 25. ábra: 1 és 2-es mérési helyek falzatain mért relatív nedvességtartalom értékek szemléltetése



› 26. ábra: 3-as és 4-es mérési helyek falzatain mért relatív nedvességtartalom értékek szemléltetése

A nedvességmérő által mutatott értékek 4 kategóriába eshetnek: a mért falzat 60 alatt száraz, 60 és 100 között kissé nedves, 100-120 között nedves, 120 felett átázott a kőzet. Az felületeken elvégzett kb. 340 mérés eredményei közül a száraz tartományba a mérések 1% esett, a kissé nedves tartományba kb. 10 %, s a maradék a nedves és átázott tartományban volt.

A mérési eredményekre összeségében jellemző, hogy szórt értékeket adtak, ennek oka, hogy a falzatban fellelhető kőzetek víztartalmát nem csak az időjárási körülmények, és ezzel

összefüggésben a napsugárzás és az uralkodó szélirány hatása, hanem az eltérő szemcse összetételű és porozitású kőzetek jelenléte is befolyásolta. A rom helyzetéből adódóan a karbantartás és védettség teljes hiánya a falazatok magas víztartalmán is meglátszik. Általában az alacsonyabb értékek is a gyorsabban kiszáradni képes kőzetek jelenlétének köszönhető.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A templomrom jelenlegi állapotát a szerkezet és az azt alkotó anyagok részletes leírásával és azok vizsgálatával igyekeztem bemutatni. Az épületkutatásának és az anyagtani vizsgálatoknak az ilyenfajta ötvözése általánosságban segítheti a kőfalazatok felújításának és épület konzerválások tervezését és a teherbírési paraméterek meghatározását.

A vizsgált templomrom esetében a károsodások típusai és mértéke főként az időjárási körülmények és a falazatot alkotó anyagok következtében alakulnak ki. Ebből adódik az is, hogy a templomrom állapot romlása folyamatos, és nem stagnál. A számtalan terepbejárás között is változott, csökkent a fal éppnek mondható része. A helyi jellegű kisebb beavatkozások rövidtávon ugyan javítják a falak látszólagos állapotát, de hosszútávon a rendszeres karbantartás hiánya miatt és sokszor a nem megfelelő anyag választás következményeként a tönkremenetel tovább folytatódik.

Az átfogó vizsgálatok minden esetben jól támogatják az erre épülő munkafolyamatokat. A nedvesség feltérképezése segít a műemlék épületek felújításának megfelelő megtervezésében. A kőanyagok elemzése és azok különböző in situ vizsgálataiból kinyert fizikai és mechanikai tulajdonságok sok esetben rámutatnak a lehetséges károsodások kockázatára és esélyt adnak azok elkerülésére. A falazat építési módjának és anyagának megismerése a további rekonstrukciókat segítik elő. A 3D képalkotás és az ezt támogató fotogeometriára épülő programok segítségével pedig új utak nyílnak pontos dokumentációt illetően. Ezeket már az épületek kutatása során fontos alkalmazni, és az in situ vizsgálatok részévé tenni.

6. IRODALOM

- Bulit Heritage: Monitoring, Conservation, Managment (2015, Swizerland) 129-138. o.
- F. Mentényi K. szerk. (1999) Műemlékvédelmi Szemle 1999/1-2. szám Az Országos Műemléki Felügyelőség tájékoztatója, Budapest.
- D. Mezey A. (1999): A műemlékek helyszíni építéstörténeti feltárásának fontosságáról és tudományos feldolgozásuk jelentőségéről. Műemlékvédelmi Szemle 1999/1–2. sz. pp. 1-12.
- Milleniumi Műemlékhelyreállítások Lexikona (2000) Oszlopokat emeltünk, hogy beszéljek a múltat, A millenniumi műemlékhelyreállítások lexikona ,Budapest, pp. 253-253.
- Tari E. (2000): Pest megye középkori templomai (Szentendre)
- Kónya B. T.- Kopecskó K. - Forgó L. Z. (2008): A riolittufa - mint műtárgyalkotó kőzet - mállásának vizsgálata (Mérnökgeológia-Kőzetmechanika) 165-176 o.
- MTATM (1958) A Magyar Tudományos Akadémia Topográfiai Munkaközössége: Pest megye műemlékei II.,Budapest.
- Toniolo L., Boriani M, Gabriel Guidi G. (2015): Bulit Heritage: Monitoring, Conservation, Managment, Swizerland, pp. 129-138.
- Török Á.(2010): In Situ Methods of Testing Stone Mounuments and the Application of Nondestructive Physical Properties Testing in Masonry Diagnosis. In: Bostenaru D M., Přikryl R., Török Á. (eds.). Materials, Technologies and Practice in Historic Heritage Structures. Springer Dordrecht, pp.177-193.
- Török Á. (2011): Mészkö műemlékek kőanyagának vizsgálata, Budapest, MTA doktori értekezés
- Sass O., Viles H. A.(2014) Two-dimensional resistivity surveys of the moisture content of historic limestone walls in Oxford, UK: implications for understanding catastrophic stone deterioration in: Smith, B.J., Gomez-Heras M., Viles, H.A., Cassar, J. (eds) Limestone in the Built Environment: Present-Day Challenges for the Preservation of the Past. Geological Society Special Publications 331, London, pp. 237-249.
- Krähling J., Halmos B., Fekete J. Cs. (2006) A fertődi marionettszínház új értelmezése – az épületkutatás („Bauforschung”) és alakhű felmérés, mint kutatási módszer alkalmazásával.Építés – Építésztudomány 34 (1–2) pp. 5–55

Schuller M. (2002) Building archaeology. ICOMOS. München.

Mezős T. (2008): Épületkutatás - Bauforschung - Building Archeology - Archéology du Bâti.
műemlékvédelem 52:(6) pp. 376-388

7. KÉP ÉS ÁBRAJEGYZÉK

- › 1. ábra: példák kőfalazatok keresztmetszeteire. a) egy keresztmetszetben 1 réteg megy végig b) két réteg, jól átlapolva egymáson c) két réteg, kisebb átfedésben d) két réteg és nincs köztök átfedés e) három vagy több réteg egy keresztmetszetben egymás mellett. (Bulit Heritage: Monitoring, Conservation, Managment 132.o)
- › 2. ábra: A templom elhelyezkedése, északi tájolással (google earth 2016.)
- › 3. ábra: A templom hosszmetzete – Foerk Ernő által készített felmérés (MRT 7. kötet 1986. 38. kép után)
- › 4. ábra: A templom alaprajza – Foerk Ernő által készített felmérés (MRT 7. kötet 1986. 38. kép után), a rajzon az észak jel hibásan szerepel, ez a műholdas kép alapján ma már pontosabban meghatározható.
- › 5. ábra: a templomrom feltételezett rekonstrukciós rajza (digitális könyvtár, Tök, 2014.)
- › 6. ábra: a templom elhelyezkedése a kisebb fennsíkon, ÉNy-i irányból fényképezve
- › 7. ábra: képek a templomrom 2017-es állapotáról. Fent bal: az északi fal szakasz, fent jobb: a déli falszakasz maradványai és az északi falszakasz belső oldala, lent bal: a részben kiomlott szentély külső OLDALA, lent jobbra: a rom képe nyugati irányból.
- › 8. ábra: elkülönített kőzet típusok: 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csiga tartalommal, 2. homoktartalmú durva mészkő, 3. Meszesebb homoktartalmú durva mészkő héjtöredékes ősmaradvány darabkákkal, 4. Homokkő- durva homokkő, 5. Aprókavicsos, ősmaradványos durva mészkő, 6. Apró, jól osztályozott oidos durva mészkő, 7. Laminált durva mészkő csigákkal, 8. Repedezett triász, dachsteini mészkő
- › 9. ábra: A helyszínen alkalmazott Schmidt kalapácsos mérések a falban eredetileg beépített durva mészkövön és egy rekonstrukció során beépített sósokúti durva mészkövön. A felső kép az eredetileg beépített, míg a legalsó kép a pótlás értékét mutatja.
- › 10. ábra: az egyes kőzeteken mért ütésszámok kiszámolt átlagai egymáshoz viszonyítva kőzetenként. 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csigatartalommal; 2. Homoktartalmú durvamészkő, finomszeműbb változata; 3. Homoktartalmú durvamészkő meszesebb és héjtörmelékesebb változata; 4. Tiszta homokkő; 4B. Durva homokkő; 5. Aprókavicsos, ősmaradványos durva mészkő; 6. Oidos durva mészkő (sósokúti); 7. Laminált, forrásvízi mészkőhöz hasonló durva mészkő, csigákkal; 8. Repedezett, triász korú dachsteini mészkő; 9. Sósokúti oidos durva mészkő – kőpótlás
- › 11. ábra: Különböző kőzetek visszapatpanási értékei. 1. Erősen cementált forrásvízi mészkő változó csigatartalommal; 2. Homoktartalmú durvamészkő, finomszeműbb változata; 3. Homoktartalmú durvamészkő meszesebb és héjtörmelékesebb változata; 4. Tiszta homokkő; 4B. Durva homokkő; 5. Aprókavicsos, ősmaradványos durva mészkő; 6. Oidos durva mészkő (sósokúti); 7. Laminált, forrásvízi

mészkhöz hasonló durva mészkő, csigákkal; 8. Repedezett, triász korú dachsteini mészkő; 9. Sósúti oidos durva mészkő - kőpótlás

- › 12. ábra: A szerkezetben felhasznált különböző habarcs típusok.
- › 13. ábra: rom 3D modellje É-i madártávlatból
- › 14. ábra: recap 3D modellből kinyert jelenlegi alaprajz képe, a modellben élesen azok a falszakaszok rajzolódtak ki, melyek legalább 1 m magasságig még állnak
- › 15. ábra: a falazat dél felé néző külső oldalának textúrája.
- › 16. ábra: A falszakasz mállási térképe jelölve a különböző előforduló mállási képeket és a szürke, zuzmós mohás felületeket.
- › 17. ábra: szemcsekipergés hatására lekerekítettre mállott kváderkő, a 15. Ábrán világoskékkel jelölt mállási forma
- › 18. ábra: dél felé eső falszakasz belső oldal, újjáépített mellékoltárral
- › 19. ábra: a falazat vázszerkezete felülnézetből és szemből nézetből. Az ábrákon is jól látható a sarokrész kiomlása a felső 2-3 m-es szakaszon és az ívre hasonló mellékoltár helyének csonkjai
- › 20. ábra: recap 3D modellből kinyert jelenlegi alaprajz képe
- › 21. ábra: az északi irányba néző külső falazat vastag sötétszürke zuzmós borítottsága
- › 22. ábra: szentély leomlott falazatának külső része és az oldal falak modellje
- › 23. ábra: A helyszínen alkalmazott nedvességmérés és a nedvesség mérő berendezés
- › 24. ábra: jelenlegi alaprajzon jelölve a vizsgált metszetek helyei
- › 25. ábra: 1 és 2-es mérési helyek falazatain mért relatív nedvességtartalom értékek szemléltetése
- › 26. ábra: 3-as és 4-es mérési helyek falazatain mért relatív nedvességtartalom értékek szemléltetése