

Pécs, Tettye tér, Szatmári palotarom állagmegóvása

Bukits Zoltán

Pannon Archikon Kft. bukits.zoltan@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS: Pécs, Tettye téren álló, az 1500-as években épült Szatmári palotarom sarokbástyái a 2010 évi rekonstrukciós munkálatok hibás kivitelezése - támasztó partoldal elbontása miatt - súlyosan károsodtak, a romok életveszélyessé váltak. A megerősítési munkálatokkal három feltételt kellett kielégíteni. Az állékonyság helyreállítása végleges, gyors megoldást adjon, ne módosítsa a már korábban elkészített terveket, valamint a beavatkozás „láthatatlan” legyen. A tervezés, majd kivitelezés során két fontos művelet elvégzése vált szükségessé. Az altalaj megerősítése talajinjektálással és fűrt talajszegekkel, valamint a felszerkezet stabilizálása Brutt Saver koracélspirálos eljárással. A kivitelezést georadaros vizsgálaton és zavartalan mintavételen alapuló szakvélemény és injektálási próbák előzték meg. A felszerkezet állékonyságát, a beavatkozás mikéntjét geodéziai felméréssel alátámasztott végeelem modell elemzéssel határoztuk meg.

Kulcsszavak: talajinjektálás, talajszegezés, Brutt Saver

1 BEVEZETÉS

Pécs egyik nevezetessége, a pécsi polgárok kedvenc kirándulóhelye a Tettye déli oldalán álló Szatmári palotarom. Szatmári György Pécs püspöke az 1500-as évek elején reneszánsz palotát építtetett. A palota egyemeletes, U alakú épület volt, dél felé nyitott udvarral, dél-keleti oldalán toronnyal. A török hódoltság idején még ép palota lakatlanná vált, állapota rohamosan romlott. Maradványait, ép falfületeit 1904-ben konzerválták. Pécs városa az EKF-program, közterek és parkok újjáélesztése elnevezésű projekt keretében határozta el a romok rehabilitációját, megújítását. A program megvalósítása 2010 évben indult el.

2010 áprilisában, a kivitelezés során a rom délnyugati szárnyának egyik falazata veszélyesen megdőlt. Az életveszély elhárítására a tűzoltók vonultak ki, hogy feszítő hevederekkel rögzítsék a falakat. Majd szakemberek segítségével elkészült a kidőlő déli falazat ideiglenes visszahorgonyzása, stabilizálása.

Pécs város Önkormányzata irodánkat bízta meg azzal a feladattal, hogy a Szatmári palotarom teljes körű statikai állagmegóvására készítsünk terveket. Megbízónk rendelkezésünkre bocsátotta a beruházás kiviteli terveit, a hozzá készített talajmechanikai szakvéleményt. Betekintést nyerhettünk az addig lezajlott folyamatokba. Hogy mi is történt valójában, az a helyszíni vizsgálatok során derült ki.

A rekonstrukció kivitelezése során a palotarom déli falazata elől a rézsút elbontották, helyette felvonalási út létesült. A rézsű elbontásával a falazat előtt szinte függőleges partoldal alakult ki. A bontás során a partfalat alkotó talaj fellazult, kisebb, nagyobb kipergések keletkeztek. A déli hosszfalazat alapozása takaratlan maradt, sőt az alapsík az útkorona szint fölé került, így a faltest dőlni, süllyedni



1. kép: Megtámasztott romfal

kezdt. A délkeleti sarkon lévő úgynevezett törökbástya esetén a felmenő falazat mellett ástak közműárkot, mely sokáig takaratlan volt. Az összkép azt mutatta, hogy a romok megerősítése halaszthatatlan. Megbízónkkal, a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal pécsi irodájával, valamint a bányakapitánysággal egyeztetve alakult ki a beavatkozás mikéntje. A romok végleges stabilizálása mellett három fontos körülményt kellett figyelembe vennünk. A már elindult beruházás kiviteli terveit lehetőleg ne módosítsa a beavatkozás, hisz akkor a pályázat sarokszámait módosítani kell. A beavatkozás a romok látványa miatt lehetőleg „láthatatlan” legyen. A romok nagy valószínűséggel rendkívül inhomogén mésztufa talajon állnak, mely talajban a kiüregelődés veszélye fokozottan fennáll. E három feltétel, valamint a beavatkozás sürgőssége alapján úgy döntöttünk, hogy az altalaj és a felszerkezetek együttes megerősítésére van szükség. Az altalajt szilárdítás melletti talajszegezéssel, a felszerkezetet Brutt Saver koracélspirálos megerősítéssel terveztük kivitelezni. A tervezéshez a rendelkezésünkre álló talajmechanikai alapadatok nem voltak elégségesek, így felkértük a TAUPE Kft-t, Juhász Miklóst, hogy a talajmechanikai, geotechnikai munkarészeket elkészítse.

A tervezés első fázisaként teljesen új direkt és indirekt altalaj feltárásokat kellett végezni. Első lépésben georadaros felmérés készült a homogén és inhomogén összletek, kiüregelődések megállapítására. A vizsgálatokat 4 darab nagy átmérőjű mélyfúrással egészítettük ki. Zavartalan mintát vettünk a teherbíró altalajként feltételezett mésztufa rétegből. A mintán telítéssel eljárással próbáltuk ki az injektálás módjait.

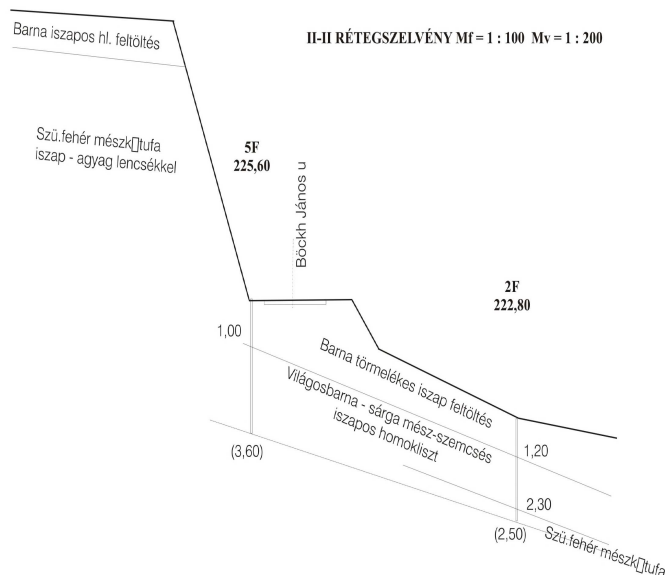
2 AZ ALTALAJ VIZSGÁLATOK, ELEMZÉSEK

Ami a Szathmáry-palotarom környezetének geológiai viszonyait illeti, a vizsgált terület a Mecsek-hegység nyugati részét alkotó nagy peri-antiklinális K-ivégén, a Mecseket mint földtani szerkezeti egységet délen határoló, nagyjából NyDny-KÉK irányban húzódó markáns törési zóna (Mecsekalja-vonal) közelében található. A Mecsekalja-vonalat a kőzettestek változatos deformációja jellemzi, amely folyamatok a késő miocénben kezdődtek és máig tartanak, és amelyek nyomai a vizsgált terület környékén is megfigyelhetők. Geomorfológiai szempontból a Tettye keskeny, dél felé nyitott völgyfő, amely északon zárt, fennsíkszerű részben végződik. É-on, K-en és Ny-on triász mészkő alkotta meredek hegyoldalak övezik, az északi oldalon egykor köfajtó működött. A mészkő rétegek a vizsgált területtől É-ra mintegy 150-200 m-re lévő nagy kibukkanásukban többnyire 30-40°-os északias dőlést mutatnak. Jellemző kőzettípusai a gumós mészkő, mészkőgumós mészmárga, brachiopodás-kagylós mészkő és mészmárga. Helyenként foltokban és tömzsökben dolomitosodott. A vizsgált területtől dél-nyugati irányban a felszínen idősebb, vékonyan rétegzett középső-triász mészkő, illetve alsó-jura márgarétegek előfordulása is ismert. Ezen mezozoós kőzetek alkotják a vizsgált területen és annak környezetében a negyedidőszaki üledékek aljzatát.

A középső-triász mészkőrétegek és az alsó-jura márga után következő, a vizsgált terület szempontjából számottevő legidősebb üledék a Tettyén mélyült kutak és fúrások tanúsága szerint a negyedidőszaki (pleisztocén) lösz, amely azonban a környéken nem bukkan felszínre. A löszre települ a Tettye-forrás vizéből kivált negyedidőszaki (holocén) édesvízi mészkő („mésztufa”), amely mintegy 100 m széles, dél felé több száz méter hosszán elnyúló, foltban nyomozható. Legnagyobb vastagsága szerint 10-15 m. Az édesvízi mészkőtest mai állapota leginkább a Tettye-forrás vize által kifejtett erózió, valamint az építkezési célra történt bányászkodás eredményeként állt elő.

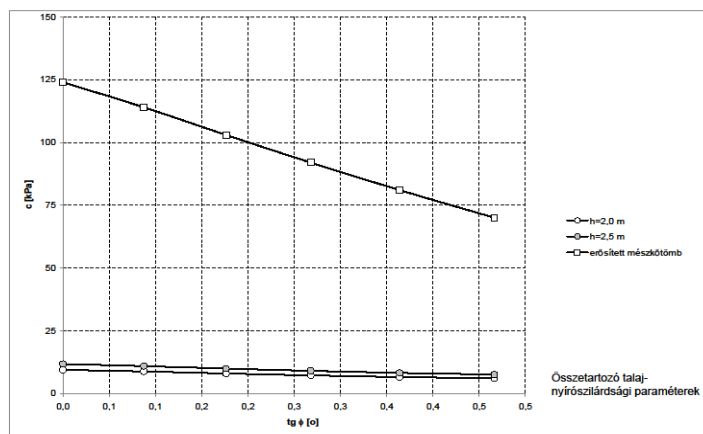
A mésztufa kőzetanalízis és szilárdságát tekintve igen változatos, sajátossága a lazább és keményebb kőzettestek váltakozása. A tettyei előfordulás jellegzetesen az édesvízi mészkőtestek azon típusába tartozik, amelyben elsődleges (primer) barlangrendszerek alakulhattak ki. A természetes (és mesterséges) üregek tovább fokozzák a mészkő-összlet inhomogenitását.

A közelebbi palotarom vizsgált terület déli részén a felhagyott kőbánya térségében a felszínt változó vastagságban mesterséges feltöltések borítják, helyenként a bányaművelés fejtési szintjétől függően a felszínhez közel megjelenik a mészkőtufa. A rom területén közvetlenül a felszín alatt ugyancsak megtalálhatók jelentős vastagságban a különböző anyag-összetételű (áthalmazott) mesterséges feltöltések. A mészkőtufa fedőjét pleisztocén korú lösz eredetű mészkőtörmelékű iszapos homokliszt réteg borítja. Az üledékes kőzeteket a hegység alapközetét alkotó mészkőtufa követi, mely a különböző kémiai hatások következtében üregesedhetett, töredezettségükbe agyag-iszap lencsék települhettek be. A felszíni üledékek vastagsága a fekvő változatossága miatt nagyon eltérő.



1. ábra rétegszelvények

Abból kiindulva, hogy a falalapok alatti mésztufa + kötött talaj-összlet a jelenlegi $h = 2,0\text{--}2,5$ m magas, közel függőleges, rézsú biztonsági tényezője $n_0 = 1,0$, (Taylor-grafikkal) kiszámoltuk az összlet nyírószilárdságát most jellemző $c\text{--}tg$ tartományt. Majd GEO-5-ös 1D-s végeselemes program „szegezett rézsú” moduljával (a falak terhelését is figyelembe véve) kiszámoltuk, hogy a talajszegkiosztáshoz milyen $c\text{--}tg$ pontpárok szükségesek az $n=1,5$ -ös biztonság eléréséhez. A három görbét egy koordináta rendszerben ábrázolva megállapítottuk, hogy az injektálással milyen $c\text{--}tg$ zónába kell eljutatni a mésztufa-összlet nyírószilárdsági jellemzőit. A vizsgált tartományban a kohéziót a mostani $\sim 6\text{--}12$ kPa-ról a $c_{\min} = 70\text{--}125$ kPa érték fölé kell emelni. Ez az injektálástól elvárható eredmény.

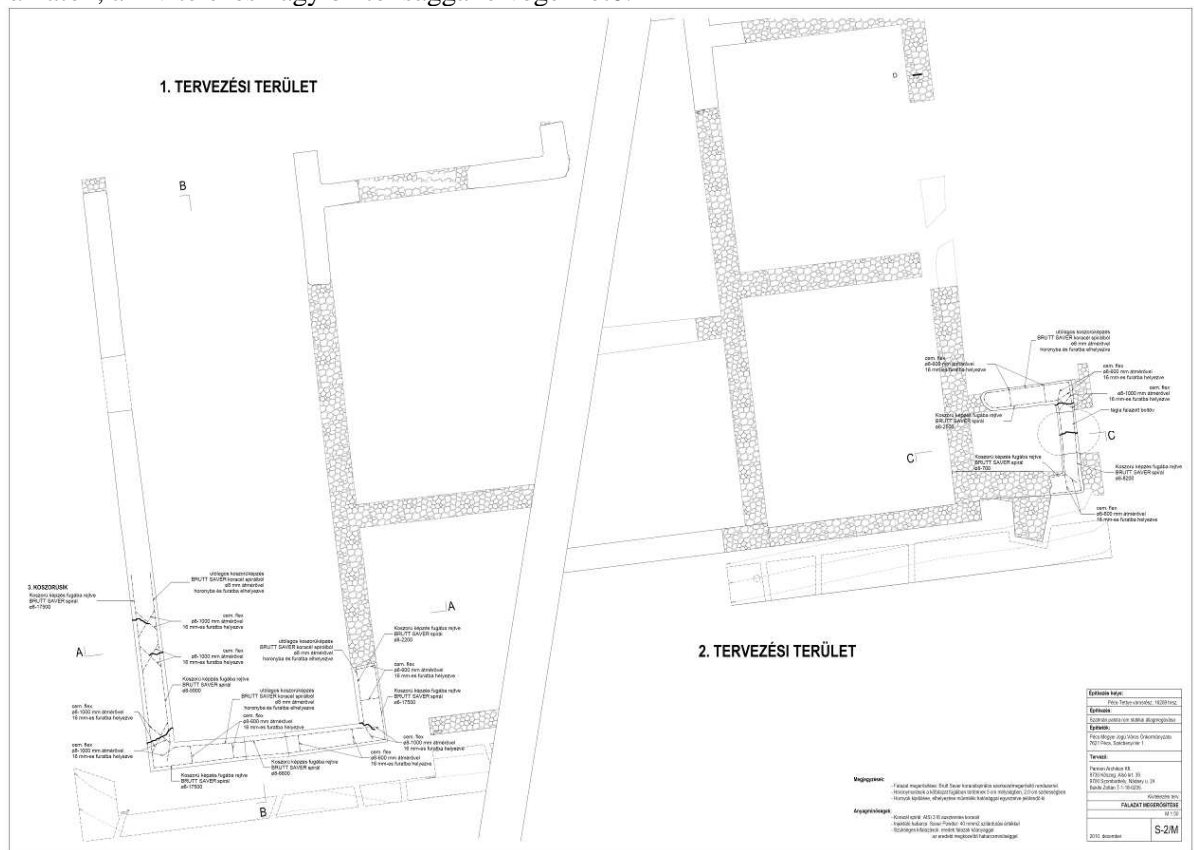


2. ábra. C-φ értékek

3 FELSZERKEZETI VIZSGÁLATOK, KIVITELEZÉS ELŐKÉSZÍTÉSE:

Az altalaj vizsgálatokkal egy időben a felszerkezet statikai számításai, állékonyságvizsgálata készült el. A felmenő falazat kő anyagából, valamint kötő és kitöltő habarcsából mintát vettünk. A süllyedt, kidőlt falazat alakváltozásait, pontos geometriáját geodéziai módszerekkel határoztuk meg. Az adatokat végeselem programmal értékeltük ki. A számításokkal meghatároztuk a dőlt falazat talajra hárított igénybevételeit, a falazat jelenlegi állapotának biztonsági paramétereit, valamint azon erőket, igénybevételeket, melyeket a visszahorgonyzáskor figyelembe kell vennünk. E számításokat és az altalajvizsgálati eredményeket összevetve tudtuk egyértelműen kijelenteni, hogy a tervezett talajszil-

lárddítással, talajszegezéssel, valamint a felszerkezet koracél spirálos megerősítésével a romok stabilizálhatók, a kivitelezés nagy biztonsággal elvégezhető.



3. ábra: tervezési területek

A palotarom szerkezeti kiviteli terveit két tervezési területre bontottuk. Az első tervezési terület a rom délnyugati sarokfalja, a második a dél keleti sarokbástya területe. A két rom közti terület, melyen a korábbi kivitelezés során már elkészült új és régi támfalazat húzódik, kikerült a jelen kivitelezés, megerősítés feladatsorából. A tervek elkészülte után közbeszerzési eljárás keretén belül olyan szakképeket kellett felsorakoztatni, akik rendelkeztek hasonló volumenű, műszaki tartalmú referenciával, tudták tartani az előírt rövid kivitelezési határidőt és garanciális feltételeket, valamint vállalták a megbízóval, tervezővel való szoros együttműködést. A beérkezett pályázatok közül a HBM Kft., mint generál kivitelező bizonyult a legalkalmasabbnak.

4 KIVITELEZÉS:

A kivitelezés a szabadon maradt partfal megtámasztásával indítottuk. A megtámasztás vasalt lött beton technológiával, torkrétozással készült. Célja az injektáló anyag talajban tartása és a partoldal további omlásának megakadályozása volt. A torkrét szilárdulása után lehetett elkezdeni az érintett terület injektálásos talajszilárdítását.

A teherbíró altalaj alap-határfeszültség növelését talajszilárdítással oldottuk meg, A talajszilárdítás anyaga mikroszemcsés cementtej volt. Az injektálási mélység 0,5 m-től 4,5 m-ig hatolt, a furatok függőleges és 75o -os ferde szögben készültek. Az injektált anyag mennyisége a talajhomogenitástól függően furatonként igen változatos mennyiségű volt.

A talajinjektálás után a talajszegezés következett. A szegezés fúrt injektált kiviteli móddal készült. A bejuttatott rudakkal passzív zárványokat képeztünk annak érdekében, hogy a helyszínen készült kohe-rens súlyszerkezet jöjjön létre, növelve a talaj nyírószilárdságát, illetve, hogy a mozgások mértéke korlátozva legyen. A talajszegek egyrészt a déli károsodott falszakasz visszaépítendő részűje alatt hatolt be a talajba a torkrét falazat átfúrásával, a falazatban történő lehorgonyzással. A dél keleti sarok-bástya esetén helyszíni művezetéssel kellett megállapítani a talajszegek helyzetét. E területen már lefektetett közművek voltak, melyek nyomvonalát meg kell ismerni. A szegek átmérője 20 mm volt 200 mm-es furatba elhelyezve. Az injektáló anyagként cementtejet használtunk, 0.4:0.5 víz-cement tényezővel

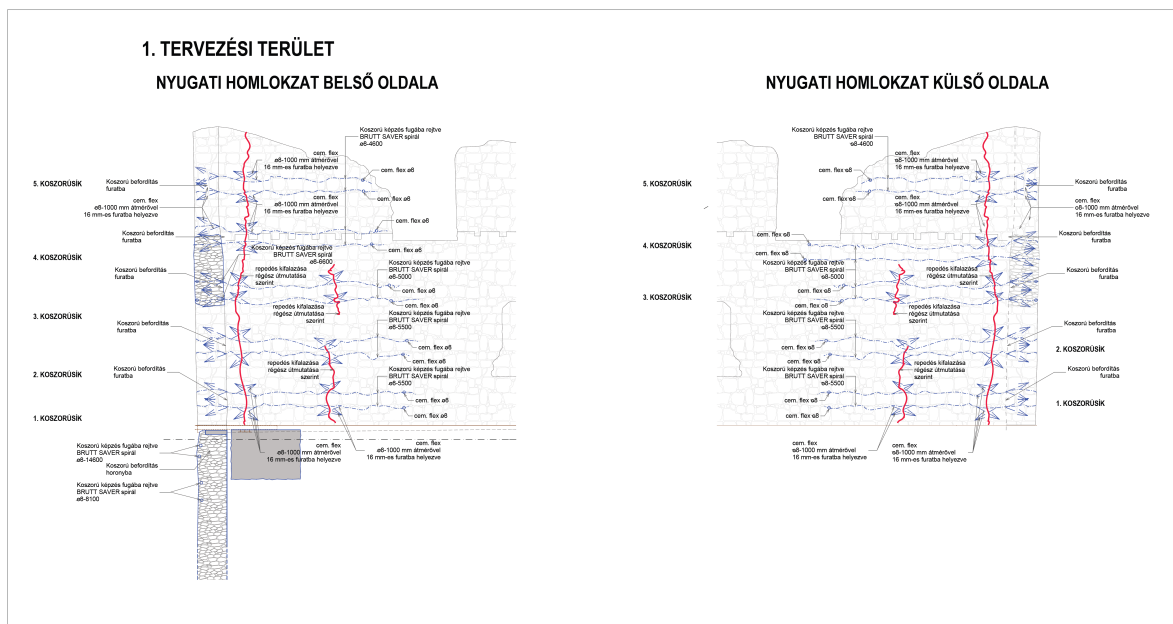


2. kép: Torkrét falazat talajszegezéssel

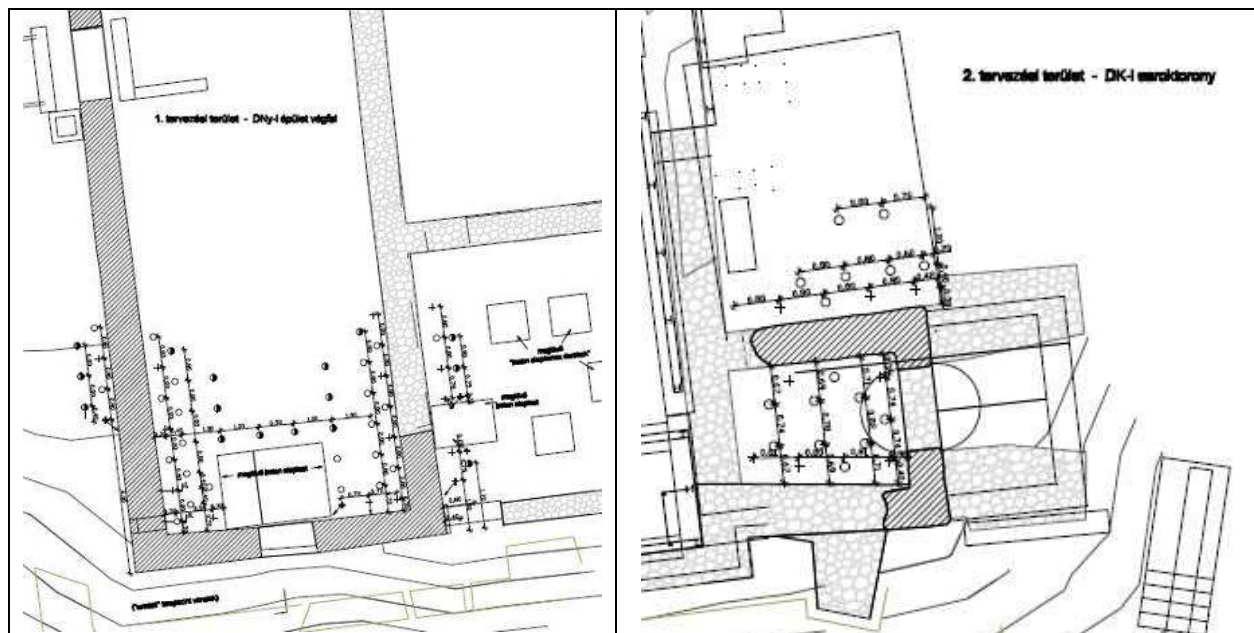
3. kép: Injektáló furatok készítése

A felszerkezet megerősítése Brutt Saver koracélspirálos technológiával készült. Az épületrom felmenő falazatai 70-90 cm között változó vastagságú rakott kő falazat volt, helyenként tömör téglakiegészítésekkel. A török torony esetén a nyílás feletti boltív tömör téglából készült. A falazatokat csak a harántfalak merevítették. A déli károsodott falazat esetén a haránt falbekötések – főleg a nyugati oldalon - megszűntek. Az alapmegerősítési munkák előtt a meglévő szerkezeti kihorgonyzásokat felül kellett vizsgálni. A gyártó, tervező bevonásával meg kellett állapítani, hogy az általai beavatkozások során a kihorgonyzás kellő biztonságot ad e egy esetleges talajmozgás bekövetkeztekor. A falazat együttdolgozásának helyreállítására koracélspirálos falvarrásos technológiát terveztünk. A spirálokkal a falazatban több síkon elhelyezett utólagos vasalt koszorút képeztünk a falazat mindkét oldalán beépített vasalással. A hosszvasakat a fugába mart hornyokba a rendszer ragasztójával rögzítettük. A falazatvastagságnak megfelelően a külső és belső vasalást kengyelszerűen áttüskéztük. A beépített elemek kettőzött $\Phi 8$ mm átmérőjű spirál rudak voltak.

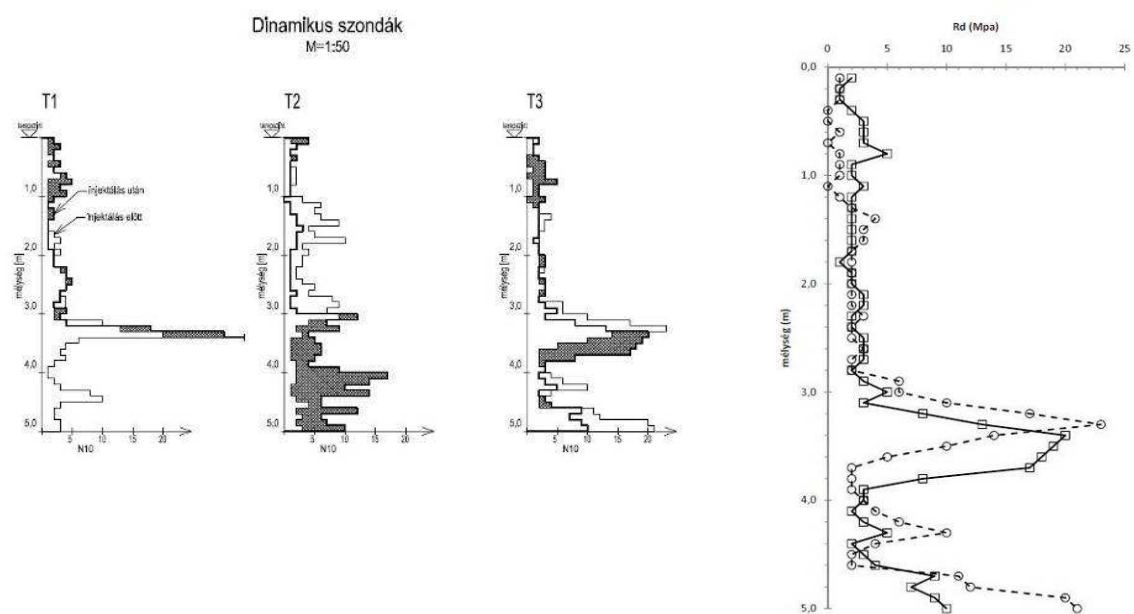
A török torony esetén a falazatok együttdolgoztatása hasonló megoldással történt. Itt a nyílás feletti boltívet alsó pótvasalással kötöttük össze. A koszorúk kettőzött BRUTT SAVER $\Phi 8$ koracél spirállal készültek. A megerősítések elkészülte után a hornyok az eredeti kötőanyaggal azonos összetételű habarccsal lettek javítva, így a falazat külső megjelenése szinte nem változott.



4. ábra A felszerkezet megerősítés kiviteli tervrészlet



5. ábra. Injektálási pontok



6. ábra Dinamikus szonda kiértékelése

A kivitelezés zárásaként az injektált talaj dinamikus ellenállás vizsgálata készült el. A verőszondás vizsgálatok kimutatták, hogy az altalaj felső 3 m-e homogénebbé vált, de főleg a felső 1,0-1,5 m-en nőtt jelentősen az inhomogén feltöltéses talajok szilárdsága. A geodéziai mozgásvizsgálatok kimutatták, hogy míg a kivitelezés ideje alatt mérhető elmozdulások voltak, azok a talajszilárdulások, felszerkezet megerősítések után megszűntek. Így mind az alépítmények, mind a felszerkezetek megerősítése sikeres volt. A végleges partoldal megtámasztást pedig az eredeti terveken szereplő, korábban elbontott rézsű georáccsal történt visszaépítésével biztosítottuk.

IRODALOMJEGYZÉK:

- Kele S. 2008. Édesvízi mészkövek vizsgálata a Kárpát-medencében I: paleoklimatológiai és szedimentológiai elemzések. Doktori értekezés, 176 p.
- Nagy E.; Hámor G. 1964. Pécsbányatelep. Magyarország Földtani Térképe 10 000-es sorozat L-34-61-C-b-4. Magyar Állami Földtani Intézet.
- Rálicsné Felgenauer E.; Török Á. 1993. Zuhányai Mészkő Formáció. Pp. 244-247. in HAAS J. (szerk.): Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. Triász.
- Sebe K. 2008. Egykori és mai kéregmozgások a Mecsekben. Élet és tudomány 2008/23, 720-723.
- Vadász E. 1935. A Mecsekhegység. Magyar Tájak Földtani Leírása 1, 180 p., 55 ábra, földtani térkép