

## A RÉGÉSZETI MINTÁK SPEKROMETRIÁS VIZSGÁLATA

**Halasi Tibor, Snézsana Kalámkovity, Miklós Márk, Mandity Jéléna\***

*Department of Chemistry, Biochemistry and Environmental Protection, Faculty of Sciences,  
Novi Sad,  
Trg Dostieja Obradovica 3, 2100, Novi Sad, Szerbia  
tibor.halasi@dh.uns.ac.rs*

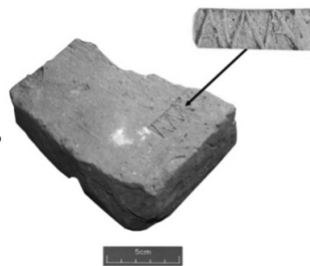


1. ábra. Trajánusz császár hídjának romjai,  
a Dunánál, Kladovó helység közelében,  $44^{\circ}37'26''S$   $22^{\circ}40'01''E$ .

Trajánusz császár (*Marcus Ulpius Nerva Traianus*, 53-117) hídja a Vaskapunál (Kladovó, Szerbia) Felső Mézia és Dákia egyik legjelentősebb építménye (1. ábra). A hidat 105. évben építette Trajánusz császár második hadjárata folyamán. Ma, e híd, Szerbiai Kladovó és a Romániai Drobeta - Turnu Severin helység között található meg romokban. A tervezője a damaszkuszi Apollodórusz (*Apollodorus Damascus*, 60-125), aki a Pontes római erődítményt szolgálta. A Trajánusz császár hídját, egy Simiján nevu sziget is tette lehetővé, amelyeken át folytak a munkálatok. Itt, elegendő építőanyag, kő, mész és minőségi homok is volt, ami a munkálatok elkezdésének egy előfeltétele volt [1]. A munkálatok pedig a Duna félpályás elterelésével kezdődtek, amihez kitűnő strapabíró építőanyagok voltak szükségesek. Ezt bizonyítja Prokopiusz (????p???, 500-565) jegyzete is, aki a krónikájában rámutatott arra is, hogy a munkálatok a mai Fetiszlám egykori Török erődítmény és Mala Vrbica nevu falu között zajlottak le (latin nevük ismeretlen). Ez azt jelenti, hogy a munkálatokat szárazon vitelezték ki amiről Kokejánosz (*Lucius, Claudius, Cassius Dio Cocceianus*, ???? ? ????s???, 155. vagy 163/164 - 229 után), Polibiusz (????B???, c. 200–118 k.e) és a bizánci Ceces János (????????t???, 1110 – 1180, Konstantinápoly) is be számoltak. Ezek szerint, 1 097,5m hosszú kohídról van szó, melyik kb. ezer évig a világ leghosszab hídja volt. A hídnak 20 pillére volt, melyek dimenziói: 18-19x33-34m. A pillérek csónak alakúak voltak, tehát áramvonalasak, merőleges irányba a víz folyásához viszonyítva. Az alapok és a portálok különösen szilárd cementből készültek, habarcs és kavics keverékből [2]. Ezek fölé egy sor égetett téglát rétegeztek, az oszlopok pedig cement tartókra voltak erősítve. Ezek magvaként, közéjük, töltőanyagként cseréptörmelékkel és égetett téglát tömtek. A szilárdító, rostszerű szerkezet volt, mely a pillérek magját erősítették. E találmány sokak szerint Apollodórusz nevéhez fűződik, a hidat pedig rekord idő alatt, 103-105. évben építették fel, ott, ahol a Duna eléri a 800m szélességet.

Később e remekműt, maguk a Rómaik döntötték romba, Auréliusz konzul (*Flavius Aurelianus*,) parancsára, visszavonulás alkalmával. Igaz, egyesek szerint ezt Hadriánusz császár (*Publius Aelius Traianus Hadrianus Augustus*, 24.01. 76 ?– 10. 07. 138. Baia) tette, de ez nem valószínű. Egyesek szerint pedig maga a víz sodorta el, ami igen valószínű. Egész 1856-ig még megvolt a 20 pillére, 1906. egy nemzetközi komisszió pedig ledöntetett belőle két pillért, mivel veszélyeztették a hajóforgalmat. A megmaradt 16 pillért 1932. jegyezték be, de időközben még ledöntögették belőle egy-néhányat, így, ma igaz hogy romos állapotban, de még mindég ayonosítható 12. Trajánusz császár hídjának a pillére.

E munkában, a híd pillérjéből vett téglaminta, eloször mikroszkópásan lett vizsgálva, kvarcok ( $\text{SiO}_2$ ) és vas (II) okszid tartalmára (3. ábra). Legfontosabbként, a vivooszlopok, illetve pillérek égetett téglamintái lettek elemezve. Meg lett állapítva, hogy Róma eredetűek és nem helyben készültek. Ezt maga a felirat, illetve a pecsétje is bizonyítja (2. ábra). Ennek az oka az, hogy a Rómaik magasabb tudással rendelkeztek mint a légión mérnökei [3].

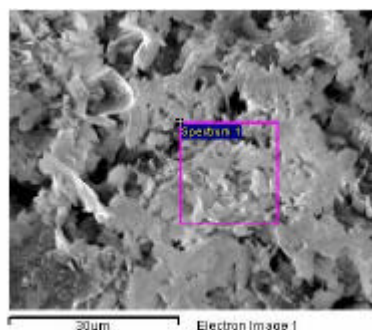


2. ábra. Trajánusz császár hídjának a téglamintája



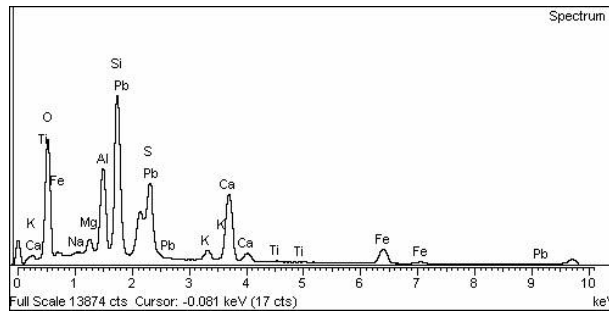
3. ábra. Trajánusz császár hídjának a mikroszkópiás téglamintája

Kinézésre, a Római téglá finom szerkezetű, kevés inhomogenitással, semilyen durvább szemcsével [4].



4. ábra. A Római téglá SEM felvétele

Ami a kémiai összetételt illeti, ennek a feltárására a legalkalmasabb módszer az EDS. Ehhez nem szükséges a kémiai feltárás és sok más előkészület. A vizsgált égetett téglá anyaga ólomtartalmú, ami nem ad lehetőséget arra feltételezésre sem, hogy a helybeli iparosok és földművesek készítették [5]. Ismeretes, hogy a helybeli kerámikusok, akik halászzal és földműveléssel foglalkoztak, ilyen mérgező anyagot tartalmazó agyagot nem gyártottak.



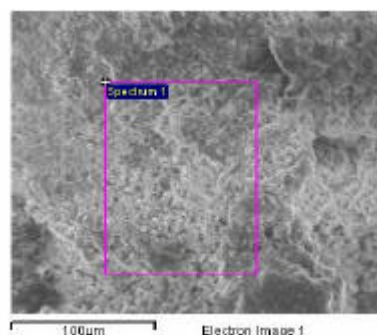
5. ábra. Római téglaminta EDS spektruma.

A római téglakémia összetétele az 1. táblázatban található meg, ami az EDS mérések eredménye. Ugyanis, ezen a vidéken, több esetben jelentkeztek: Helén, Kelta, Gót, Római és a Bizanc kerámikusok áruja és ezért érdemes odafigyelni a kémiai összetételre, mely specifikus az egyes kulturára.

1. Táblázat. A római téglakémia összetétele

Elem	App	Intensitás	Tömeg, %	Tömeg, %	Atom, %
	Conc.	Corrn.		Sigma	
O K	47.59	0.4645	55.87	0.30	71.68
Na K	0.51	0.5872	0.48	0.07	0.43
Mg K	0.89	0.6013	0.81	0.05	0.68
Al K	8.79	0.7267	6.59	0.08	5.02
Si K	25.37	0.7658	18.06	0.14	13.20
S K	6.56	0.6836	5.23	0.09	3.35
K K	2.36	0.9112	1.41	0.04	0.74
Ca K	9.76	0.8833	6.02	0.07	3.08
Ti K	0.49	0.7641	0.35	0.04	0.15
Fe K	6.43	0.8082	4.34	0.08	1.59
Pb M	0.95	0.6207	0.84	0.20	0.08
Totál			100.00		

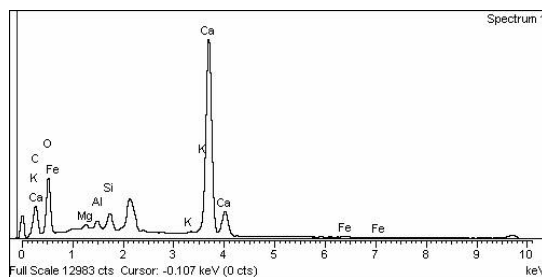
A másik fontos részlet a Trajánusz hídjának a kötoanyaga, melynek a szerepe többszörös. Elsősorban az össze tartó szerepe van, de növeli a híd elenállóképességét is.



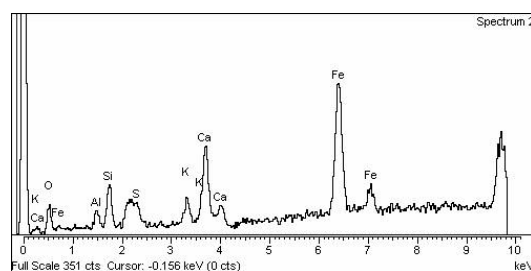
6. ábra. Trajánusz híd kötoanyagának SEM felvétele

Az kotoanyag biztosan, hogy helybeli nyersanyagból készült. Amint a kémiai összetételből látszik, magas a mésztartalma, de vasat, szilíciumot, alumíniumot és

magnéziumot is tartalmaz. Ez karakterisztikus a mai keletserbiai kerámiai áruk összetételére is.



7. ábra Trajánusz híd pillérének a kötoanyaga, EDS felvétel.



8. ábra Trajánusz híd kötoanyaga, EDS felvétele.

Egy másik kötoanyag minta, mely nem a pillérből származik, vasat, meszet és kvarhomokot is tartalmaz. Megítélve a kémiai összetételéből ennek nem valószínű hogy teherbíró szerepe volt, inkább dekorált. Ami e munka régészeti mintáit illeti, a spektroszkópiás módszerek bizonyultak legpraktikusabbaknak, amelyek lassan felváltják a kémiai és más fizikai módszereket.

#### Irodalom

- [1] Garašanin M., Vasic M., 1979, 1980: Trajanov most - kastel Pontes, *Đerdapske sveske I*, Beograd, 12,
- [2] Boynton R.S., 1980. *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York,
- [3] El-Gohary M. A., Al-Naddaf M. M., 2009: Characteriyation of Bricks Used in the External Casing of Roman Bath Walls Gadara-Jordan, *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, Vol. 9, 2, 29-46,
- [4] Bianchini G., Marrocchino E., Moretti A., Vaccaro C., 2006: *Chemical-mineralogical characterization of historical bricks from Ferrara: an integrated bulk and micro-analytical approach*, Geological Society, London, Special Publications 2006, vol. 257, 127-140,
- [5] Halaši T., Kalamkovic S., Halaši R., 2008: *Archeomineralogical and Chrystallographical Analysis of Samples From Some Location in Serbia*, XV Conference of the Serbian Crystallographic Society, Donji Milanovac, Abstracts, ISSN 0354-5741, 32-33.

*Acknowledgements: The autors wish to thank the Ministry of Education and Science, Government of Republic of Serbia for supporting the scientific project „The quality of the education system in Serbia's European perspective? (No. 179010)*