

## **CORROSION AND RESTORATION OF STONE MATERIALS OF MILITARY MONUMENTS OF 17<sup>TH</sup> AND 18<sup>TH</sup> CENTURY**

### **17. UN 18.GS. MILITĀRO KULTŪRVĒSTURISKO OBJEKTU AKMENS MATERIĀLU KOROZIJA UN RESTAURĀCIJA**

Inta Vītiņa, Silvija Igaune, Linda Krāģe, Inese Sidraba, Ronalds Lūsis  
Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte

#### Summary

The first fortification of Daugavgrīva's fortress – „skanste” was built by Swedish army in 1608 during the Swedish – Polish war, but in the middle of 17 century Swedes it rebuilt like the Netherlands 5-corner bastion with wide moats and ground escarps.

Almost four centuries old dungeons completely remained in original visual and physical dimension. The „Triangul Bastion” represents a part of Riga's medieval defence wall. It was constructed in 1729 near the Daugava river and was 6 – 7 m high. It stood for 130 years until it was partly demolished and flattered.

Recent archaeological excavations have provided evidence for the demolishing of the upper 3 meters of this defence structure.

Scientific investigations of stone materials and corrosion products of these Monuments were carried out at the laboratory of Centre for Conservation and Restoration of Stone Materials of Riga Technical University. The methodology used at the Centre includes the following: visual observation and microscopy, granulometric analysis, classic wet chemical analysis, XRD, DTA and hydro tests, biological investigation.

The results of scientific investigations show, that water migration is the most aggressive agent and acts as vehicle for salt solution transport and weathering processes of stone materials. Chemical and physical analyses of degraded dolomite, bricks and lime mortars and renders only of Daugavgrīva's fortress stone materials contain high concentrations of corrosion products:  $\text{KNO}_3$  3,2 – 21%,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  25 – 57%,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  1 – 3,1%,  $\text{NaCl}$  0,9 – 1,5%.

Full chemical analysis of lime mortars and renders show that for cladding of dolomite and brick walls in both Monuments strongly hydraulic dolomitic lime was used. The composition of compatible restoration mortars grading and color of sand as well as ratio binder to filler was chosen according to the research date.

Daugavgrīvas cietokšņa pirmo nocietinājumu – skansti izbūvēja zviedru armija 1608.gadā zviedru – Poļu kara laikā, bet 17.gs. vidū zviedri to pārbūvēja pēc Nīderlandes parauga - 5-stūru bastiona ar platiem grāvjiem un zemes eskarpēm. Gandrīz četrus gadsimtus vecie cietokšņa kazemāti pilnībā saglabāti vizuālā un fiziskā apjomā.

Triangula bastions ir daļa no Rīgas viduslaiku aizsargmūra. To cēla Daugavas krastā 1729.gadā un tā augstums bijis 6 – 7 m. Tas pastāvēja 130 gadus līdz tika daļēji sagrauts. 20.gs. veicot arheoloģiskos izrakumus atklāja apmēram 3 m augstus aizsargmūra fragmentus

Vēsturisko akmensmateriālu pilnīga zinātniskā izpēte, saderīgu materiālu izstrāde un pārbaude restaurācijai notiek Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Silikātu materiālu institūta (SMI) Akmensmateriālu konservācijas un restaurācijas centrā, izmantojot fotofiksāciju, vizuālo novērtējumu, mikroskopiju, granulometrisko, bioloģisko un klasisko ķīmisko analīzi, kā arī XRD, DTA un fizikālo (hidrisko) īpašību pārbaudi.

Triangula bastiona mūri 100 gadus atradās zemes slānī. Izpētes rezultātā noskaidrots Triangula bastiona celtniecībā izmantotā gliemeždolomīta un pelēkā dolomīta, kā arī vēsturisko mūrjavu ķīmiskais sastāvs un fizikālās īpašības. Konstatēts, ka šie vēsturiskie akmensmateriāli nav piesāļoti ar kālija, nātrija un magnija sulfātiem, hlorīdiem un nitrātiem, bet mūra dziļumā (urbumos līdz 22 cm) ir ļoti augsts mitruma saturs (15 – 18%). Augstā mitruma satura rezultātā vēsturiskās mūrjavas ir sairusas. Mūrjavas ir veidotas no tipiskiem Latvijas dolomītkalķiem ar kalķu – smilšu attiecību 1 : 2+3, bet vietām konstatēta saistvielas izskalošanās līdz kalķu – smilšu attiecībai 1 :5.

Turpretī Daugavgrīvas cietokšņa Kazemata (Nr.125) izpētē noskaidrots, ka sarkanie ķieģeļi un java starp tiem raksturojami ar augstu ūdenī šķīstošo sāļu saturu:  $\text{K}_2\text{SO}_4$  līdz 3,1%,  $\text{NaCl}$  0,9 – 1,5%,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  1 – 1,4%,  $\text{KNO}_3$  līdz 1,7%. Sliktas hidroizolācijas dēļ mūros notiek mitruma migrācija. Mitruma, sāļu un sala darbības rezultātā ķieģeļu sienas ir sliktā tehniskā stāvoklī, notikusi ķieģeļu un dzegu sašķelšanās. Straujas žūšanas periodos (pavasārī) uz sarkano ķieģeļu un velvju virsmām izveidojās balti pūkaini sāļi, kuru ķīmiskā sastāvā ir  $\text{KNO}_3$  3,2 līdz 21% un  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  25+57%. Mūrjavu analīzes parādīja, ka tām tāpat kā Triangula bastionā, lietotas dolomītkalķu javas, bet korozijas procesu un mitruma iedarbības rezultātā mūrjavas ir liesas (izskalotas), mehāniski neizturīgas un piesāļotas ar kālija un nātrija savienojumiem.

Šādu vēsturisko mūru atjaunošanai mūsdienās nav pieļaujama cementa pielietošana. Cementa javas ir blīvas un pēc restaurācijas paātrina vēsturisko mūru korozijas procesus. Tāpēc gan Triangula bastiona, gan

Daugavgrīvas cietokšņa Kazemātu atjaunošanai, izmantojot vēsturisko mūru izpētes rezultātus (kaļķu ķīmisko un pildvielu granulometriskos sastāvus, ķieģeļu un dolomītu fizikālās īpašības) tika izstrādāti jauni mūrjavu sastāvi no Latvijas izejvielām. Restaurācijas javas sastāvā saglabāta saistvielas – smilšu attiecība 1 : 2 līdz 1 : 2,7, izmantojot aktīvus baltkaļķus (aktīvais CaO > 54%). Kā pildviela tika lietots Garkalnes smilšu un grants maisījums, lai nodrošinātu mūrjavu lielāku porainību un ūdens uzsūci. Tika izstrādāti 5 mūrjavu sastāvi, kurus pirms restaurācijas pārbaudīja uz bastiona mūra eksperimentālajiem laukumiem. Ar optimālo sastāvu veikta Triangula bastiona restaurācija, ko tagad var redzēt 11.novembra krastmalā.

Inta Vītiņa, RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Silikātu materiālu institūts, Āzenes iela 14/24, Rīga LV-1048, tel.7089140, e-pasts: linda@ktf.rtu.lv