

Izvorni znanstveni rad
UDK: 627.235(497.5 Dubrovnik)"14/15"
DOI: <http://doi.org/10.21857/9xn31cvvg6y>
Primljeno: 23.2.2016.

VALOBRAN KAŠE: TIJEK I NAČIN IZGRADNJE, PRIMIENJENE ANTIČKE TEHNIKE GRADNJE U RENESANSI

ŽELJKO PEKOVIĆ

SAŽETAK: Valobran Kaše je bez sumnje izniman spomenik graditeljstva renesanse, vrhunska inženjerska građevina svestranog graditelja Paskoja Miličevića. Izgrađen je između 1486. i 1514. Prvi, manji, sjeverni dio izgrađen je 1486, a drugi, nešto veći, 1487. godine. Ta dva dijela su 1498. povezana, a 1514. godine su Kaše dograđene prema sjeveru. Prilikom gradnje primijenjene su, u renesansi ponovo otkrivene, antičke tehnike gradnje. Valobran je izgrađen u suhom doku, a ne u kesonu, kako se dosad smatralo. Suhi dok izrađen je kao drvena kutija čije se dno sastojalo od dva sloja greda, dok su bočne stranice bile oplućene jednim slojem greda. Suhi dok je potopljen na mjestu gradnje, a potom je isušen. Valobran je izveden kao zidana konstrukcija, čija je vanjska oplata zidana masivnim kamenim blokovima spojenim metalnim sponama i trnovima zalivenim u olovo. Sredina valobrana bila je "betonirana" mortom od vapna i crvenice s dodacima lomljenog kamena.

Ključne riječi: Dubrovnik, valobran Kaše, Paskoje Miličević, suhi dok

Keywords: Dubrovnik, Kaše breakwater, Paskoje Miličević, dry dock

Uvod

Povijesna jezgra Dubrovnika, s iznimnim brojem sačuvanih građevina, od srednjega vijeka do danas čini cjelinu svjetske kulturne baštine, a vrijednosti-ma te jezgre pridonosi činjenica da novodobna izgradnja, kao malo gdje, nije narušila njezinu cjelovitost, što se posebno očituje na gotovo potpuno očuvanom fortifikacijskom sustavu.

Željko Peković, redoviti profesor u trajnom zvanju na Odsjeku za povijest umjetnosti Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Splitu. Adresa: Sinjska 2, 21000 Split. E-mail: zeljko.pekovic@gmail.com



Slika 1. Pogled na Kaše s juga

Dubrovnik je nastao na poluotoku koji je zatvarao duboku i plitku uvalu.¹ Nukleus grada, *civitas* koju spominje car-pisac Konstantin VII. Porfirogenet 949. godine, protezao se poluotokom i sastojao od tri seksterija odnosno gradska kvarta. Redoslijedom kojim su nastajali: Kaštel, Sv. Petar, Pustijerna,

¹ O razvoju grada smo recentno raspravljali: Željko Peković i Kristina Babić, »Predgrađe dubrovačke *civitas*.« *Anali Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Dubrovniku* 55/1 (2017): 1-63 i u ranijim radovima: Željko Peković, *Crkva Sv. Petra Velikoga. Dubrovačka predromanička katedrala i njezina skulptura*. Dubrovnik: Omega engineering d.o.o; Split: Filozofski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2010; Željko Peković, *Dubrovnik, Nastanak i razvoj ranosrednjovjekovnog grada / La fondation et le développement de la ville médiévale*. Split: Muzej hrvatskih arheoloških spomenika, 1998. Donosim i pregled ostale literature vezane za razvoj grada: Vice Adamović, *O bedemima grada Dubrovnika*. Dubrovnik: J. Tošković, 1921; Milorad Medini, *Starine dubrovačke*. Dubrovnik, 1935; Nikola Dobrović, *Urbanizam kroz vekove*, sv. 1. Beograd: Naučna knjiga, 1950; Lukša Beritić, *Utvrđenja grada Dubrovnika*. Zagreb: JAZU, 1955; Lukša Beritić, »Ubikacija nestalih spomenika u Dubrovniku.« *Prilozi povijesti umjetnosti u Dalmaciji* 10 (1956): 15-83; Lukša Beritić, *Dubrovačke zidine*. Dubrovnik: Društvo prijatelja dubrovačke starine, 1958; Lukša Beritić, *Urbanistički razvitak Dubrovnika*. Zagreb: Zavod za arhitekturu i urbanizam Instituta za likovne umjetnosti JAZU, 1958; Ivan Marović, »Arheološka istraživanja u okolici Dubrovnika.« *Anali Historijskog instituta JAZU u Dubrovniku* 4-5 (1956): 9-30; Cvito Fisković, »Starokršćanski ulomci iz Dubrovnika.« *Starinar* 9-10 (1958-1959): 53-57; Đuro Basler, »Jedan zid stare dubrovačke tvrđave.« *Beritićev zbornik*, ur. Vjekoslav Cvitanović. Dubrovnik: Društvo prijatelja dubrovačke starine, 1960: 19-23; Dubravka Beritić, »Još jedan kasnoantikni kapitel u Dubrovniku.« *Peristil* 5 (1962): 5-6; Milan Prelog, »Dubrovački Statut i izgradnja grada (1272-1972).« *Peristil* 14-15 (1972): 81-95; Milan Prelog, »Dubrovnik.« *Radovi Instituta za povijest*

tvorili su, dakle, *civitas*.² Grad se s poluotoka širio prema uvali, te ju je postepeno nasipavao. S druge strane uvale nastala su podgrađa doseljenih Slavena. Široka uvala bila je na svom kraju plitka, a njezina plovnost sezala je otprilike do ulice Lučarice. Tom ulicom protezao se drveni “most”, zapravo komunikacija izgrađena od drvene konstrukcije podržane deblima zabivenima u muljevito tlo koja je spajala dvije obale uvale. Vodila je od Lavljih vrata (*Porta Leonis*), do mjesta na kojemu je danas Sponza. Druga strana mosta, litica kod crkve Sv. Jakova, utvrđena je vrlo rano, koncem 11. ili početkom 12. stoljeća, prije opsade Dubrovnika koju je organizirao vladar iz zaleđa, knez Bodin. Kasnije se taj lokalitet spominje kao Bodinova kula.

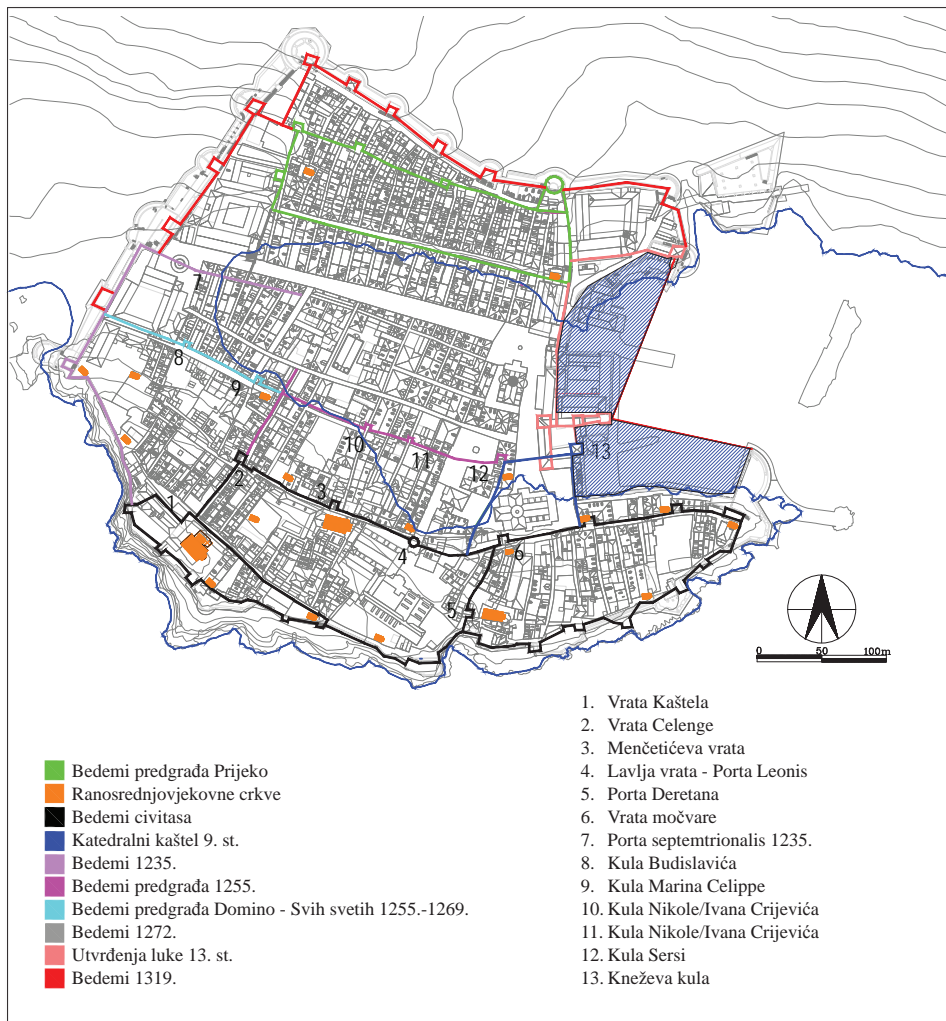
Uz drveni “most” - komunikaciju pristajali su brodovi i iskrcavali robu. Tako je roba bez velikih skladištenja mogla direktno nastaviti karavanskim putovima preko Srđa u unutrašnjost Balkana.

Najzaštićeniji dio uvale bio je prostor između “mosta” i katedralnog kaštela, koji je tu nastao početkom 11. stoljeća. Do njega je vodila i vrlo važna komunikacija koja je spajala Vrata Kaštela s vratima Katedralnog kaštela. Ta dijagonalna ulica, nastala na slojnicama kao prirodna komunikacija prije nastanka Grada, očituje se dosta jasno u tlocrtu grada prije 1600. godine.³

umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu 1-2 (1972): 3-6; Milan Prelog, »Urbanistički razvoj Dubrovnika.« *Peristil* 21 (1978): 127-130; Mate Suić, *Antički grad na istočnom Jadranu*. Zagreb: Sveučilišna naklada Liber, 1976: 255; Ante Marinović, »Urbanistički razvoj starog Dubrovnika i potreba asanacije i rekonstrukcije.« *URBS* 2 (1958): 55-64; Ante Marinović, »Povijesna jezgra Dubrovnika u suvremenim tokovima života grada.« *Arhitektura* 166-167 (1978): 53-55; Igor Fisković, »O ranokršćanskim spomenicima naronitanskog područja.« *Izdanja Hrvatskog arheološkog društva* 5 (1980): 213-256; Marija Planić-Lončarić, *Planirana izgradnja na području Dubrovačke Republike*. Zagreb: Centar za povijesne znanosti, Odjel za povijest umjetnosti, 1980; Antun Ničetić, »Luka starog Dubrovnika.« *Naše more* 1-2 (1986): 61-71; Antun Ničetić, »Još o luci starog Dubrovnika.« *Naše more* 5-6 (1986): 259-270; Antun Ničetić, »Dubrovnik je nastao i razvio se oko jedne luke.« *Naše more* 3-4 (1988): 123-135; Ivo Babić, »Naselja pod utverdama u Dalmaciji.« *Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru* 4 (1985): 7-25; Željko Rapanić, »Arheološka istraživanja nakon potresa i počeci Dubrovnika.« *Obnova Dubrovnika: 1979-1989*, ur. Snješka Knežević. Dubrovnik: Zavod za obnovu Dubrovnika, 1989: 339-345.

² O nastanku i prvim stoljećima ovoga grada vidi Rapanićevu recentnu studiju koja sadrži i kritički pregled starije literature. Željko Rapanić, »O počecima i nastajanju Dubrovnika. Naknadna razmišljanja.« *Starohrvatska prosvjeta* 3/40 (2013): 81-126, te njegova ranija promišljanja od kojih odustaje: Željko Rapanić, »Marginalia o “postanku” Dubrovnika.«, u: *Arheološka istraživanja u Dubrovniku i dubrovačkom području: znanstveni skup Dubrovnik, 1.-4.10.1984*, ur. Željko Rapanić. Zagreb: Hrvatsko arheološko društvo, 1988: 39-50.

³ Ilario Principe, »Tri neobjavljene karte Dubrovnika iz XVI. - XVII. stoljeća.« *Dubrovnik* 1 (1991): 193. Kartu smo rektificirali, vidi: Ž. Peković, *Crkva Sv. Petra Velikoga*: 29.



Slika 2. Tlocrt Grada s ucrtanim razvojnim etapama, ranosrednjovjekovnim crkvama i pretpostavljenim ranim lučkim lancem, prema: Željko Peković i Kristina Babić, »Predgrađe dubrovačke civitas.« *Anali Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Dubrovniku* 55/1 (2017): 17.

Grad je rastao i nasipao uvalu, te se taj nizinski dio u 13. stoljeću spominje kao močvara (*paludazzo*). Tako se za jednu kuću iza Katedrale u arhivskom podatku iz 1259.⁴ kaže: ...*sita in palude juxta ecclesiam Maiorem Sancte Marie*. Močvara

⁴ *Diplomatički zbornik Kraljevine Hrvatske, Dalmacije i Slavonije, sv. 5. Listine godina 1256-1272*, ur. Tadija Smičiklas. Zagreb: JAZU, 1907: 127.

se spominje i kasnije, sve do konca 13. stoljeća, kod crkve Sv. Spasitelja: *...positam in Palude super platea comunis, que est ante ecclesiam sancti Saluatoris.*⁵

Grad je obzidavao predgrađa, čini se, tijekom cijelog 13. stoljeća. Obzidanjanja su započeta prije 1272, a dovršena 1296. godine, kako se spominje u odredbama Statuta grada Dubrovnika. U tom je stoljeću Grad zaokružen zidinama u otprilike današnjim gabaritima. Manja proširenja, koja su ujedno i posljednja proširenja Grada, dogodila su se početkom 14. stoljeća širenjem jezgre na franjevački i dominikanski samostan. Obzidavanjem kompleksa samostana zaokružena je povijesna jezgra Dubrovnika, u takvim gabaritima sačuvana do danas. Nakon što je povijesna jezgra “pojela” svoju prirodnu luku, izgrađena je nova na današnjem mjestu, s velikim i malim arsenalima. Najzaštićeniji dio luke bilo je područje zaklonjeno prirodnim poluotokom, na kojem je nastala Pustijerna. Taj dio luke u dokumentima se nazivao “unutrašnje more”. Gradska luka branila se postavljanjem tzv. lučkog lanca.⁶ Izgradnjom Kaša lučki lanac se postavljao između kule Sv. Ivana i Kaša, te između Kaša i Komarde. Gdje je ranije bio lučki lanac, otkrivaju nam velike kamene alke na zapadnom pročelju kule Sv. Ivana i na Kaznenoj kuli Kneževa dvora. Postavljene su dosta visoko, pa su predimenzionirane za vezivanje brodova. Lanac postavljen u tom smjeru štutio je “unutrašnje more”, dio luke pred sjevernim zidinama Pustijerne gdje su se do početka 15. stoljeća nalazili i mali arsenal. Ostali izloženi dio luke bio je najvjerojatnije zaštićen lancem postavljenim između Kaznene kule Kneževa dvora i kule Sv. Luke. Tome u prilog govori oblik kule Sv. Luke, koja je u tlocrtu paralelogram, a pred pročeljem je imala mali mul usmjeren prema Kaznenoj kuli. Na taj način luka 13. stoljeća bila je zaštićena dvama potezima “lanca”. Zatvaranje luke na mjestu Kaša, zbog prevelikog raspona i razorne moći mora, tada nije moglo biti izvedeno. Čim su izgrađene Kaše, lanac je premješten i cijeli je akvatorij luke postao zaštićen.

Veliki dio luke bio je izložen jakim vjetrovima i valovima koji su dolazili s jugoistoka.⁷ Zbog tih je problema gradska luka branjena od valova već 1347.

⁵ *Spisi dubrovačke kancelarije: Zapisi notara Tomazina de Savere 1278-1282*, prir. Gregor Čremošnik. *Monumenta historica Ragusina*, sv. 1. Zagreb: JAZU, 1951: 31 (dokument br. 119).

⁶ Lučki lanac izrađivao se od kovanog željeza, s alkama velikog presjeka kako bi mogao izdržati udar broda. Međutim, takav lanac bilo je vrlo teško spuštati i podizati iznad razine mora. Stoga je lučki lanac izveden od okovanih drvenih greda, međusobno povezanih zglobnim lančanim vezama i lancem za kamene alke na kulama. Tako izveden, plutao je na površini mora i mogao se lako otvoriti i zatvoriti za ulazak brodova.

⁷ Prirodnu obranu akvatorija gradske luke vrši i otok Lokrum, koji znatno umanjuje snagu i jakost udara valova na područje dubrovačke luke. Izgradnjom valobrana Porporela u prvoj polovini 19. stoljeća stanje se poboljšalo.

ulogu, jer se za nju vezivao lučki lanac koji je priječio ulazak u luku nepoželjnim stranim brodovima. O inženjerskim građevinama relativno se malo piše, pa ih se rijetko znanstveno obrađuje. Valobran Kaše bez sumnje je izniman spomenik inženjerskog graditeljstva renesanse i vrhunsko djelo svestranog graditelja Paskoja Miličevića. Zbog toga zaslužuje poseban tretman i specifičan pristup u dokumentiranju, projektiranju i obnovi.

Počeci zaštite luke - valobran

Počeci zaštite današnjeg akvatorija luke sežu u 1347. godinu,⁸ kada je odlučeno da se prirodni rt kod tvrđave Muo⁹ produži i nasipa kamenom. Pokušaj zaštićivanja akvatorija gradske luke od velikih valova planiran je i izveden nasipom dugim 25 sežanja (cca. 50 metara), građenim od velikog kamenja uz prirodni rt kod tvrđave Muo prema sjeveroistoku. Nasip je služio i za zaštićivanje temelja tek izgrađene kule. Valovi su taj nasip rušili i raznosili i zatvarali pristup luci, što je ometalo uplovljavanje i isplovljavanje iz luke i počelo stvarati probleme u luci. Umjesto da štiti od valova, valobran je priječio normalnu plovidbu za mirnoga vremena. To je ponukalo Republiku da planira i izgradi luku sa zidanim, a ne nasipanim valobranom, što je tehnološki bilo dosta zahtjevno za srednji vijek.

U istoj odluci o gradnji nasipanog valobrana spominje se i potopljeni lučki lanac, za koji je određeno da se izvadi iz mora i vrati u prvobitno stanje. Novac za gradnju mula i popravak lanca Republika je planirala namaknuti novom taksom. Svi brodovi nosivosti od 60 milijara naviše plaćali su mjesečno carini Sv.



Slika 4. Gradska luka 1837. godine, reambulacija iz 1878. godine (Arhiv mapa Split)

⁸ L. Beritić, *Utvrđenja grada Dubrovnika: 23-24; Monumenta Ragusina, Libri reformationum, Tomus I. Ann. 1306-1347*, prir. Joannes Tkalčić. *Monumenta spectantia historiam Slavorum Meridionalium*, sv. 10. Zagreb: JAZU, 1879: 268-269.

⁹ Tvrđava Muo zvala se u početku Gundulićeva kula, potom kula na Mulu, kula Muo, i naposljetku kula Sv. Ivana.

Marije po 3 perpera, od kojih je pola iznosa moralo biti utrošeno na radove u luci. Isto je tako određeno da se prihodi carine od voska potroše na radove u luci.

Polovinom 15. stoljeća razmišljalo se o gradnji novog valobrana građenog, kao i utvrde, od kamena i vapna. Projekt je ponuđen čuvenom firentinskom graditelju Michelozziju koji se, izgleda, nije prihvatio tog posla. Potom je 1461. godine angažiran graditelj Bernardin iz Parme za inženjerske radove u drvu na produbljenju luke, za izradu i uređenje bombardara, kao i za gradnju utvrda. Nisu sačuvani dokumenti ni građevine u luci koji bi se mogli njemu pripisati, pa se ne zna opseg i količina radova koji su izvedeni u gradskoj luci.

U gradsku službu je 29. prosinca 1465. godine, nakon nekoliko velikih stranih majstora graditelja, primljen domaći inženjer Paskoje Miličević,¹⁰ graditelj (*magister diversorum ingeniorum*), ljevač topova i metalurg. U službi Republike ostao je 51 godinu, a izgradio je mnogo fortifikacijskih građevina u Dubrovniku i Stonu. Poslan je i izvan granica Republike da gradi most na Neretvi kod Počitelja. Umro je u Dubrovniku 1516. i sahranjen je u sakristiji crkve dominikanskog samostana.

Opis postojećeg stanja Kaša

Valobran Kaše brani luku s istoka, položen je u smjeru S-J, između tvrđave Sv. Ivana i Ploča. Branio je luku prvenstveno od djelovanja mora, služio za sidrenje brodova i imao fortifikacijsku ulogu - za njega se vezivao lučki lanac, sistem sastavljen od lanca i paralelno poredanih drvenih greda koji je zatvarao luku i priječio ulaz nepoželjnim brodovima. Karakteristično je da su Kaše od svog postanka do danas stalno u funkciji, izgubivši s vremenom samo obrambenu ulogu.

Valobran Kaše smješten je na morskom dnu čiji prvi gornji sloj tvori pijesak, zatim slijedi šljunak, pa glina (crvenica) i na kraju kompaktna stijena. Ona se, uz južni dio valobrana, nalazi na 15 m ispod mora, dok ta dubina na sjevernom dijelu iznosi 6,2 m. Morsko dno ispod Kaša u doba gradnje blago je padalo od obale, gdje je bilo duboko oko 6 m, do 7 m na njihovom južnom kraju.

Valobran ima longitudinalan, nepravilni oblik, čije su duže stranice istočna i zapadna, a kraće su sjeverna i južna. Građen je od kamenih blokova koji su povezani mortom, koji je more ispralo s površine. Jugoistočni ugao (onaj o koji udaraju valovi juga) je pravokutan (te mu je simetrala okomita na valove da ih

¹⁰ L. Beritić, *Utvrđenja grada Dubrovnika*: 96; Lukša Beritić, *Dubrovački graditelj Paskoje Miličević*. Split: Novinsko izdavačko poduzeće Slobodna Dalmacija, 1948.

bolje razbije), jugozapadni ugao (gleda prema luci) zatvara tupi kut (da ga valovi lakše zaobilaze), sjeveroistočni ugao čini tupi kut, a sjeverozapadni šiljasti, tako da oba usmjeravaju valove da se razbiju o stijene kopna. Njegova dužina iznosi oko 79,3 m, prosječna visina oko 9,5 m, a širina varira od 7,5 m na najužim do 10,9 m na najširim dijelovima.

Uz vanjsko istočno pročelje prislonjena je školjera - nasip bogat velikim kamenim blokovima koji Kaše štiti od udara valova. Na unutarnjem zapadnom pročelju nalaze se četiri prilazna stubišta (tri uža i jedno šire, s po četiri visoke stube), i kvadratičan usjek, gutač lučkog valovlja, koji je dug oko 9 m, a dubok oko 2 m. Na vrhu Kaša nepravilno je raspoređeno 15 bitvi (od kojih je pet slomljeno) za vezivanje brodova, koje su različitih oblika i dimenzija. Također se tu povremeno smještaju i drvene konstrukcije za sušenje ribarskih mreža.

Tijekom dugih godina postojanja na objektu su nastale deformacije koje se manifestiraju mnogim ispupčenjima i ulegnućima te još brojnijim pukotinama i iskliznućima kamenja iz izvornih položaja.

Gornja ploha valobrana, po obliku i položaju kamenih kvadara na njoj, predstavlja izrazito šarenu plohu iz koje se mogu "čitati" mnoge građevinske faze - od onih osnovnih u nastanku objekta, pa do mnogobrojnih popravaka kojima se ne može odrediti točno vrijeme nastanka. Karakteristično je da veći kameni blokovi uokviruju građevinu, osobito na valovima ugroženim dijelovima, dok manje kamenje ispunja površinu. Na sjevernoj četvrtini Kaša postoji odstupanje od tog principa, pa velike kamene plohe nalazimo i u sredini građevine. Cjelokupna površina ispunjena je proširenim sljubnicama, pukotinama i rupama.

Istočno pročelje jedva je vidljivo zbog kamenog nasipa školjere. Moguće ga je pratiti kroz završni red kamena, u kojem prevladava kamenje srednje veličine u odnosu na ono većih dimenzija.

Južno pročelje građeno je od velikih kamenih blokova, među kojima nekoliko njih impresionira svojim dimenzijama: dužina preko 7 m, visina 1 m, a dubina 1,7 m. Između redova kamenja, kao i među blokovima, postoje znatne šupljine.

Sjeverno pročelje jednim je dijelom zaklonjeno kamenim nasipom. Građeno je od srednje velikih kamenih blokova (oko 2 m dužine i 0,5 m visine) koji prevladavaju na većem dijelu, dok se manji blokovi nalaze uz zapadni dio tog pročelja. U središnjem dijelu nalaze se veće šupljine.

Zapadno pročelje u najvećoj mjeri pokazuje kolika su oštećenja na valobranu. Građeno je od srednje velikih, koji prevladavaju, i velikih kamenih blokova smještenih osobito uz južni dio pročelja, a predjeli među njima ispunjeni su

manjim kamenjem. Vidljivo je da su u prošlosti pojedini dijelovi pročelja, koji se nalaze uz današnje morsko dno, popravljani i ispunjavani kamenom. Postoje mnogobrojne šupljine na cijeloj ovoj plohi, a naročito su izražene uz morsko dno.

O ispuni valobrana malo se znalo i, iako su postojali raniji istražni radovi, nije bilo jasno na koji način su izvedeni obodni zidovi i kakva je bila ispuna.

Dosadašnje spoznaje o gradnji Kaša

Lukša Beritić, najveći dubrovački istraživač razvoja Grada, obrambenog sustava i gradske luke, objavio je u nizu svojih djela mnoštvo arhivskih podataka (koje mi koristimo u ovom radu) i temeljito obradio valobran Kaše.¹¹

O Kašama je pisao i Hrvoje Macan.¹² On prenosi dio dokumenata koje je publicirao Beritić i detaljno opisuje valobran nakon izrade arhitektonskog snimka. Analizira njegove mjere i iznosi način i slijed izgradnje.

¹¹ L. Beritić, *Utvrđenja grada Dubrovnika*; Lukša Beritić, »Urbanizam dubrovačkih luka.« *Pomorski zbornik* 2 (1962): 1383-1391; Lukša Beritić, »Izgradnja i utvrđenja Gradske luke.«, u: *Dubrovačko pomorstvo: u spomen sto godina Nautičke škole u Dubrovniku MDCCCLII - MCMLII*, ur. Jozo Luetić, Ivo Gluhonja, Rudimir Roter i Špiro Savin. Dubrovnik: Odbor za proslavu sto godina Nautičke škole, 1952: 285-292; L. Beritić, *Dubrovački graditelj Paskoje Miličević*.

¹² Hrvoje Macan, »Lukobran Kaše u Dubrovniku.« *Dubrovački horizonti* 27 (1987): 19-24. Donosi zaključak da je dio do tvrđave Sv. Ivana, južni dio Kaša, najstariji, što vrlo jasno demantiraju arhivski podaci. Sjeverni dio, prema njegovu mišljenju, izgrađen je drugi po redu, a kao treći i posljednji dio izgrađen je srednji spojni dio Kaša. Detaljno analizira geometriju valobrana. Smatra da mu je nadmorski dio prilikom izgradnje bio visok 6 lakata (309 cm) iznad srednje morske razine. U članku razmatra načine vađenja, transporta i ugradnje velikih kamenih blokova. U pogledu gradnje, smatra da je podmorski dio položen na roštijl greda i da je građen u suho (bez upotrebe morta). Smatra da Dubrovčani nisu poznavali nikakvo hidrauličko vezivo. Po njemu, Dubrovčani su čuli za pucolan (mljeveni vulkanski pepeo koji se koristio još u doba antike) tek nakon 1667. godine, kada je Stjepan Gradić poslao uzorke u grad radi brže obnove jer, za razliku od pucolana, vapneni mortovi slabo suše i nisu kvalitetni. O tome vidi: *Zbornik radova o dubrovačkom učenjaku Stjepanu Gradiću (1613-1683): u povodu 300. obljetnice smrti*, ur. Žarko Dadić. Zagreb: Hrvatsko prirodoslovno društvo, Sekcija za povijest znanosti, 1985: 135. Piše o kamenu koji su koristili za gradnju, a koji je bran na različitim lokalitetima: na otočiću Supetru pred Cavtatom, na otoku Korčuli i na nepoznatom lokalitetu Budim u Dubrovačkom primorju. Donosi rekonstrukciju prijenosa kamena potopljenog (da izgubi na težini) između dva broda, kao i rekonstrukciju brodske dizalice koja je imala podizati i spuštati kamene blokove. Misli da je unutrašnjost valobrana ispunjena samo nabačajem kamena, a da su fasadni zidovi složeni u suho. To nije točno, demantiraju ga geomehanička ispitivanja. Pronađeni su tragovi morta u sljubnicama obodnog ziđa i u središnjoj ispuni, sve do dna valobrana. Mort su, prema njegovu mišljenju, upotrebljavali samo za nadmorski dio, i to vapneni mort s dodatkom crvenice (gnjile). Takav mort je postojan u vlažnoj sredini, ali jako dugo i sporo veže. Stoga smatra da je drvena "kašeta" izvedena na valobranu kako bi nadmorski dio kamenih sljubnica Kaša štitila od ispiranja i degradacije. "Kašeta" je napravljena s dnom od greda i vertikalnim gredama, dvostrano oplaćenima drvenom oplatom iznad razine mora. Opasavala je cijeli valobran i bila visoka 2 m iznad njegova vrha. Godinu 1487. Macan smatra završetkom gradnje,

Članak o Kašama napisala je i Patricija Veramenta - Paviša, prenoseći pregled zaključaka s okruglog stola o problemu obnove valobrana.¹³ Uglavnom prenosi predavanje Hrvoja Macana, koje je publicirano u istom časopisu i mišljenja sudionika o potrebi i načinu obnove.

U članku naslovljenom "Valobran Kaše",¹⁴ objavljenom u monografiji *Obnova Dubrovnika 1979-1989*, ali bez naznake autora (možda urednik), donosi se nešto drukčija kronologija izgradnje Kaša uz crteže rekonstrukcije kašete i transportnih brodova, inženjera Hrvoja Macana.

U Geomehaničkom izvještaju¹⁵ iz listopada 1987. donesen je izvadak iz Tehničkog izvještaja iz 1957. godine inženjera Nenada Marasovića. On eksplicite piša da: "U zapisima se spominje narudžbe većih količina drvene građe iz Senja. Ovo drvo je pretežno služilo za izradu sanduka tzv. kašuna koji su korišteni kao oplata za podmorsko betoniranje santorinskim mortom."¹⁶ Izgleda

a podrijetlo sadašnjeg naziva lukobrana vidi u konstrukciji pomoću "kašete". Po njemu je samo nadmorski zid bio vezan željeznim sponama, kasnije bakrenim i brončanim, uvijek zalivenima u olovo. Novijim istraživanjima izvedenima prilikom čišćenja pročelja valobrana 2015. godine utvrđeno je da u podmorskim dijelovima postoje spone zalivene u olovo, koje su u razini plohe pročelja povezivale kamene blokove. Isto tako je u horizontalnim sljubicama pronađeno olovo, te željezni trnovi zaliveni u olovo, što potvrđuje povezivanje blokova trnovima zalivenima olovom ispod razine mora. Macan smatra da je Paskoje Miličević pri projektiranju upotrijebio metodu zlatnog reza, koji se malo izgubio u zadnjim pregradnjama sjevernog dijela valobrana.

¹³ Patricija Veramenta Paviša, »Okrugli stol o valobranu Kaše.« *Dubrovački horizonti* 28 (1988): 173-177.

¹⁴ »Valobran Kaše.« (nepotpisani tekst), u: *Obnova Dubrovnika 1979-1989*, ur. Snješka Knežević. Dubrovnik: Zavod za obnovu Dubrovnika; Zagreb: Naša djeca, 1989: 202-204.

¹⁵ Izradila s kooperantima R. O. Geotehnika OOUR Geoexpert iz Zagreba, 1987. godine.

¹⁶ Santorin je vulkanski pijesak s istoimenoga grčkog otoka koji se koristio za pripravljanje morta. U spoju s vapnom imao je hidraulička svojstva te je zasigurno korišten u Dubrovniku. Pucolani su vulkanski pepeli koji nastaju erupcijom vulkana, a imaju vezivna svojstva. Ime dolazi od mjesta Pozzuoli kod Napulja gdje se pucolan koristio kao vezivo u starom vijeku. Pucolan nastaje prilikom erupcije vulkana (eksplozivnog izbacivanja magme), kada nastaju velike količine užarenoga vulkanskog pepela koji se brzo hladi u atmosferi i pada na tlo. Termički procesi dobivanja pucolana slični su onima dobivanja zgure ili proizvodnji cementa. Sam pucolan nije vezivno sredstvo, ali to postaje u mješavini s vapnom. Pucolani korišteni u građevinarstvu moraju imati sljedeća svojstva: sposobnost reagiranja i vezivanja velike količine vapna i sposobnost stvaranja produkata hidratacije vezivnih svojstava. Dijele se na prirodne, umjetne i aktivirane. Prirodni pucolani se zbog različitog mineraloškog sastava dijele prema stijenama iz kojih je nastao vulkanski pepeo, pa postoje: napuljski pucolani, dacitski ili andezitski tufovi, santorinska zemlja, dijatomejska zemlja, tras, opal i čert, kristalični zeoliti. Postoje i umjetni pucolani: leteći pepeo i silicijska prašina. Aktivirani pucolani se dobivaju žarenjem prirodnih materijala koji inače nemaju pucolanska svojstva, ali ih dobivaju tek nakon termičke obrade. U ovu vrstu pucolana spadaju žarene gline i slični materijali. Dakle, miješanjem vapnenog morta s mljevenom opekom dobivaju se hidraulička svojstva i vodonepropusnost morta.

da današnji naziv Kaše dolazi od tadašnjih kašuna (kesona).¹⁷ On je, dakle, prvi velike kašete povezao s mogućim podmorskim betoniranjem.

O valobranu Kaše u niz navrata pisao je Antun Ničetić.¹⁸ On pretpostavlja da su Dubrovčani imali spoznaju o načinu gradnje luke Cezareje, te da su na sličan način gradili i Kaše.¹⁹ Zaključuje da su Kaše zapravo izrađene u drvenim kesonima.²⁰

Kronologija gradnje prema arhivskim podacima

Gradnja valobrana kao dva odvojena kvadra pravokutnog tlocrta započela je 1484. godine. Time je bilo omogućeno cirkuliranje mora kroz gradsku luku i odnošenje nečistih voda klaonice i kanalizacije iz luke. Vrlo brzo, uslijed

¹⁷ O nazivu luke piše Antun Ničetić, »Nove spoznaje o valobranu Kaše i Porporeli.« *Naše more* 53/3-4 (2006): 149-150. Nazivala se *Porto Cassone*, *Haffen von Casson*, prema riječi *cassone* koja se definira kao keson: posebna forma od drva ili metala u koju se ubacuje beton, napravljena izvan vode i u pravilu bez dna, postavljena u konstrukciju podvodnih temelja ili na močvarnim terenima.

¹⁸ Antun Ničetić, *Povijest dubrovačke luke*. Dubrovnik: Zavod za povijesne znanosti HAZU u Dubrovniku, 1996; Antun Ničetić, *Nove spoznaje o postanku Dubrovnika, o njegovu brodarstvu i plovidbi sv. Pavla*. Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku, 2005: 104-118; Antun Ničetić, »Kaše u kontinuitetu razvoja luke i grada Dubrovnika.« *Naše more* 1-2 (1998): 47-54; Vinicije Lupis i Antun Ničetić, »O nekim aspektima građevinskih zahvata u dubrovačkoj luci prema nacrtima Paskoja Miličevića.« *Naše more* 5-6 (1994): 247-256; A. Ničetić, »Nove spoznaje o valobranu Kaše i Porporeli.«: 149-150.

¹⁹ Ničetić povezuje način gradnje Kaša i luke Cezareje, iako, osim što se radio valobranu i Sredozemnom moru u kojem se obje grade, nema vremenskih, konstrukcijskih, pa ni tehnoloških poveznica. Cezareja se izvodila kao betonska podmorska konstrukcija u izgubljenom potopljenom oplati, a Kaše kao zidana konstrukcija s ispunom, kako ćemo kasnije vidjeti, izvedena u suhom doku. O rimskoj luci Cezareji vidi: Robert L. Hohlfelder, »Caesarea Maritima.« *National Geographic* 2 (1987): 264-265. O rimskom betonu vidi: John Peter Oleson, Christopher Brandon, Steven M. Cramer, Roberto Cucitore, Emanuele Gotti i Robert L. Hohlfelder, »The ROMACONS Project: a Contribution to the Historical and Engineering Analysis of Hydraulic Concrete in Roman Maritime Structures.« *The International Journal of Nautical Archaeology* 33/2 (2004): 199-229.

²⁰ A. Ničetić (»Nove spoznaje o valobranu Kaše i Porporeli«: 149) smatra da su Dubrovčani poznavali pucolane te su mogli vršiti podmorska betoniranja, pa tako po njemu ovaj valobran nije zidan usuhu (recentnim istraživanjima morta ispune utvrđeno je nekorštenje pucolana). Smatra da je po "kašeti" (kako se u Dubrovniku naziva sanduk) u kojoj je građen cijeli objekt dobio naziv Kaše, a gradska luka, prema nekim starijim zapisima i kartama, naziv Luka Kašun ili, talijanski, *Porto Cassone*. Smatra da je u dubrovačkoj luci i u luci Cezareji vrlo vjerojatno primijenjen isti način oblikovanja lukobrana pomoću drvenih sanduka. Poveznicu dviju gradnji prepoznaje u pronađenim ostacima drva na dnu zidane konstrukcije Kaša. Naime, spomenuti ostaci mu slične onima prikazanim na ilustriranoj rekonstrukciji izgradnje Cezareje. Proučavajući gradnju ove luke, izvodi zaključak da su Kaše građene pomoću potopljenog kesona, "kašete", kako se u Dubrovniku naziva drveni kalup. Takve spoznaje izvodi upravo iz slike gradnje rimske luke Cezareje.



Slika 5. Dubrovačka luka s nasipom za izgradnju valobrana Porporela prije 1873. godine (Fototeka Konzervatorskog odjela u Dubrovniku, mikrofilm br. 0163, Kriegsarchiv Wien)

oštećenja, dva dijela valobrana su spojena, pa je potom 1514. godine cijeli valobran proširen prema sjeveru, čime je dobio današnji pomalo nepravilan oblik. Spojenim i produženim valobranom luka je kvalitetnije zaštićena, a sam valobran je postao sigurniji i stabilniji. Loš aspekt tog rješenja predstavljalo je jako zamuljivanje luke. Od gradnje do danas valobran je zamuljen od 5,5 m na sjeveru do 3,5 m na jugu. Tijekom 16, 17. i 18. stoljeća valobran se kontinuirano popravljao, što je vidljivo iz sačuvanih arhivskih dokumenata.

Vijeće umoljenih 18. veljače 1484. godine zaključuje da se izgradi gradska luka u kamenu.²¹ Istim zaključkom, uz pohvalu svih pomoraca, odlučeno je da se kula gradi po nacrtu (modelu) Paskoja Miličevića. Najprije je trebalo graditi prema malom nacrtu i ne počinjati gradnju po velikom tlocrtu, dok se ne završi gradnja prema malom nacrtu. Odbijen je protuprijedlog da se prvo gradi po velikom nacrtu. Istoga dana je zaključeno da pet providura iznesu prijedloge kako prikupiti novac za te radove.

Jasno su razumljivi prijedlog i protuprijedlog. Prevladalo je mišljenje većine da se prvo gradi manji dio Kaša kako bi se s manjim troškovima vidio ishod. Očigledno su bili skeptični, pa su se bojali neuspjeha. Oni koji su zagovarali da se gradi prvo veći objekt, željeli su luku što prije zaštititi od valova i više su vjerovali u uspješnost projekta Paskoja Miličevića.

Početak 1484. godine započinju pripremni radovi te 16. ožujka Vijeće umoljenih određuje pet nadstojnika za izgradnju luke.²² Radilo se o pripremnim radovima, a sama gradnja odvijat će se 1486. godine. Pripreme su se odnosile na kovanje željeznih spona i trnova za spajanje kamenih elemenata i čavala za drvene sanduke. U tu svrhu je 12. travnja 1484. godine Malo vijeće dopustilo nadstojnicima radova da skinu sve željezo s rešetkastih vrata na Pločama i upotrijebe ga za izgradnju valobrana.²³ Graditelj, zanimljivo, nije tražio naknadu za svoj rad, pa je 28. prosinca 1484. Vijeće umoljenih odredilo da se Miličeviću daruje srebrnarije u vrijednosti 12 dukata.²⁴

Pripreme za gradnju trajale su i cijelu 1485. godinu. Budući da su za realizaciju projekta bila potrebna znatna novčana sredstva, Vijeće umoljenih je 4. ožujka 1485. zaključilo da se za izgradnju valobrana uzmu svi novci depozita, osim depozita velike carinarnice.²⁵ Koncem godine odobrava se nabava drva za sanduk. Malo vijeće 23. studenoga 1485. određuje da se nadstojnici izgradnje luke pobrinu za drvo potrebno za izgradnju valobrana.²⁶ Tako 8. ožujka 1486. godine ovlašćuju nadstojnike izgradnje luke da s Bernardom Sulekovićem

²¹ *Acta Consilii Rogatorum*, serija 3, sv. 24, f. 224r-v, Državni arhiv u Dubrovniku (dalje: DAD). Arhivske dokumente o gradnji Kaša pronašao je i objavio u svojim tekstovima o Kašama veliki istraživač L. Beritić. Za potrebe izrade Konzervatorskog elaborata sve dokumente smo skenirali i ponovo iščitali i provjerili.

²² *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 24, f. 229v.

²³ *Acta Consilii Minoris*, ser. 5, sv. 22, f. 150r, DAD.

²⁴ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 24, f. 288v.

²⁵ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 25, f. 14r.

²⁶ *Acta Consilii Minoris*, sv. 22, f. 261r.

ugovore isporuku drva za jedan sanduk (*capsa*) ili za dijelove jednog sanduka, te da mu dadu predujam od 100 dukata, pod uvjetom da se jamstva primi Jero Radosava Gradić.²⁷ U proljeće 1486. godine pripremljen je kamen za gradnju. Malo vijeće 22. travnja 1486. ovlašćuje nadstojnike izgradnje luke da mogu kazniti globom svakog kamenara i poslati ga na otočić Sv. Petar da vadi kamene za valobran. Također su ovlašteni da mogu uzimati radnike za radove na valobranu, uz uobičajenu plaću, s tim da radnici ne smiju nigdje drugdje raditi osim za Općinu.²⁸

Ponovo se pripremaju metalni čavli za konstrukciju drvenog sanduka. Tako Malo vijeće 18. svibnja 1486. ovlašćuje nadstojnike izgradnje luke da, uz prijetnju zatvorom, mogu prisiliti sve kovače da prave čavle za sanduke valobrana.²⁹

Iz niza odluka je vidljivo da se nabavlja velika količina drva, a za kovanje čavala i okova za drvene sanduke koriste se svi resursi. Čak se i željezo s ulaznih gradskih vrata koristi za kovanje metalnih dijelova. Angažiraju se gotovo sva sredstva Republike i svi kamenari, koji pod prisilom moraju vaditi kamen na Sv. Petru, otočiću pred Cavtatom (danas otočić Supetar).

Gradnja prvog dijela valobrana izvedena je u rano ljeto, jer je Malo vijeće 29. kolovoza 1486. ovlasililo nadstojnike izgradnje luke da mogu dati pokrpati i urediti valobran, koji je oštetilo nevrijeme.³⁰ Prema datumu odluke vidljivo je da je prvi dio valobrana završen u razdoblju od svibnja do kolovoza 1486. godine. Naime, u svibnju se još kuju čavli i pravi kapsa (sanduk), a u kolovozu se vrše prvi popravci. Valobran je oštećen za nevremena koje se događa gotovo svake godine oko Velike Gospe, obično u vrijeme mjesečeve mijene. Naime, radi se o nevremenu koje dolazi po vjetru lebiću (garbinada), javlja se jednom do dva puta godišnje, obično na kraju ljeta. Iznimno je razorno te većina naših luka nije imuna na takvu neveru.

Nakon krpanja valobrana, ostatke drvene građe koji se ne mogu iskoristiti u općinske svrhe 1. listopada 1486. Malo vijeće daruje samostanu Sv. Klare.³¹

Gradnja valobrana nastavlja se početkom sljedeće godine, preciznije, 16. siječnja 1487, kada Malo vijeće ovlašćuje nadstojnike izgradnje luke da s Nikolom Da. Đurđevićem ugovore isporuku drva za izgradnju valobrana i dadu

²⁷ *Acta Consilii Minoris*, sv. 22, f. 277v.

²⁸ *Acta Consilii Minoris*, sv. 22, f. 281v.

²⁹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 22, f. 285v.

³⁰ *Acta Consilii Minoris*, sv. 23, f. 8v.

³¹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 23, f. 12r.

mu predujam od 100 dukata.³² Tako je 20. siječnja 1487. sklopljen ugovor s Nikolom Da. Đurđevićem o isporuci drva. Trebao je isporučiti 500 komada greda dužine 5 pasa (preko 10 m) i 500 komada od 4 pasa, 100 debelih dasaka od 4 pasa, 100 dasaka iz Senja, 2 balvana od 26 lakata dužine (preko 13 m), 2 balvana od 22 lakta i 18 balvana od 17 lakata. Balvani su morali biti debeli tri četvrtine za polovinu lakta (cca. 38 x 25 cm).³³ Novi arhivski dokumenti o narudžbi velike količine drva početkom 1487. govore o pripremama za gradnju južnog, većeg dijela Kaša.

Preračunavajući količinu naručene građe za drugu fazu izgradnje Kaša u površine, njome su se mogle oplatiti četiri vertikalne stranice kutije i dvostruko dno, te se izvesti rebra i razupore za ukrutu i nošenje oplata. Površina koju su imale naručene daske malo je veća od površine krova kutije, tako da su daske najvjerojatnije tvorile pokrov, štatile kutiju od ulaza mora odozgo.

Malo vijeće 18. siječnja 1487. ovlašćuje nadstojnike izgradnje luke da sa sinom pokojnog Dragoja Gučetića obračunaju kredu³⁴ (najvjerojatnije se radi o crvenici - ilovači) koja je uzeta s njegovog zemljišta. Procjenu trebaju izvršiti po svojoj savjesti do 50 perpera, a procijenjeni iznos neka se odbije od svote koju pokojni Dragoje duguje Općini.³⁵

Naručena zemlja, ilovača, bila je potrebna za betoniranje ispune valobrana. U istražnim bušotinama, izvedenim 2015. godine,³⁶ pronađeni su dijelovi ispune koji su analizirani. Sadrže vapno, crvenicu i agregat. Recentnim istraživanjima 2014. godine utvrđeno je da u mortu nema pucolana.³⁷

Gradilište je ostalo neuredno, a trebalo je početi izgradnju nove faze. Najvjerojatnije se radi o posatu ispod Revelina, gdje su ostali ostaci kamenih krhotina koji nisu iskorišteni za “betoniranje” ispune valobrana. Malo vijeće

³² *Acta Consilii Minoris*, sv. 23, f. 33r.

³³ *Debita notariae pro communi*, ser. 10. 2 (36.2), sv. 1, f. 75r, DAD.

³⁴ U prijevodu Vitruvija (Marcus Vitruvius Pollio, *Deset knjiga o arhitekturi*, prev. Matija Lopac i Vladimir Bedenko. Zagreb: Golden marketing i Institut građevinarstva Hrvatske, 1999: 119-120) isto se tako za zemljanu ispunu između dviju oplata zagata spominje kreda, iako se za to oduvijek koristila glina ili ilovača, pa je najvjerojatnije riječ o nedorečenom prijevodu.

³⁵ *Acta Consilii Minoris*, sv. 23, f. 33v.

³⁶ Izvještaj o trenskim geotehničkim istražnim radovima te snimanju istražnih bušotina (Izvještaj 7/341-2/14). Zagreb: Institut za elektroprivredu i energetiku d. d., Odjel za graditeljstvo, ekologiju i hidrotehniku, 2014: 1-19.

³⁷ Dražen Jozić, *Izvjješće o ispitivanju vezivnog materijala u valobranu Kaše u Dubrovniku, elaborate*. Split: Kemijsko-tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu, 2014: 1-19.



Slika 6a. Valjkasta jezgra bušotine ispune Kaša, struktura morta ispune, pogled



Slika 6b. Valjkasta jezgra bušotine ispune Kaša, struktura morta ispune, presjek

je 15. veljače 1487. naredilo nadstojnicima izgradnje luke da s inženjerom Paskojem narede čišćenje luke od kamenja i sovrnje.³⁸

Iste je godine, čini se, završen drugi, južni, odvojeni dio Kaša.

Treća faza izgradnje, spoj dvaju odvojenih blokova, izvedena je naknadno 1498. godine, desetljeće nakon izgradnje prvih dviju faza. Spajanje je, naravno, rezultat naknadne odluke koja je donesena nakon niza godina korištenja i promatranja ponašanja valobrana. Tako je 21. svibnja 1498. sklopljen ugovor s

³⁸ *Acta Consilii Minoris*, sv. 23, f. 42r.

Korčulaninom Markom Kresulovićem o isporuci kamena za valobran. Tu se navode, pod tri razna naziva, veliki komadi kamena, svi debljine tri četvrtine lakta (34 cm), širine 1 lakat (51,2 cm), a dužine 3,5 do 4 lakta. Tih komada kamena ukupno je trebalo biti 104 ili 105.³⁹

Odluka o narudžbi velike količine kamena spomenutih dimenzija, koje su danas vidljive i uglavnom zastupljene na zapadnom pročelju središnjeg dijela Kaša, govore u prilog priprema velike gradnje tijekom navedene godine. Gradnja se odnosila na spoj dvaju dijelova valobrana, što zaključujemo na temelju dimenzija navedenih u dokumentima koje u velikoj mjeri odgovaraju sačuvanim blokovima središnjeg dijela.

Pojavljuju se i dokumenti o nagradama za rad projektanta koji, kako smo naveli, nije tražio nagradu. Malo je vijeće 29. siječnja 1499. zaključilo da se Paskoju Miličeviću daruje 10 perpera kao nagrada za vrijeme koje je proveo u nadziranju radova oko popravka valobrana i drugih općinskih radova.⁴⁰

Radovi na izgradnji i održavanju valobrana trajali su kontinuirano i mogu se pratiti iz arhivskih dokumenata. Dana 14. svibnja 1501. godine nadstojnici gradnje valobrana sklopili su ugovor sa šestoricom kamenara za isporuku kamena za valobran. Kamenari su se obvezali da će sa svojim alatom i spravama poći u Primorje, u mjesto zvano Budim, gdje će izvaditi i isklesati ugovoreno kamenje te ga predati nadstojnicima na gradilištu u roku od najviše dva mjeseca. U ugovoru se spominju četiri vrste isklesanog kamena: *lista*, *tresendalia*, *gerbaviza* i *de cursu*. Svaki pojedini komad bio je debeo tri četvrtine lakta (34 cm), širok 1 lakat, a dug 2 do 4 lakta. Tih komada kamena ukupno je trebalo biti oko 110. Ugovorena cijena je 22 groša za 1 pas (4 lakta), a trebali su biti izrađeni prema naredbama i uputama majstora Paskoja. Za grbavice je cijena 1 dukat po komadu.⁴¹

Navedeni kamen služio je za dovršenje spojnog dijela valobrana i za popravke oštećenja na valobranu koja su se već pojavila. Valobran se, dakle, kontinuirano gradio od 1484, a popravci su započeli gotovo njegovom izgradnjom. Već su ljetne nevere u kolovozu 1486. uzrokovale popravke. Popravci se vrlo često spominju u arhivskim podacima. Malo vijeće je 19. svibnja 1501. ovlastilo nadstojnike izgradnje luke da unajme brod kojim će poći u Senj po grede

³⁹ *Debita notariae pro communi*, sv. 1, f. 97v - 98r.

⁴⁰ *Acta Consilii Minoris*, sv. 26, f. 167v.

⁴¹ *Debita notariae pro communi*, sv. 1, f. 106r.

potrebne za popravak valobrana.⁴² Potom 22. prosinca 1505. zaključuju da se s 10 perpera nagradi Paskoje Miličević za dnevnicu jer je nadzirao radove na valobranu i uopće radove u luci.⁴³

Republika nagrađuje Paskoja za njegov rad koji se kontinuirano nastavio u vidu popravaka i održavanja građevine, a za koji u početku nije tražio naknadu. Možda je pothvat bio veći i trajao dulje nego što je graditelj predviđao. Možda nije tražio plaću samo kako bi njegov projekt bio prihvaćen i izveden. Vjerojatno ga je smatrao svojim remek-djelom, pa je želio da se po svaku cijenu izvede, makar i bez pravedne naknade.

Osim zaštite luke, valobran je imao i obrambenu funkciju. Tako je Malo vijeće 11. svibnja 1506. naredilo nadstojnicima arsenala da gredama i lancima zatvore luku kako s jedne, tako i s druge strane valobrana.⁴⁴

Čini se da je te godine valobran bio dovršen na zadovoljavajući način te je mogao na sebe primiti opterećenje lučkog lanca. U arhivskom se dokumentu u vezi s njim spominju grede i lanci. Lanac je najvjerojatnije bio “plivajući”, sastavljen od okovanih greda (balvana) spojenih u lančanicu, a samo su krajevi bili učvršćeni lancem za kulu i Kaše. Takav “lanac” mogao se rastvoriti za ulazak brodova i opet spojiti kako bi se spriječio ulazak neprijatelja.

Problemi s valobranom javili su se odmah nakon izgradnje, što je zahtijevalo trajno održavanje. Dana 5. ožujka 1510. godine Vijeće umoljenih ovlašćuje kneza i Malo vijeće da dadu popraviti i pokrpati valobran na način koji smatraju da je najbolji.⁴⁵

Školjera, kameni nabačaj

Malo vijeće je 6. kolovoza 1510. naredilo nadstojnicima općinskih radova da dadu donijeti i baciti u more dovoljne količine što većeg kamenja, i to uz temelje valobrana s vanjske strane kako bi se valobran jače utvrdio i zaštitio od rušenja izazvanog velikom snagom valova.⁴⁶ Stalna oštećenja i krpanja valobrana dovela su do ideje učvršćenja kojom se izgubio dio ljepote izvornog

⁴² *Acta Consilii Minoris*, sv. 27, f. 74v.

⁴³ *Acta Consilii Minoris*, sv. 28, f. 237v.

⁴⁴ *Acta Consilii Minoris*, sv. 29, f. 253r.

⁴⁵ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 31, f. 191v.

⁴⁶ *Acta Consilii Minoris*, sv. 30, f. 171v.

projekta. To se odnosi na prvi zaključak o izgradnji kamenog nabačaja (dige - školjere) nasipanjem velikim kamenim nepravilnim blokovima s vanjske strane valobrana. Projekt valobrana projektiran je i izveden u prvi mah bez nabacivanja kamenja. Kasnije, kad je počeo popuštati pod valovima, s vanjske je strane nabacivano veliko kamenje. Popravci nabacivanjem vršeni su do današnjih dana.⁴⁷

Radovi na krpanjima i dogradnjama su nastavljeni, pa se naručuje kamen, promatra valobran i nastoji ga se popraviti i doraditi. Malo vijeće je 7. rujna 1510. odobrilo nadstojnicima općinskih radova 40 perpera za isplatu klesanog kamena isporučenoga za valobran.⁴⁸ Dana 27. svibnja 1512. ovlašćuje nadstojnike da čine potrebne izdatke za radove u luci. Trebaju se pobrinuti za bacanje kamenja iza valobrana, s novom skelom na kojoj mogu napraviti odgovarajuće sprave.⁴⁹

Nabacivanje kamenja kontinuirano se pojačavalo. Malo vijeće je, 1. ožujka 1513, ovlastilo nadstojnike da s korčulanskim klesarima sklope pogodbeni ugovor o nabavci klesanog kamena potrebnog za radove i popravke na valobranu. Također se moraju pobrinuti za dopremu kamenja koje treba baciti u more iza valobrana.⁵⁰ Ponovo, 8. ožujka 1513, odobravaju nadstojnicima općinskih radova da na općinski račun uzmu nadglednika, odnosno pisara za rad kamenara koji spremaju kamenje potrebno za valobran. Također imaju dati 20 perpera kapare korčulanskim klesarima, kako su se i dogovorili.⁵¹

U Vijeću umoljenih je 21. ožujka 1514. donesen zaključak da se zatvori otvor luke između valobrana i obale na Pločama, što se odnosi na produženje Kaša. Za taj posao treba imenovati tri provizora koji će odrediti sve potrebno, dok će plaćanja vršiti nadstojnici općinskih radova, i to oni koji vode administraciju, i za to će voditi posebnu knjigu.⁵²

Ludovik Šuratić, klesar s Korčule, ugovorio je 21. ožujka 1514. s nadstojnicima općinskih radova isporuku potrebnog kamenja za valobran i to: 20 pasa spona (*tresendalia*), 20 pasa lista, 55 pasa velikog fasadnog kamena i 2 stupa

⁴⁷ Luka Malog Stona ima isto tako valobran koji je izveden bez nabačaja. On se održao jer je Malostonski zaljev vrlo mirna uvala bez jakih valova. Međutim, na valobranu su isto tako uočljive deformacije i pukotine nastale uslijed popuštanja temeljnog tla i ispiranja fuga stalnim plimama i oseka.

⁴⁸ *Acta Consilii Minoris*, sv. 30, f. 181v.

⁴⁹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 31, f. 64v.

⁵⁰ *Acta Consilii Minoris*, sv. 31, f. 140r.

⁵¹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 31, f. 142v.

⁵² *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 33, f. 35r.

debela 1, a duga 3 lakta. Obvezao se sve to isporučiti do polovine lipnja i dobio 25 zlatnih dukata.⁵³

Malo vijeće je 11. travnja 1514. odobrilo nadstojnicima općinskih radova 80 dukata za provizore gradnje valobrana.⁵⁴ Potom, pred samu gradnju, 16. svibnja 1514. Vijeće umoljenih odlučuje da se iz depozita, koji se čuvao u relikvijaru, uzme 100 dukata za radove na izgradnji produženja valobrana.⁵⁵

Radovi su bili značajni, što zaključujemo iz dvogodišnjih priprema, povećih izdataka i odluka Vijeća umoljenih. Tako 21. lipnja 1514. ovlašćuju kneza i Malo vijeće da se pobrinu za potrebne izdatke oko izgradnje valobrana i da se polovina plaća u gotovu, a polovina u žitu.⁵⁶ Malo vijeće je 28. kolovoza 1514. odobrilo nadstojnicima općinskih radova 50 perpera za troškove lađa koje su prevozile kamen bačen u more iza valobrana.⁵⁷

Nizom zaključaka Maloga vijeća i Vijeća umoljenih vidljive su velike narudžbe kamena tijekom 1512-1513. godine. Godine 1514. valobran je proširen prema Pločama te dobiva izgled nepravilnog romboida, koji je sačuvan do danas. Nastavlja se popravljavanje i ojačavanje nabacivanjem kamena, započeto 1510. godine. Kaše su dobile na sjevernom dijelu romboidno produženje, koje je trebalo ublažiti ulaz valova u akvatorij luke. Cirkulacija mora u luci bila je važna, pa sjeverni prolaz nikada nije zatrpan do kraja, već je nasut kamenjem i ostavljen kao pličina preko koje ne mogu prolaziti brodovi.

Zbog upotrebe zračnih veziva, koja sporo vežu, i izloženosti nevremenu, valobran je često popravlján. Dana 26. svibnja 1518. Vijeće umoljenih je ovlastilo kneza i Malo vijeće da dadu na valobranu popraviti sve što je loše.⁵⁸

Kameni blokovi spajani su metalnim trnovima i sponama koje su bile zalivene u olovo. Vijeće umoljenih je 8. kolovoza 1525. naredilo da se iz oružane izda 50 litara olova nadstojnicima gradnje valobrana.⁵⁹ Olovo se kao materijal spominje prilikom radova na sanaciji valobrana. Radi se o dodatnom učvršćivanju kamenih blokova sponama od metala koje se zalijevaju olovom. Zalijevanje olovom moguće je samo na suhom kamenu. Rupe koje se zalijevaju moraju se

⁵³ *Debita notariae pro communi*, sv. 1, f. 147r-v.

⁵⁴ *Acta Consilii Minoris*, sv. 31, f. 251r.

⁵⁵ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 33, f. 53v.

⁵⁶ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 33, f. 67r.

⁵⁷ *Acta Consilii Minoris*, sv. 31, f. 289v.

⁵⁸ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 34, f. 256r.

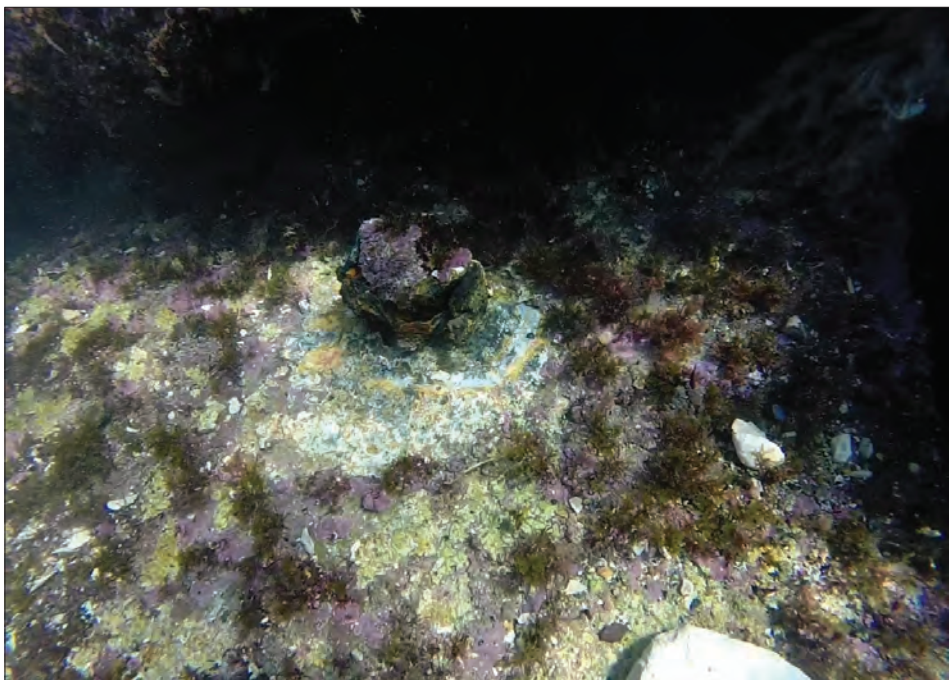
⁵⁹ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 38, f. 32r.

i dodatno sušiti, jer olovo u dodiru s vodom pršti i eksplokira. Upravo se postavom spona osigurava stabilnost konstrukcije na horizontalne pomake. Istraživanjima 2014. godine utvrđeno je da su svi pročelni blokovi kamena povezani u vertikalnoj ravnini sponama zalivenima u olovo, a u bušotinama kroz tijelo valobrana pronađeni su metalni trnovi u horizontalnim fugama, što otvara mogućnost da su postojale i dodatne spone. Dakle, kameni blokovi zidova Kaša bili su međusobno povezani i vertikalno na pročelju i horizontalno u fugama, zbog čega do danas nisu kolabirale unatoč velikim pukotinama. Pronalazak trnova i spona zalivenih u olovo ispod razine mora potvrđuje da su Kaše izvedene u suhom prostoru-suhom doku. Na podvodnom snimku kamenog bloka koji je podlokao “ispao” iz zida vidljiv je trn zaliven u olovo, ali i rupa od drugog trna, koji je uništila korozija, pa je ispao.⁶⁰



Slika 6c. Ostaci olova koje je držalo metalnu sponu na pročelju valobrana

⁶⁰ Tijekom 2014. godine izvedeno je 12 novih bušotina, koje su jezgrovane i koje su dale novi doprinos poznavanju konstrukcija Kaša, vidi: Izvještaj 7/341-2/14. Izvještaj o terenskim geotehničkim istražnim radovima te snimanju istražnih bušotina. Zagreb: Institut za elektroprivredu i energetiku d.d, Odjel za graditeljstvo, ekologiju i hidrotehniku, 2014: 1-19. Ispitan je i mort ispune valobrana. O tome vidi: D. Jozić, *Izješće o ispitivanju vezivnog materijala u valobranu Kaše u Dubrovniku*: 1-19.



Slika 7. Željezni trn zaliven u olovo, kojim su spajani kameni blokovi

Vijeće umoljenih je 2. lipnja 1529. ovlastilo kneza i Malo vijeće da počnu s popravkom valobrana. Zaključuju da će taj posao povjeriti majstoru Jurju, inženjeru iz Bara.⁶¹ Ponovo 12. lipnja 1529. ovlašćuju kneza i Malo vijeće da dotjeraju i pokrpaju valobran i lučki lanac.⁶² Iste je godine 31. kolovoza 1529. Vijeće umoljenih ovlastilo kneza i Malo vijeće da radove na valobranu dogovore s majstorom Jurjem, a s nadstojnicima radova da organiziraju detalje vezane uz dovoz kamenja za rad (lađe, vitla, konope...). Određuju plaću i dnevnice majstoru Jurju, i to 3 dukata na mjesec stalno i 6 groša za svaki dan koji bude radio za Općinu.⁶³

Vijeće umoljenih je 4. prosinca 1529. odredilo 3 nadstojnika čija će dužnost biti da poprave i uredе valobran, očiste luku i uredе je sa svim potrebnim, s time da se izdaci podmiruju preko nadstojnika gradnje trireme (vrsta broda). Dužnost tih nadstojnika trebala je trajati 5 godina.⁶⁴

⁶¹ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 39, f. 220r.

⁶² *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 39, f. 216r.

⁶³ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 39, f. 252r.

⁶⁴ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 39, f. 268v.

Dana 25. svibnja 1535. naređuju nadstojnicima valobrana da počnu s radom na popravku srednjeg dijela, gdje su se vezivali brodovi.⁶⁵ Sljedeće godine 21. veljače zaključuju da se potvrde, odnosno ostave na dužnosti nadstojnici izgradnje valobrana dok rad ne bude potpuno i u redu dovršen.⁶⁶ Potom 22. travnja ovlašćuju nadstojnike oružja da za gradnju valobrana nabave čamac, konope i sve potrebno.⁶⁷

Vijeće umoljenih je 13. ožujka 1539. odredilo tri nadstojnika za popravak valobrana, kojima će dužnost trajati godinu dana.⁶⁸ Ovlašćuje 7. svibnja 1539. nadstojnike oružja da nadstojnicima valobrana izdaju 100 dasaka i potrebno željezo,⁶⁹ a 17. lipnja ovlašćuje nadstojnike oružja da nadstojnicima valobrana izdaju 50 litara željeza i 2 komada olova.⁷⁰ Ponovo 31. srpnja 1539. odobrava nadstojnicima gradnje valobrana 3 komada olova,⁷¹ a 23. listopada iste godine 300 litara željeza i 120 litara olova.⁷²



Slika 8. Fotografija južnog proćelja Kaša s ostacima tragova položaja spona

⁶⁵ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 42, f. 175r.

⁶⁶ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 42, f. 257r.

⁶⁷ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 42, f. 279v.

⁶⁸ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 44, f. 156r.

⁶⁹ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 44, f. 179v-180r.

⁷⁰ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 44, f. 198r.

⁷¹ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 44, f. 215r.

⁷² *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 44, f. 240r.

Navedene su se godine odvijali veliki popravci valobrana spajanjem kamenih blokova željeznim trnovima i sponama zalivenima u olovo. Time se povećava stabilnost valobrana i smanjuje mogućnost da more, ispijajući fuge i unutrašnju “betonsku” ispunu, otrgne kameni blok iz zida.

Unatoč popravcima, ugrožena nevremenima, stabilnost valobrana često je bila narušena, o čemu svjedoče odluke Vijeća umoljenih. Stoga 19. kolovoza 1542. određuju tri nadstojnika gradnje valobrana. Dužnost će im trajati 5 godina. S majstorom Jurjem i protima trebaju srušiti glavu valobrana kojoj prijete rušenje. Lučki lanac će zakvačiti za novi dio valobrana ispod kule Baba (jedna od dviju toreta iza kule od mula) uz gradske zidine. Ako nađu za potrebno, neka potope čun i staru dvoremu (vrste brodova) s tovarima kamenja da zaštite luku od valova. Također, prije gradnje trebaju nabaciti kamenje oko valobrana radi zaštite od valova i iz dana u dan vršiti popravke na luci, valobranu i gradskim zidinama, kako je bilo navedeno u izvještaju Malog vijeća (taj izvještaj nije unesen ni u jednu knjigu zapisnika dubrovačkih vijeća, pa nije sačuvan).⁷³

Čini se da su oštećenja “glave” valobrana 1542. godine bila prilično zabrinjavajuća, i to opet nakon nevere koncem rujna. Spašavanje valobrana bilo je toliko važno i hitno da su pred valobranom potopljena dva stara broda napunjena kamenjem kako bi ga zaštitili i spasili od potpunog rušenja.

O sanaciji valobrana raspravljalo je Vijeće umoljenih 6. svibnja 1550, kada je ovlastilo kneza i Malo vijeće da se konzultiraju sa stručnjacima u gradu oko valobrana i narede da se napravi model (projekt sanacija) koji treba prikazati Vijeću umoljenih. Nadstojnici luke neka najhitnije nastoje nabaciti velike količine kamenja uz zid torete.⁷⁴ Malo vijeće 17. lipnja 1550. doznačuje nadstojnicima općinskih radova 50 perpera za radove na valobranu.⁷⁵

Za sanaciju Kaša angažirani su i talijanski graditelji dubrovačkog vodovoda. Vijeće umoljenih 17. svibnja 1552. ovlašćuju nadstojnike gradnje valobrana da za te radove uzmu dotadašnjeg protomajstora vodovoda Paska de Nova.⁷⁶ Potom 12. listopada 1553. nadstojnicima valobrana daju jedan komad olova,⁷⁷ a zatim 6. studenoga 1553. dva komada olova.⁷⁸

⁷³ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 46, f. 23r.

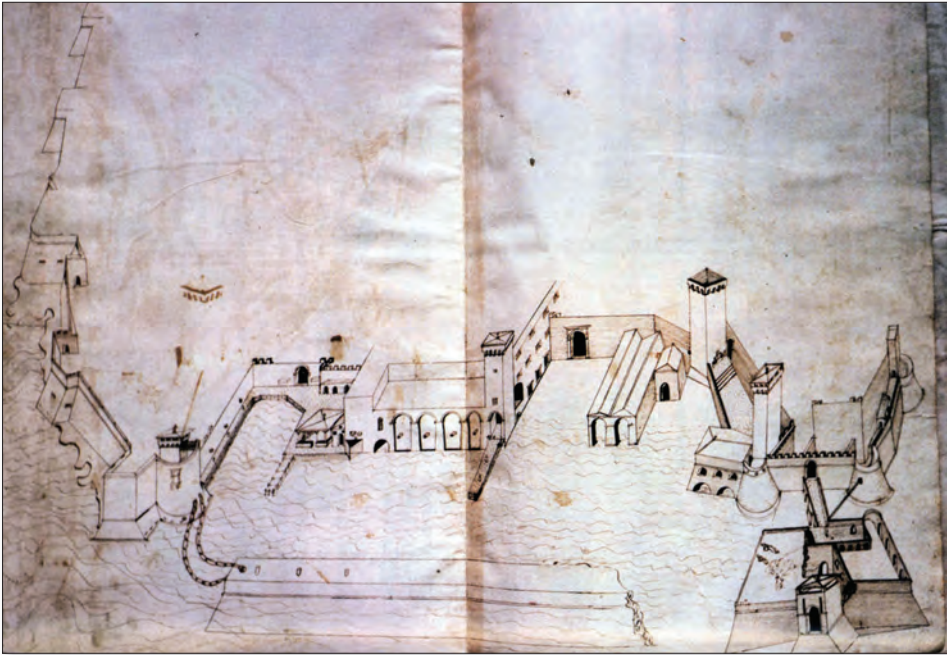
⁷⁴ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 49, f. 161v.

⁷⁵ *Acta Consilii Minoris*, sv. 42, f. 25r.

⁷⁶ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 51, f. 64r.

⁷⁷ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 51, f. 260v.

⁷⁸ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 52, f. 7v.



Slika 9. Tlocrt gradske luke prije 1600. godine (*Piante e vedute di città*, sign. Corte, Biblioteca antica, br. 180, zbirka "Vojna arhitektura", Državni arhiv u Torinu)

Radovi su izazivali, čini se, mnoge dvojbe, što potvrđuje odluka od 17. srpnja 1554. kojom se upozoravaju nadstojnici radova u Dubrovniku da kod gradnje valobrana moraju slušati nadstojnike izgradnje valobrana, jer ih u protivnom mogu kazniti i globom od 25 perpera.⁷⁹

Vijeće umoljenih 18. kolovoza 1554. ponovo izdaje ovlaštenje nadstojnicima oružane da izdaju nadstojnicima izgradnje valobrana olovo, željezo i sve ono što im bude potrebno.⁸⁰

Talijanski protomagistar je nastavio rad na sanaciji valobrana. Malo vijeće 3. veljače 1555. određuje da se Pasku, protu vodovoda, mjesečno isplaćuje po 2 dukata mimo njegove uobičajene plaće, dokle god bude radio na valobranu.⁸¹

⁷⁹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 43, f. 165r-v.

⁸⁰ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 52, f. 127v.

⁸¹ *Acta Consilii Minoris*, sv. 43, f. 238v.



Slika 10. Veduta gradske luke prije 1600. godine (*Piante e vedute di città*, sign. Corte, Biblioteca antica, br. 178, zbirka “Vojna arhitektura”, Državni arhiv u Torinu)

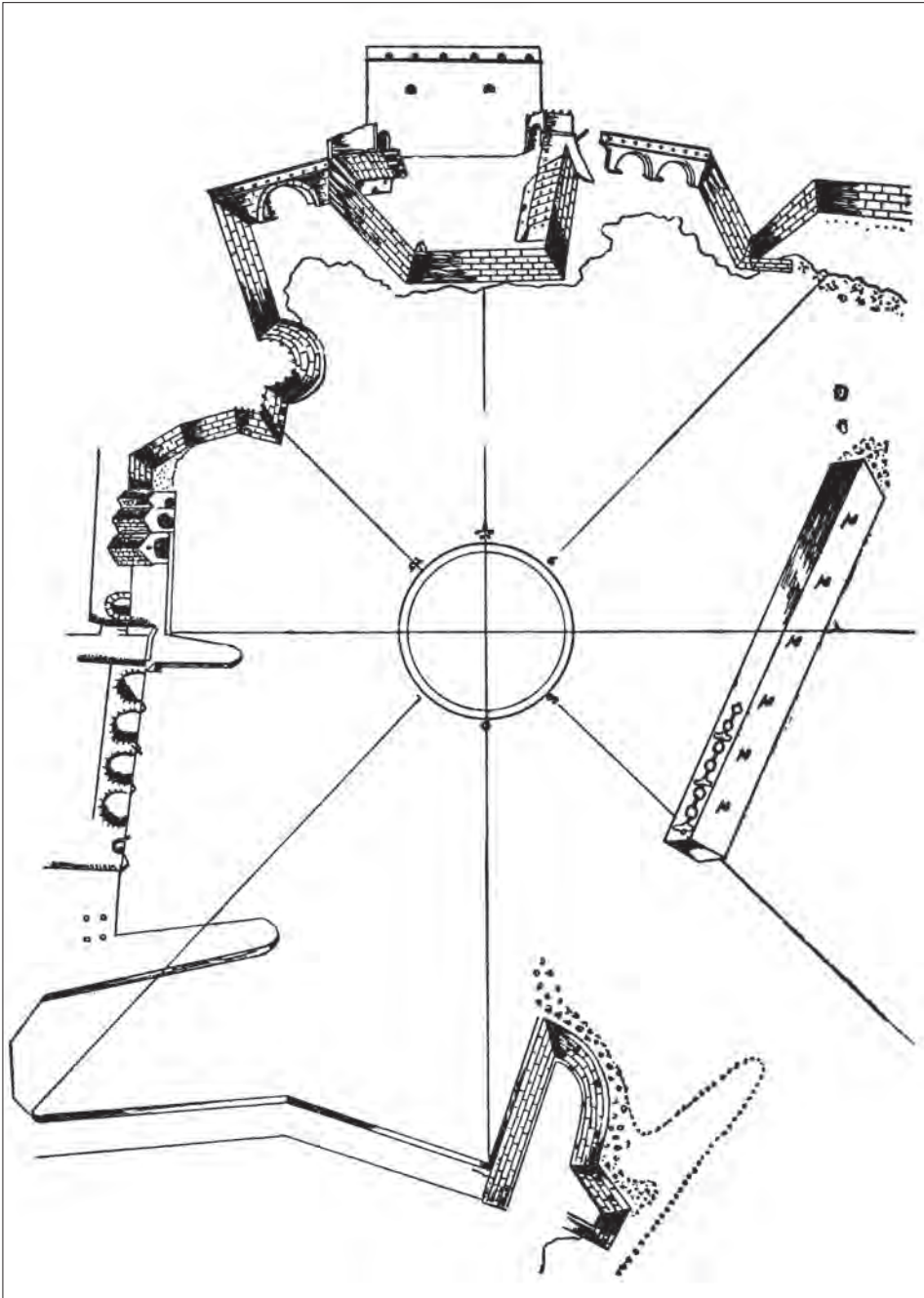
Vijeće umoljenih 22. travnja 1555. ovlastilo je nadstojnike oružane da izdaju nadstojnicima izgradnje valobrana potrebno olovo i kućicu za izradu konopa, a nadstojnicima valobrana je naredilo da spone (vezove kamenja) moraju dati napraviti od mjedi, a ne od željeza.⁸²

U arhivskom dokumentu prvi put se spominju brončane spone. Zacijelo su one ranije, željezne, koje se pojavljuju u dokumentima iz 1525. godine, propale. Utjecaj mora i soli sigurno je izazvao degradaciju, hrđanje i raspadanje željeznih spona. Stoga Republika za sljedeću sanaciju naručuje brončane spone, koje su znatno trajnije, ali i skuplje.

Valobran je ponovo popravljan 12. lipnja 1595, kada Vijeće umoljenih u tu svrhu određuje 3 nadstojnika za radove.⁸³

⁸² *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 52, f. 254r.

⁸³ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 74, f. 118v.



Slika 11. M. Hranjac, Crtež gradske luke iz 1617. godine.

Vijeće umoljenih u dva navrata 1600. godine izdaje materijal potreban za sanaciju, uglavnom metale za izradu i zalijevanje spona. Tako je 11. siječnja ovlastilo nadstojnike oružane da izdaju za potrebe valobrana 50 litara željeza, 50 olova i 50 bakra.⁸⁴ Potom je 9. lipnja 1600. dopustilo da se za potrebe valobrana iz oružane izda ona količina olova, željeza i bakra koja bude potrebna.⁸⁵

Početkom 1617. godine inženjer Mihajlo Hranjac piše opširno izvješće vladi o stanju, nedostacima i potrebnim popravcima gradskih zidina i luke. Tu se nalazi i plan (crtež) gradske luke.⁸⁶

Problemi s valobranom su se nastavili i u 17. stoljeću. Vijeće umoljenih je 8. veljače 1628. ovlastilo nadstojnike arsenala da pribave mišljenje stručnjaka u vezi raznošenja velikog kamenja valobrana, koji je ruševan, te da mu o tome podnesu izvješće.⁸⁷ Tri godine kasnije pristupljeno je značajnoj sanaciji valobrana jer je Vijeće umoljenih 18. veljače 1631. odlučilo uzeti zajam od 1.000 dukata uz 5 % kamate za radove na valobranu.⁸⁸ Ne znamo konkretno o kojim je radovima riječ, ali novčani pokazatelji ukazuju na značajnije zahvate.

U 18. stoljeću su ponovo izdvajane značajne sume za popravke valobrana. Vijeće umoljenih 6. svibnja 1724. izdvaja 600 dukata za popravak valobrana.⁸⁹ Kaše su često obnavljane značajnim novčanim sredstvima, u nekoliko slučajeva spominje se mogućnost njihova urušavanja. Problemi su počeli nedugo nakon njihove gradnje.

Obnove valobrana 19. stoljeća

U Državnom arhivu u Dubrovniku sačuvana su dva nacrti prijedloga obnove Kaša, s tlocrtom, presjecima i pogledom. Datirani su u sam konac 1830. godine, točnije 31. prosinca. Jedan je jako oštećen na dijelu gdje je bio presavijen, čini se plamenom. Planovi su recentno restaurirani.

⁸⁴ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 77, f. 2r.

⁸⁵ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 77, f. 65r-v.

⁸⁶ Izvješće se nalazi u Zavodu za povijesne i društvene znanosti HAZU u Zagrebu, sign: 1. d-130.

⁸⁷ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 90, f. 218v.

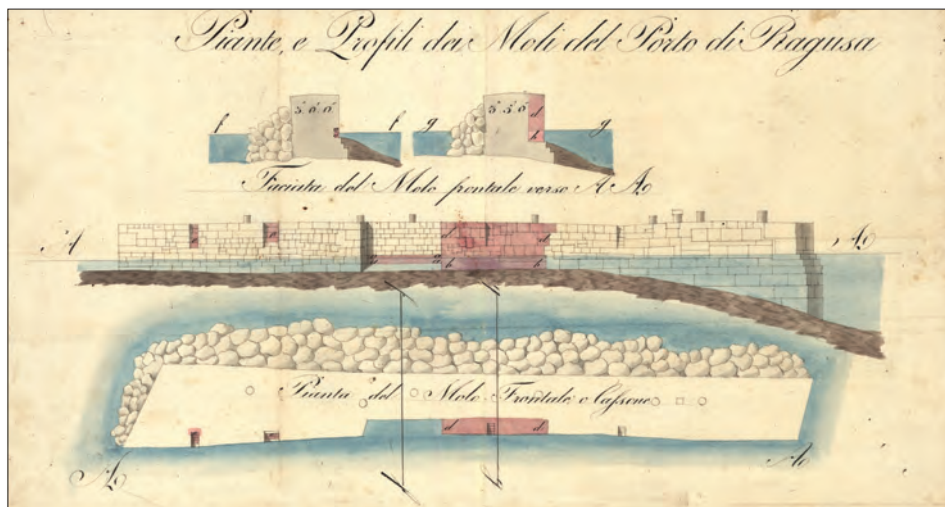
⁸⁸ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 92, f. 174v.

⁸⁹ *Acta Consilii Rogatorum*, sv. 151, f. 205v.



Slika 12. Plan za popravak Kaša (Privremeni popis nacrtno dokumentacije i spisa okružnog i kotarskog građevinskog ureda u Dubrovniku, br. 27/1, 1830. godina, Državni arhiv u Dubrovniku)

Na planu je projekt obnove dva lučka mula (muo Peskarija i muo Ponta) i valobrana Kaše. Na dijelu nacrtu koji se odnosi na Kaše nacrtan je tlocrt, zapadno pročelje i dva poprečna presjeka. Na tlocrtu su crvenom bojom označeni dijelovi koji su propali i treba ih zamijeniti. To se odnosi na dva manja popravka stubišta na sjevernom dijelu Kaša i značajniju izmjenju kamenog pročelja na sjevernoj strani južnog dijela Kaša. Izmjena kamena na fasadnim zidovima u dužini od oko 12 m odnosila se na nadmorski i podmorski dio. Isto tako, predviđeno je mijenjanje dijela kamena u podmorskom dijelu središnjeg, spojnog dijela Kaša. U dva poprečna presjeka naznačene su izmjene trošnog i dotrajalog kamena i plombiranje podvodnih kaverni valobrana. Na presjeku je naznačeno zamuljivanje luke i nacrtan nabačaj kamena s vanjske, pučinske strane valobrana.



Slika 13. Plan za popravak Kaša (Privremeni popis nacrtno dokumentacije i spisa okružnog i kotarskog građevinskog ureda u Dubrovniku, br. 28/1, 1830. godina, Državni arhiv u Dubrovniku)

Na vrlo oštećenom planu prikazan je projekt obnove lučkih mula Ponta i Peskarija, te valobrana Kaše. Na Kašama su nacrtane planirane intervencije na popločenju i manje izmjene gornjeg reda istočnog pročelja, pretežito na sjevernom dijelu Kaša.

Nije poznato koliko se još i što radilo u 19. stoljeću na valobranu, ali je 1810. školjera popunjena većom količinom kamena i visinom se izjednačila s valobranom. Godine 1955. školjera je opet popunjavana kamenom, a predlagano je i povezivanje kamenih blokova vertikalnim štapovima od čeličnih cijevi ugrađenih u bušotine duž oba lica valobrana.

Dokumentacija, istraživanja, projekti obnove valobrana

Budući su Kaše kontinuirano propadale, rad na pripremama njihove obnove studiozno je započet u zadnjem kvartalu 20. stoljeća. Društvo prijatelja dubrovačke starine naručilo je snimak postojećeg stanja 1986. godine.⁹⁰

Geotehnička istraživanja izvela je 1987. "Obala" Split. Geomehanička istraživanja za potrebe izrade projektne dokumentacije izvela je tvrtka "Geoexpert" Zagreb 1987. godine. Tvrtka "Geoexpert" Zagreb izradila je glavni i izvedbeni projekt sanacije Kaša, za koji je ishoda građevinska dozvola 1990. godine, a odgovorni projektant je bio Damir Čorko. Zbog neslaganja konzervatora i Stručno-savjetodavne komisije za obnovu Dubrovnika s predloženim načinom sanacije, radovi nikada nisu započeti.

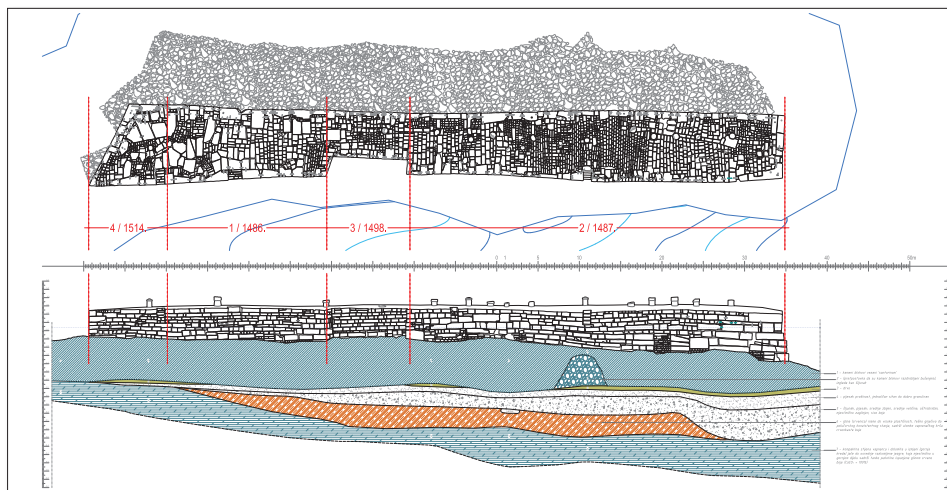
Prijedlog konzervatorskih smjernica s analizom razvoja i stanja izradio je tadašnji Zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode Dubrovnik.⁹¹ Studiju utjecaja valova na Kaše izradio je 2008. godine Marko Pršić iz Zavoda za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Zagrebu.⁹²

⁹⁰ Arhitektonski snimak izradili su arhitekt Vatroslav Blajić i Joško Pedrini. Tada je od RO Hidroelektrana na Trebišnjici naručen projekt promatranja deformacije i izvedeno prvo-nulto promatranje Kaša. Postavljena je mreža stalnih točaka na valobranu i okolnom terenu. Modernim metodama mjerenja trebalo je dva puta godišnje promatrati ponašanje i moguće deformiranje građevine.

⁹¹ *Valobran Kaše*, XII. Dubrovnik, 1988. Elaborat je izradila radna grupa: Nikola Nad, Matko Vetma, Patricija Veramenta-Paviša, Hrvoje Macan, Darko Teslić, Miljenko Mojaš, fotodokumentacija. Potpisao privremeni organ: Doroteja Valjalo.

⁹² Marko Pršić, *Studija valne klime i morskih razina za lukobran Kaše u Dubrovniku*. Zagreb: Zavod za hidrotehniku; Građevinski fakultet u Zagrebu, 2008.

Izvještaj utvrđivanja stanja kulturnog dobra izradio je 2003. arheolog Domagoj Perkić, u ime Uprave za zaštitu kulturne baštine, Odjela za inspekcijske poslove Ministarstva kulture RH.⁹³



Slika 14. Tlocrt Kaša s ucrtanim fazama izgradnje

Redoslijed gradnje Kaša, nove spoznaje

Sjeverni dio

Sjeverni dio valobrana građen je prvi, u prvoj polovini 1486. godine. Građen je masivnim blokovima u korševima. Širine je 9,55 m na sjeveru i 8,05 m na jugu. Istočni brid dugačak je 19,22 m, dok je zapadni nešto duži, 19,66 m. Visina zidane konstrukcije do drvenog “temelja” je oko 10 m (20 lakata). U podvodnom dijelu zidan je većim brojem blokova dužine 200 cm, visine korša 70 cm, a nepoznate širine. U nadvodnom dijelu najveći kameni blok dužine je 290 cm, širine 120 cm i visine korša 56 cm. Veći blokovi složeni su u podvodnom dijelu valobrana, dok se u nadvodnome gradilo i s

⁹³ U navedenom izvještaju autor kao mogućnost navodi gradnju Kaša na sličan način kao gradnju valobrana u rimskoj luci Cezareji. Vidi: R. L. Hohfelder, »Caesarea Maritima«: 264-265. Međutim, u Cezareji se betoniralo podmorski, u oplati, a Kaše su zidane krupnim kamenim blokovima u suhom doku i “betonirana” je samo ispunjena između zidova, što je suštinski značajna, neusporediva razlika u tehnici i izvedbi potpuno različitih konstrukcija kojima je zajednička samo namjena.

manjom visinom korša (vrlo česta je visina od oko 31 cm, veličina dubrovačke stope). To vrijedi za vidljivi zapadni dio valobrana, ali je najvjerojatnije i istočna strana slično zidana. Vrh tog dijela valobrana blago je zaobljen radi otjecanja vode i popločen velikim monolitnim blokovima, za razliku od ostalog dijela valobrana. Ne znamo kakvo je bilo izvorno stanje, jer je taj dio značajnije pregrađen početkom 16. stoljeća. Međutim, smatramo da je intencija bila popločavanje velikim kamenim blokovima. U sredini trupa bile su usađene masivne kamene bitve promjera 60 i 80 cm, koje su prilično oštećene erozijom.

Južni dio

Južni dio valobrana predstavlja drugu etapu izgradnje, koja je uslijedila nakon uspješno realizirane prve. Građen je 1487. godine na sličan način kao prvi, sjeverni dio, točnije, masivnim blokovima u pucolanskom mortu. Približno je iste dužine na istočnom i zapadnom bridu, oko 45,4 m. Na sjeveru je širok 7,4 m, a na jugu 7,5 m. Širina je izvorno bila nešto uža, vjerojatno 14 lakata, odnosno 7,17 m, jer su se zidovi valobrana “rascvjetali”, zamjetno nagnuti prema vani (istok i zapad). Južni, najizloženiji dio Kaša, zidan je najkrupnijim kamenom. Na njegovim zidovima nalazimo pravokutne blokove veličine 2,28 x 1,4 m i niz blokova visine korša od 0,82 m, dužine do 4,9 metara. Dužina i visina blokova je vidljiva, dok je širina nepoznata, ali u odnosu na pročelne, sigurno nije manja od jednog metra. Najveći vidljivi blok nalazi se na jugozapadnom uglu Kaša, dužine je 4,09 m, širine 1,83 m i visine 1,08 m. U trećem koršu od vrha, na južnom pročelju valobrana nalaze se dva bloka isto tako velikih dimenzija. Dužine su 3,52 i 3,92 m, visine 0,95-1,05 m, širine 1,04-1,07 m. Južno pročelje zidano je najvećim blokovima kamena jer je jako izloženo moru. Ujedno je i najopterećenije, pa su na njemu primjetne najveće pukotine i pomaci blokova.

Za korševe kamena, koji su zbog zamuljivanja luke sada ispod nivoa morskog dna, nemamo podataka. Prema slaganju korševa gornjeg dijela valobrana pretpostavljamo da su radili s većim kamenim blokovima u većim korševima. Radi se o zidanoj konstrukciji visine od 5,4 m na jugu do 7,2 m na sjeveru. Ipak, o ovoj zidanoj konstrukciji nemamo detaljnih podataka o načinu zidanja, pa tek pretpostavljamo.

Na južnome dijelu niže se red kamenih bitvi. Neke od njih su *spolie*, dijelovi antičkih granitnih stupova. Pri izgradnji Kaša naručivane su bitve širine jednog

(51,2 cm) i visine 3 lakta (1,53 m). Neke od njih sačuvane su do danas i, sudeći po sačuvanom dijelu izvan pločnika, ukopane su za polovicu svoje visine.

Valobran je popločen pločama različitih veličina i oblika. Južni i sjeverni dio druge faze izgradnje Kaša popločen je nešto većim i kvalitetnijim kamenim blokovima. Središnji dio je popločen sitnijim kamenom u korševima različite širine. Fuge su rađene crvenim mortom s dodatkom pucolana. Mort je vrlo tvrd i kvalitetan.

Središnji dio

Središnji dio Kaša izgrađen je treći po redu. Zidan je uslojenim kamenim blokovima u koršu 30-45 cm i nešto više "usitnjen" u odnosu na ostale dijelove valobrana.

Slojevi ispod temelja

Kaše su temeljene na gotovo ravnom morskom dnu koje je na dužini od 85 m padalo za jedan metar. Temeljenje je izvedeno na dva sloja greda - drvenom roštilju, jer su podloga bili fini zamuljeni pijesci, tadašnje morsko dno. Sloj je na jugu deo 1,5 m, a na sjeveru 0,3 m. Ispod sloja pijesaka nalazi se sloj šljunka i pijeska, srednje zbijenog, srednje veličine, oštrobridnog, koji je mjestimično zaglinjen i sive je boje. Taj sloj počinje cca. 7 m od sjevernog ruba Kaša, a na južnom je deo 3,8 m. Ispod sloja šljunka je sloj gline (crvenice), nizak do visoke plastičnosti, teško gnječive, koja sadrži ulomke vapnenačkog krša crvenkaste boje. Sloj se proteže pod valobranom u debljini od cca. 2,5-3 m. Ispod crvenice je kompaktna stijena vapnenca i dolomita u izmjeni (gornja kreda), jače do srednje razlomljene jezgre koja u gornjem dijelu sadrži tanke pukotine ispunjene glinom crvene boje. Valobran se na sjevernom kraju gotovo oslanja na stijenu, dok je na južnome kraju od njegova temelja do žive stijene 5,4 m. Dakle, neravnomjerno oslanjanje i popuštanje temelja uslijed opterećenja udara valova, razlog su pukotinama u tijelu valobrana. Uzroci degradacije su, svakako, i erodiranje morta te isisavanje veznog sredstva iz same utrobe valobrana stvaranjem kaverni i "ispadanjem" blokova iz zidane konstrukcije. Na zapadnom podmorskom dijelu vidljivi su i recentni pokušaji sanacije kaverni zazidavanjem neprimjerenim materijalima: kamenom malih dimenzija, opekam i cementnim mortom.

Obrada kamena od kojeg su građene Kaše

Kamen kojim je građen valobran obrađen je alatima za tvrdi kamen.⁹⁴ Na plohama kamenih blokova, unatoč jakoj eroziji, vidljivi su udarci ravnanja ploha pikunom, obrada “punta mlata” i grube špice. Također su vidljivi jasni ostaci dubljenih rupa za spojna sredstva, spone koje su u horizontalnom smjeru povezivale kamene blokove. Rupe su velične cca. 5 x 5 x 5 cm i konusne prema dolje da bi se teže “čupala” spona zalivena olovom.

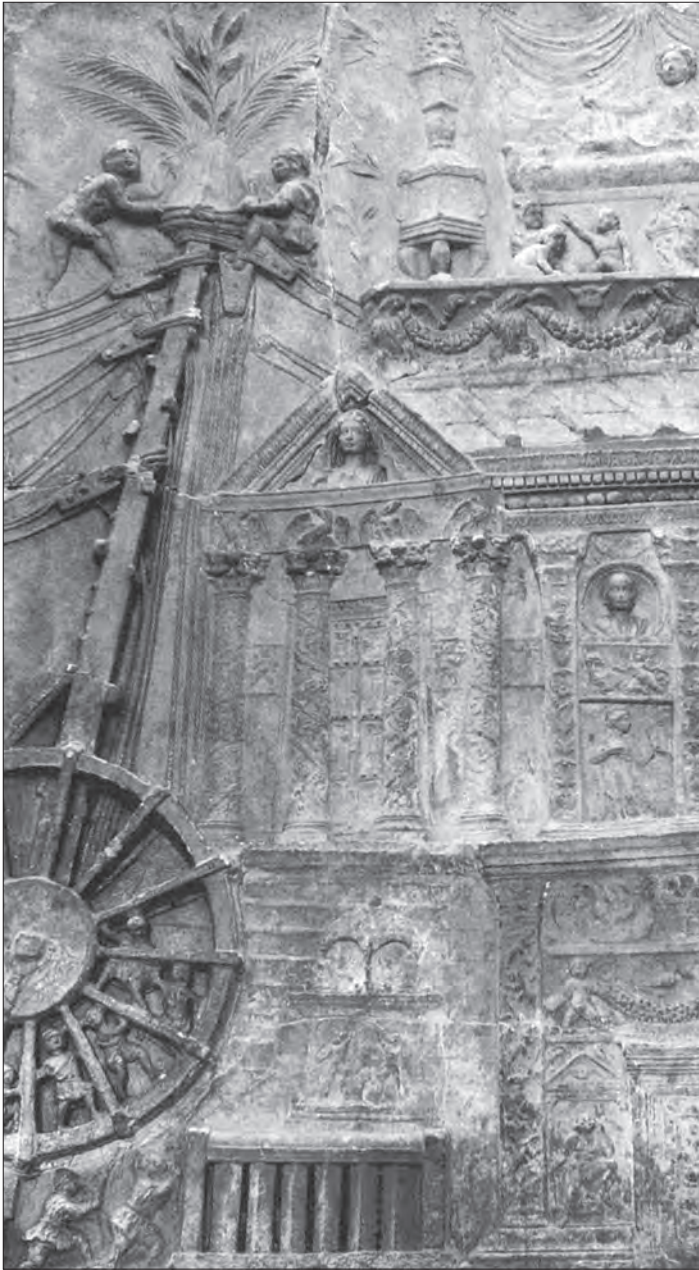


Slika 15a. Fotografija kamenoloma s dizalicom na “ljudski pogon”
(izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*.
Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)

Na velikom broju blokova sačuvane su izdubljene rupe za transport i montažu kamena. Radi se o rupama oblika krnje piramide, konusnih prema dolje, postavljenih u težište kamenog bloka.⁹⁵ Zbog podizanja, transporta i ugradnje dizalicom, rupe su klesane kad bi blok bio završno obrađen sa svih strana. U

⁹⁴ Jean-Claude Bessac, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*. Paris: CNRS, 1986; Jean-Claude Bessac, »Les outils traditionnels du gros œuvre.« *Encyclopédie des Métiers. La maçonnerie et la taille de pierre*. Paris: Compagnons du Devoir, 1991: 541.

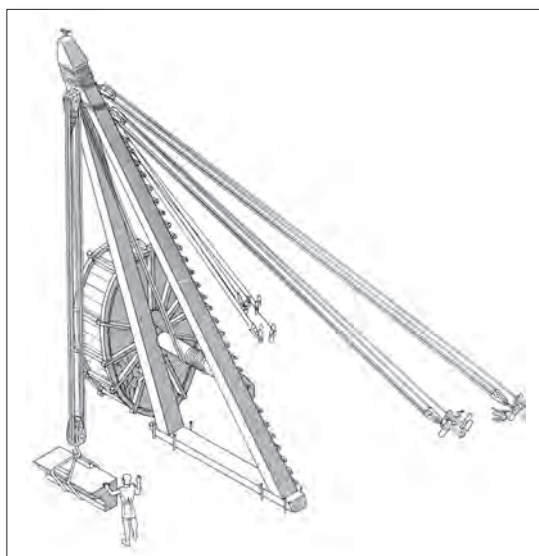
⁹⁵ Rupe za “mačke” duge su 15 cm, široke 15 cm, duboke 12 cm.



Slika 15b. Rimski reljef dizalice na "ljudski pogon"
(izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*.
Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)



Slika 15c. Crtež rimskog reljefa dizalice na "ljudski pogon"
(izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*.
Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)



Slika 15d. Grafička rekonstrukcija dizalice na "ljudski pogon"
(izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*.
Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)

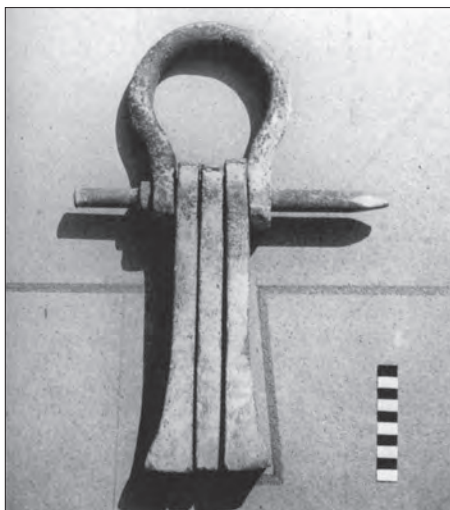
rupu bi se postavio konusni metalni element, obostrano zatrnjen (mačak), kojim je dizalica podizala kameni blok. Ovaj način prijenosa blokova primjenjiv je samo u transportu tvrdog kamena.



Slika 16. Detalj kamenih blokova s utorima za transport

Volumen valobrana ispunjen je lomljenim nepravilnim kamenom utopljenim u crveni mort. “Betoniranje” vapnenim mortom s dodatkom crvenice izvedeno je između ozidanih i sponama povezanih kamenih blokova. Pravilni kameni blokovi slagani su u horizontalne redove, korševe ili “ruke” kamena visine 0,3-1,4 m. Kao u antičkim uzorima, kada je i promovirana takva vrsta gradnje, horizontalne fuge ponegdje se smiču vertikalno po sredini masivnog kamenog bloka 8-10 cm kako bi konstrukcija bila što kvalitetnija i otpornija u smjeru zidanja na posmik.⁹⁶ Takve detalje na *opus quadratum* nalazimo u perfektnim klesancima rimskih građevina, osobito Dioklecijanove palače u Splitu.

⁹⁶ Tu, dakle, nije riječ o slučajnom smicanju fuga. Fuga se smiče obično po sredini masivnog kamenog bloka, tako da je on nepravilna oblika slova L.



Slika 17. Alat za transport kamenih blokova (izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)



Slika 18. Detalji hvatanja kamenih blokova za transport i montažu (izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)



Slika 19. Dioklecijanova palača, Split, tehnika zidanja s izmicanjem horizontalnih fuga

O kamenima vežnjacima nemamo podataka, ali zasigurno postoje. Oni su fasadne zidove spajali s ispunom tijela valobrana, odnosno s drugom stranom zida.

Mort kojim su zidani obodni zidovi crvenkaste je boje s agregatom (pijescima) promjera do 16 mm. Vidljive su i grudice vapna, pa postoji velika vjerojatnost da je rađeno sa “živim” (vrućim) vapnom. Mort je velike čvrstoće, vapnjeni s dodacima crvene zemlje.

Unatoč pisanjima o gradnji na kosom morskom dnu, drveni “temelj” je gotovo potpuno horizontalan. Postoje samo manja ulegnuća, tako da je gotovo horizontalno pružanje oslonca blago valovito usljed slijeganja terena.⁹⁷



Slika 20. Tehnika zidanja Kaša s horizontalnim izmicanjem fuga

Mnogobrojne šupljine i pukotine, koje su vidljive na vanjštini, recentnim su istražnim radovima utvrđene i u unutrašnjosti Kaša.

⁹⁷ Na 85 m dužine valobrana visinska razlika je samo 1 m, što iznosi pad od 1,17 cm na metar dužni valobrana.

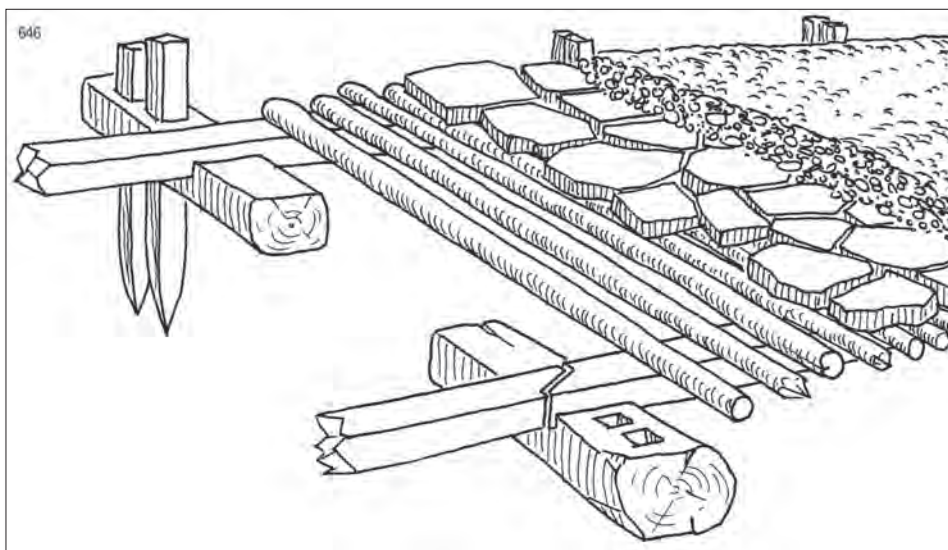
Tehnologija gradnje Kaša, nove spoznaje

U oba navrata gradnja manjeg, a potom većeg dijela Kaša započinjala je pripremama u rano proljeće, a završavala krajem ljeta. To je najpovoljnije vrijeme za rad u moru, s relativno malo udara šiloka i često s dugim proljetnim i ljetnim bonacama.

Kaše su građene unutar drvenih kašeta. Antičke tehnike gradnje do renesanse su prenesene najvjerojatnije preko Vitruvijevih tekstova. Graditelji renesanse (novog vijeka) su se nanovo okrenuli antičkim uzorima, proučavajući stare pisce i građevine.

Paskoje Miličević iz više je razloga predložio gradnju Kaša iz dva dijela. Prvi, zbog boljeg protoka mora kroz gradsku luku, a drugi, važniji, jer nije mogao izgraditi dovoljno veliku drvenu kašetu i spustiti je na morsko dno. On je, kako su pokazala najnovija istraživanja, napravio raritet u gradnji, gradeći valobran u potopljenoj pa isušenoj kašeti spuštenuj na morsko dno.

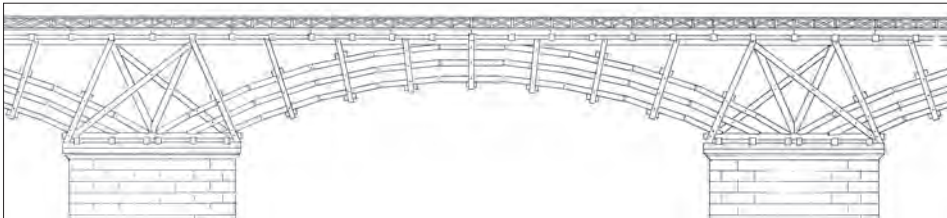
Gradska uprava prihvatila je da se prvo gradi manji dio prema manjem modelu, naravno, zbog neizvjesnog ishoda takvog poduhvata i manjih troškova mogućeg neuspjeha.



Slika 21. Primjeri temeljenja na pilotima i temeljenja ceste na drvenom roštilju iz antičkog razdoblja (izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)

Kaše su, prema rezultatima istražnih bušotina iz 1984. godine, temeljene na drvenoj platformi - roštilju sastavljenom od dva sloja sljubljenih greda na gotovo horizontalnom morskom dnu. Temeljenje na podlozi od drvenih greda na malo neravnom i zamuljenom morskom dnu daje više pogodnosti i vrlo je logično. Prvo i najvažnije, drvenim roštiljem izvrši se fino planiranje dna. Drugo, polaganjem pojedinačnih velikih blokova u muljevito dno moglo bi doći do neravnomjernog propadanja i ulegnuća blokova, zbog čega bi daljnja gradnja u korševima bila gotovo nemoguća. Drveni roštilj idealan je za raspodjelu napona na veću površinu dok se ne izgradi više redova. Propadanje, tonjenje takve cjeline složene na drvenom roštilju u mulj (što je realno očekivati) nema velikih reperkusija na daljnju gradnju - redovi ostaju horizontalni. Drvo u mulju, bez dodira sa zrakom, traje stoljećima i dobar je "amortizer" konstrukcije, a upotrebljavan je često u gradnji mostova, kako samo već pisali.

Velika većina tehnika i tehnologija gradnje "izmišljene" su u antici. Riješeni su načini temeljenja na lošim tlima drvenim pilotima s metalnim naglancima radi kvalitetnijeg zabijanja. Premošćivanje rijeka upotrebom zagata za izgradnju stupova mosta primjenjivalo se još u antici. Tako je za jednu godinu premošten Dunav u doba rimskog cara Trajana.⁹⁸



Slika 22. Trajanov most na Dunavu, grafička rekonstrukcija
(izvor: Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*.
Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989)

Drvena potapana oplata korištena je za gradnju rimske luke Cezareje - danas u Izraelu. Drvene grede i četverostrana potopljena oplata koristile su se za podmorsko betoniranje valobrana.⁹⁹

⁹⁸ Trajanov most je podignut na Dunavu, u blizini današnjeg Kladova sa srbijanske strane i Turnu-Severina s rumunjske strane, za vrijeme drugog pohoda rimskog cara Trajana protiv Dačana, u razdoblju od 103. do 105. godine. To je prvi most ikada podignut na donjem Dunavu, koji je na tom mjestu širok oko 800 m i oko 1.000 godina je važio za najduži ikada sagrađen most. Bio je od drva, dug 1.135 m (neki izvori navode dužine od 1.079 odnosno 1.127 m), s drvenim lukovima između 20 zidanih stupova. Zidani stupovi izvedeni su u zagatima na način kako to opisuje Vitruvije. Most je izgradio Apolodor iz Damaska. Izgled mu je uklesan na luku Trajanovog stupa u Rimu.

⁹⁹ L. R. Hohfelder, »Caesarea Maritima«: 264-265.

Izvedene su svodne “oplaćene betonske” konstrukcije s rasponom od 43,3 m, koji nije nadmašen do 20. stoljeća.¹⁰⁰ Nisu ga nadmašile ni razne kupolne konstrukcije do današnjih dana. Tom rasponu približile su se samo kupola katedrale u Firenci (42,20 m) i kupola Sv. Petra u Rimu (42,00 m).

Temeljenje na horizontalno postavljenom drvenom roštilju nije strano kasnom srednjem vijeku. Poznata je i upotreba kesona za gradnju mostova. Tako su prilikom gradnje Višegradskog mosta na rijeci Drini (1571-1577) izrađeni zagati na način da su oko baze stupova mosta kružno zabijani kolci, koji su potom isprepleteni šibljem i obloženi blatom - glinom. Tom je tehnikom unutar riječnog korita stvoreno suho mjesto za izgradnju pilona mosta. Prilikom obnove pilona, ispod svakoga je pronađen horizontalni raster greda na kojem je zidan, iako je raster položen na živu stijenu! Dakle, nije temeljen na mekom terenu, već na tvrdj podlozi.

Isti primjer temeljenja osobno smo vidjeli prilikom niskog vodostaja i obnove mosta u Konjicu 2005. godine. Na živcu su postavljene drvene grede nad kojima je zidana konstrukcija pilona. Upotrebu drva kao serklaža ili elastičnog ležaja pilona ili luka mosta¹⁰¹ nalazimo u svim antičkim građevinama. Takva je tehnologija preko kasne antike zasigurno prenesena u rani srednji vijek¹⁰² da bi se izgubila u novovjekovnoj izgradnji, osobito industrijskom revolucijom. Sada se ponovo otkriva, pronalazi i potvrđuje.

Za izgradnju valobrana je, bez sumnje, izvedena drvena “kašeta” koja se kao *kapsa* spominje u arhivskim dokumentima. U bušotinama na dnu valobrana pronađen je sloj drvenih greda, dok su bočne strane i oplata propale vjerojatno nedugo nakon gradnje.¹⁰³ Analize količine drvene građe upućuju nas na zaključak da je cijeli sanduk bio oplaćen gredama.

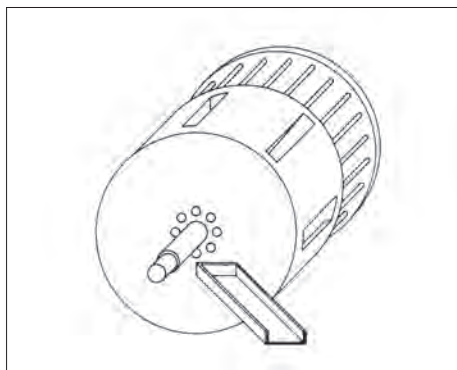
¹⁰⁰ Jean-Pierre Adam, *La construction romaine, matériaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard: Grands manuels Picard, 1989: 201.

¹⁰¹ Prilikom istraživanja i obnove mostarskog mosta, na dnu kamenog luka smo pronašli i dokumentirali drvene grede koje su služile kao elastični ležaj krute kamene konstrukcije.

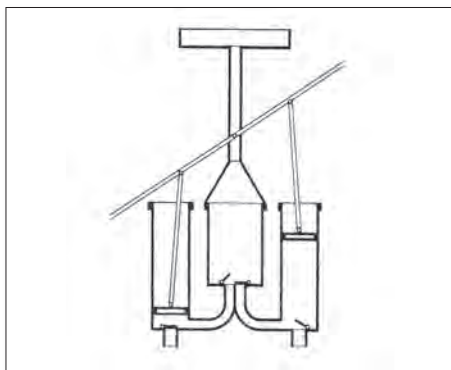
¹⁰² Ante Milošević i Željko Peković, *Predromanička crkva Svetoga Spasa u Cetini / La chiesa preromanica di San Salvatore a Cettina*. Dubrovnik: Omega engineering; Split: Filozofski fakultet, Centar Studia mediterranea, 2009.

¹⁰³ Sonde na valobranu Kaše izradila je RO Geotehnika, OOUR Geoexpert, Zagreb, 1987: 10. Budući su pod Kašama bile pronađene drvene grede, na podvodno betoniranje u oplati prvi je upozorio Nenad Marasović. Međutim, za betoniranje pod vodom bili bi potrebni pucolani, koji najnovijim istraživanjima nisu utvrđeni u mortu. Vidi: D. Jozić, *Izješće o ispitivanju vezivnog materijala u valobranu Kaše u Dubrovniku*: 1-19.

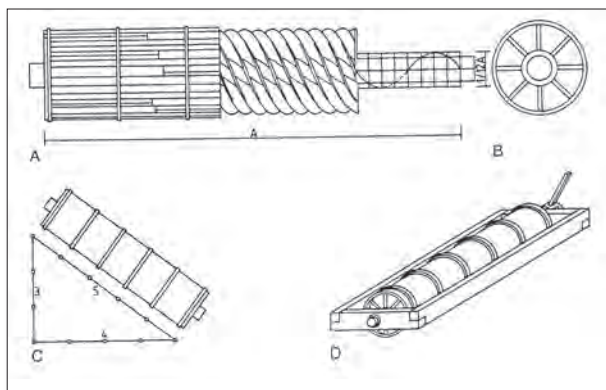
Antička znanja bila su poznata i ponovno izučavana u renesansi, prvenstveno Vitruvijevo djelo. Vitruvije između ostalog piše i o gradnji luka.¹⁰⁴ Opisuje gradnju valobrana betoniranjem u potopljenim kesonima: “Zidove u luci treba raditi ovako: pribavi se pijesak iz krajeva koji se protežu od Kuma do Minervina poluotoka i umiješa se tako da ga u mortu bude dva dijela prema jednom vapna. Zatim se na onom mjestu gdje se to odredi, u vodu spuste škrinje od hrastovih kolaca, učvršćenih lancima i dobro učvrste. Onda se s prebačenih greda dno pod vodom izravna i očisti pa se kamenje s mortom, kako sam već opisao, ubacuje dok se zidom ne ispuni prostor u škrinjama...”



Slika 23a. Primjeri pumpa za vodu, timpan.



Slika 23b. Primjeri pumpa za vodu, Ktesibijeva pumpa.



Slika 23c. Primjeri pumpa za vodu, vijak.

¹⁰⁴ M. Vitruvius, *Deset knjiga o arhitekturi*: 119-120.

Pod navedenim pijescima smatramo da se radi o materijalu koji ima pucolanska svojstva. Nadalje, tamo gdje nema pucolana za betoniranje predlaže teži način gradnje u suhim kesonima:

“Gdje, pak, nema onog pijeska, neka se radi tako da se na određeno mjesto polože dvostruke škrinje, uvezane opaljenim koljem i lancima. Između kolja se nabije kreda u košarama koje su načinjene od močvarnog rogoza. Kad se to dobro i gušće nabije, tad se pomoću puževa, kola i valjaka isprazni i osuši prostor, zatvoren tom ogradom, pa se između ograde iskopaju temelji. Ako je zemlja meka, kopa se do tvrda tla rov širi nego je zid, koji će biti gore, isprazni se i isuši pa se ispuni zidom od kamena vapna i pijeska. Ako bude suviše meko, učvrsti se opaljenim jalševim¹⁰⁵ i maslinovim koljem (šipovima) i ispuni ugljenom, kako sam pisao za temelje kazališta. Na to se podigne zid od klesana kamena sa što dužim vežnjacima kako bi se kamenovi u sredini povezali sudarnicama. Tad se prostor u zidu ispuni kamenjem ili zidom. Tako će biti gore moguće sagraditi kulu...”

Vitruvije opisuje gradnju u suhom zagatu koji se gradi od zabijenih stupova koji se dvostrano isprepletu prućem, tako da tvore dvostruku “škrinju”, odnosno dvostruku oplatu. U sredinu stijenki između dva pletiva za vodonepropusnost se umetne “kreda”. Mišljenja smo da je riječ o lošem prijevodu i da se najvjerojatnije radi o glini koja je vodonepropusna u vlažnom okruženju.¹⁰⁶ Potom se, kako piše, puževima, kolima i valjcima isprazni i isuši prostor.¹⁰⁷ Radi se o vrstama pumpi za vodu od kojih je najzanimljivija Ktesibijeva pumpa kojom su bili opremljeni svi brodovi srednjeg vijeka.¹⁰⁸ Nadalje, on sigurno zna da se na muljevitom dnu ne može zidati kameni zid, već predlaže kopanje do tvrdoga, a u slučaju da to nije moguće, predlaže ojačanje temeljnog tla drvenim šipovima.

Paskoje je imao veliki problem s izgradnjom Kaša. Dubina mora je bila oko 7 - 7,5 m. Teško je izgraditi suhi keson bez dna, isušiti toliki volumen i na toj dubini zabijati drvene šipove. Stoga je izabrao, mislimo, genijalno rješenje gradnjom drvenog sanduka s dnom od dvostrukih drvenih greda koje zamjenjuju

¹⁰⁵ Crna joha (lat. *Alnus glutinosa*).

¹⁰⁶ Isto tako je u dokumentu od 18. siječnja 1487. za crvenu zemlju (ilovaču) prijevod *kreda*, što je, čini se, bio naziv za nju u srednjem vijeku. Vidi bilješku br. 34.

¹⁰⁷ U 10. knjizi Vitruvije opisuje pumpe (strojevi za crpenje vode) korištene u antičko doba. Tako opisuje spravu za crpenje vode, takozvani timpan, kotače za crpenje vode, vijčanu pumpu i brončani Ktesibijev stroj - dvostapnu pumpu za vodu. Vidi: M. Vitruvius, *Deset knjiga o arhitekturi*: 200-204.

¹⁰⁸ Ktesibije, matematičar i mehaničar iz Aleksandrije, umro 270. p. n. e, izumio je vodeni sat, hidrauličke orgulje, zračnu pušku i dvostapnu (vatrogasnu) pumpu.

temeljenje i osiguravaju kvalitetno zidanje na njima. Za potrebe zidanja bez upotrebe pucolana sanduk je morao biti isušen. Postoje zapravo dvije mogućnosti, prva da je sanduk usidren, potopljen, opterećen i potom isušen, ili druga, da je suhi sanduk potapan postepeno, opterećivanjem kamenim blokovima.¹⁰⁹ Obje su moguće i u obje su morale biti korištene pumpe za ispumpavanje mora, jer kako god bio napravljen, sanduk je uvijek propuštao zbog deformacija nastalih zidanjem i pritiskom mora.

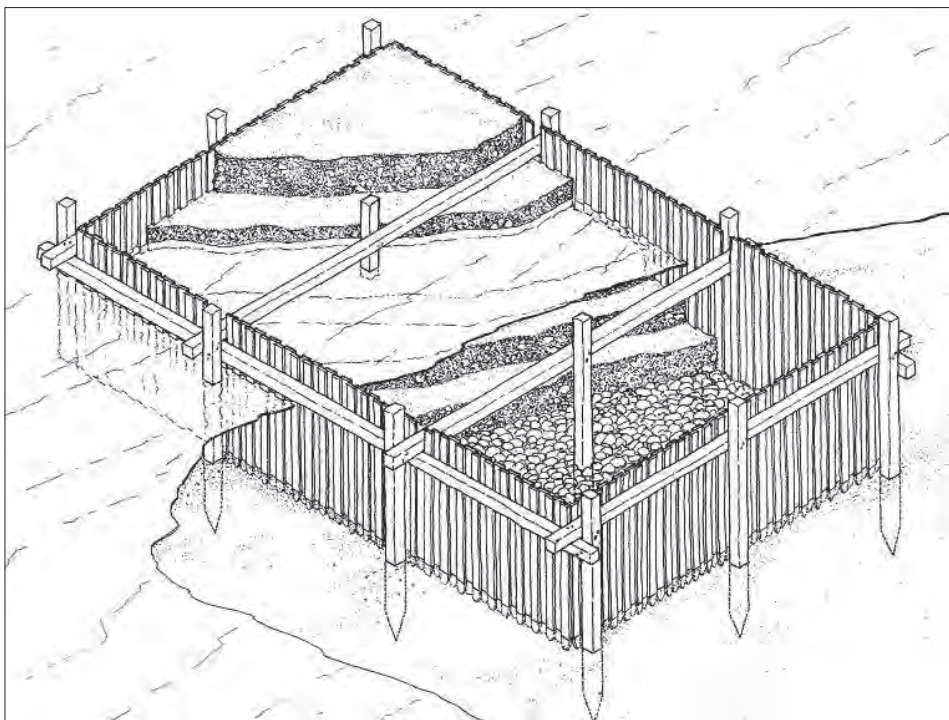


Slika 24. Prijedlog rekonstrukcije betoniranja gatova “rimskim betonom” pod morem (izvor: <http://web.uvic.ca/~jpoleson/New%20Material/Caesarea%202005/Caesarea2005NGeog.jpg>)

U raspravi o gradnji Kaša važno je raspraviti o terminologiji načina gradnje. Kaše su, nesumnjivo, dobile naziv po drvenoj kašeti - sanduku u kojoj su građene, ali postavlja se pitanje je li to bio keson, kako neki navode, i je li to primjeren termin za kašetu.¹¹⁰

¹⁰⁹ Potapanje suhog sanduka jako je malo vjerojatno zbog njegove visine, dubine i uzgona mora.

¹¹⁰ Keson (franc. *caisson* < tal. *cassone*: velika kutija), je “zvono”, čelična ili armiranobetonska komora bez dna koja omogućuje iskapanje tla, izradbu temelja i druge radove “usuho” pod vodom. Keson se izrađuje na obali, na splavi ili na skeli, a potom se vitlima i vretenima spušta u vodu. Samim time što kutija od Kaša ima dno te je izvedena od teško potopivog drva, ne bismo je mogli nazvati kesonom.



Slika 25. Grafička rekonstrukcija betoniranja u oplati pod morem (izvor: <http://web.uvic.ca/~jpoleson/New%20Material/Caesarea%202005/Caesarea2005VitForm.jpg>)

Pojedini autori gradnju Kaša povezuju i uspoređuju s tehnologijom gradnje u luci Cezareji.¹¹¹ Da bi nešto bila “kašeta” i tako se nazivala, mora biti geometrijsko tijelo koje nužno ima pet stranica (četiri strane i dno ili vrh). To nije slučaj u Cezareji. Kakva će biti drvena konstrukcija oplata ovisi o vrsti konstrukcije za koju se priređuje. Da pojasnimo, u Cezareji se radi o klasičnoj rimskoj tehnici *opus cementicium*, ili pojednostavljeno, o betonskoj konstrukciji koja se izvodi betoniranjem pod morem smjesom agregata i hidrauličkog veziva u četverostranoj oplati. Betoniranje se izvodi u oplati koja se sastoji od četiri oplacene stranice bez vrha i bez dna. Na dnu i na vrhu su grede koje ukrućuju oplatu. Oplata se dovodi na mjesto betoniranja, potapa i fiksira sidrima za morsko dno. Potom se ispunjava betonom, koji istiskuje more iz oplata.

¹¹¹ A. Ničetić, »Nove spoznaje o valobranu Kaše i Porporeli«: 149.

Grede, koje razupiru oplatu, na dnu i na vrhu ostaju izgubljene u betonu. Zbog veličine lukobrana, u Cezareji je betoniranje vršeno u segmentima, blokovima, kako po dužini tako i po visini lukobrana. Dakle, drvenu konstrukciju u kojoj je betoniran valobran u Cezareji bi bilo najprikladnije nazvati drvenom oplatom. Ne možemo je zvati kašetom, a nije ni keson. Radi se o najobičnijoj oplati. Tehniku betoniranja pod morem opisao je Vitruvije i napomenuo da je to moguće ako imate prirodne pucolane. Ukoliko ih nemate, Vitruvije preporuča zidanje u isušanim zagatima, koje detaljno opisuje.¹¹² Iako se uglavnom riječ *zogat* koristi za pregradu ili branu kojom se zaustavlja ili usmjerava vodotok, može se koristiti za ograđivanje mjesta u vodi i isušivanje ograđenog prostora kako bi se mogle izvoditi zidane konstrukcije. Vitruvije ih preporuča u slučaju kad graditelj nema hidrauličkog veziva i ne može betonirati pod vodom, pa se zidana konstrukcija temelja ili stupa može zidati zračnim vezivima.

Kaše su, za razliku od Cezareje, izvedene kao zidana konstrukcija, pa usporedbe s konstrukcijom Cezareje nemaju previše smisla. Dubrovački valobran izvana je zidan masivnim kamenim blokovima, dok je sredina ispunjena “betonom”, vezivom (crvenica, vapno) i agregatom (krupni lomljeni kamen). Građene su u potopljenoj kutiji - “kašeti” bez vrha, pa bi naziv keson bio neprikladan. Kameni blokovi povezani su metalnim trnovima zalivenima u olovo u horizontalnim spojnicaama i sponama na pročelnim stranicama.¹¹³

Mislimo da je drvena kutija izgrađena na kopnu, dotegljena i potopljena na mjesto gradnje. Opterećena je kamenim blokovima da se zadrži na dnu te je potom isušena da bi se u njoj zidalo. Isušena je pumpama za vodu koje su u upotrebi od antičkih vremena. Dno kutije bilo je izvedeno od dva sloja greda, a bočne stranice od oplata sastavljene od vertikalnih greda-rebara oplaćenih jednim slojem greda.¹¹⁴

Forma valobrana zidana je masivnim kamenim blokovima koji su u svim smjerovima međusobno povezani sponama zalivenima u olovo. Zato je oplata

¹¹² M. Vitruvius, *Deset knjiga o arhitekturi*: 200-204.

¹¹³ Bušenjem su pronađene metalne spone ispod površine mora u spojnicaama, ali i na pročeljima. Olovo ne može brtviti u vodi ni ako je vlažan okoliš, pa se nameće zaključak da su izvedene u suhoj oplati. U blokovima dijela zida Kaša koji je urušen pronađeni su i dokumentirani metalni trnovi zaliveni u olovo.

¹¹⁴ Narudžba greda za južni, veći dio Kaša, vrlo je precizna. Preračunavanjem dimenzija greda utvrdili smo da je naručeno dovoljno greda da prekriju površinu dvostrukog dna, jednostruke oplata sve četiri stranice segmenta valobrana i naprave rebra i razupore. Dasaka je naručeno tek za pokrov kašete i, čini se, daske nisu bila oplata podmorskog dijela. Zbog izuzetne visine (oko 10 m) i krutosti sanduka oplata je bila složena od sljubljenih greda.



Slika 26. Valobran Kaše, pogled sa sjevera

morala biti odmaknuta od lica zida. Nakon zidanja, sredina je betonirana smjesom crvenice, vapna i kamenog agregata. Primjereniji naziv za takvu drvenu konstrukciju bi bio suhi dok, naziv i postupak obnove preuzet kao termin iz brodogradnje. Kaše su, dakle, izvedene u obrnutom kesonu, u potopljenoj pa isušenoj “kašeti” s dnom. Stoga bi najprimjereniji naziv za takav postupak postavljanja

suhe oplata za zidanje unutar nje bio suhi dok i, koliko nam je poznato, nigdje drugdje nije primijenjen za zidane konstrukcije.

Graditelj je očigledno projektirao drvenu kutiju - suhi dok, koji je doteglio na lokaciju i potom ga potopio kamenim blokovima. Usidrio ga je željeznim lancima i sidrima. Blokove obodnih zidova nije zidao usuho, već je na sljubnice sigurno stavljao mort. Blokovi su horizontalno bili povezani sponama zalivenima u ulovo. I na pročeljima su blokovi vertikalno bili međusobno povezani sponama zalivenima u olovo. Kako je to bilo izvesti na dubini od 6 do 7 m u 15. stoljeću, teško je i zamisliti. Povezivanje olovom moguće je samo usuho, nikako pod vodom.

Statički nepovoljan oblik prizme na bočni tlak mogao se riješiti umetanjem niza drvenih prečki - greda razupora koje su pronađene u recentnim istražnim radovima.¹¹⁵ More je zasigurno prodiralo u sanduke, pa se moralo kontinuirano ispumpavati.¹¹⁶ Nakon zidanja pojedinog reda obodnog zida valobrana, kameni blokovi bi bili fiksirani željeznim sponama u horizontalnom i vertikalnom smjeru. Oplata je morala biti odmaknuta od pročelnih zidova kako bi se mogle polagati spone u vertikalnom smjeru. Potom bi se ispuna valobrana "betonirala" mortom od vapna i crvenice, s dodatkom lomljenog kamena i pijeska. Na vrhu je ispuna popločena kamenim pločnikom. Prema narudžbi drva, očigledno je da je sanduk bio od greda, a manja količina dasaka bila je dostatna za zaštitu pokrova Kaša, tj. da valovi ne ubacuju more u sanduk ili, kako predlažemo pravilniji naziv, suhi dok.

Zaključak

Valobran Kaše je bez sumnje izniman spomenik graditeljstva renesanse i najzahtjevnija inženjerska građevina svestranog graditelja Paskoja Miličevića. Zbog toga zaslužuje poseban tretman i specifičan pristup u dokumentiranju, projektiranju i obnovi.

¹¹⁵ Ostaci razupora pronađeni su unutra na raznim visinama: u sondi B 1 na dubini od -7,20 do -7,70 m, u sondi B 8 na dubini od -5,00 do -5,20 m i u sondi B 11 na dubini od -9,70 do -9,80 m. Sve kote su relativne od vrha valobrana. U svim sondama je na dubini preko 10 m pronađen sloj drva na kojem je započeta gradnja, a drvo pronađeno iznad njih pripadalo je izgubljenim razuporama sanduka. Vidi: Izvještaj o terenskim geotehničkim istražnim radovima te snimanju istražnih bušotina (Izvještaj 7/341-2/14), elaborat. Zagreb: Institut za elektroprivredu i energetiku d.d, Odjel za graditeljstvo, ekologiju i hidrotehniku, 2014: 1-19.

¹¹⁶ U to su doba svi jedrenjaci bili opremljeni pumpama za vodu, a uvelike su ih rabili već Rimljani. Vidi: M. Vitruvius, *Deset knjiga o arhitekturi*: 200-204.

Valobran Kaše izgrađen je između 1486. i 1514. godine, parcijalno u četiri dijela. Prvi, sjeverni, manji dio izgrađen je 1486, a drugi veći, odmaknut, južni je smješten 1487. Zamisljeni kao dva "otoka" omogućavali su protok mora u gradsku luku. Međutim, čini se da nisu ispunjavali kvalitetno svoju funkciju, pa su međusobno spojeni 1498. Potom su 1514. godine dograđeni prema sjeveru.

Svoje ime valobran je dobio po "kašeti" - drvenom sanduku u kojem je izgrađen. Većina autora smatrala je da su Kaše izgrađene u kesonu. Uspoređivane su s gradnjom luke Cezareje. Postojala su različita mišljenja istraživača o načinu gradnje valobrana, od "betoniranja" hidrauličkim mortom koji je imao dodatke pucolana, do gradnje podmorskog dijela "usuho" (bez morta). Recentnim geomehničkim istražnim bušotinama i podmorskim čišćenjem zidova valobrana 2014. godine te sofisticiranim metodama istraživanja mortova utvrđeno je da su za zidanje obodnih zidova i za ispunu korišteni mortovi od vapna, crvenice i pijeska, s dodatkom lomljenog kamena. Utvrđeno je da mortu nisu dodavani pucolani.

Drvenu konstrukciju u kojoj su izgrađene Kaše ne možemo zvati kesonom. Kaše su građene u potopljenom, pa isušenom suhom doku - "kašeti", čije su četiri stranice bile oplacene slojem sljubljenih drvenih greda učvršćenih na vertikalnim gredama-rebrima konstrukcije. Vertikalne grede bile su razuprte na raznim nivoima kroz tijelo valobrana. Dno suhog doka sastojalo se od dva sloja sljubljenih drvenih greda, koje su ujedno bile temelj valobrana. Prema narudžbi drva za južni - veći dio valobrana, proračunavanjem površina greda došlo se do površine oplošja četiri strane i dvostrukog dna suhog doka. Manja količina naručene daske površinom je bila dostatna za natkrivanje suhog doka, tako da spriječi njegovo punjenje prebacivanjem valova preko bočnih stranica. Suhi dok bio je nešto širi od valobrana, tako da je omogućavao postavljanje spona po pročeljnim ploham.

Valobran je zidan velikim kamenim blokovima, a vezivo je mort sastavljen od crvenice i vapna. Kameni blokovi su povezivani trnovima i sponama zalivenima u olovo. Postojanje metalnih klinova i spona duboko ispod površine mora svjedoči o tome da je valobran zidan u suhom doku iz kojeg je crpljeno more. Naime, olovo, kojim su zalijevani trnovi, eksplodira pri dodiru s vodom i nemoguće ga je izvoditi pod vodom. Sredina valobrana ispunjena je mortom i lomljenim kamenom.

Drvenu kutiju u kojoj je Paskoje u etapama izgradio valobran i koja mu je bila temeljni oslonac nazvali smo suhi dok, što je zapravo naziv iz brodogradnje. Gradnja u suhom doku na dubini od 7 m omogućila je u suhom prostoru

izvedbu zidane konstrukcije čiji su kameni blokovi povezani metalnim trnovima i sponama zalivenima olovom, te zidanje i ispunu mortom bez pucolana. Takva izvedba nije poznata u gradogradnji i ona je definitivno inovacija genijalnog renesansnog graditelja.

Smiono graditeljsko djelo od samog je nastanka imalo problema i oštećenja. Nevremena su ga toliko oštećivala da mu je, kako je vidljivo iz arhivskih podataka, prijetilo urušavanje, zbog čega su se izvodile hitne intervencije, od kojih je najznačajnija ona iz 1542. godine. Valobran je potom zaštićen nabacivanjem kamenja s istočne strane, što ga je štitilo od izravnog udara valova. Najvjerojatnije je popustio suhi dok, a mort od vapna i crvenice jako sporo veže pod vodom. Kontinuirani utjecaj mora stoljećima prazni ispunu valobrana. Istražnim radovima je utvrđeno da je ispunja toliko "isisana" da postoje velike kaverne u koje može ući ronilac. Vidljive su i velike pukotine, osobito na južnom zidu Kaša. Razlog zašto još nisu doživjele potpuni kolaps leži u dvjema činjenicama: u zidanju velikim i kvalitetnim kamenim blokovima i njihovu povezivanju metalnim trnovima i sponama zalivenima u olovo i u podmorskome dijelu. Blokovi su u horizontali sljubnicama bili povezani žljeznim trnovima zalivenima u olovo. Na pročelju su blokovi u vertikalnom smjeru bili povezani željeznim sponama.

Na valobranu su vidljiva oštećenja, pa je potrebna temeljita sanacija koja neće narušiti njegova spomenička svojstva. Valobran Kaše potrebno je sagledati u sklopu povijesne cjeline prostora gradske luke: kao objekt fizičke zaštite luke od udara mora i kao fortifikacijski objekt strateške zaštite luke. Neophodno je sačuvati njegov izvorni izgled i položaj, tj. omogućiti kontinuitet primarne funkcije i konstrukcije. To se može postići odabranom metodom sanacije koja će proizaći iz prethodnih istražnih radova, logike i poštivanja izvorne konstrukcije. Proces sanacije može uključiti parcijalno obnavljanje vezivnog sredstva i ispunjavanje šupljina unutar objekta, fugiranje, čišćenje recentnih intervencija, plombiranje nedostajućih i degradiranih kamenih blokova, da bi se obnovljena građevina što više približila svom izvornom izgledu i funkciji. Sanacija ispune valobrana ponovila bi materijale koje je upotrebljavao Paskoje: vapneni mort s crvenicom i kamenim agregatom kako bi se sanirana konstrukcija što više približila izvornoj ideji graditelja. Brže vezanje morta pod morem omogućilo bi se dodatkom prirodnih pucolana, a ispiranje ispune spriječilo bi se zaptivanjem sljubnica. Valobran bi zadržao svoju "razdrmanu" strukturu, zatečene nepravilnosti, šarm izmorenog mučenika koji je branio i odbranio dubrovačku luku koja bez njega ne bi ni postojala.

KAŠE BREAKWATER: ANCIENT CONSTRUCTION TECHNIQUES REINVENTED IN THE RENAISSANCE

ŽELJKO PEKOVIĆ

Summary

Kaše breakwater, doubtless, is a remarkable monument of Renaissance civil engineering, masterly designed and executed by Paskoje Miličević. This boldly conceived project witnessed many problems from the very beginning of its construction. Serious damages due to heavy storms happened to be so severe at times that, as evidenced by archival data, the breakwater faced collapse, which called for emergency repairs. It was built in four stages between 1486 and 1514, in dry docks. The first, smaller part was built in 1486, while the other, somewhat bigger, in 1487, to be joined in 1498, and expanded to the north in 1514. The breakwater was built in a submerged and later dried out dock (*kašeta*). The latter was framed with sheet piles (a layer of joint wooden posts), while the bottom consisted of two layers of bars upon which the breakwater is bedded.

The breakwater was built from large stone blocks, joined by hydraulic mortar composed of red clay and lime, with no pozzolanic additives. Stone blocks were first connected with iron and later bronze joints and clamps covered with lead. The central part of the breakwater is 'cemented' with lime mortar, red clay and sand, with an addition of crushed stone. Some ancient construction techniques, reinvented in the Renaissance, were applied in this building project. The reason why the breakwater still stands in place lies in two major facts: the use of large and high quality stone blocks and their connection, and in the section below the waterline, with metal joints and clamps covered with lead.

