

UDK

904:628.14(497.5)(210.7 Veliki Brijun)“652”

UDC

OPSKRBA VODOM I RIMSKI VODOVOD NA BRDU GRADINA NA OTOKU VELIKI BRIJUN

Anton VITASOVIĆ

Stručni rad

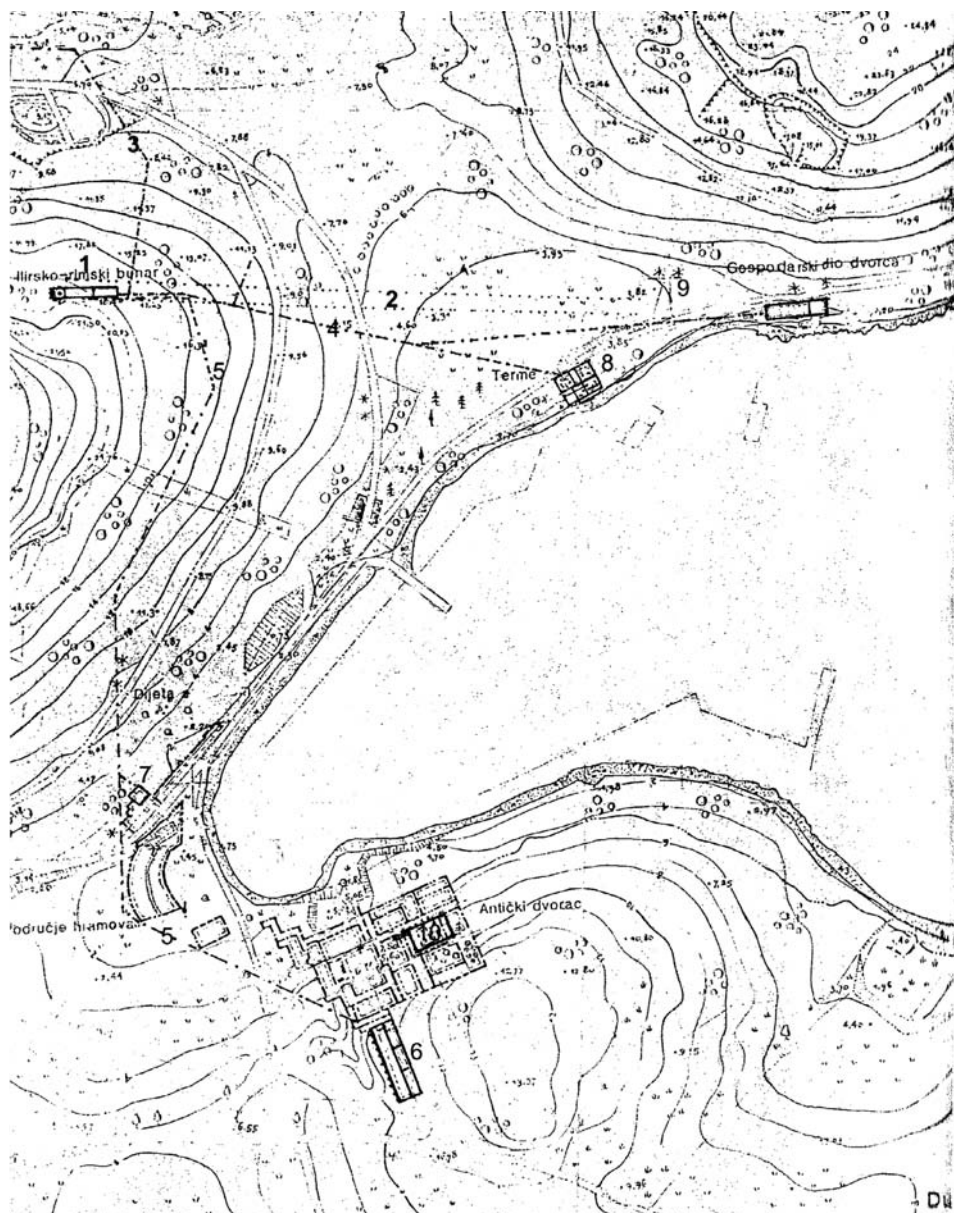
Primljeno: 18.09.2006.

Odobreno: 21.08.2008.

Voda, kao izvor i jedan od osnovnih elemenata života preduvjet je obitavanju čovjeka na otočju Brijuni od prapovijesti do današnjih dana. Njeno korištenje i dovođenje do krajnjih potrošača u antici nije riješeno tipski već svako postrojenje, bez obzira na neke zajedničke elemente, postaje cjelina za sebe. Otoci i otočne prilike iziskuju posebnost, a nju na Brijunima potvrđuju ostaci na terenu i materijalni nalazi manjeg istraživanja 1979. godine koji u ovom radu daju zaključnu sliku rimskog vodovoda na brežuljku Gradina na otoku Veliki Brijun.

KLJUČNE RIJEČI: *Veliki Brijun, Gradina, antika, rimski vodovod, rimska keramika*

Vodom kao izvorištem i osnovnim elementom svekolikog života, stanovnici otočja Brijuni bave se od prapovijesti do današnjih dana. Praktički susreću je od lokvi na kojima su se napajale životinje do suvremenog vodovoda koji vodu dovodi ispod mora na otok Veliki Brijun. U tome velikome vremenskom rasponu voda se na otoku koristi iz lokvi, gradinskoga izvora, rimskoga vodovoda, cisterni, bunara, Kupelwieserova vodovoda, bušotina i novoga vodovoda. Danas, uz sve tehničke mogućnosti otočje Brijuni, kada je u pitanju voda za piće, ovisi o vodi dopremljenoj s kopna. Drugim riječima, lokvi nema, voda iz bare, bunara i cisterni nije za piće, a



Sl. 1 Karta s prikazom objekta, trasa i spremišta vode

1. crpilište s rezervoarima, 2. trasa nadzemnog vodovoda, 3. odvajak koji vodi prema centru, 4. središnja trasa za terme, 5. odvajak prema podstanici, 6. podstanica - veliki rezervoari, 7. cisterna u sklopu mjesta za stanovanje svećenika, 8. terme, 9. vunara, 10. rezervoari u gospodarskoj vili

mogućih 483 m³ vode na dan iz bušotina nemoguće je koristiti već 20-tak godina. Načini i mogućnosti korištenja vode od pamtivijeka otočje čini posebnim, njih otkriva čovjek koji iza sebe ostavlja tragove života u materijalnim nalazima, objektima i lokalitetima na temelju kojih se istražuje i dopunjuje burna povijest otočja.

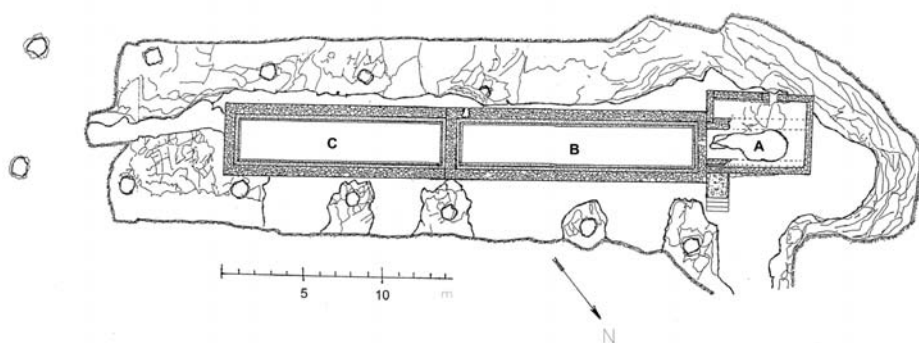
Naziv ovog rada, iako u pomisli sveobuhvatan, tematski i vremenski vezan je za Rimljane i produkt je dosadašnjih saznanja i rezultata dobivenih u manjem istraživanju 1979. godine na materijalu i objektu vodovodnoga postrojenja na brežuljku Gradina.

Ostaci rimskoga vodovodnog postrojenja nalaze se na sjevernim padinama brežuljka Gradina (35 m), na 20 m nadmorske visine (Sl. 1). U pretpovijesti je na mjestu rimskoga crpilišta bilo izvorište vode kojeg je treći obrambeni pojas opasao i zatvorio unutar zidina gradinskoga naselja Gradina. Iz toga izvora vodom su se opskrbljivali stanovnici Gradine od kraja III. tisućljeća pr. Kr. do dolaska Rimljana¹. Voda kao osnovni izvor života bitna je za razvoj antičkih urbanih naselja, gospodarskih vila i ljetnikovca, stoga se na već poznatome gradinskom izvoru gradi postrojenje za crpljenje i distribuciju vode, koja se koristi za kupanje, piće i pokretanje strojeva. U to vrijeme uz vodu iz izvora za napajanje stoke koristila se voda iz lokava od kojih su poneke mogle zadržati vodu tijekom cijele godine. S druge strane, novoizgrađene cisterne za skupljanje kišnice na udaljenijim imanjima su potreba, a one iz sklopa rezidencijalnoga objekta u zaljevu Verige osim potrebe pružaju sigurnost u opskrbi vodom.

Istraživanje iz 1979. godine

Na području "rimskoga vodovoda" 1979. u jednomjesečnome istraživanju ispražnjen je drugi rezervoar i istraženo područje oko rezervoara i ponora (Sl. 2). Radove na istraživanju vodili su prof. Š. Mlakar i A. Vitasović. Svrha zahvata bila je prikupiti dodatna saznanja i pripremiti kruništa za zaštitu. Samo istraživanje bilo je rutinsko: u nasutome i nanesenom materijalu, osim ulomaka tegula, kamenoga postamenta i veće obrađene podne kamene ploče, nađeno je nekoliko stotina ulomaka amfora i posuda za svakodnevnu uporabu. Iz navedenoga se vidi da je to tehnički objekt i da u njemu borave ljudi samo kada postrojenje radi, pa nepostojanje većih i bolje sačuvanih ulomaka i predmeta za svakodnevnu uporabu nije upitno. Treba napomenuti da u nanesenome materijalu do sačuvane visine zidova objekta nije pronađen ni jedan kamen klesanac. Takva situacija upućuje na samo jedno rješenje, a ono govori o intaktnom objektu kroz stoljeća. Vađenjem i uzimanjem obrađenoga

¹ A. Vitasović, *Histria archaeologica* 31 str. 10.



Sl. 2 Tlocrt vodovodnog postrojenja na brežuljku Gradina
A cpilište s ponorom, B prvi rezervoar, C drugi rezervoar

zidnog kamenja za gradnju stambenih i gospodarskih objekata u XVII. - XVIII. st., šutom i razorenim *opus signinum* ispunjeni su rezervoari i zatrpavan okoliš. Te pojave u Istri nisu rijetke, njih nadilaze, u negativnome smislu, brojni tragovi vapnenica uz ili na rimskim objektima u kojima završavaju klesano kamenje, blokovi i umjetnička djela. Uzimanjem obrađenoga kamena iz zidova rimskoga vodovoda na Brijunima, odbačeni šut, sitnije kamenje i dijelovi *opus signinum* toliko su zatrpali objekt da je nekoliko gornjih redova radi uzimanja kamena doslovno iskopano. Kopanje je oduvijek bilo težak posao pa je pod nasipom višim od 1,8 m ostala netaknuta arhitektura objekta prosječne visine 1,4 m. Iskopom i čišćenjem okoliša, osim otkopanoga objekta, na svjetlo dana došlo je sabiralište oborinskih voda načinjeno vađenjem kamena po slojevima.

Otkrivene izdubljene rupe u živoj stijeni uz rezervoare i na kamenim gromadama otvorile su pretpostavku postojanja drvenoga tabulata za skupljanje kišnice uokolo rezervoara. Ta je pretpostavka vrijedila do prvih dviju rupa otkrivenih na blagoj padini od kraja drugoga rezervoara. Uočeni su pravci iskolčavanjem produženi u dužini od preko 100 m (Sl. 2). Na pravce su prenijeta rastojanja od rupe do rupe te zahvaljujući rimskim proporcijama ispod svakoga se piketa nalazilo dublje ili pliće, u živoj stijeni izdubljeno udubljenje. Tako organizirani paralelni pravci spuštaju se niz padinu brežuljka Gradina prema najstarijoj rimskoj vili i fulonici u zaljevu Verige. Situacija i materijalni ostaci na terenu omogućuju rekonstrukciju funkcija i sadržaja, a oni uz već poznati vodovod otkrivaju nadzemnu konstrukciju vodovoda prema primarnoj vili, odnosno kasnije izgrađenom postrojenju *fullonicae*.

Materijalni nalazi

S obzirom na funkciju objekta, tijekom pražnjenja sadržaja rezervoara i istraživanja okoliša rezervoara nađeno je razmjerno dosta materijalnih ostataka. Osim većih ulomaka tegula, ostale nalaze u pravilu čine manji, fragmentirani ulomci vrha tijela ili dna posuda. Najveći broj ulomaka čine ulomci tegula. Njih slijede ulomci amfora; ušća, vratovi, ručke, tijela i dna. U malim količinama izraženi su ulomci posuda za svakodnevnu uporabu s tankim stijenkama, a najmanje je nađeno staklenih ulomaka.

Unatoč velikomu broju ulomaka tegula veoma je čudno da u hrpi od nekoliko tisuća komada nije pronađen ni jedan ulomak sa žigom. Sam broj ulomaka potvrđuje natkrivenost objekta postrojenja i rezervoara. Stotinjak metara od rezervoara Gnirs je skupio manju hrpu skoro čitavih tegula. Budući da na tome prostoru nema rimskih objekata, lako je moguće te nalaze vezati uz plohu za skupljanje kišnice, koju čine tegule direktno položene na teren.

Ulomci posuda za svakodnevnu uporabu vezani su za vrh (T. I 1, 13, 15, 17 i 19, T. II, 2-7, T. 10, 1, 2 i 3) i dno (T. I, 2, 14, 16, 18, 20, 23 i 24, T. II, 1, T. X, 4, 7 i 8) posude. Ti elementi daju mogućnost rekonstrukcije ušća i dna posude, dok je oblik tijela, osim T. I, 1 i T. X, 7, upitan. Vrhovi posuda u pravilu su blago izvijeni prema van (T. II., 2, 3, 6 i 7, T. X, 3), horizontalno izvučeni (T. I, 1), ravni (T. II, 5) i bikonični (T. I, 17). Jednostavan i atraktivan je ulomak posude s debelim stijenkama čije ušće završava istakama (služe kao ručka) i ležištem u koje ulazi poklopac (T. X, 6). U ulomke posuda za svakodnevnu uporabu spada ulomak uljanice (T. II, 8), tanja i deblja prstenasta ploča (T. II, 9, 10), uteg (T. II, 11) i ulomci sa širokim, lučnim istakama (T. II, 15, 16) na vratu ili tijelu posude. Od ukrasa najčešće se javljaju kanelirani uresci na ušću (T. I, 13) i trokutasti na ramenu posude (T. X, 1).

U funkciji predmeta za svakodnevnu uporabu jesu i stakleni nalazi donjih dijelova balzamarija i nešto veće posude (T. I, 10, 11, 12) te ulomci manje posude ukrašene rebrastim istakama (T. I, 21, 22).

S druge strane, dno posude obavija uža ili šira vertikalna (T. I, 18, T. II, 1, T. XIII, 5, 6, 8, 11, 14 i 17) ili konusno izbačeni prsten (T. I, 14, 16, 20, 23, 24, T. XIII, 1-3, 7, 9, 13, 15, T. XIV, 3, 4, 5, 6, 7 i 9). Iz manje ili jače izraženoga prstenastog obruča izlazi tijelo i dno posude. Dno posude može biti malo izdvojeno uz rub prstena (T. I, 16, 24, T. XIII, 2, 3, 5, 6, 8, T. XIV, 4, 9 i 10), ravno s podlogom (T. X, 4, 7, 8, T. XIII, 12, 16, 17) i izdignuto (T. I, 2-5, 14, 16, 18, 20, 24, T. XIII, 9, 11, 13, 14, 15, T. XIV, 2, 3, 5, 11), a ponekad i ukrašeno (T. I, 2, 6, T. XIII, 14).

Od posuda za svakodnevnu uporabu, kao posebni segment izdvojeni su ulomci

amfora zbog daleko većeg broja nalaza ulomaka ušća, ručki i dna od dijelova tijela. Na temelju nađenih ulomaka može se govoriti o normalnim, trbušastim, kućnim i amforama s jako izduženim vratom. Najinteresantniji su ulomci ušća amfora sa žigovima (T. III, 1-7), s već poznatim žigovima od kojih su najbrojniji oni proizvođača Gaja Lekanija Basa (*Caius Laecanius Bassus*) iz Fažane, bilo da se radi o žigu vlasnika (T. III, 2, 4, 5, 6) ili dvojnome žigu (T. III, 7). Iz lepeze ušća najatraktivnija su ona koja imaju sačuvana cijelo ušće, vrat s cijelom ili dijelom ručke (T. III, 7, T. IV, 1-3, T.V, 1-3 i T.VI, 1-3). Nađeni su i ulomci ušća amfore (T. II, 1-14, T.VII, 2, 3, 4, 6-14, T.VIII, 1-11 i T. IX, 1-6, 8).

Ručke na amforama u pravilu su pravilna oblika; njih slijede trakaste s jednom ili dvije istake te dvostruke kružne (T. XI, 1-11 i T. XII, 1-11). U čitavoj kolekciji nalaza najbrojniji su ulomci dna amfora. Njih ima nekoliko desetina od kojih 32 oblika završetaka - vrhova možemo vidjeti na T. XIV, 7, T. XV, 1-12 i T. XVI, 1-19.

Osim nekoliko ulomaka, većina nalaza, prema strukturi i dobivenoj boji nakon pečenja, proizvodi su keramičke radionice iz Fažane. Oni svjedoče o širokome asortimanu proizvodnje i vrsnim majstorima koji na uobičajenom proizvodu, u ovome slučaju amforama, uz žig daju brojne varijacije oblika ušća i dna amfora.

Akvedukt - Vodovod

Svaki akvedukt - vodovod bez obzira na mjesto i obim gradnje, rješava kompliciran i zahtjevan proces crpljenja i distribucije vode. On ovisi o procjeni količine vode, izgradnji crpilišta, rezervoaru, dotočnim cijevima, rezervoaru na objektu s mrežom unutar njega.

Ostaci arhitektonskih sadržaja postrojenja na brežuljku Gradina pokazuju složenost i višeslojnu funkcionalnost korištenja (Sl. 3). U prapovijesti su kišnica u lokvama i voda na izvorištu bili jedini resursi pitke vode gradinskome stanovništvu otočja. Prvo transportiranje vode na Brijunima organizirao je vlasnik rimske gospodarske vile u zaljevu Verige, koji vodu s izvorišta u vilu dovodi cik-cak postavljenim drvenim koritom. Njega nose drveni nosači razgranati u dva paralelna pravca što potvrđuje nalaz izdubljenih rupa u živoj stijeni. Niz otkrivenih rupa na udaljenosti od 7,50 m čini pravac, a međusobna udaljenost pravaca je 7,00 m. Kasnije, konstrukcija u i nad rupama koristi se za pokretanje postrojenja fulonike, izgrađene u sjeverozapadnome kutu najstarije vile. Gradnjom rezidencijalnoga kompleksa u zaljevu Verige, pitanje opskrbe vodom riješeno je gradnjom vodovoda. Postojeće grotlo izvorišta vode iz gradinskoga doba, bolje rečeno ponor, poslije 12,5 m dubine proširen je i obrađen do komore s vodom, potrebnom za rad vodovoda. Danas arhitektonski ostaci oko grotla



Sl. 3 *Pogled na ostatke vodovodnog postrojenja na brežuljku Gradina*

ponora zatvaraju objekt i daju mogućnost rekonstrukcije smještaja crpnog postrojenja. Jedan od dvaju kamenih blokova na kojima se okretao pokretni dio postrojenja nađen je u istraživanju 1979. godine. Uz udubljenje ležišta osovine vidljivi su tragovi pritiska i okretanja pokretnoga dijela crpnog postrojenja za dizanje vode. Materijalni ostaci objekta i postrojenja, prvoga rezervoara, dograđenoga drugog rezervoara i rupe u živoj stijeni pokazuju da je uz novoizgrađeni vodovod u funkciji i nadzemno postrojenje koje vodi vodu prema primarnoj vili, a kasnije fulonici. Uz raznolikost otkrivenih oblika rupa u živoj stijeni koje se spuštaju stotinjak metara niz padinu u dva pravca, najinteresantnije su one lijevo i desno od rezervoara. Naime, na mjestu nosača koji su bili u funkciji nije se vadio kamen za gradnju rezervoara, te su ležišta nosača ostala u zraku na izdvojenim i poluizdvojenim kamenim gromadama (Sl. 4). Dakle, kamen za zidanje objekta crpilišta i vanjskoga obzida rezervoara, vadi se oko nosivih stupova primarnoga vodovoda i na terenu ostaju izdvojene ili poluvezane kamene gromade s rupom za usađivanje stupa.



Sl. 4 Detalj, pogled na kamenu gromadu s rupom za stup

Materijalni ostaci na terenu s obzirom na funkciju i vrijeme nastanka mogu se svrstati u tri osnovne faze i nekoliko dogradnji. Prva faza pokazuje vrijeme života gradinskih stanovnika na Brijunima. Na terenu to korištenje pokazuje manji prirodni otvor i dio procijepa iz kojeg je tekla vode. Voda od izvora teče kratkim tokom (danas ispod rezervoara) maksimalne dužine 30 m i završava u jednome od brojnih kraških ponora. Voda se grabila na samome izvorištu u manjem otvoru – grotlu te je za očekivati da su najvrjedniji materijalni nalazi i ostaci još na dnu bunara².

Drugu fazu korištenja vode na brežuljku Gradina uz već postojeći izvor, predstavlja nadzemni rimski vodovod organiziran s cik-cak postavljenim koritom između dva reda nosivih stupova. Tu fazu na terenu prikazuju dva pravca u stijeni isklesanih rupa (za stupove) koje se spuštaju prema najstarijoj rimskoj vili u zaljevu Verige (Sl. 2). Do početka rada fulonike potrebu za vodom zadovoljavalo je postojeće izvorište, a nakon izgradnje fulonike i potrebe za nekoliko sati neprekidnoga rada

² Bunar nije istražen do dna. Budući da je ovo kraško područje, lako je moguće na većoj dubini otkriti prelazak iz komore u komoru.

strojeva, izvorište se obrađuje i produbljuje. Po A. Gnirsu i Š. Mlaku³ vodovod je izgradio vlasnik raskošnoga ladanjskog dvorca na tri terase u zaljevu Verige. A. Gnirs otkriva manji dio komunikacije iza *dietae* na početku velikog portika (južna padina) i nju povezuje s vodovodom (Sl.1). Prema poznatim elementima navedeni dio otkrivene komunikacije najvjerojatnije vodi do rimske vile na istočnoj padini brežuljka Gradina, koja je lako mogla biti povezana s objektom vodovoda. Manjim arheološkim zahvatom i iskopavanjem bližeg okoliša oko crpilišta i rezervoara, 1979. na sjevernoj strani objekta ispred glavnih vratiju ponovo se otkriva podest s trima od mogućih osam stepenica. Manji plato nastao vađenjem kamena ispred objekta, stepenište i prokop u živoj stijeni konfiguracijski na terenu pokazuju da je komunikacijska veza prema objektu moguća samo sa sjeverne i sjeveroistočne strane. Spomenuto je područje danas pokriveno obrušenim i navezenim materijalom koje ničim ne pokazuje daljnje prostiranje prilazne komunikacije. Visinska razlika između žive stijene i praga ulaznih vratiju u prostor postrojenja pokazuje da je radna razina crpilišta bila 2,10 m iznad današnjega grotla bunara. Drveni tabulat oko grotla dijele dva paralelna zida na kojima su kameni postamenti sa žljebom – nosači osovine pokretne konstrukcije crpilišta. Otkriveni kameni postament nađen u istraživanju 1979. ostavljen je uz grotlo ponora radi bolje prezentacije rada vodovoda. U svrhu prezentacije navedeni postament služi veoma kratko, nakon nekoliko godina završio je u 14,50 m dubokom ponoru.

Objekt u koji su Rimljani smjestili postrojenje crpilišta ima dimenzije 7 x 10 m (Sl. 2a). Zbog zaštite kruništa i manjega dozidavanja zapadnoga zida, nemoguće je govoriti o mogućim otvorima i konstrukcijama iznad izvornih ostataka. Premjerom očuvanih i mogućih stepenica, prag ulaznih vratiju u postrojenje nalazio se 1,89 m iznad razine platoa ispred objekta. Između dvaju paralelnih zidova koji idu od rezervoara prema grotlu i nose kamene postamente nalazi se procijep u stijeni koji pokazuju stijenke nekadašnjega izvorišta. Prema tehnologiji grabljenja vode, prihvatna konstrukcija za ispuštanje vode u rezervoare nalazila se između tih dvaju zidova na cca 2,20 m od dna rezervoara. U prostor pod postrojenjem ulazilo se kroz vrata na južnome zidu, danas je širina otvora bez dovratnika 1,25 m. Osim fizičke komunikacije, kroz taj se otvor u bunar slijeva oborinska voda prikupljena sa strmih terasa ukopanih u živoj stijeni sjeverne padine brežuljka Gradina. Takav način prikupljanja vode prostire se od kraja drugoga rezervoara, ide uz rezervoare i završava ispred zgrade crpilišta. Dakle, umjetne kamene terase i kontra kosina s otiskom vodovodnih cijevi u malteru ukazuju na dodatno prikupljanje vode u bunar. U zadnjoj fazi korištenja crpilišta navedeni

³ Izvještaji i zapisnici, dokumentacija NP Brijuni.

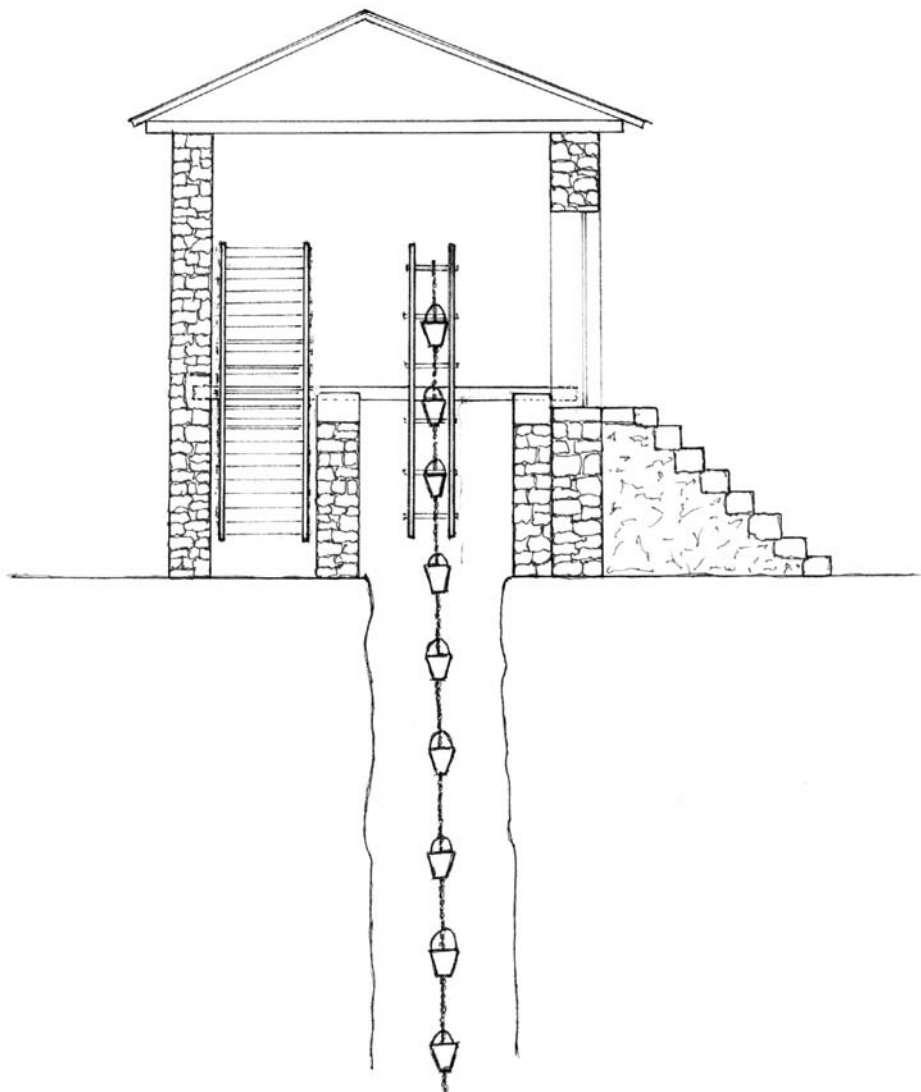
prolaz je zazidan, a na dnu ostavljen otvor 0,40 x 0,40 m za utok oborinske vode koji potvrđuje prikupljanje vode i upućuje na novu komunikacijsku vezu prostora postrojenja s onim ispod njega, najvjerojatnije drveni kapak i stepenice.

Istovremeno s gradnjom zgrade crpilišta s postrojenjem, izgrađen je i prvi rezervoar vanjskih dimenzija 3,8 x 16,0 m (Sl. 2b). Korisni prostor rezervoara je 2,6 x 14,7 m koji definira 0,30 m debela nepropusna stijenka *opus signinum* (1 : 1 : 1 lomljeni kamen, opeka i živi kreč). Sve je to ojačano kamenim zidom širine 0,50 m. Način gradnje i vezivanje kamene konstrukcije s nepropusnom stijenkom pokazuje istovremenost nastanka. Drugim riječima, kameni zidovi s jednim obrađenim licem preuzimaju funkciju vanjske oplata koja postaje sastavnim dijelom konstrukcije zida. Na temelju korisnoga prostora rezervoara i minimalne visine od 2,00 m može se zaključiti da je u prvi rezervoar s proširenjem od 0,20 m na visini od 1 m moglo stati 79,36 m³ vode.

Dilatacijska crta između dvaju rezervoara pokazuje da je drugi rezervoar naslonjen na prvi, odnosno naknadno dograđen (Sl. 2c). Njegove vanjske dimenzije su 3,8 x 14,0 m što daje rezervoaru korisnu površinu prostora od 2,6 x 12,3, a to znači novih 66,42 m³ vode.

Postrojenje za crpljenje vode sastoji se od podzemnoga bunara i nadzemnog postrojenja. Plašt bunara je prirodan i njegov vertikalni ponor, gotovo okrugloga presjeka, danas ulazi u teren 14,5 m. Od obrađenoga gornjeg ruba u ponor se spušta prirodna stijenka bunara koju nakon 12,5 metra čovjek obrađuje i tubus ponora prilagođava potrebama postrojenja. Situacija na terenu pokazuje da je 1907. godine A. Gnirs istražio i ispraznio grotlo bunara do dubine 15,5 - 16,5 m. Zaštitom objekta smanjen je dotok novoga materijala u bunar te se može pretpostaviti da je voda kroz otvor u zidu, lišće i granje koje pada unutar objekta, poneka srna i ljudski nemar, Gnirsov iskop zatrpao u proteklo vrijeme za cca 2 m. Iz dokumentacije nije vidljivo do koje je dubine A. Gnirs očistio ponor, a situacija na terenu pokazuje da nije stigao do vode pa su samim time oblik dna bunara i dubina ostali nepoznati.

Prema Vitruviju voda se iz takvih prirodnih ponora grabi pomoću velikoga drvenog kolotura povezanim lancem na kojem vise posude za grabljenje vode. Postrojenje se pokretalo hodanjem po prečkama bočnoga kotača smještenog između zida do grotla i vanjskoga zida objekta (Sl. 5). Konstrukcijski gledano nešto iznad drvenoga tabulata tri su nosača na kojima leži i okreće se osovina rotacionoga dijela postrojenja. Oslonci i nosači u vanjskim zidovima ukrućuju i stabiliziraju postrojenje, dok srednji koji su otvoreni s gornje strane preuzimaju središnji pritisak i ne dopuštaju šetanje rotacionoga dijela postrojenja u radu. Iz navedenoga je vidljivo da su na glavnoj osovini bila dva kotača, desni s poprečnim letvama između dvaju krugova koji



Sl. 5 Shematski prikaz postrojenja vodovoda

penjanjem pokreću jedan, dva ili tri roba i lijevi za dizanje vode. Broj robova ovisio je o broju posuda montiranih na pomičnome lancu. Manji broj posuda s vodom podiže jedan, srednji dva, a veći broj posuda tri roba. Broj posuda s vodom od crpilišta do vrha kotača govori o broju potrebnih osoba za pokretanje stroja. Iz navedenoga proizlazi da je količina vode jednaka težini osobe ili broju osoba koje pokreću stroj, što je optimalna formula za rad stroja. Crpljenje vode ispod te formule smatra se lakim poslom, a iznad nje koristi se samo kao kazna. Preko lijevoga koloturnika diže se u krug povezani lanac s posudama za grabljenje vode. U našem je slučaju dizanje vode bilo organizirano najvjerojatnije bez donjega oslonca, a to znači lagano spuštanje posuda do vode, njih potapa težina lanca, posude se pune i izvlače. Tako napunjene stižu do zapinjača u visini izljevka vode. U dodiru sa zaprekom vrh posude zastaje i diže dno, voda istječe, a posuda se okretanjem kotača vraća u vodu. Tako izvučena voda kanalom teče u prvi ili drugi rezervoar. Pritisak na vodenu površinu tlači vodu iz rezervoara i ona, u brijunskome slučaju, olovnim i keramičkim cijevima teče do željenih sadržaja i drugih rezervoara od kojih neki postaju podstanice za distribuciju vode do mjesta uporabe.

Na otočju Brijuni takva se podstanica nalazi u sklopu raskošnoga ladanjskog dvorca u zaljevu Verige, koju čine dva velika rezervoara ukupne zapremine 778 m³ vode. S druge strane, tlačna površina od 260 m² omogućava dobar dotok vode u kupaonice, fontane, praonice i druge sadržaje čak i kod malih visinskih razlika.

Prema A. Gnirsu i tragovima otiska otkrivenim uz drugi rezervoar 1979. godine, vidljivo je da desni krak vodovoda vodom opskrbljuje rezervoare (778 m³) izgrađene nad rezidencijalnim dijelom ladanjske vile u zaljevu Verige. Pravac kretanja vodovodne mreže potvrđuju otkriveni dijelovi i tragovi vodovodnih cijevi uz rezervoare na crpilištu, kod hramova i uz krajnje rezervoare. Spomenuta vodovodna trasa napaja i otvorenu cisternu zapremine 72 m³ u sklopu prostora za stanovanje svećenika. Na području hramova između srednjeg hrama i Neptunovog hrama, polukružnu lođu presijeca obzidani kanal u kojem se nalazi olovna vodovodna cijev, što pokazuje trasu i način polaganja cijevi⁴.

Drugi krak vodovoda izlazi iz desnoga kuta drugog rezervoara, nakon 8 metara skreće ulijevo prema današnjem središtu Brijuna i dalje do rimske vile za preradu maslina na brežuljku Kolci. Treba napomenuti da se s te trase uz rimsku vilu rustiku na brežuljku Kolci napaja gospodarska vila u povrtnjaku otkrivena godine 1980. i vila u današnjem središtu luke Brijuni. Uz navedeni pravac iz drugoga rezervoara napaja

⁴ A. Gnirs u svojim djelima veoma kratko spominje nalaze vodovodnih cijevi, navedene pozicije nikada nije ucrtao u nacрте te se u rekonstrukciji vodovodne mreže može koristiti samo orijentaciono.

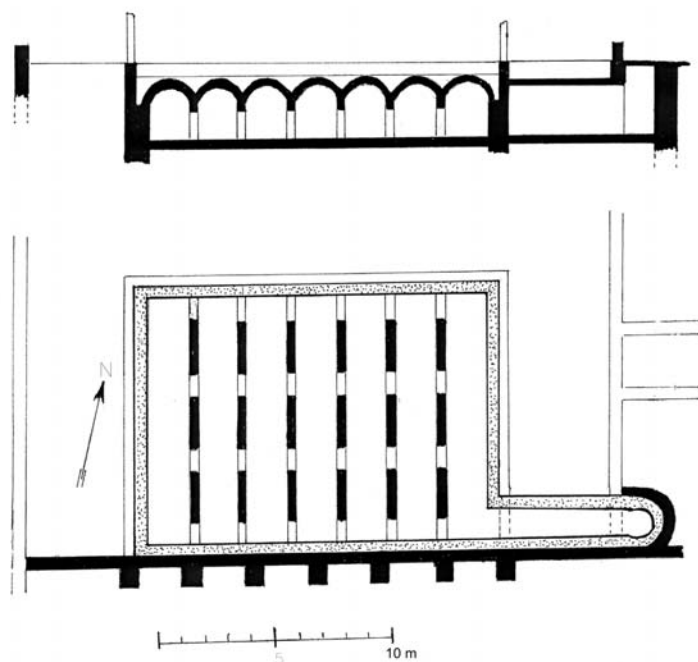
se područje termi, kao i rezervoari gospodarskog dijela vile iz sklopa raskošnoga ladanjskog dvorca u zaljevu Verige. Primarni nadzemni vodovod iz poslije izgrađenih rezervoara ostaje u funkciji pokretanja strojeva u fulonici. Taj viseći vodovod podsjeća na potok, postrojenje ispravljanjem ili zatvaranjem cik-cak položenoga drvenog korita mijenja tok, regulira snagu vode i brzinu rada strojeva u fulonici.

Prostorno gledano, u odnosu na položaj rezervoara i crpilišta, rimska vodovodna mreža vodi vodu lijevo, ravno i desno. Iznad toga račvanja uz mali otklon udesno proteže se nadzemni - viseći akvedukt s cik-cak tokom. Odvojak koji ide ravno opskrbljuje vodom terme i rezervoare u sklopu najsjevernijega dijela ladanjske vile, odnosno najstariji dio ladanjskog dvorca u zaljevu Verige. Iz toga pravca organizirana je opskrba vodom rimske vile u podnožju Gradine. Nadzemni vodovod s otklonom udesno od nekoliko stupnjeva u odnosu na pravac prostiranja rezervoara pokriva fuloniku, a u najstarijoj fazi i sjeverni objekt (gospodarski dio). Desni odvojak vodi uz jugoistočnu padinu Gradine, puni rezervoar u sklopu prostora *diaetae*, prelazi cestu, kompleks hramova i završava u rezervoarima na vrhu terasastoga rezidencijalnog dijela vile. U sklopu te mreže, sigurne podstanice akvedukta su rezervoari iznad dvorca i rezervoari na najsjevernijem dijelu vile. Voda prikupljena u sklopu dvaju većih i dvaju manjih rezervoara, kroz izgrađenu infrastrukturu pokriva prostore i sadržaje niže od rezervoara. Cisterna u prostorima *diaetae* nema mogućnosti podstanica već se voda grabi. Istu tu funkciju ima i cisterna za skupljanje kišnice u gospodarskome dijelu rezidencijalne vile. S obzirom na visinske razlike, ta cisterna ima predispoziciju podstanice za prostor i sadržaje na nižim terasama. Ta mogućnost nikada nije iskorištena te se voda iz cisterne grabila kroz otvor u posebnoj prostoriji na trećoj terasi.

Cisterne

Cisterne kao mjesto spremanja i korištenja vode javljaju se većinom kod udaljenijih i manjih gospodarskih vila i postrojenja i u pravilu su ukopane u dvorištu vile rustike. (Dobrika, Kolci, povrtnjak). Ukopavanje, u nekim slučajevima i zasipavanje cisterne zemljom, daje vodi konstantnu temperaturu, bolju kvalitetu i ugodniji okus. Drugim riječima, voda se u recipijentima i objektima ispod zemlje teže kviri i ima prirodnu svježinu. Voda kao izvor života i pokretač privrednih procesa rimska je svakodnevica. Ona modificira odnose i pristup, te namjena, vrijeme i područje korištenja oblikuje recipijente za držanje vode.

Cisterna u sklopu raskošnoga ladanjskog dvorca u zaljevu Verige iz I. stoljeća u tipološkom i graditeljskom smislu daje više pokazatelja (Sl. 6). Ona na gospodarskome



Sl. 6 Tlocrt cisterne - rezidencijalni dio vile na tri terase u zaljevu Verige

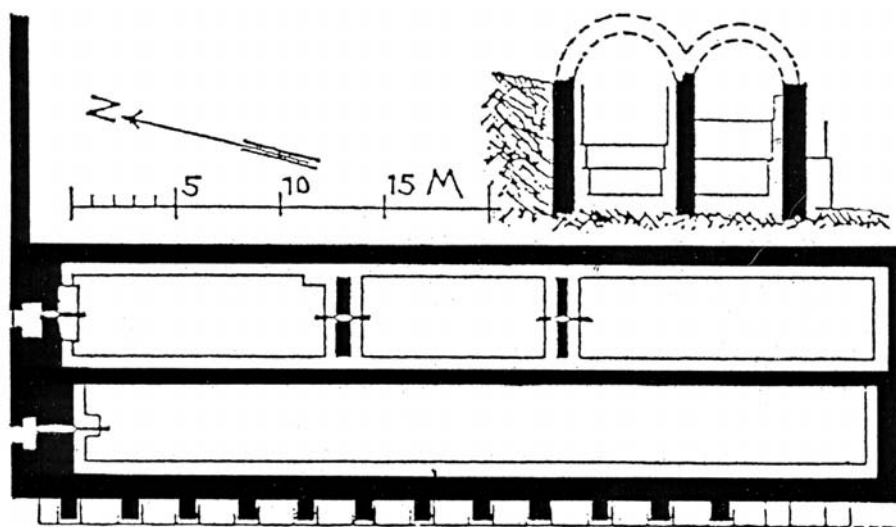
dijelu rezidencijalne vile pokriva izvornu funkciju, diktira sadržaje i ima arhitektonski značaj. Sama cisterna s tri je strane ukopana u živu stijenu, s time da četvrtu stranu zatvara zidana konstrukcija ojačana brojnim kontraforima. Na primarnome podu, uz isklesane stijenke i zid s kontraforima nalaze se zidovi izvedeni u tehnici *opus signinum*, (vapno, lomljeni kamen i opeka) debljine 30 cm. Središnji prostor cisterne upotpunjuje isprekidanost šest paralelnih zidova sa sedam labirintno povezanih prostora koji hodnikom izlaze iz gabarita cisterne i završavaju otvorom za grabljenje vode. Navedeni rasteretni zidovi (isprekidani) spojeni su kamenim bačvastim svodovima i sastavni su dio konstrukcije krova cisterne. Nad cisternom, odnosno njezinim svodovima i debljim slojem zemlje nalazi se dvorište koje je kolonadom stupova otvoreno prema moru. U sistem prikupljanja oborinskih voda, koje kroz stup atrija ulaze u cisternu zapremine 321 m³ vode, uključeno je 1600 m² krovništva. Prema nalazu kamene rešetke A. Gnirs je locirao drugu poziciju ulaska vode u cisternu na sredini dvorišta te prostor nad cisternom uključuje u površine za skupljanje vode.

Način gradnje nepropusnih slojeva

Građevinski je postupak jednostavan, u iskopanu profiliranu jamu najprije se agregatom izravna podna površina na kojoj se formira kostur – nosač oplata. Unutar kostura, na sve četiri strane postavlja se daščana oplata visine 0,50 m i dobiveni prostor puni se agregatom. Agregat čini izmiješana smjesa lomljenoga kamenja, opeke (radionički ostaci ili komadi debljih recipijenata i ostaloga građevinskog materijala) i živoga vapna u omjeru 1 : 1 : 1. Tako ispunjeni prostor polijeva se vodom i gasi vapno, koje u procesu gašenja vezuje preostali materijal i daje nepropusnost. Na tako obrađenu smjesu diže se daščana oplata unutar koje se ulaže agregat nabijanjem. Polijevanjem ugrađenog agregata razvija se proces gašenja živoga vapna, koji vezuje agregat i “lijevanoj” stijenci daje željenu čvrstoću. Postupak “lijevanja” ide u etapama do potpune izgradnje cisterne ili rezervoara za vodu. Unutar tako ugrađenoga gašenog vapna prekinut je proces sazrijevanja, a vezivanje i stvrdnjavanje dobivene mase traje nekoliko dana, tjedana i mjeseci što ovisi o vodi i količini (visini) gašenoga vapna. Proces sporoga vezivanja omogućava objedinjavanje svih etapa rada u izgradnji stijenske, koja po skidanju oplata izgleda monolitno pa se čini da je izgrađena odjednom ili izlivena. Vrijeme vezivanja agregata uvelike ovisi o količini lomljene opeke i njenog apsorbiranja vode, a to znači mogućnost nadzora i bržu ili sporiju gradnju. Iz ovoga je vidljivo da svaki sastojak agregata ima svoju funkciju i u omjeru 1 : 1 : 1 (živo vapno, lomljeni kamen i opeka) daje najkvalitetniji rezultat. Tako izgrađene stijenske presvučene tankim premazom postaju vodonepropusne, dok se podne površine, radi čišćenja, uz premaz opremaju *opus spicatum* ili mozaikom.

Radi pritiska vode izlivena nepropusna stijenska mora se ojačavati i osigurati. Cisternu i recipijente izgrađene u zemlji ili uz iskopanu živu stijenu nije bilo potrebno ojačavati jer je rasteret preuzela zemlja ili stijena. Objekti i recipijenti koji nadvisuju teren za 1 m u pravilu su ojačani temeljem i 0,50 m debelim zidom s jednim licem. Recipijente visine 2 m ojačava nad temeljem izgrađeni zid debljine 1 m. U pravilu stopa temelja i zid s jednim licem pri gradnji recipijenta dobiva funkciju vanjske oplata. U praksi kombinacije korištenja prirodnoga (profil iskopa i kamene stijenske) i umjetnog rastereta ide od jedne do tri stranice recipijenta.

Izgledom i načinom gradnje posebno je atraktivno omeđena cisterna u gospodarskome dijelu rezidencijalnoga objekta u zaljevu Verige (Sl. 7). Stijenska izgrađena u tehnici *opus signinum* naslanja se na živu stijenu s tri strane, a četvrtu rasterećuje zid s jednim licem ojačan kontraforima. Nepropusni sloj visine 2 m u prvoj fazi ojačavao je zid debljine 0,50 m. Navedena situacija pokazuje da graditelji nisu poštivali poznata pravila te da su morali već ojačanu stijenu cisterne dužine



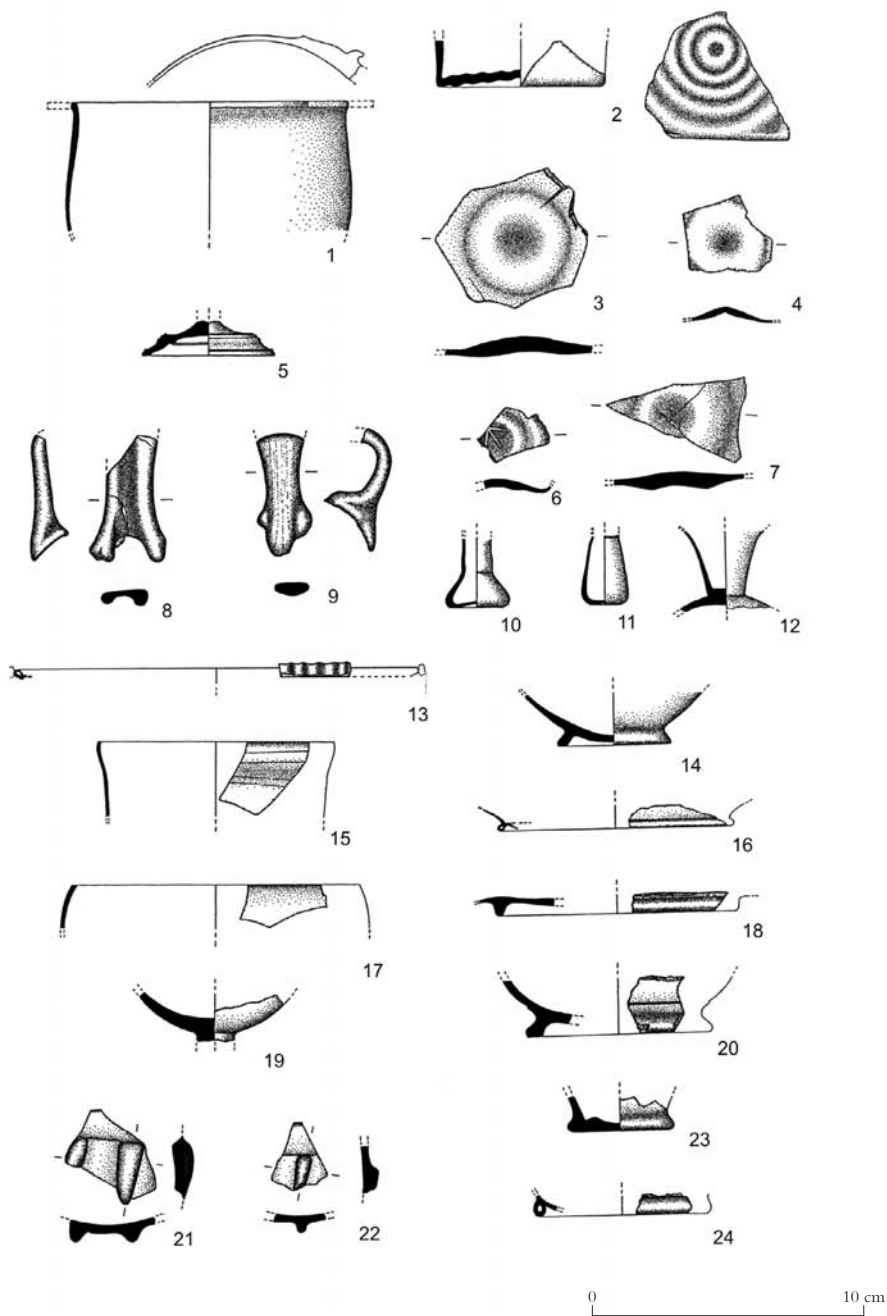
Sl. 7 Tlocrt rezervoara podstanice - rezidencijalni dio vile na tri terase u zaljevu Verige

14,30 m ojačati sa sedam kontrafora dimenzija 0,70 x 0,50 m.

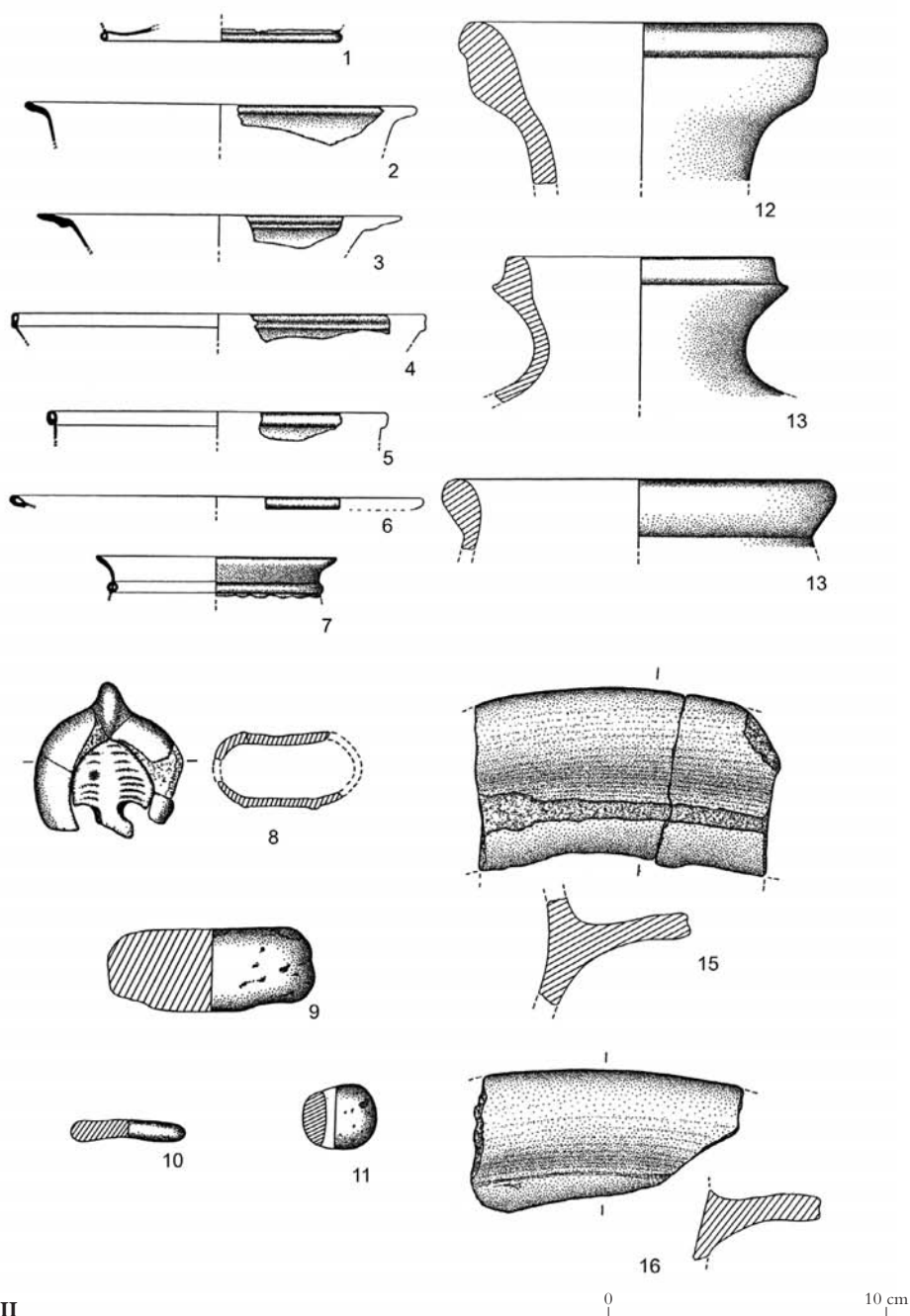
Još interesantniji je način gradnje velikih rezervoara nad rezidencijalnim dijelom ladanjske vile u zaljevu Verige na Brijunima (Sl. 6). Prvi se rezervoar sastoji od tri komore i s dvije je strane naslonjen na živu stijenu. Visina izlivenih stijenki danas je sačuvana preko 2 m te se na profilima uzdužnih stijenki još uvijek vide tragovi daščane oplata i stepenasto širenje rezervoara prema vrhu. Takav način gradnje potvrđuje višestruka znanja i kvalitetu gradnje. Naime, pritisak u dnu rezervoara je najveći i on se smanjuje prema vrhu te su Rimljani na temelju proračuna od dna prema vrhu stepenasto smanjivali debljinu nepropusne stijenke (Sl. 6). Mogli bi reći da su ekonomično djelovali stvarajući uštede u materijalu. U ovome slučaju još je interesantniji način dogradnje drugoga rezervoara koji se naslanja na prvi. Nepropusni sloj u tom rezervoaru obavlja tri stranice i nije ugrađen uz rasteretni zid prvog rezervoara. Dno dograđenoga rezervoara je 0,70 m više od razine prostora i komunikacija uz rezervoar. Kod tog rezervoara stijenke izgrađene u tehnici *opus signinum* visoko izlaze iz terena i ojačane su kamenim zidom s jednim licem. Debljina rasteretnoga zida u ovome slučaju je premala i može se pretpostaviti da se radi o pogrešci u proračunu. Naime, uz osnovni rasteretni zid dograđen je još jedan, a sama konstrukcija završava naknadno dograđenim kontraforima na visokome postamentu. U ovome slučaju funkcija kontrafora nije upitna, a njihova debljina

upućuje na pritisak mase vode u punim vodospremama. Nepostojanje nepropusne stijenke u drugome rezervoaru, od naslonica na čeonj do zabatne strane sigurno nije zabrinjavalo graditelje. Ono što nas interesira jest način impregnacije presjeka zida na koji se naslanja nepropusan sloj drugoga rezervoara. Prema izvedbi i pokazateljima na terenu danas bismo takvu gradnju, glede nepropusnosti, morali zaštititi potpunim oblaganjem unutrašnjosti. Rimljani su to riješili gašenjem živoga vapna u oplati drugoga rezervoara, kada je u postupku gašenja i vezivanja agregata proces kapilarno prodirao u presjek zida i načinio ga vodonepropusnim.

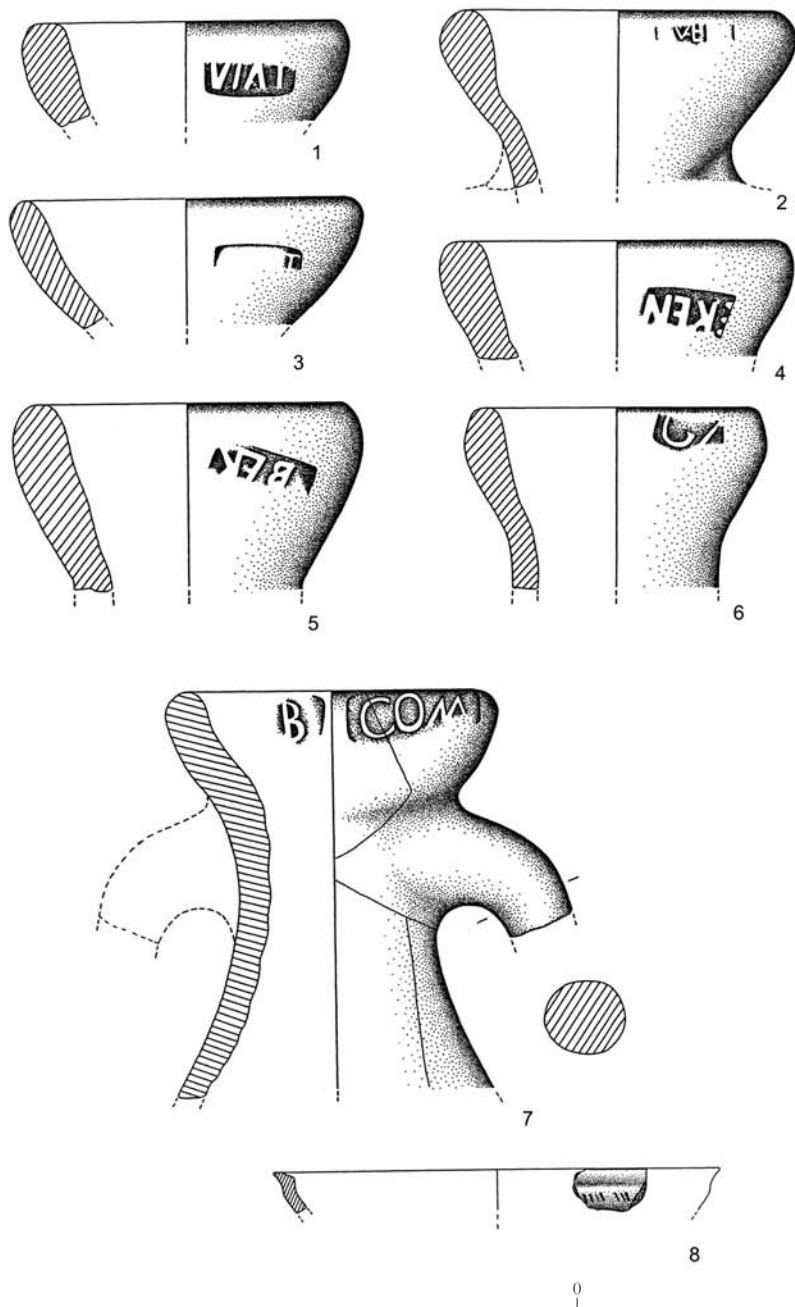
Radnici koji su radili u procesu dobivanja vapna u prošlosti su bili poštovani u ime priznata i cijenjena zanata (do druge polovice XX. st.). Naime, uz opasnost od opekline i gubljenja života, trebalo je odrediti i potrebnu količinu vode za razvoj i završetak procesa prelaska živoga vapna u gašeno vapno.



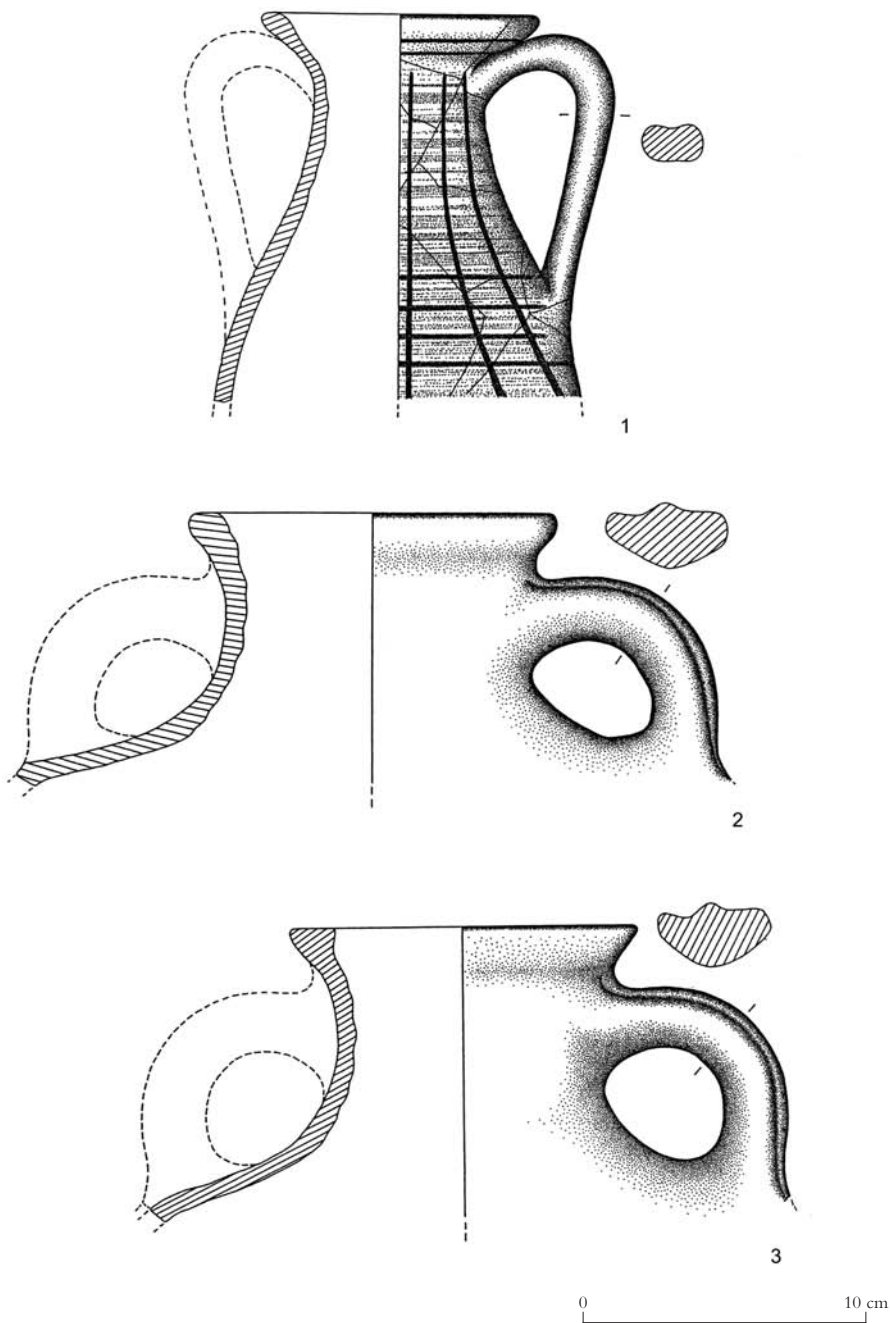
T. I



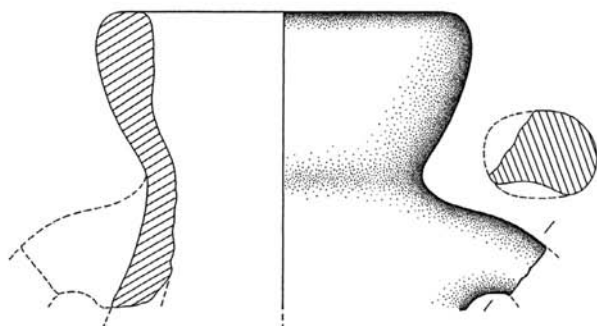
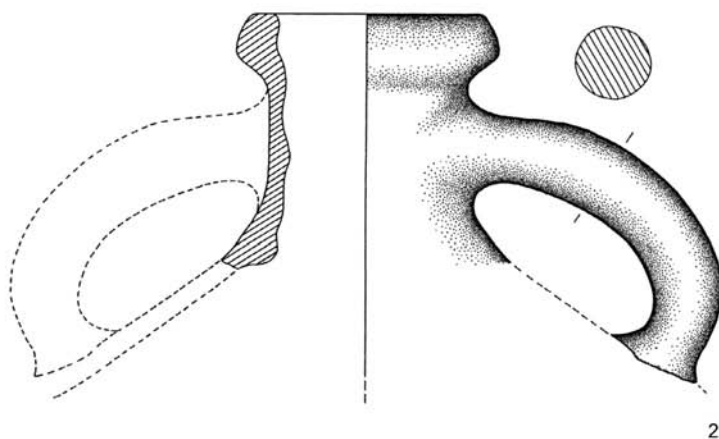
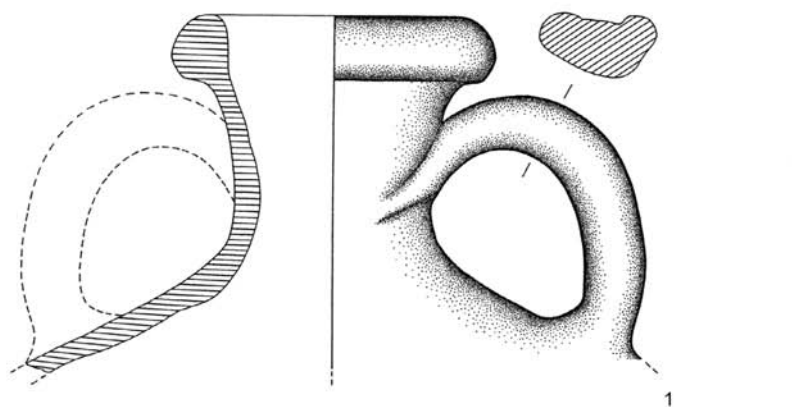
T. II



T. III

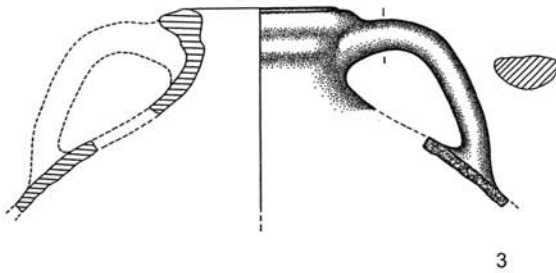
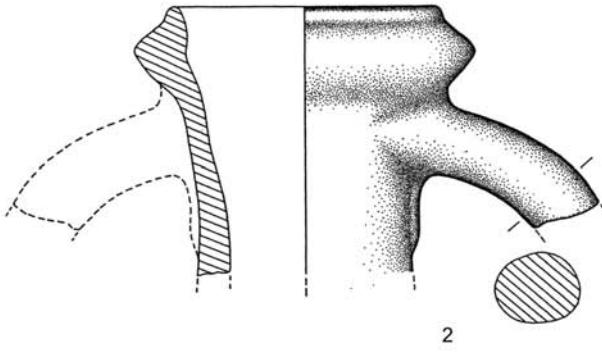
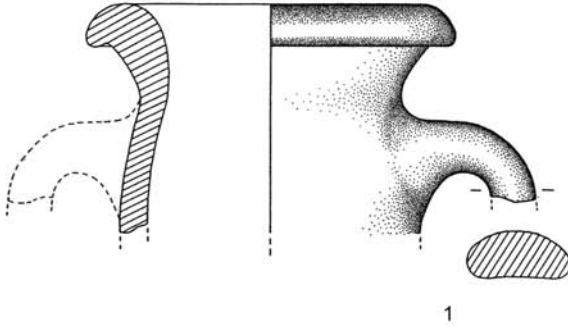


T. IV



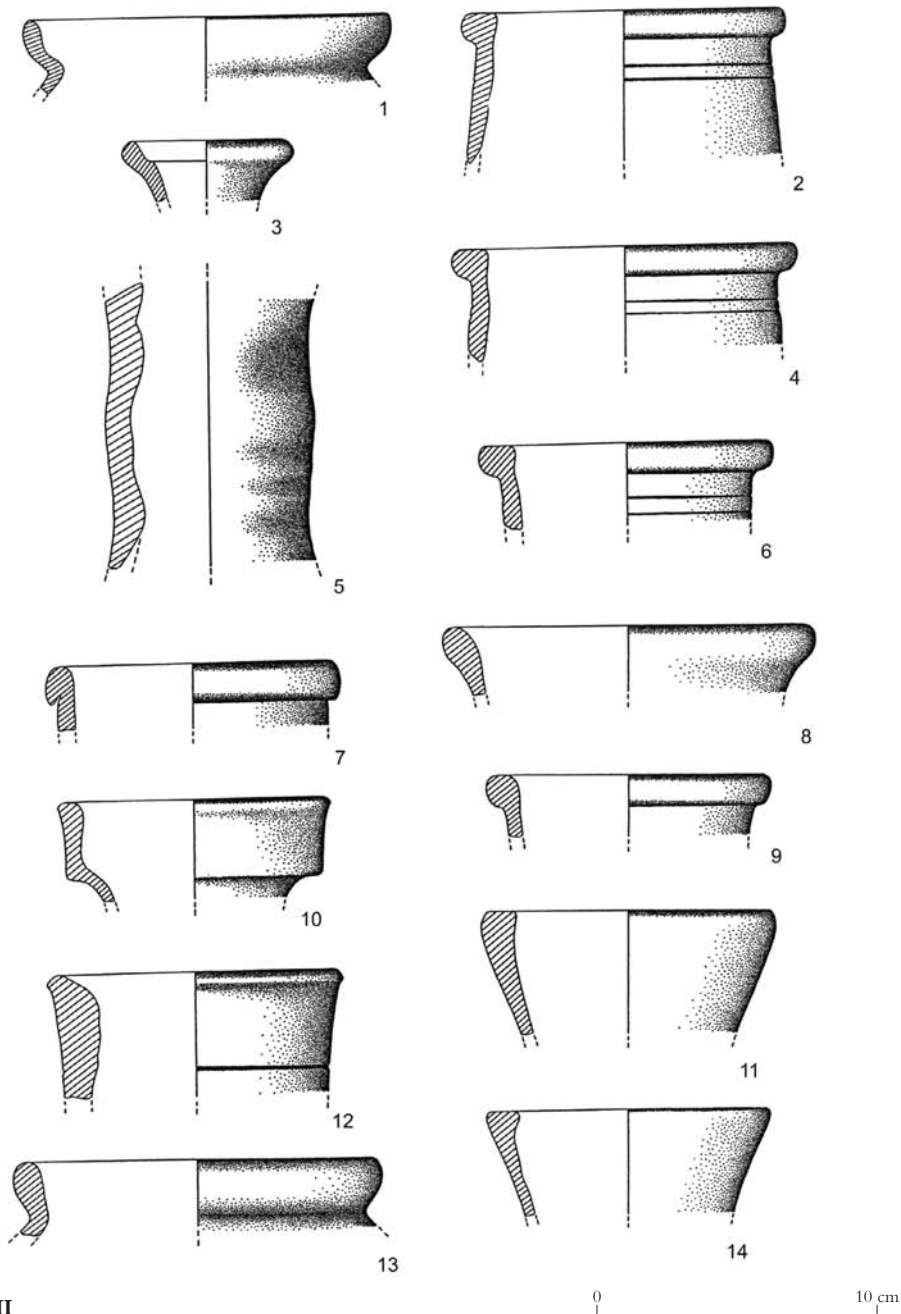
T.V



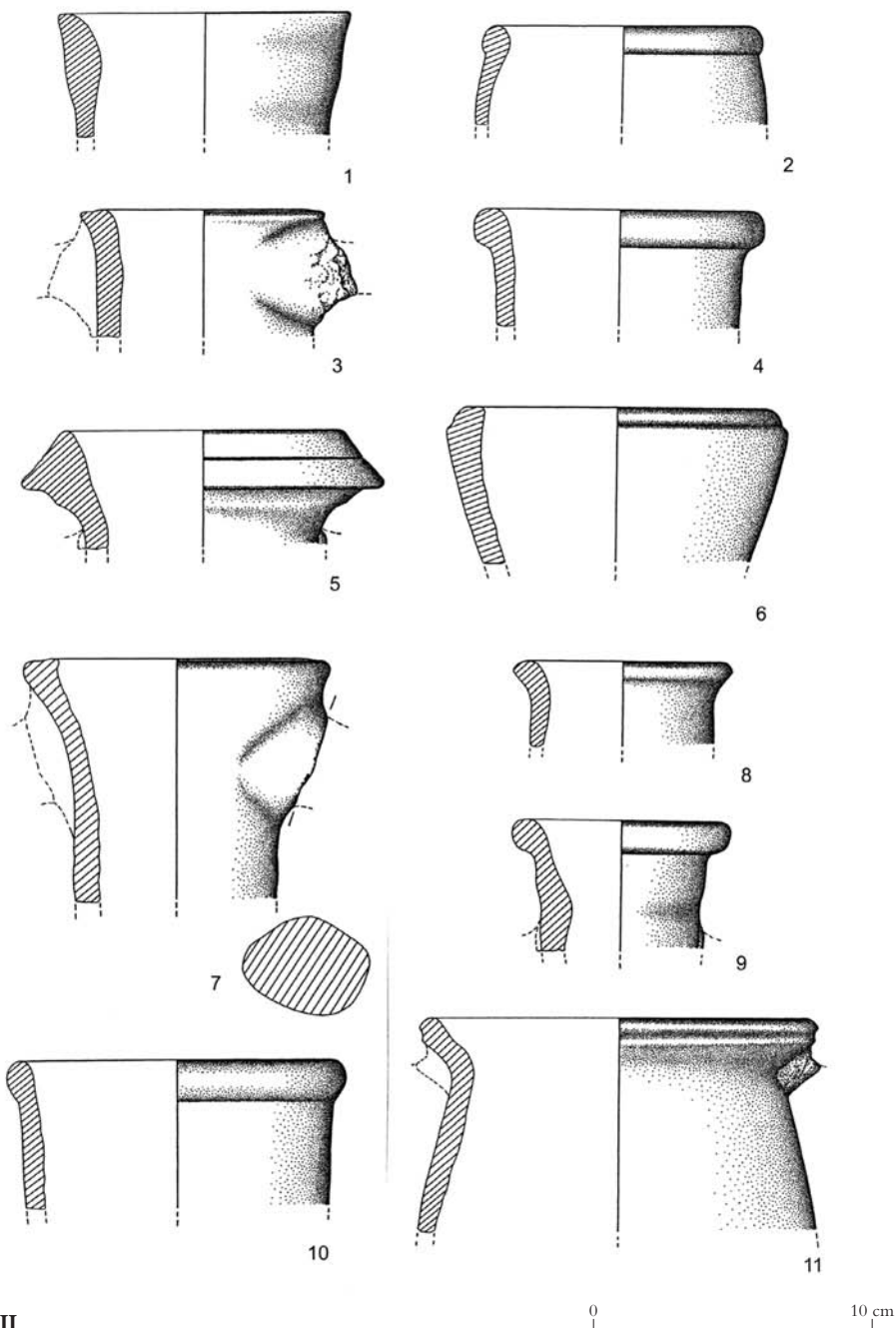


T. VI

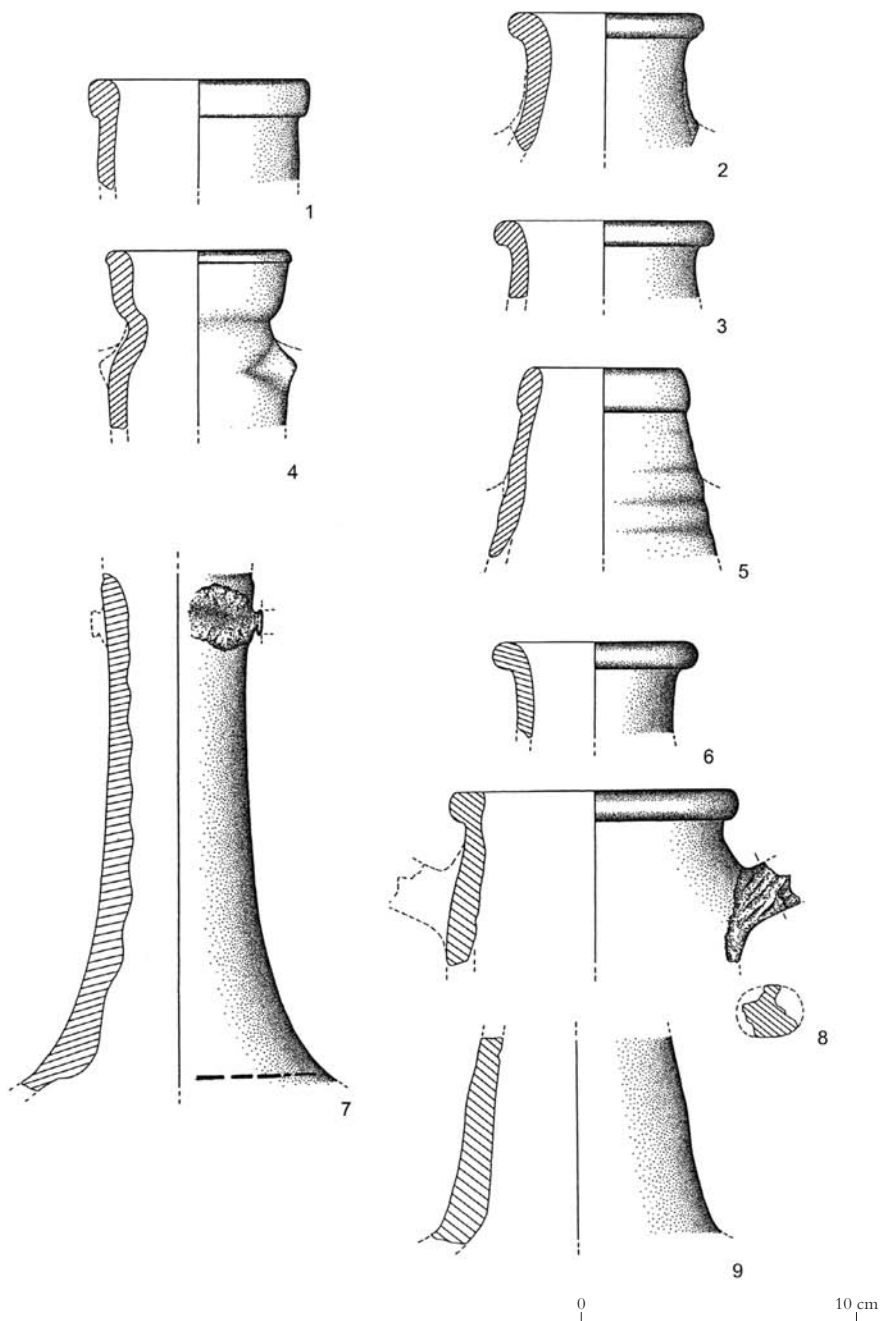
0 10 cm



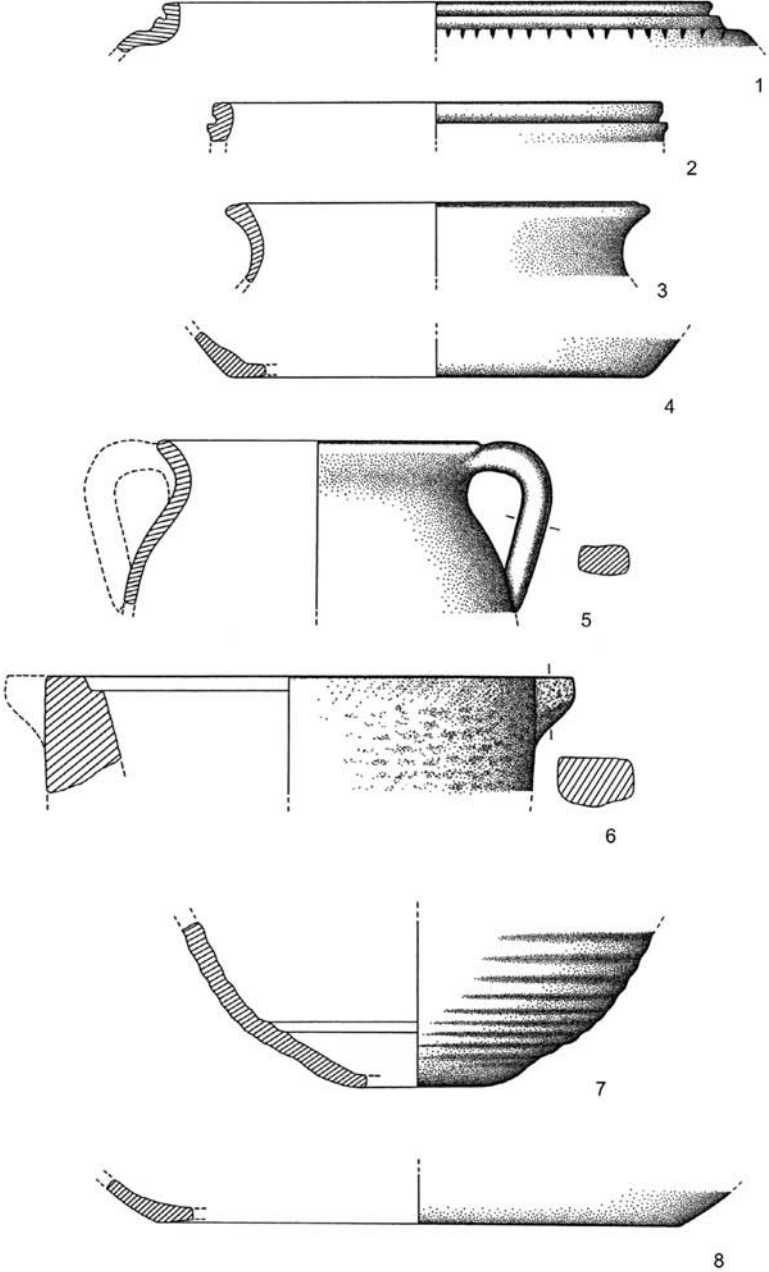
T. VII



T. VIII

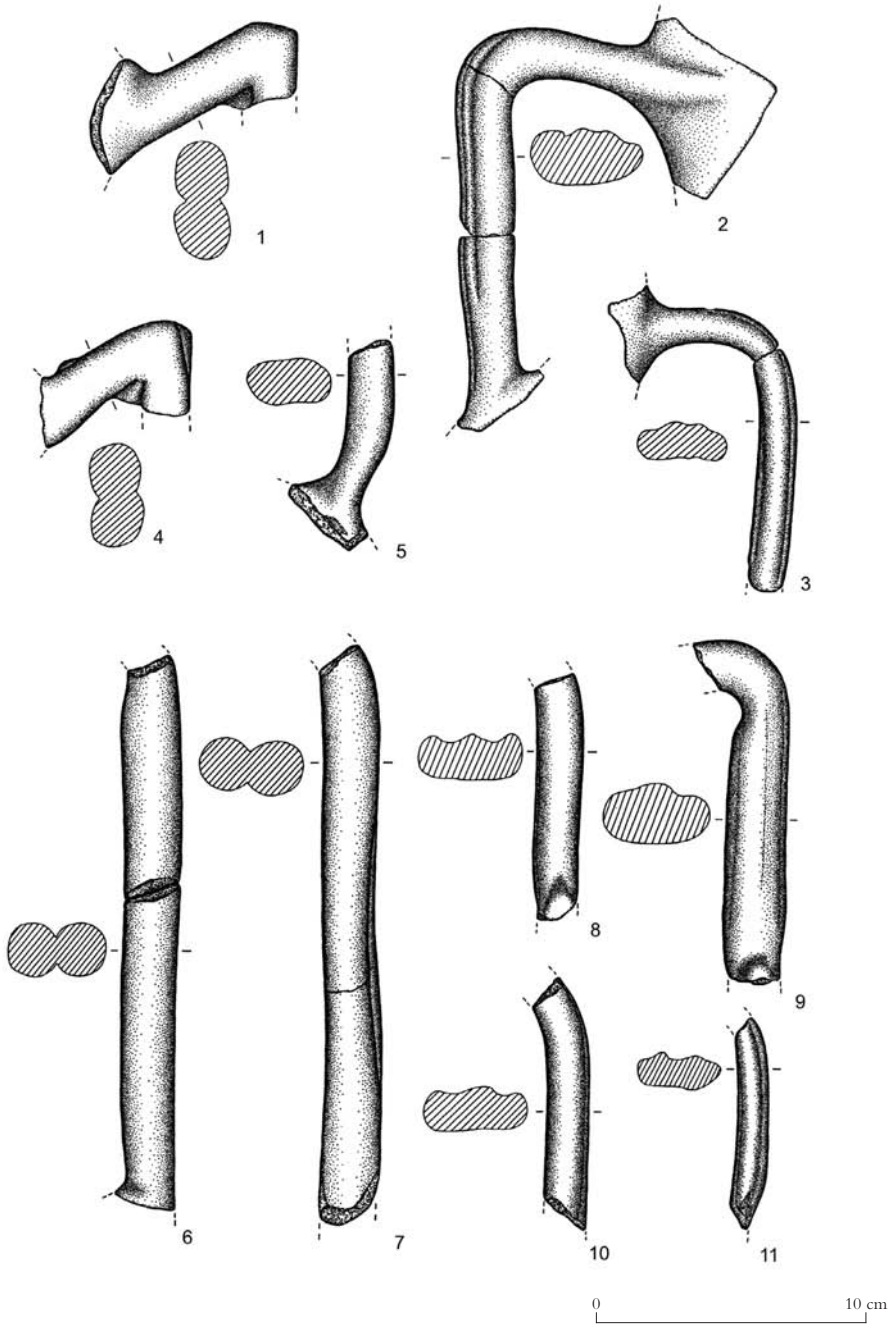


T. IX

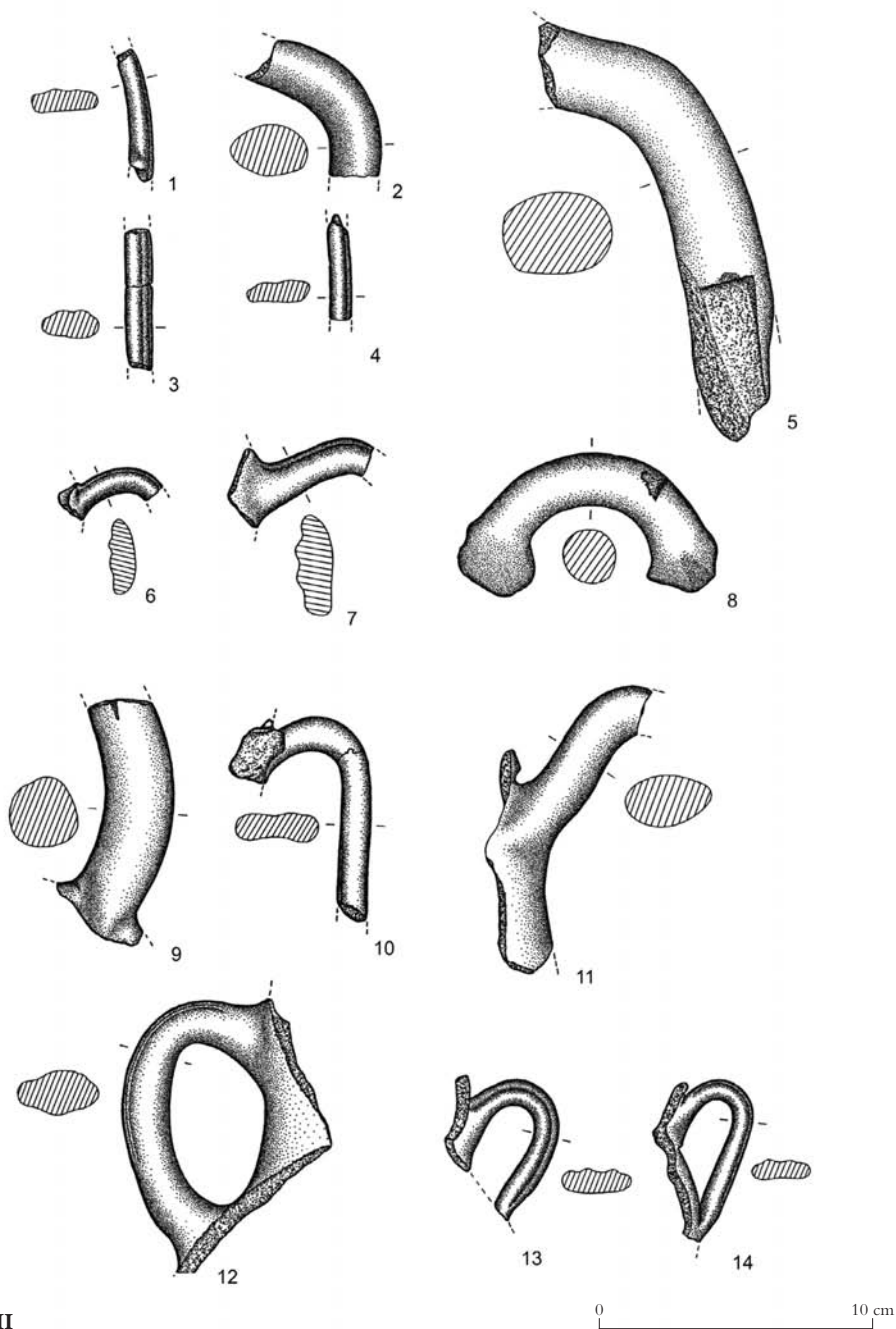


T. X

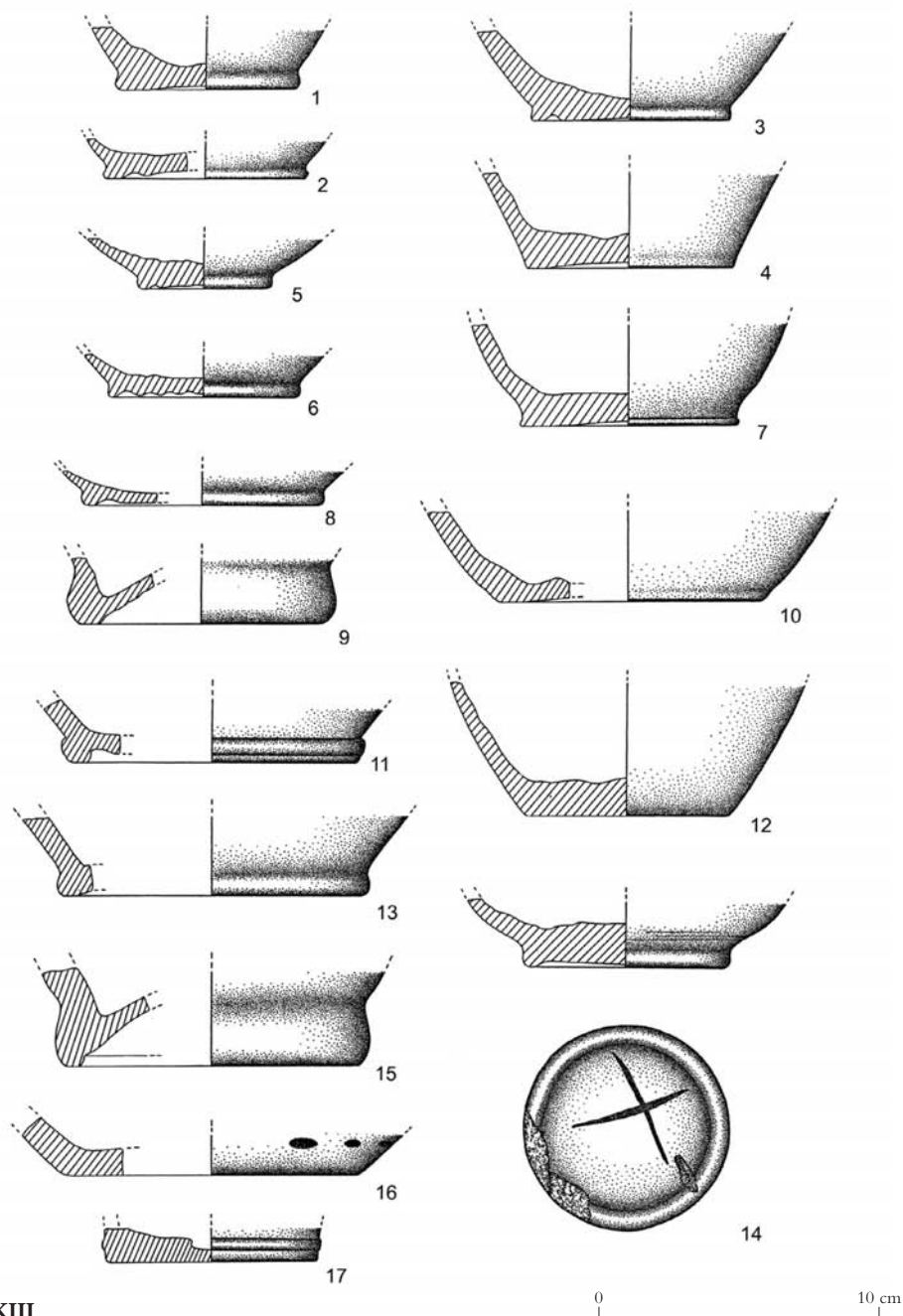
0 10 cm



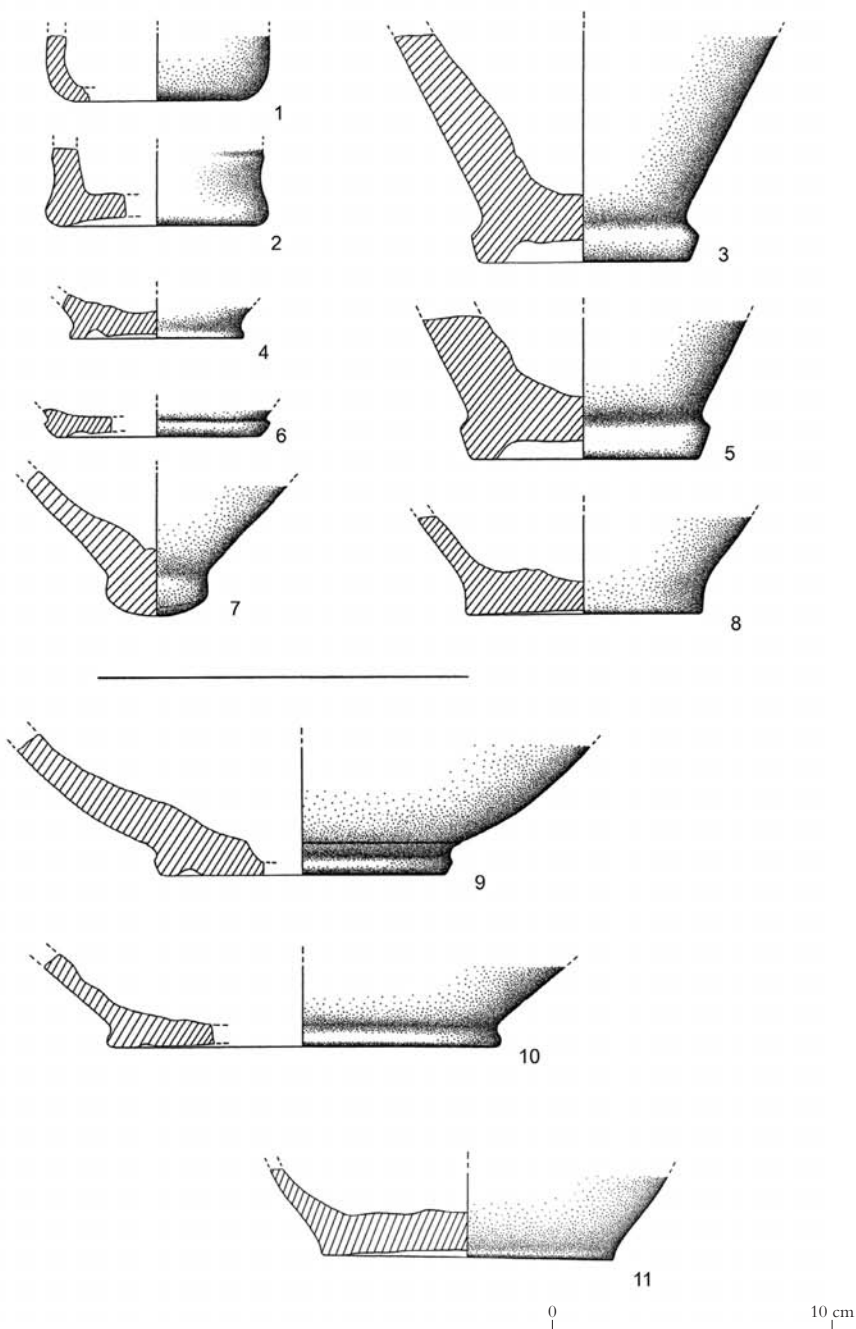
T. XI



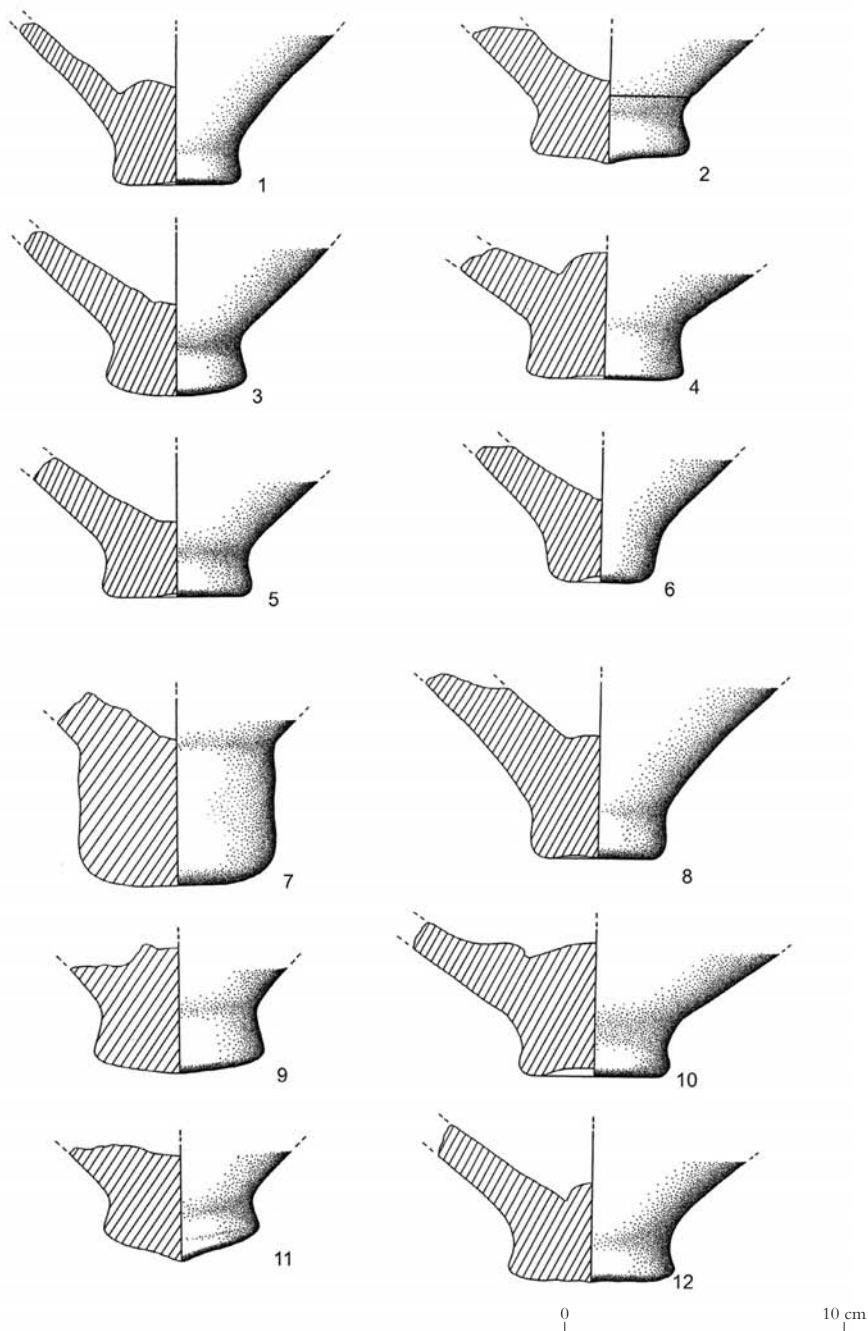
T. XII



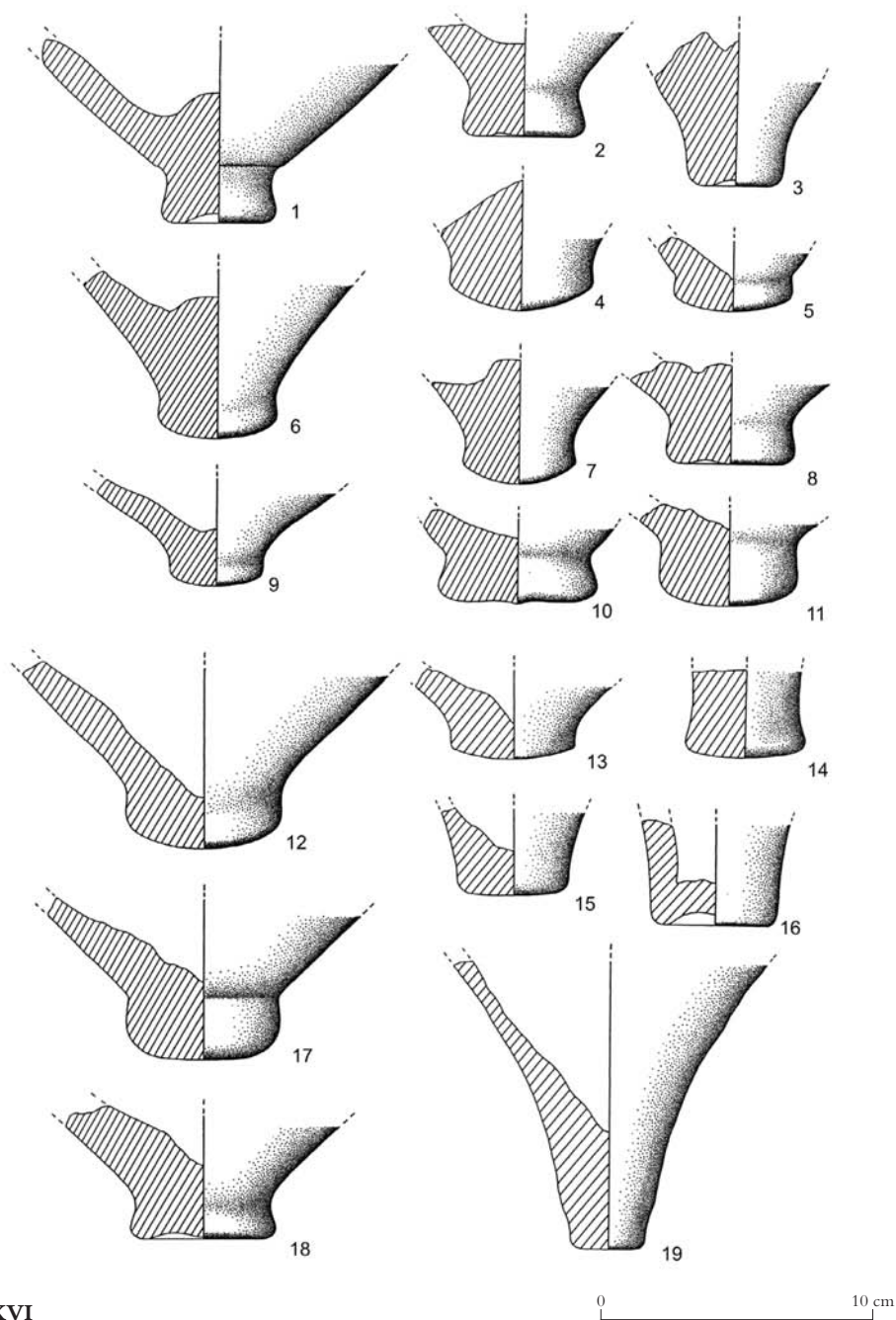
T. XIII



T. XIV



T. XV



T. XVI

LITERATURA

- BEGOVIĆ DVORŽAK, VLASTA, Raskoš rimskih ladanjskih vila - terme rezidencijalnog kompleksa na Brijunima, *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*, 3. serija, vol. XXX-XXXI, 1997- 1998, Zagreb 1998., 47-68.
- BEGOVIĆ DVORŽAK, VLASTA, Podrijetlo građevinskog kamena i dekoracije u kamenu, te tehnike gradnje na rezidencijalnom kompleksu u uvali Verige na Brijunima, *Histria Antiqua* 3/1997, Pula 1997, 83-92.
- BEGOVIĆ DVORŽAK, VLASTA, Nimfej, vodospreme i sustav opskrbe vodom vile u uvali Verige na Brijunima, *Histria antiqua* 10/2003, Pula 2003, 231-245.
- GNIRS, ANTON, Römische Wasserversorgungsanlagen im südlichen Istrien, *Jahresbericht der k. u. k. Marine-Unterrealschule in Pola 1900-1901*, Pola 1901, 5-29.
- GNIRS, ANTON, Forschungen im südlichen Istrien. *Jahreshefte des österreichischen archäologischen Institutes in Wien*, IX, Wien 1906, 29-48.
- GNIRS, ANTON, Forschungen über antiken Villenbau in Südistrien, *Jahreshefte des österreichischen archäologischen Institutes in Wien*, XVIII, Wien 1915, 99-163.
- MLAKAR, ŠTEFAN, Muzejsko konzervatorski radovi na otočju Brioni, *Muzeji* 11-12, Zagreb 1956-57, 12-42.
- MLAKAR, ŠTEFAN, Arhipelag Brioni, *Istarski Mozaik*, 2, 4-5, Pula 1964, 352-370.
- MLAKAR, ŠTEFAN, Brioni, Pula 1971.
- SARNAVKA, ROMAN, Otvaranje vodenih horizonta na Brionskim otocima dubokim bušenjem i ispitivanje njihovih kapaciteta kašikovanjem, *Geološki vjesnik*, 2-4, (1948-1950), 151-176, 7 sl., 6 tabela, Zagreb 1952.
- VITASOVIĆ, ANTON, Objekti i kultura kultnog i zagrobnog života otočja Brijuni, *Histria archaeologica*, 32/2001, Pula 2003, 55-108.
- Izvještaji, zapisnici i dokumentacija Odjela kulturno povijesne baštine JU NP Brijuni

SAŽETAK

OPSKRBA VODOM I RIMSKI VODOVOD NA BRDU GRADINA NA OTOKU VELIKI BRIJUN

Anton VITASOVIĆ

U istraživanju izvedenom godine 1979. na rimskome bunaru i fulonici na otoku Veliki Brijun, potvrđena su dosadašnja saznanja i dobiveni novi rezultati. Poznati i sadašnji rezultati pokazuju da je na brežuljku Gradina bio rimski vodovod koji se sastoji od objekta nad ponorom i dva rezervoara za vodu. Istraživanjem je ponovo otkriveno stepenište i mjesto gdje je iz maltera izvučeno 16 m vodovodne cijevi. Prema A. Gnirsu to su bile olovne cijevi vodovoda i oduška. Njih pratimo na terenu do kraja Drugog svjetskog rata, potom nestaju, a na terenu uz devastacijske ostaju i tragovi ležišta cijevi. Čišćenjem materijala u drugoj cisterni i iskopom okoliša oko objekta i rezervoara iz njedra zemlje izronio je složeniji objekt od onoga kojeg poznajemo.

U građevinskome smislu prepoznate su dvije faze izgradnje i nekoliko manjih prezida. Radi se o prirodnome izvoru, nadzemnom vodovodu i postrojenju vodovoda s crpnom stanicom i rezervoarima. Prirodno izvorište nalazi se unutar trećega obrambenog pojasa naselja Gradina i koriste ga već gradinski stanovnici. Nadzemni vodotok je organiziran iz tog izvora i ide između dvaju pravaca drvenih nosača s cik-cak postavljenim drvenim koritom. Taj je nadzemni tok u drugoj fazi reorganiziran i ima funkciju pokretanja postrojenja u fulonici. U trećoj fazi prilagođava se prirodan ponor, izgrađuje objekt crpilišta s rezervoarima, vodovodna mreža i akvedukt - vodovod. Uz crpnu stanicu s rezervoarima na brežuljku Gradina nalaze se i ostaci pripadajuće vodovodne mreža koja je poznata samo u segmentima. Istraživanje je pokazalo da je tabulat radnoga prostora, u kojem se nalazilo postrojenje za crpljenje vode, bio 1,6 m iznad dna rezervoara. Nađeni kameni postament s ležištem osovine i raspored prostora upućuju na dva valjka na istoj osovini. Lijevi valjak čini prozračna konstrukcija koju povezuju gazišta za pokretanje stroja, a desni, nad grotlom bunara čini uži valjak povezan kratkim okruglim drvenim prečkama preko kojih se diže lanac s kantama. Zagrabljena voda ulazi u rezervoare, a otuda cijevima do mjesta potrošnje. Kako grotlo bunara nije istraženo do dna i dalje je nepoznata dubina crpilišta. Stoga je mogućnost korištenja kao i količina vode u crpilištu još nepoznata. U geološkome

istraživanju i bušenju dubinskih bunara na otoku Veliki Brijun godine 1950. – 1954. otkrivena su brojna ležišta slatke vode između 20 i 300 m dubine¹. Ta saznanja Rimljani nisu imali pa su uokolo crpilišta, vađenjem kamenja izgradili terasasto sabiralište oborinskih voda od kojeg prikupljene vode sjeverne padine brežuljka Gradina teku u bunar. Rezervoari vodovoda, cisterne i rezervoari ladanjskoga dvorca u zaljevu Verige imaju mogućnost prihvata preko 1450 m³ vode. U ovome istraživanju s malim pomacima potvrđena su mjesta izlaska i skretanja vodovodne mreže iz rezervoara. Točno je određeno mjesto skretanja lijevoga i desnog kraka vodovoda, a krak koji ide ravno poznat je iz Gnirsova istraživanja i vodi prema termama. Samom postrojenju moglo se prići sa sjeverne i sjeveroistočne strane što potvrđuje stepenište i prokop u živoj stijeni. Najveći je rezultat istraživanja iz 1979. godine mogućnost rekonstrukcije načina crpljenja vode i otkrivanje ležišta nadzemnoga vodovoda. Navedeni sistemi i pristupi pokazuju da se vodi prilazi veoma obazrivo uz korištenje svih njenih resursa. Rimski vodovod, organiziran na otoku Veliki Brijun, u tehničkome smislu je suvremen u pristupu i rješenju opskrbe vodom. Zbog neistraženosti ponora nisu poznati parametri zaliha vode, a samim time i mogućnosti crpilišta. Zalihe vode čini upitnim organizirano sabiralište oborinskih voda sa sjeverne padine, velika količina vode u podstanicama kod velikih potrošača i u cisternama za skupljanje kišnice. Sumiranjem svih danas poznatih elementa može se zaključiti da je vodovod na brežuljku Gradina radio za potrebe fulonike i snabdijevanje vodosprema na rezidencijalnom i gospodarskom dijelu vile, te na području *dietae*.

¹ Geološka istraživanja na otoku Veliki Brion, izvještaji i zapisnik primopredaje, dokumenti NP Brijuni.

SUMMARY

THE WATER-SUPPLY SYSTEM AND ROMAN AQUEDUCT SITUATED ON THE SMALL HILL OF GRADINA ON THE ISLAND OF VELIKI BRIJUN

Anton VITASOVIĆ

In 1979, a survey of a Roman well and a Roman wool mill on the island of Veliki Brijun was carried out. The research confirmed the then known data and also yielded new results. Both the previous and new data indicated that there was a Roman aqueduct situated on the small hill of Gradina. The aqueduct consisted of two water reservoirs, and a facility constructed above a precipice. The investigations once again revealed the presence of a flight of steps. A 16 m long water pipe was also recovered from a layer of mortar. According to A. Gnirs, lead pipes were part of the aqueduct system and were also used as outlets. The pipes were still in place at the end of the Second World War, and then disappeared, while their imprints were observed on the terrain, along with obvious signs of devastation. In the course of the investigation, the second cistern was cleared of debris, and the terrain surrounding the mentioned facility and the reservoirs was excavated. This brought to light an even more complex facility than the one previously known.

From the architectural point of view, three construction phases were noted, as well as several smaller reconstructions. In essence, there was a natural spring, an aqueduct constructed above ground, and aqueduct installations with a pumping station and reservoirs. The natural spring is situated inside the third defensive circle of the Gradina settlement, and was used by the hillfort settlers. An above-ground water flow was constructed, starting from the spring and running through a wooden channel set between two lines of wooden supports. In the second construction phase, this above-ground water flow was rearranged and used to set in motion the wool-mill installations. In the third construction phase, a natural precipice was utilised and a pumping station with reservoirs was built, as was the water-supply piping and the substation (the aqueduct). Apart from the pumping station and the reservoirs, there are also the remains of the pertaining water-supply piping, though present only in fragments, on the small hill of Gradina. The investigation showed that the area holding the water pumping installation was 1.6 m above the bottom of the reservoir. The recovered stone base with an axis slot, and the way the space was arranged, indicate that there were two cylindrical devices mounted on the same axis. The left cylindrical device was a hollow construction connected by foot pedals for those who powered the installation. The right cylindrical device was narrower and mounted

over the well. Its structure was connected by short, round, wooden bars, over which a chain with buckets would be lifted. The water would be tipped into the reservoirs, and through the pipes conveyed to its final destination. Since the well was not investigated all the way to the bottom, its depth is unknown. Consequently, the possible use and the quantity of water in the well remain unknown. From 1950 to 1954, geological surveys were conducted on the island of Veliki Brijun, and wells were drilled. Numerous fresh water deposits were found at depths of 20 to 300 metres¹. The Romans were not aware of these deposits, so they extracted rocks and constructed terraces for the collection of rainwater around the water pumping site. The collected rainwater on the northern slope of the small hill of Gradina was conveyed to the well. The aqueduct reservoirs, cisterns and reservoirs of the Roman villa situated in the cove of Verige, could hold more than 1,450 m³ of water. Their combined capacity was larger than the capacity of the water supply system of the entire city of Colonia Pola. This indicates a rich and abundant use of water for a variety of purposes.

The mentioned surveys corroborated once again, although modifying slightly, the conclusions regarding the water outlets from the reservoirs and the directions of the water conduits from the reservoirs. The exact turning points of the left and right arms of the aqueduct were established. The arm travelling straight and arriving at the *thermae* had already been known from the survey conducted by Gnirs. The presence of the steps and of a tunnel dug up in the live rock attested to the fact that the facility could be reached from the north and northeast. The most important results of the survey conducted in 1979 were certainly the opportunity to reconstruct the way the water was pumped, the discovery of the base of the above-ground aqueduct, and confirmation that the aqueduct was used even after the third construction phase when the well and reservoirs had been built. According to the systems and approaches applied to water use, the water resources were exploited carefully and circumspectly. From the technical point of view, the approach to the problem of water supply and the solutions applied make the Roman aqueduct on the island of Veliki Brijun a rather modern installation. Since the precipice has not been fully investigated, data on fresh water deposits are unknown and, consequently, the potentials of the well are also obscure. Water collection terraces on the northern slope of the small hill, the water capacity of the substations built for high impact water users, and the water capacity of the cisterns for the collection of rain water all raise questions about the availability of fresh water deposits on the island. Taking into consideration all the available data, a conclusion can be drawn that the aqueduct on the small hill of Gradina was not functional throughout the year, but was used occasionally for the needs of the wool mill and to supplement the water capacity of the substations and cisterns.

¹ Geological surveys on the island of Veliki Brijun, reports and minutes of the handover and acceptance, NP Brijuni documents