

Primljen / Received: 11.10.2013.

Ispravljen / Corrected: 29.1.2014.

Prihvaćen / Accepted: 28.2.2014.

Dostupno online / Available online: 10.4.2014.

Antička kanalizacija Dioklecijanove palače u Splitu

Autori:



Izv.prof.dr.sc. **Katja Marasović**, dipl.ing.arh.
Sveučilište u Splitu
Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
Mediterranski centar za graditeljsko naslijeđe
katja.marasovic@gradst.hr



Dr.sc. **Snježana Perojević**, dipl.ing.arh.
Sveučilište u Zagrebu
Arhitektonski fakultet
Mediterranski centar za graditeljsko naslijeđe
snjezana.perojevic@gmail.com



Prof.dr.sc. **Jure Margeta**, dipl.ing.grad.
Sveučilište u Splitu
Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
jure.margeta@gradst.hr

Pregledni rad

[Katja Marasović, Snježana Perojević, Jure Margeta](#)

Antička kanalizacija Dioklecijanove palače u Splitu

Dioklecijanova palača u Splitu, sagrađena početkom IV. stoljeća, najbolje je sačuvana kasnoantička palača u svijetu. Palača kao i svi drugi urbanizirani prostori u Rimskom Carstvu imala je sustav vodoopskrbe i odvodnje i to kao carska građevina vjerojatno najbolji. U ovom članku sabrana su sva dosadašnja znanja i svi nalazi sustava kanalizacije unutar cijele Palače i u njenoj neposrednoj blizini te su doneseni novi zaključci o projektu i realizaciji tog značajnog, detaljno planiranog i izvedenog antičkog infrastrukturnog objekta.

Ključne riječi:

antika, kanalizacija, vodovod, Dioklecijanova palača, Split

Subject review

[Katja Marasović, Snježana Perojević, Jure Margeta](#)

Roman sewer of Diocletian's palace in Split

Diocletian's palace, built at the beginning of the 4th. century, is the best preserved Late Roman palace in the world. The Palace, as all urbanized spaces, had its water supply and sewerage and, as an imperial building, the best one. All the former knowledge and findings of the sewage system, inside and outside of the Palace and new conclusions on project and realisation of this important, detailly planned and built roman infrastructural facility are gathered in this article.

Key words:

Roman, Sewage, Aqueduct, Diocletian's Palace, Split

Übersichtsarbeit

[Katja Marasović, Snježana Perojević, Jure Margeta](#)

Die römische Abwasseranlage des Diokletianpalastes in Split

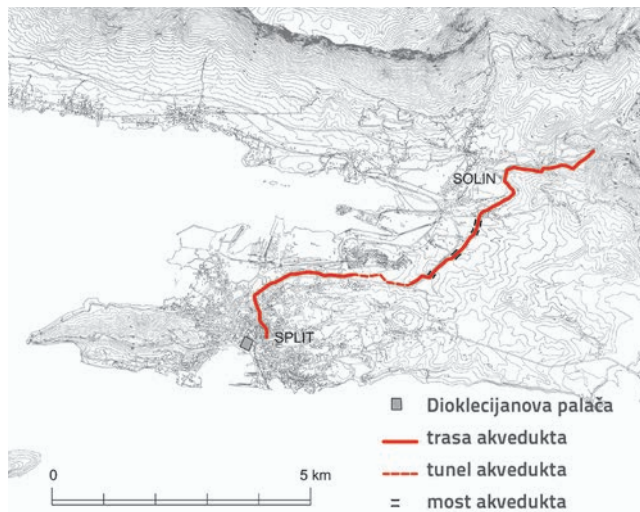
Der anfangs des 4. Jahrhunderts erbaute Diokletianpalast ist der am besten erhaltene spätrömische Palast der Welt. Der Palast war, wie alle urbanisierten Bereiche, mit Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen ausgestattet, die erstklassig ausgelegt waren, da es sich um kaiserliche Bauten handelte. In dieser Arbeit sind die gesamten bisherigen Erkenntnisse bezüglich der Abwasseranlage innerhalb und außerhalb des Palastes, sowie neue Schlussfolgerungen hinsichtlich der Planung und Ausführung dieses bedeutenden und sorgfältig geplanten römischen Infrastrukturobjekts zusammengefasst.

Schlüsselwörter:

römisch, Abwasserkanal, Aquädukt, Diokletianpalast, Split

1. Uvod

Godine 305. rimski car Dioklecijan napustio je prijestolje u Nikomediji da bi ostatak života proveo u svojoj domovini, u utvrđenoj palači nedaleko Salone, tada glavnog grada rimske provincije Dalmacije. Palaču je sagradio na južnoj obali splitskog poluotoka u zaštićenoj uvali, na mjestu ranijeg, monumentalnog sklopa iz I. stoljeća [1, 2] (slika 1.).



Slika 1. Položaj Palače u širem prostoru i trasa akvedukta

Nakon rušenja Salone u VII. stoljeću, njeni su stanovnici našli utočište unutar sigurnih zidina Dioklecijanove palače i započeli njenu preobrazbu u grad Split. Od tada život u Palači traje bez prekida te ona danas predstavlja najstariji dio povijesne jezgre grada (slika 2.) koja je 1979. godine uvrštena na Listu svjetske kulturne baštine pod zaštitom UNESCO-a.



Slika 2. Položaj Dioklecijanove palače u povijesnoj jezgri Splita

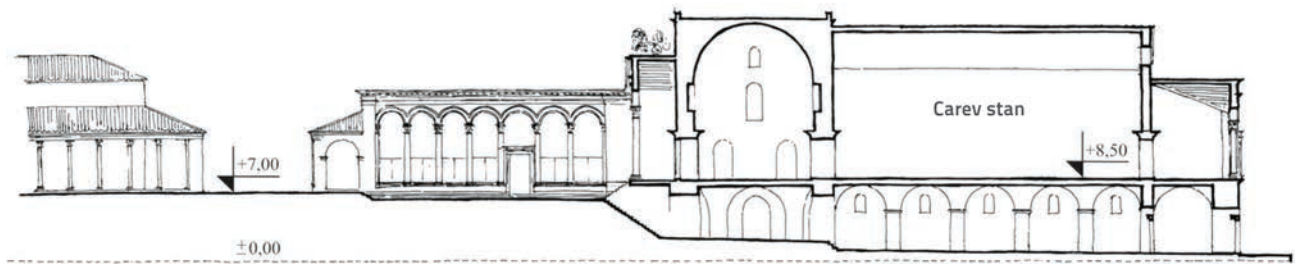
Dioklecijanova palača, pravokutnog oblika, površine 180 x 220 m, sagrađena je u obliku vojnog logora s carevom rezidencijom na jugu. Na tri kopnene strane bila je utvrđena

sa 16 kula, a prema moru rastvorena nizom otvora (slika 3.). Na svakom pročelju imala je po jedna vrata, troja na kopnu i jedna na moru, čiji je položaj definiran glavnim ulicama Palače. U skladu s tradicionalnom gradnjom rimskih gradova formirana je ulica *Decumanus* širine oko 12 metara, koja se pružala od istočnih do zapadnih vrata, te ulica *Cardo* iste širine koja se pružala od sjevernih vrata do ulice *Decumanus*. U samom središtu Palače formiran je trg popularno nazvan Peristil. Područje Palače funkcionalno je podijeljeno u tri osnovne cjeline koje su i visinski diferencirane (slika 4. i 8.):

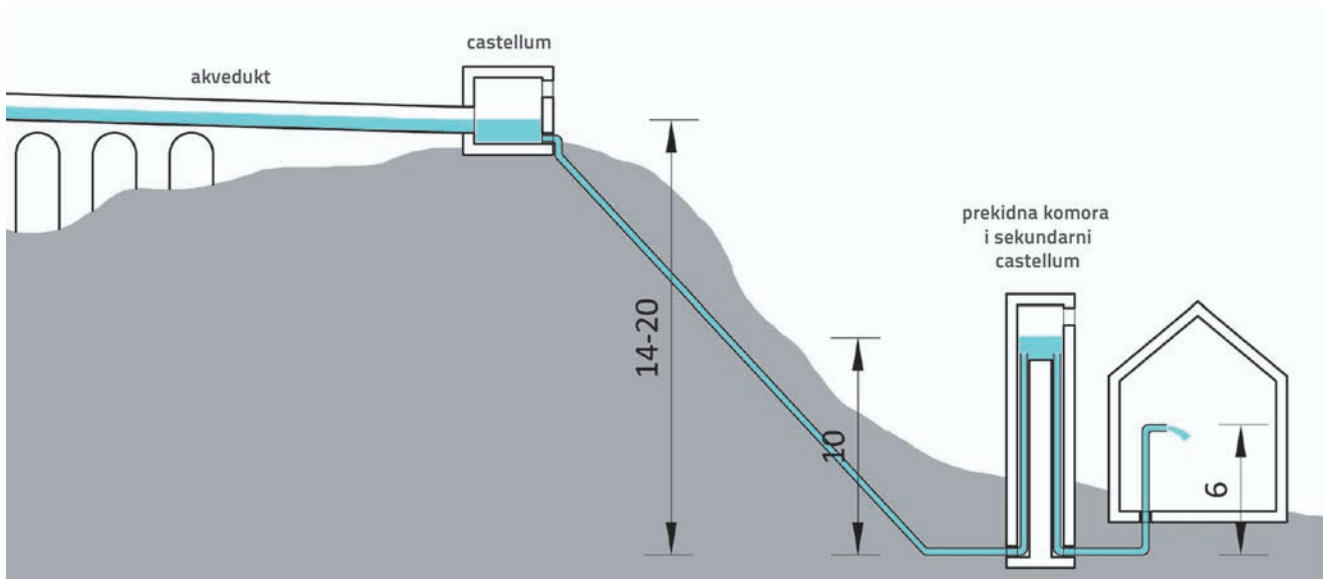
- *Sjeverni dio*, s najvišom kotom na sjeveroistočnom uglu Palače (+ 8,20 m n.m.) i najnižom na jugozapadu, tj. na Zapadnim vratima (+ 5,50 m n.m.), bio je namijenjen smještaju posade i posluge (površine oko 1,3 ha). Tu su bile smještene spavaonice, blagovaonice, praonice, kuhinje, klaonice, spremišta opreme i hrane, konjušnice i sl. Uz vanjske zidove položeno je više od 70 manjih presvođenih prostorija iznad kojih je išao kontinuirani obrambeni ophod [2]. Istočno i zapadno od ulice *Cardo* nalazile su se dvije velike građevine sa središnjim dvorištem.
- *Središnji dio* južno od *Decumanusa* (površine od oko 0,8 ha) u čijem se centru nalazi trg Peristil, a s njegove istočne i zapadne strane dva su sakralno-funeralna prostora – *Temenosa*, ograđena visokim zidom (razina poda oko + 6,40 m n.m.). Unutar istočnog *Temenosa* sagrađen je carev mauzolej, a unutar zapadnog tri kulture građevine. U prostoru izvan *Temenosa* (razina poda oko +5 m n.m.) naknadno su, ali još u antičko vrijeme, sagrađena dva kupališta tzv. Istočno i Zapadno kupalište, koja nisu sastavni dio izvornog projekta Palače [2, 3].
- *Južni dio* gdje se nalazila careva rezidencija (površine oko 0,7 ha) sagrađena na potkonstrukciji s više od 50 izvrsno sačuvanih presvođenih prostorija visine oko 8 metara popularno zvanih Podrumi. Razina poda Podruma je od + 0,40 na jugu do +0,90 m n.m. na sjeveru. Carska rezidencija je položena na višoj razini od središnjeg prostora Palače i ulice *Decumanus*, na približno + 8,50 m n.m. Na taj način carski dio bio je donekle fizički odijeljen od ostalih dijelova Palače (slika 4.).



Slika 3. Pretpostavljeni izgled Palače (E. Hebrard)



Slika 4. Dioklecijanova palača, presjek sjever-jug (J. Marasović)



Slika 5. Tipični funkcionalni elementi vodoopskrbnog sustava rimskih gradova (prema Hodge, 1992.)

Lokacija Palače pažljivo je odabrana kako bi zadovoljila sve potrebe careve rezidencije i njene obrane, kao i sve uvjete nužne za održivost građevine i njenih funkcija. Visinski položaj u odnosu na izvor vode omogućavao je gravitacijski dovod vode u Palaču. Isto tako visinski položaj i smještaj na obali mora omogućavao je i gravitacijsku odvodnju svih voda iz Palače.

Rimljani su znali da su kvalitetna voda i zdrava sredina preduvjeti za siguran i zdrav život. To je posebno važno za jedan izolirani i utvrđeni prostor u kojem je živjelo dosta ljudi zajedno sa životinjama, kako je to bilo u Palači. Za potrebe Dioklecijanove palače sagrađen je u IV. stoljeću vodovod dužine 9,5 km koji se vodom napajao s izvora rječice Jadro (slika 1.). Prestao je funkcionirati u VII. stoljeću, a krajem XIX. stoljeća je rekonstruiran i ponovo stavljen u funkciju te se koristi i danas. Kaptaza je na + 33 m n.m., a uzdužni pad kanala iznosi od 0,65 do 2,66 ‰. Dimenzija presvođenog kanala akvedukta je 60/150 cm, a maksimalna dubina vode u njemu je 120 cm. Prosječni kapacitet izvora je oko 10 m³/s, a proračunski kapacitet antičkog kanala je oko 715 l/s, dok se danas na izvoru ovim kanalom zahvaća protok od 470 l/s [4]. Vodovod je u blizini Palače završavao razdjelnom građevinom (*castellum divisorium*) koja još nije pronađena, a

čiji se položaj pretpostavlja na padinama uzvisine Gripe [5], oko 250 metara sjeveroistočno od Palače na koti od oko + 20 m n.m. Iz razdjelne građevine voda se gravitacijski pod tlakom dovodila u Palaču gdje se olovnim cjevovodima raspoređivala na više lokacija radi lakšeg korištenja. Može se pretpostaviti da su carske prostorije imale zasebnu vodovodnu mrežu koja je služila isključivo caru i njegovom osoblju. Izljevna mjesta su bila protočna. Vodoopskrbni sustav Palače nije imao prekidne komore kao što je to bila praksa u većim naseljima (slika 5.) Razdjelna građevina - *Castellum* - u slučaju Palače je u odnosu na izljevna mjesta u Palači osiguravala zadovoljavajući tlak, oko 6 m.

Palača je imala i odvodni sustav kojim su se odvodile vode iz kupališta, preljevne vode fontana te oborinske vode. Može se pretpostaviti da su se fekalije, otpadci hrane i slični kruti otpad životinja skupljali u posebne jame koje su se s vremena na vrijeme praznile (suhi postupak). Ipak nije isključeno da se u Palači osim suhog postupka zbrinjavanja fekalija koristio i mokri koji se, istina rijetko, susreće i u rimskoj praksi.

O antičkoj kanalizaciji se do sada relativno malo pisalo te se u ovom radu stavlja naglasak upravo na sustav odvodnje Dioklecijanove palače kao jednog, za zdravstveno stanje urbanih sredina, važnog infrastrukturnog sustava. Namjera

je rekonstruirati sustav odvodnje i detaljnije se upoznati s njegovim značajkama i načinom gradnje jer to do sada nije napravljeno.

Godine 1857. okružni poglavar Ivan Burati pronašao je antički kanal ispod sjevernih vrata Dioklecijanove palače [6]. Nedugo zatim, 1889. godine, pojavila se ideja da se taj sustav očisti i osposobi za gradsku kanalizaciju [7] što međutim nije realizirano. U svojoj monografiji o Palači austrijski je arhitekt Georg Niemann 1910. prezentirao nalaze antičke kanalizacije [8].

U radovima istraživanja i obnove, nakon 1955. godine, na više mjesta u sjevernom dijelu Palače pronađeni su kanali, izvorna revizijska okna, kameni ulični slivnici te poprečni kanali koji su odvodili vodu iz uličnih slivnika u glavne kanale [9].

Godine 1981. osigurali su se uvjeti da se kanali sjevernog dijela Palače očiste od nasutog materijala te je tada, od ukupno 560 metara glavne kanalizacijske mreže, istraženo oko 250 metara [10-13]. Kanali su ispunjeni vodom jer je ispuštanje kanalizacije još u srednjem vijeku zasut i time onesposobljen. Da bi se stavio u funkciju, izrađen je projekt produžetka antičkog kanala do mora [16]. Godine 1996. izvedena je dionica ispusta od Vočnog trga do mora, a preostali dio još nije izveden.

Nastavak istraživanja kanalizacijskog sustava osigurali su 1995. godine JKP Vodovod i Kanalizacija iz Splita. Tada je pred sjevernim vratima Palače pronađen početak velikog kanalizacijskog kanala i drenažni sustav prostora sjeverno od Palače [15, 16]. Posljednjih godina izrađeno je nekoliko elaborata s ciljem osiguravanja uvjeta daljnjih istražnih radova i revitalizacije antičke kanalizacije [17, 18]. Sva ta istraživanja i spoznaje te literatura o istraživanjima sličnih građevina uzeti su u obzir kod rekonstrukcije sustava odvodnje Palače.

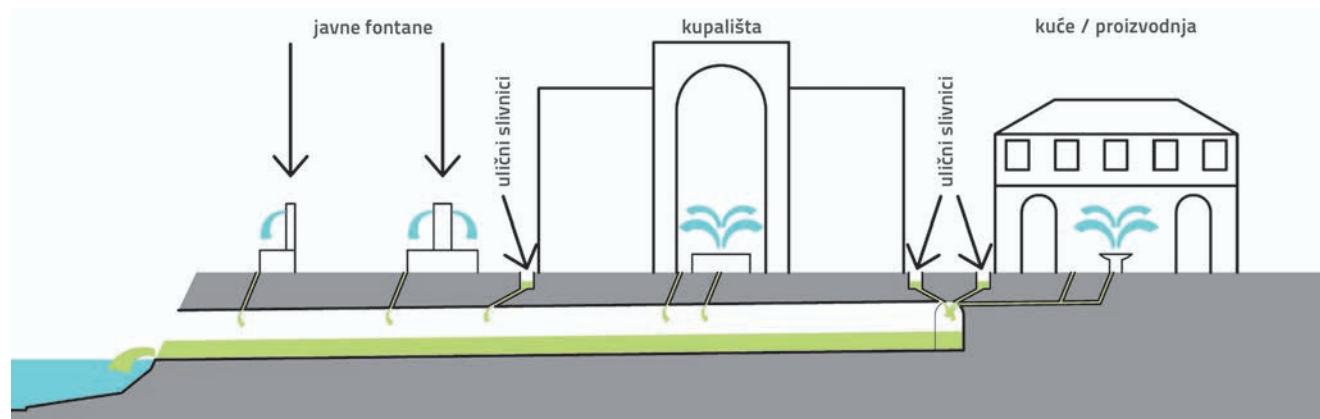
2. Sanitarni uređaji i praksa u rimskim gradovima

Sustav odvodnje voda u rimskim gradovima i građevinama ovisio je o njihovoj namjeni i važnosti. Svako je naselje imalo sustav odvodnje oborinskih i upotrijebljenih voda koji je uglavnom bio građen u središtu grada, dok su predgrađa imala takozvani decentralizirani sustav. Sva su naselja bila

opskrbljena tekućom vodom iz česmi i fontana, a imala su i sanitarne uređaje: javna kupatilišta i nužnike - *foricae* te pisoare u svakom gradskom kvartu [19-21]. Samo su bogatiji stanovnici i stanovnici višeg socijalnog statusa imali privatne kupaonice i nužnike - *latrinae*, dok su ostali stanovnici koristili javna kupališta i nužnike. U palačama bogatijih građana uz takve sanitarne objekte uvijek su postojali spremnici za vodu koja je dotjecala cjevovodima ili se sakupljala s krova kuća, te fontane. Siromašni ljudi koji su uglavnom živjeli na katovima zgrada imali su noćne posude koje su praznili u posebne jame locirane u blizini mjesta stanovanja ili su koristili zajedničke nužnike zgrade. U nekim se slučajevima upotrijebljena voda s viših dijelova zgrada odvodnjavala vertikalama. Samo su prostorije u prizemlju zgrada imale dotok vode s cijevima. [22]. Nije rijetkost da su se nužnici gradili blizu ulice te su bili dostupni javnosti, ali uz plaćanje. Najsiromašniji stanovnici kao i robovi nisu se smjeli služiti javnim sanitarnim objektima. Isto tako, Rimljani su u nekim naseljima prikupljali urin i koristili ga za obradu tekstila i kože [19] te kao sredstvo za čišćenje.

Arheološki nalazi ne razjašnjavaju u kolikom se broju javnih nužnika koristila tekuća voda, osim za održavanje osobne higijene, i za ispiranje otpadnog sadržaja u kanalizaciju. Sustav odvodnje se nije namjenski gradio da bi direktno sakupljao fekalije. Ipak, često su se otpad i fekalije istresali u ulične slivnike, o čemu svjedoče povijesni izvori. Tako je otpad dospijevao u odvodni sustav koji je uglavnom služio za odvodnju oborinskih i upotrijebljenih voda [23]. Mješovita odvodnja oborinskih i fekalnih voda podložna je stvaranju mulja i sluzavog obraštaja u kanalima koji su stanište za štakore i druge životinje, a kao posljedica razgradnje organskih tvari javlja se plin sumporovodik koji s vodom stvara kiseline koje nagrizaju kanale. Sustav odvodnje i izljevna mjesta nisu imala uređaje koji bi spriječili širenje smradnih i otrovnih plinova koji su nastajali u kanalizaciji. To je vjerojatno razlog što su kuće, mada je bilo dopušteno, vrlo rijetko bile vezane na uličnu kanalizaciju [19].

Osim ulica i drugi javni prostori kao što su trgovi, tržnice i slično, također su se ispirali vodom koja je dotjecala u odvodni



Slika 6. Funkcionalni elementi sustava odvodnje voda

sustav, a u njega su se ulijevale i vode iz javnih kupatilišta, fontana, česmi i drugih mjesta gdje se voda javljala u urbanim sredinama. Znači da je sustav u suštini bio mješoviti i služio je za prikupljanje i odvod svih voda, ali rijetko i fekalija.

U rimsko doba voda se nije pročišćavala prije ispuštanja u okoliš. Kako je ona stalno protjecala kroz odvodni sustav koji je bio dobro prozračan, može se reći da se voda manjim dijelom pročišćavala prirodnim postupcima. Učinak je ovisio o klimatskim uvjetima i opterećenju otpadnim tvarima. Najveći broj stanovnika uglavnom se koristio decentraliziranim, individualnim sustavima, tj. septičkim jamama, pa se može reći da su sustavi za pročišćavanje otpadnih voda na mjestu nastajanja (engl. *on-site treatment*) bili dosta zastupljeni. S vremena na vrijeme tekući se dio vadio i izlijevao u okoliš ili se, prema nekim autorima, koristio u poljoprivredi [24]. Isto tako se i kruti talog često koristio u poljoprivredi ili se jednostavno zakapao. Takva praksa u gušće naseljenim sredinama dovođila je do onečišćenja okoliša, širenja zaraze i oboljenja stanovnika. Tome je doprinosila i praksa građenja nužnika u blizini kuhinja zbog korištenja iste jame za odlaganje kućnog otpada. Posebno je bilo problematično stanje u toplijem periodu godine. Da bi se smanjili negativni utjecaji, jame za odlaganje otpada gradile su se dublje u dijelovima kuće nedostupnim životinjama i manje izloženim suncu i toplini. Time je temperatura u jamama bila niža pa su procesi razgradnje otpada bili sporiji. Kako bi se spriječile zaraze, Rimljani su davali veliku važnost i kakvoći vode u vodoopskrbnom sustavu te su vodili računa da se voda, kao i sami zahvati vode, zaštite od onečišćenja. Ipak, iako su Rimljani nastojali osigurati dobre sanitarne uvjete, zdravstveno stanje stanovnika često nije bilo dobro zbog navedenih nedostataka sanitarnog sustava u naseljenim mjestima.

3. Rekonstrukcija sustava odvodnje voda Dioklecijanove palače

Dosadašnja istraživanja kanalizacijskog sustava Dioklecijanove palače u Splitu velikim dijelom potvrđuju da je ona bila opremljena svim navedenim uređajima koji su se koristili u rimsko doba, a koji su osiguravali udoban i zdrav život caru i njegovoj pratnji. Osim do sada tri poznata kupatilišta u Palači (od kojih je samo jedno pripadalo izvornom projektu Palače, a preostala dva su naknadno izgrađena) [2], broj i raspored ostalih sanitarnih uređaja (nužnika, fontana, česmi, pisoara, septičkih jama) još je uvijek nepoznat. Nedvojbeno je da ih je bilo, ali gdje i koliko još uvijek nije utvrđeno. S velikom sigurnošću može se pretpostaviti da su carski prostori imali svoje sanitarne uređaje u koje puk nije imao pristup, a da su vojska i posluga imali u ostalom dijelu Palače svoje sanitarne uređaje. Za sada je raspored odvodnih kanala i priključaka na te kanale jedini putokaz kojim bi ih se trebalo tražiti.

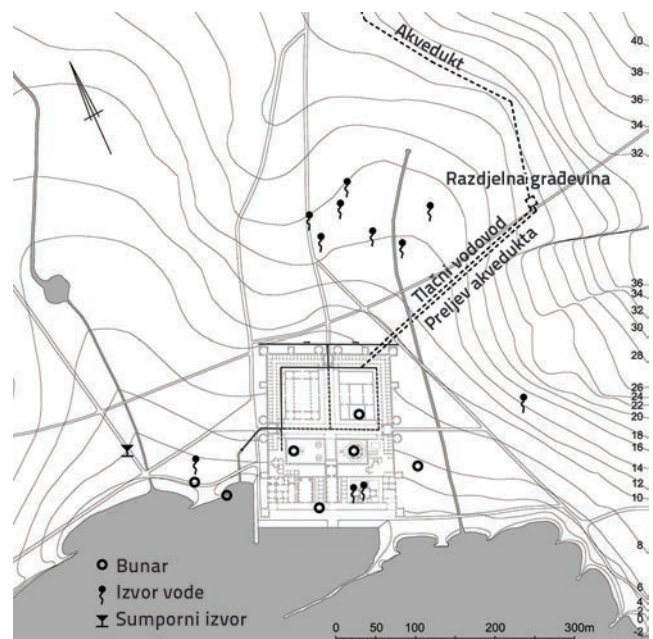
Pronađeni kanali kao i slivnici daju prilično pouzdanu sliku o sustavu prikupljanja oborinskih voda. Palača je u cijelosti imala sustav odvodnje površinskih voda, koji je služio i za odvodnju svih ostalih voda koje su vodovodom dotjecale u

Palaču. Naime, zbog toga što je u rimskim gradovima voda konstantno protjecala u javnim i privatnim građevinama, morala se prikupiti kako bi se spriječilo plavljenje te onečišćenje okoliša i moguće širenje bolesti u slučajevima kada je voda zbog korištenja bila onečišćena. To je bio način kako su se ove vode prikupljale i odvodile kanalizacijskim sustavom. Tip kanalizacije u Palači je bio mješoviti, a sustav odvodnje gravitacijski.

Visinski i prostorni položaj Palače uvjetovao je i odgovarajući sustav odvodnje svih voda okoliša i Palače. U tom smislu razlikuje se sustav odvodnje i zaštite od vanjskih voda, te sustavi odvodnje sjevernog dijela, središnjeg dijela oko Peristila, južnog niskog priobalnog dijela tzv. Podruma i sustavi odvodnje carskog dijela Palače iznad Podruma. Svi ti pojedinačni sustavi povezani su u jedan cjeloviti sustav odvodnje, koji je inače rijetkost u rimskoj praksi odvodnje naselja. Međutim, s obzirom na to da se radi o utvrđenoj Palači visokog (carskog) ranga, sustav je bio maksimalno centraliziran shodno visinskim odnosima u Palači. Prijamnik svih voda je more.

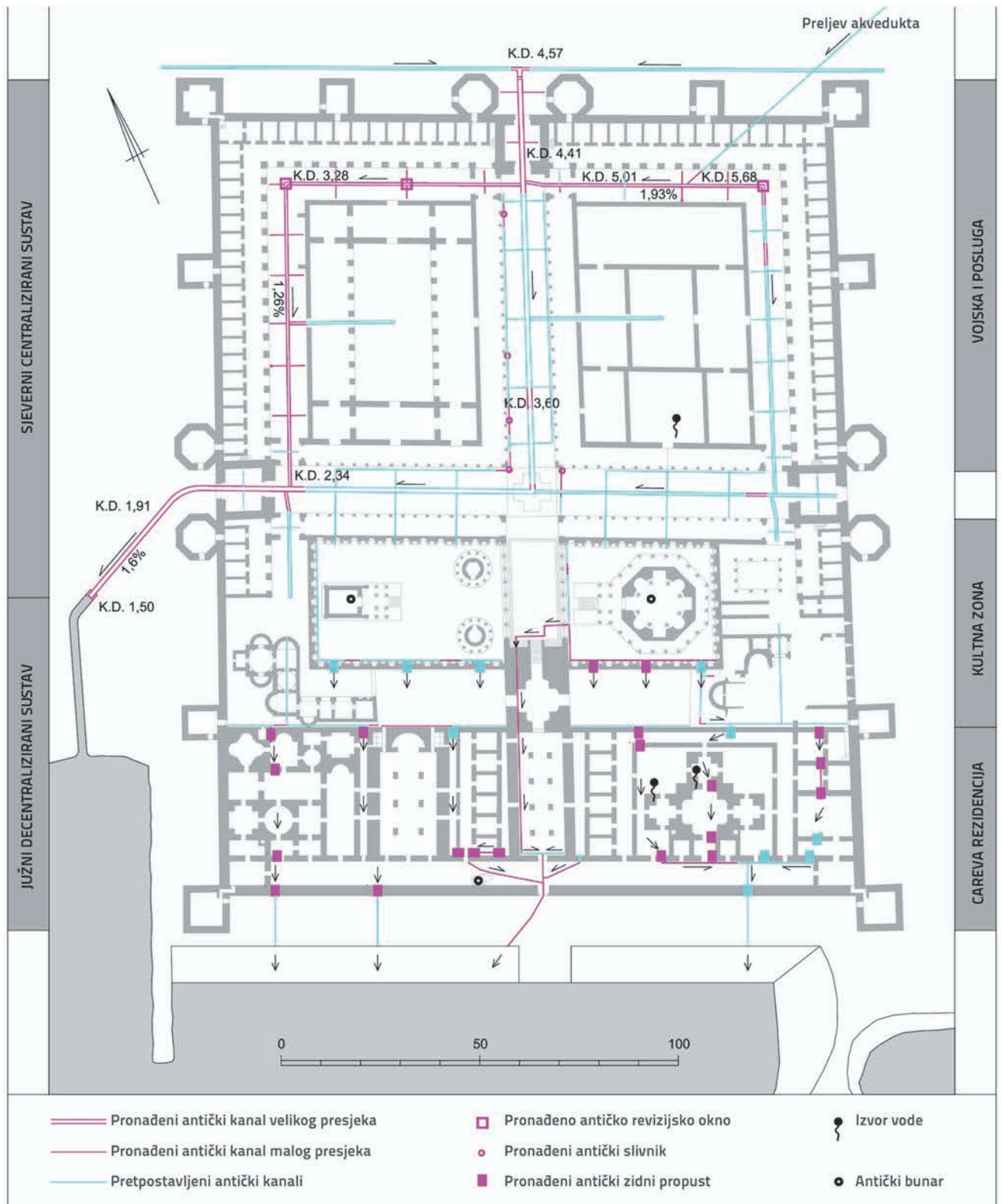
3.1. Odvodnja voda okoliša Palače

Dioklecijanova palača sagrađena je na obali unutar blage udoline koja lagano pada u pravcu mora i to u smjeru sjevero-istok jugo-zapad. Na ovom prostoru se javljaju manji vodni tokovi, podzemni i površinski. Najveći površinski tok je potok s današnjeg područja Manuš (sjeverno od Palače) (slika 7.).

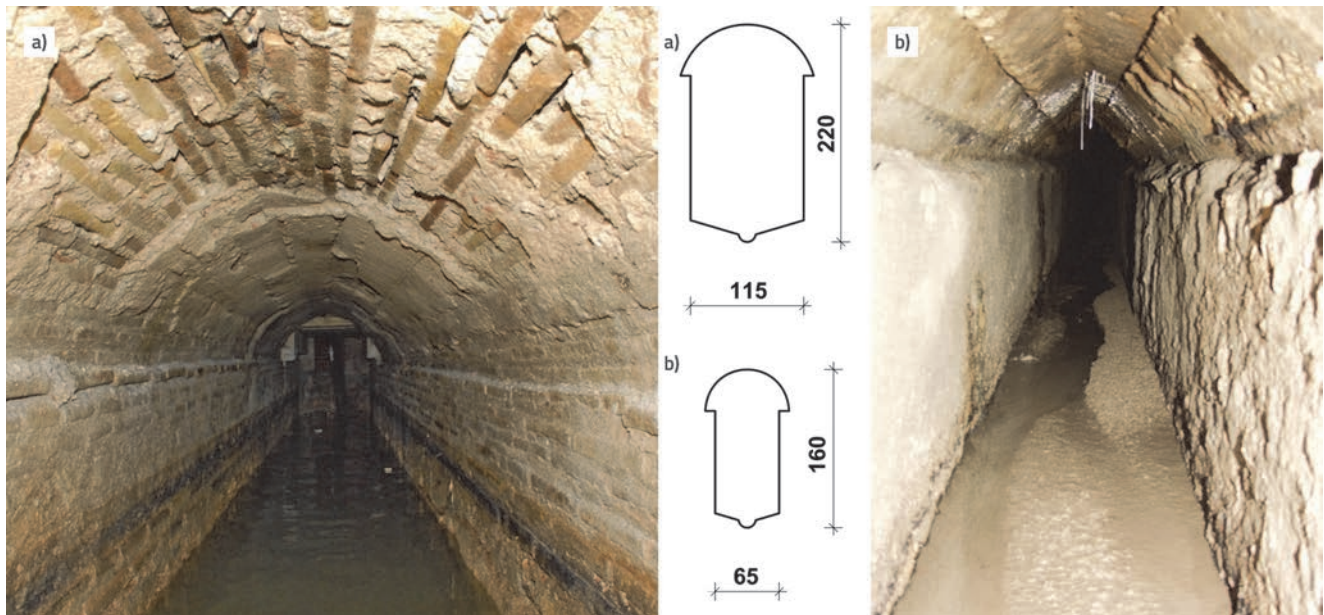


Slika 7. Okoliš Dioklecijanove palače, pretpostavljeno stanje u IV. stoljeću

Analizirajući izvornu konfiguraciju terena može se pretpostaviti da je potok najvjerojatnije išao preko prostora



Slika 8. Plan kanalizacijskog sustava Dioklecijanove palače



Slika 9. Kanali velikog presjeka u sjevernom dijelu Palače (fotografije: T.Bartulović)

na kojem je izgrađena Palača, te je zasigurno skrenut istočno od Palače u pravcu mora. Danas je kanaliziran ispod gradske tržnice tzv. Pazara. Neposredna blizina površinskog vodotoka uz samu Palaču dodatno je osiguravala sigurnost opskrbe vodom za razne namjene.

Gradnja Palače je formirala prepreku prirodnom kretanju površinskih i podzemnih voda, koje su se sa sjevera slijevale kroz ljevkastu udolinu pred sjeverno pročelje Palače. One su se prikupljale u drenažni obodni kanal koji je išao paralelno sa sjevernim zidom, tangirajući kule i odvodio vodu u glavni kanalizacijski kanal Palače položen u ulici *Cardo*. To je dodatno osiguravalo kontinuirano ispiranje glavnog odvodnog kanala. Drenažni kanal sazidan je od priklesanog kamena manjeg formata, dimenzija 45/50 cm, a dno mu je od nabijene zemlje [15].

3.2. Sustav odvodnje Palače

Temeljem raspoloživih podataka može se zaključiti da je Palača imala dva odvojena sustava odvodnje (slika 8.):

- jedinstveni centralni sustav koji je odvodnjavao sjeverni i središnji dio Palače s kotama terena većim od +5,50 m n.m. Sve prikupljene vode su se odvodile jednim ispustom izvan zapadnog zida Palače;
- južni decentralizirani sustav odvodnje s više zasebnih podsustava i kanala kojima su se vode ispuštale direktno u more na južnoj morskoj strani. Taj sustav je obuhvaćao carske prostorije na koti od + 8,50 m n.m. te prostore u središnjem dijelu Palače koji se zbog niže razine nisu mogli gravitacijski priključiti na centralni sustav odvodnje.

3.2.1. Sjeverni dio Palače

U osi ulica sjevernog dijela Palače uključujući i *Decumanus* nalaze se zidani, presvođeni kanali velikog presjeka. Najviša točka dna kanala je na sjeveroistoku (+ 5,68 m n.m.), a najniža na jugozapadu (+ 1,50 m n.m.). Prateći prirodnu konfiguraciju terena ti kanali imaju pad od 1,26 do 2 % (slika 9.).

Glavni kanalizacijski kanal tog dijela Palače dužine 230 metara, profila 115/220 cm (slika 9.a) ide u osima *Carda* i zapadnog dijela *Decumanusa* te ispod zapadnih vrata izlazi iz Palače i u blagom luku okreće prema jugozapadu. Na 40 metara od vrata završava izlaznom građevinom u obliku portala, koja je pronađena u istraživanjima 2011. godine [25]. Dimenzije portala su 115/127 cm, a dno je na koti + 1,50 m n.m. (slika 10.). Od izlazne građevine voda je otvorenim kanalom otjecala u more. Zidovi i svod glavnih kanala zidani su rimskom opekcom 36x36 cm, debljine 4 cm u debelom sloju morta. Protočni profil kanala je 115x180 cm. U spomenutim istraživanjima iz 1995. godine 11 metara sjeverno od sjevernih vrata Palače pronađena je ulazna građevina kanala u obliku portala dimenzija 115x160 cm sagrađena od velikih klesanih kamenih blokova [15] (slika 11.). S donje strane kamenog nadvratnika nalaze se dva otvora u kojima se rotirala dvokrilna metalna rešetka koja je ljudima i životinjama priječila ulaz u kanalizacijski sustav Palače (slika 12.). Tu su se s istoka i zapada u glavni kanal ulijevali spomenuti drenažni kanali. Dno početne točke kanala je na koti + 4,57 m n.m.

Na opisani glavni kanal kanalizacije u sjevernom dijelu Palače spajaju se manji kanali profila 65/160 cm (slika 9.b) ukupne dužine 333 m. Maksimalna visina punjenja kanala je 120 cm.



Slika 10. Izlazna građevina pronađena 2011. u hotelu Central [25]



Slika 11. Ulazna građevina pronađena 1995. ispred sjevernih vrata Palače



Slika 12. Otvori za metalna vrata u kamenom nadvratniku ulazne građevine [5]

Na mjestu gdje se ti kanali spajaju na glavni kanal izvedena je kaskada - njihovo dno je više od dna glavnog kanala, a na križanju s glavnim kanalom tlocrtno su izmaknuti jedan u

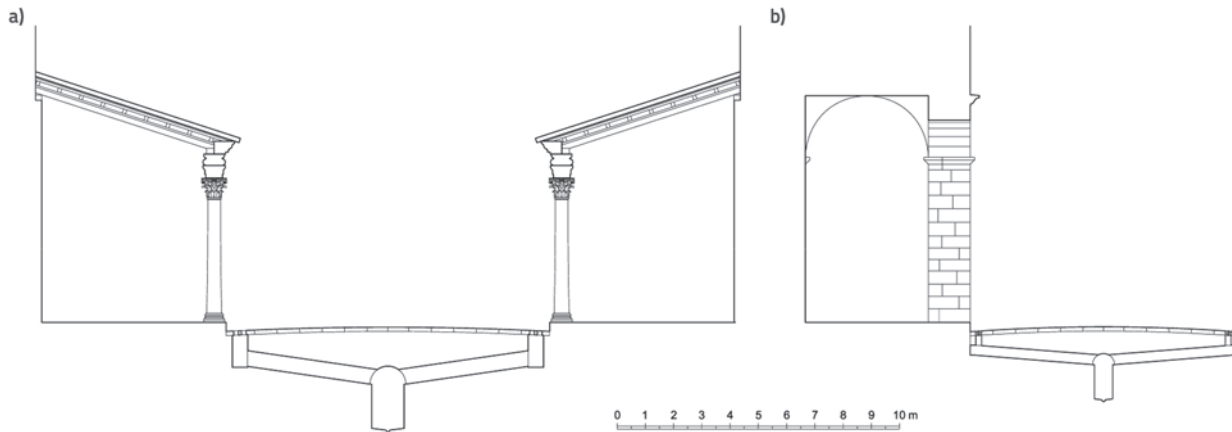
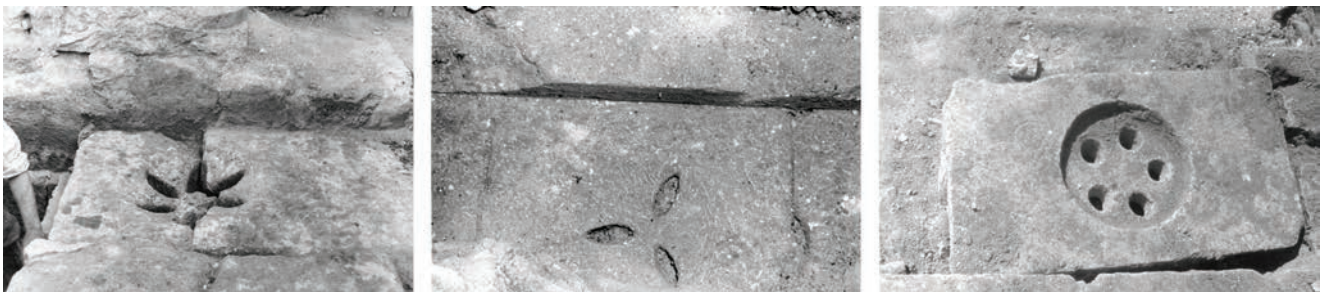
odnosu na drugog - sve iz razloga da ne bi došlo do uspora i vraćanja sadržaja u slučaju visoke vode u glavnom kanalu [17, 18]. Ovi kanali su građeni od priklesanog kamena, a njihov svod je građen antičkim betonom te se na njemu vide tragovi drvene oplata. U istraživanjima 1980-ih pronađen je spoj kanala istog presjeka u zapadnom dijelu *Decumanusa* (sjecište Krešimirove i Adamove ulice) koji je prikupljao vodu s područja južno od *Decumanusa*. Na sjeveroistočnom i sjeverozapadnom uglu kanalizacijske mreže te u zapadnom dijelu sjevernog *Decumanusa* pronađena su izvorna revizijska okna otvora dimenzije 45 x 45 cm (slika 13.).

U glavne i sekundarne kanale, u visini svoda, ulijevali su se poprečni kanali uličnih slivnika. Ulice su bile popločene velikim kamenim pločama koje su se do danas na velikoj površini sačuvale na istočnom dijelu *Decumanusa*. Imale su velik poprečni pad prema rubnjaku uličnih trijemova. Voda se slijevala u kamene slivnike položene uz rub ulice. U sporednim ulicama slivnici su se manjim kanalima direktno spajali na glavni kanal položen u osi ulice (slika 14.). U *Cardu* su slivnici bili međusobno spojeni uzdužnim kanalom koji je išao uz rub ulice, a potom je bio poprečnim kanalom spojen na glavni ulični kanal.



Slika 13. Izvorna revizijska okna (Urbanistički zavod Dalmacije)



Slika 14. Poprečni presjek kroz a) glavni *Cardo*; b) zapadni *Cardo*

Slika 15. Tipovi kamenih slivnika Dioklecijanove palače (Urbanistički zavod Dalmacije)

Do danas su pronađena četiri kamena slivnika u obliku rozete sa šest latica te još jedan s tri latice. Dva slivnika jednostavnije obrade s pet okruglih otvora pronađena su u južnom dijelu Palače (slika 15.). Interesantno je da na južnom rubu istočnog dijela *Decumanusa*, gdje se, kako je rečeno, izvorni pločnik sačuvao gotovo u potpunosti, ne postoje slivnici u obliku rozete te se može pretpostaviti da se voda prikupljala u vodolovna grla položena u rubnjaku trijema na sličan način kako je ta odvodnja riješena i danas.

Kiša koja se slijevala u dvorišta dvaju velikih građevnih sklopova u sjevernom dijelu Palače (zapadno dvorište 19x40 m, a istočno 16 x 25 m) morala je biti prikupljena i kanalizirana u velike ulične kanale. Preljevi česmi i fontana, voda iz kupaonica i nužnika također su morali biti odvedeni u velike ulične kanale. U istraživanjima 1950-ih godina pronađen je kanal većeg presjeka koji iz dvorišta zapadne građevine vodi u kanal zapadnog *Carda* [9].

Osnovni kanalizacijski sustav je velikih dimenzija tako da je u sušnom periodu aeracija bila dobra pa se pretpostavlja da se u kanalima nije zbivao intenzivni anaerobni proces razgradnje organskih tvari. Ventilacija se provodila kroz ulične slivnike kojih je bilo na cijelom prostoru Palače.

U kišnom periodu kada je dotok bio velik, a time i razrjeđenje otpadnih tvari, stanje je bilo još povoljnije. Kombinacija stalnog otjecanja iz sanitarnih uređaja i fontana u sušnom periodu i oborinske vode tijekom kiša osiguravala je dobro ispiranje kanalizacije. U istočnom dijelu sjevernog *Decumanusa*, na

udaljenosti od 19 metara od najviše točke glavne kanalizacijske mreže (koja se nalazi u SI uglu Palače), na ulični kanal profila 65/160 spaja se poprečni kanal koji se, za razliku od ostalih, tlocrtno spaja pod kutom otprilike 45 stupnjeva, a dolazi iz pravca moguće lokacije razdjelne građevine vodovoda. Na temelju uobičajene rimske prakse ispiranja kanalizacije preljevom iz vodovoda, može se pretpostaviti da je riječ o priključku kanala preljevni voda iz akvedukta (razdjelne građevine), koja je dodatno osiguravala dobro ispiranje kanala. Primijenjena rješenja jasno upućuju na to da su se u Palači nastojali ostvariti dobri higijenski uvjeti.

Teško je vjerovati da su se u carskoj Palači fekalije izbacivale na ulicu, što se znalo događati u rimskim gradovima. Međutim, dio otpada s podnih površina Palače, kao npr. životinjski izmet i slično, vjerojatno se redovito čistio vodom koja je otjecala u kanalizacijski sustav. U sjevernom dijelu Palače morale su biti smještene kuhinje za vojnu posadu i posluđu pa se može pretpostaviti da su tu postojale i jame za odlaganje otpadaka hrane, vjerojatno vezane uz nužnike. Da li su javni nužnici u sjevernom dijelu Palače imali stalno ispiranje vodom iz vodovoda, prelijeva iz fontana i kupatilišta ili su se, pak, koristili suhi nužnici, nije poznato.

Uobičajeno je da se presjek kanala nizvodno povećava shodno očekivanom protoku, međutim, u Palači, radi praktičnosti izvedbe koristile su se tipizirane dimenzije kanala: 115/220 cm, 65/160 cm. Takav je pristup bio logičan jer ukupne duljine kanala nisu prevelike tako da nije bilo

razloga mijenjati dimenzije na kratkim dionicama. Dimenzije kanala omogućavaju kretanje ljudi, a time i dobro održavanje kanala. To dokazuje da su rimski graditelji vodili računa o svemu.

Kapacitet kanala je velik (tablica 1.). Ako se usvoji vrijeme koncentracije površinskih voda 10 minuta, a povratni period kiše 100 godina, tada je mjerodavni intenzitet kiše oko 370 l/s/ha [26], te uz slivnu površinu od 4 ha (sjeverni i središnji dio Palače i udolina sjeverno od nje) i koeficijent otjecanja od 0,7 dobije se količina površinskih voda od 1,03 m³/s. Normalno, klima i hidraulički parametri otjecanja u prošlosti su vjerojatno bili drugačiji tako da je i količina vode vjerojatno bila nešto drugačija, ali ne znatno. Ako se ovoj količini pridoda voda iz vodoopskrbnog sustava od 0,7 m³/s, dobije se veličina od 1,7 m³/s. Očito je da postojeći kanali imaju velik kapacitet, dovoljan za sve vode koje dotječu u Palaču kao i oborine. Kanali imaju dovoljni kapacitet i za prihvat površinskih voda koje se s terena slijevaju u pravcu Palače.

Tablica 1. Hidrauličke značajke kanala (apsolutna hrapavost 20 mm)

| Kanal | Maksimalna visina punjenja | Pad 1,26 % | | Pad 2,0 % | |
|---------|----------------------------|------------|--------|-----------------------|---------|
| | | š/v [cm] | h [cm] | Q [m ³ /s] | V [m/s] |
| 115/220 | 180 | 6,8 | 3,29 | 8,6 | 4,15 |
| 65/160 | 120 | 1,95 | 2,31 | 2,45 | 2,91 |

3.2.2. Južni dio Palače

U južnom dijelu Palače razlikuju se tri cjeline: a) središnji prostor južno od *Decumana*, b) presvođene prostorije koje nose carev stan (Podrumi) te c) carev stan iznad Podruma (slika 4.).

Središnji prostor južno od *Decumana*

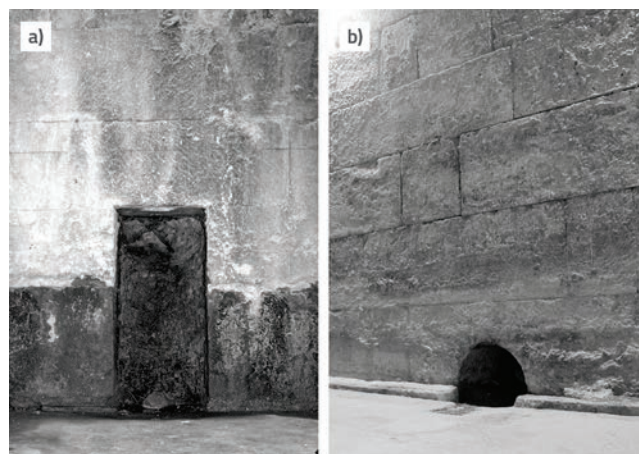
U središnjem prostoru južno od *Decumana* nalazi se: glavni trg Peristil, istočni *Temenos* s mauzolejem i zapadni *Temenos* s tri kulturne građevine, svi na istoj prosječnoj koti od + 6,40 m n.m. Peristil se odvodio kanalom u južnom dijelu koji vodi u Podrume. Sjeverni dio istočnog i zapadnog *Temenosa* odvodio se vjerojatno u kanal *Decumana* jer visinski odnosi to dopuštaju. Južni dio *Temenosa*, zbog niske razine krippe Mauzoleja (+ 4,40 m n.m.) i hrama (+ 4,60 m n.m.) nije se mogao odvoditi u kanal *Decumana* te su se vode ovog prostora, pretežito oborinske, prikupljale kamenim slivnicima u kanale i ispuštale kroz nekoliko propusta u južnom zidu *Temenosa* dalje prema jugu i Podrumima. Isto je potvrđeno iskopavanjima u 2013. godini (slika 8.).

U krajnjem zapadnom i istočnom dijelu ovog središnjeg prostora Palače naknadno su izgrađena grijana kupatilišta

i vjerojatno uz njih i javni nužnici. Kupatilišta su koristila veliku količinu vode za svoje bazene i česme, koja je morala biti prikupljena u odvodni kanal. S obzirom na visinske odnose kupatilišta i kanala, može se pretpostaviti da su kanali istočnog i zapadnog kupatilišta vodili prema jugu u Podrume i kroz njih u more. U skladu s tim proizlazi da su eventualni nužnici vjerojatno bili suhe izvedbe s povremenim ispiranjem, što će razjasniti daljnja istraživanja.

Potkonstrukcija careva stana - Podrumi

U sjevernom zidu Podruma pronađeni su propusti za vodu širine od 41 do 56 cm (slika 16.a) kroz koje su se slijevale već spomenute vode iz javnog dijela Palače južno od *Decumana* i podzemne vode, a vjerojatno i vode iz naknadno izgrađenih javnih kupatilišta. Kako prilikom istraživanja u Podrumima nije pronađen uređeni pod (osim u središnjoj dvorani i južnom hodniku), već samo neuređena površina iz koje su na nekim mjestima stršale hridi, može se tvrditi da oni nisu bili korišteni te su služili isključivo kao nosiva konstrukcija careva stana. Međutim, površina poda Podruma imala je pad prema jugu kako bi se vode koje su dotjecale u Podrume usmjeravale u pravcu ispusta koji su se nalazili u južnom zidu Palače (slika 16.b) kroz, na nekim mjestima za to izvedene jednostavne, otvorene kanale. Ne treba zaboraviti da je u IV. stoljeću more bilo niže od današnjeg za približno 1,7 m tako da je voda nesmetano tekla u more. Peristil se također odvodnjavao prema moru s jednim odvodnim kanalom koji je prolazio kroz središnju podrumsku dvoranu te ispod južnih vrata Palače prolazio kroz obalu širine 12 metara do mora.



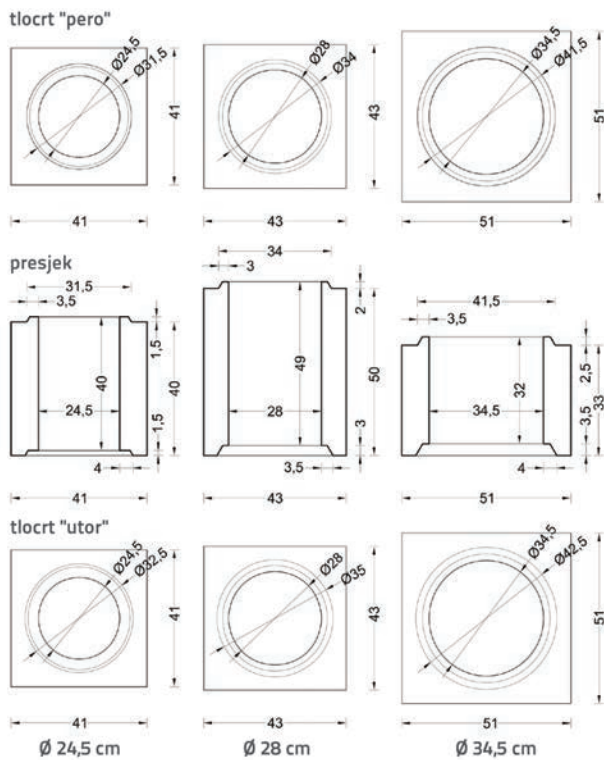
Slika 16. Propusti za vodu u zidovima Podruma

Carev stan

Carev stan na jugu Palače sačuvan je u manjoj mjeri pa je teško rekonstruirati njegov sustav odvodnje. Nalazi se na razini od + 8,50 m n.m. Oborinska voda obodnih krovova careva stana slijevala se izvan Palače, a voda s unutarnjih krovova slijevala se u Podrume kroz četiri duga i uska svjetlika te četiri unutarnja dvorišta. Međutim, s obzirom na raspored



Slika 17. Kamene cijevi



Slika 18. Tipovi kamenih cijevi pronađenih u Podrumima Dioklecijanove palače

prostorija, na nekim mjestima trebale su postojati dodatne vertikale. Prilikom radova u Podrumima, u višestoljetnom nasipu, pronađeno je više od 30 komada kamenih cijevi promjera 24,5, 28, i 34,5 cm koji se prema obradi i mortu sačuvanom na spojevima mogu smatrati antičkima (slika 17. i 18.). Takve kamene cijevi su se u rimsko doba koristile za sifone akvedukta, ali i za vertikalne odvodnje voda (primjerice na amfiteatru u Arlesu) [27]. Slične kamene cijevi profila 20 cm koristile su se u XIX. stoljeću u Splitu kao kanalizacijske vertikale. Temeljem nedavnog nalaza odvodne vertikale od kamenih cijevi pronađene u antičkom zidu istočne građevine sjevernog dijela Palače (u ulici Julijusa Nepota 1) [28] (slika 19.) može se pretpostaviti da su kamene cijevi pronađene u Podrumima bile korištene za vertikalnu odvodnju u carevom stanu. Što se tiče fekalne kanalizacije careva stana, pretpostavlja se da je problem fekalija bio riješen zasebnim noćnim posudama.



Slika 19. Antička odvodna vertikala od kamenih cijevi pronađena 2013. u antičkom zidu istočne građevine sjevernog dijela Palače (u ulici Julijusa Nepota 1)

4. Iskustava, zaključci i prijedlozi

Dioklecijanova palača u Splitu najbolje je sačuvana kasnoantička palača u svijetu zahvaljujući tome što se unutar njenih zidova u VII. stoljeću formirao grad Split. Iako se Palača transformirala tijekom vremena, mnogo izvornih antičkih struktura sačuvalo se do danas. Među njima je izvrsno sačuvan kanalizacijski sustav koji je danas većim dijelom zasut.

U ovom se radu rekonstruira cjeloviti sustav odvodnje otpadnih i oborinskih voda Palače te sustav postupanja s otpadnim tvarima (ljudska fekalna tvar, životinjska fekalna stvar, otpadne vode kućanstva i palače). Određuje se tehnologija prikupljanja i transporta voda, karakteristični objekti sustava, kao i kapacitet, te uvjeti za održavanje sustava, polazeći od raspoloživih podataka iskopavanja, podataka iz literature, ali i današnje prakse. Dok je sustav velikih kanala u sjevernom

dijelu Palače poznat još od 1980-ih, ovdje se prvi put opisuje sekundarna mreža manjih kanala koji se na njega spajaju i na temelju istraženih kanala rekonstruira se cjelokupna mreža odvodnje ulica i građevina sjevernog dijela Palače. Osim toga, na jednom mjestu se objedinjuju rezultati raznih arheoloških istraživanja u južnom dijelu Palače i rekonstruira cjelokupna mreža kanala tog dijela. Na osnovi toga se zaključuje da je Palača imala dva odvojena sustava odvodnje:

- jedinstveni centralni sustav koji je odvodnjavao sjeverni i središnji dio Palače i odvodio vodu zapadno od nje,
- južni decentralizirani sustav odvodnje s više zasebnih podsustava i kanala kojima su se vode ispuštale direktno u more ispred južnog pročelja.

Sustav odvodnje otpadnih i oborinskih voda Palače, kao i sustav zaštite od vanjskih površinskih i podzemnih voda, predstavlja izvrstan primjer dobre rimske inženjerske prakse i rješenja. Temeljem detaljne analize može se zaključiti da su planeri i graditelji Dioklecijanove palače već pri izboru same lokacije Palače u najbolje zaštićenom dijelu uvala, vodili računa ne samo o sigurnom pristajanju brodova uz obalu, već i o odnosu na rješenje vodoopskrbe i odvodnje voda. Tako je visinski položaj Palače u odnosu na kaptažu osiguravao odgovarajući pritisak u vodovodu, a raspored viših i nižih dijelova unutar same Palače i kanala omogućavao je djeletvornu odvodnju s pojedinim prostorima.

Koncept, detalji i pojedina rješenja razrađeni su u skladu sa standardnom praksom sanitarnog inženjerstva koja se do danas nije značajnije promijenila. Danas, kao i u rimsko doba, glavni zadatak odvodnje bio je otpadnu vodu što brže i sigurnije izvesti iz građevine sa što manje utjecaja na stambene zone i okoliš. Potpuno je jasno da je kanalizacijski sustav, kao i cjelokupni projekt Palače, temeljito razrađen prije početka izvedbe, to više što izgradnja kanalizacijskog sustava, onda kao i danas, predstavlja prvu fazu izgradnje neke građevine. Sva visoka dostignuća rimskog projektiranja i građenja umnogome se očituju u Dioklecijanovoj palači. To je i razumljivo kada se ima na umu da se radi o kompleksu građevina izgrađenom za jednog od najznačajnijih rimskih careva.

Definiranjem sustava odvodnje otpadnih i oborinskih voda i postupka s otpadnim tvarima iz Palače stvaraju se preduvjeti za daljnja ciljana iskopavanja kojima bi se provjeravao postavljeni koncept, kao i preduvjeti za daljnja istraživanja. Dugoročno se kanalizacijski sustav Palače planira u najvećem dijelu obnoviti i učiniti dostupnim.

S obzirom na i inače osudnu obradu antičkih kanalizacijskih sustava u usporedbi s ostalim dosezima antičkog graditeljstva, rezultati ovog istraživanja mogu doprinijeti proučavanju i razumijevanju drugih antičkih sustava odvodnje.

LITERATURA

- [1] Marasović, J., Buble, S., Marasović, K. & Perojević, S.: Prostorni razvoj jugoistočnog dijela Dioklecijanove palače u Splitu, *Prostor* vol. 8, 3(20), pp. 175-238, 2000.
- [2] Marasović, K. & Marasović, T.; Naseljavanje Dioklecijanove palače, *Munuscula in honorem Željko Rapanić*, ur. M. Jurković & A. Milošević, Sveučilište u Zagrebu i Međunarodni istraživački centar za kasnu antiku i srednji vijek, u Motovunu, Zagreb, Motovun, Split, pp. 93-113, 2012.
- [3] Perojević, S., Marasović, K., Marasović, J.: Istraživanja Dioklecijanove palače od 1985. do 2005. godine, *Međunarodni znanstveni skup Dioklecijan, tetrarhija i Dioklecijanova palača: o 1700. obljetnici postojanja*, Split, pp. 51-94, 2009.
- [4] Marasović, J., Marasović, K. & Perojević, S.: Aqueduct and Sewage of Diocletian's palace, *Second International Conference on Waters in protected areas*, Zagreb, pp. 156-160, 2007.
- [5] Nikšić, G.: Dioklecijanova palača – reinterpetacija izvorne namjene i arhitekture, *Niš i Vizantija*, Deseti naučni skup, Niš, pp. 219-236, 2012.
- [6] Kečkemet, D.: *Vicko Andrić, arhitekt i konzervator 1793-1866*, Split, 1993.
- [7] Piplović, S.: Dioklecijanova palača u Splitu početkom XX. stoljeća, *Zbornik radova posvećenih sedamdesetogodišnjici života Danice Božić-Bužančić, Građa i prilozi za povijest Dalmacije*, 12, pp. 819-848, 1996.
- [8] Niemann, G.: *Der Palast Diokletians in Spalato*, Wien, 1910.
- [9] Marasović, J., Marasović T.: Pregled radova Urbanističkog biroa na istraživanju, zaštiti i uređenju Dioklecijanove palače od 1955. do 1965. *URBS*, 4, pp. 23-54, 1961-1962.
- [10] Marasović, J.: *Research in Diocletian's palace after 1974*, *American-Yugoslav Joint Excavations, Volume Five*, pp. 225-228, 1989.
- [11] Marasović, J. & Marasović, T.: *Le ricerche nel palazzo di Diocleziano a Split negli ultimi 30 anni (1964-1994)*, *Antiquite Tardive*, 2, pp. 89-106, 1994.
- [12] Marasović, J.: *Le scoperte nel Palazzo di Diocleziano negli ultimi decenni*, *Antichita Altoadriatiche*, XXVI, pp. 227-236, 1982.
- [13] *Carski baštinici zagledani u budućnost*, *Vodovod i kanalizacija*, Split, 2005.
- [14] Margeta, J.: *Produžetak antičke kanalizacije Dioklecijanove palače*, *IGH, Split*.
- [15] Marasović, J., Marasović, K., Perojević, S., Rismondo T.: *Kanalizacija i vodovod Dioklecijanove Palače*, *Dioklecijanov akvedukt*, ur. J. Belamarić, Split, pp. 65-75, 1999.
- [16] Marasović, K. & Perojević, S.: *Odvodnja otpadnih voda u povijesnoj jezgri Splita*, *Odvodnja otpadnih voda u starim priobalnim gradovima Hrvatske*, Dubrovnik, pp. 13-19, 2008.

- [17] Vidović, R. & Vidović, L.: Antička kanalizacija Dioklecijanove palače, Roterm d.o.o., Split, 2009.
- [18] Vidović, R. & Prolić, I.: Elaborat sanacijskog zahvata pražnjenja i čišćenja antičke kanalizacije Dioklecijanove palače (I. A faza revitalizacije), Roterm d.o.o., Split, 2009.
- [19] Scobie, A.: Slums, Sanitation, and Mortality in the Roman World, *KLIO*, 68 (2), pp. 399-433, 1986.
- [20] Sofier, S.: The evolution of the bathroom and the implication for paruresis, <http://paruresis.org> (accessed 10/06/2012), 1999.
- [21] Malissard, A.: Les Romains et L'eau: Fontaines, Salles de Bains, Thermes, Égouts, Aqueducs, REALIA/Les belles lettres, Paris, 2002.
- [22] Magnabal, G.: Servitudes urbaines et réglements d'urbanisme dans l'habitat de la Rome Impériale (27 avant Jésus Christ - 192 après Jésus Christ, Université de Marne la Vallée, Champs sur Marne, 2004.
- [23] Foil, J.L., Cerwick, J.A., White, J.E.: Collection systems, past and present, A historical perspective of design, operation, and maintenance, *Operation Forum Magazine*, Vol. 10(12), pp. 13-20, 1993.
- [24] Wilson, A.: Running water and social status in North Africa, North Africa from antique to Islam, ur. M. Horton & T. Wiedemann, Bristol, pp. 52-56., 1994.
- [25] Madirazza, V.: Izvještaj o arheološkim istraživanjima u prizemlju hotela Central u Splitu, Split, 2011.
- [26] Margeta, J.: Kanalizacija naselja: odvodnja i zbrinjavanje otpadnih i oborinskih voda, Split, Varaždin, 2009.
- [27] Paillet, J.-L., inženjer arhitekt-arheolog i Zugmeyer, S., doktorantica arhitekt-arheolog, osobna komunikacija, 03. svibnja 2013, CNRS-Institut de Recherche sur l'Architecture Antique, Aix-en-Provence, Francuska
- [28] Kovačić, M., Tresić Pavičić, H.: Elaborat konzervatorsko-restauratorskih radova u Nepotovoj ulici 1, Split, 2013.