

PODZEMNA TRASA RIMSKOG AKVEDUKTA BIBA – JADER*

U radu se donose rezultati recentnih arheoloških istraživanja antičkog akvedukta koji je koloniju Jader, današnji Zadar, opskrbljivao vodom s udaljenog vrela Biba povrh Vranskog jezera. Istraživanja su obuhvatila podzemnu dionicu vodovoda koja se nalazi u neposrednoj blizini zadarskog gradskog groblja. Radi se o dobro očuvanoj trasi koju sačinjava duboko ukopana vodovodna konstrukcija. Gravitacijski kanal očuvan je u punom presjeku što predstavlja dragocjenu materijalnu ostavštinu. Poseban prinos predstavljaju nalazi sitnog arheološkog materijala koji otvaraju mnoga pitanja o vremenu izgradnje jadertinskog vodoopskrbnog sustava.

Ključne riječi: Jader, rimski akvedukt, antički vodovod, rebraste zdjele, snažno profilirane fibule

UNDERGROUND ROUTE OF THE ROMAN AQUEDUCT BIBA – IADER*

This paper presents the results of recent archaeological research of a Roman-era aqueduct that supplied the colony of Iader, present-day Zadar, with water from a distant Biba spring near Lake Vrana. The excavation encompassed an underground section of the water supply system that is located in immediate vicinity of the Zadar city cemetery. It is a well preserved route consisting of deeply buried water supply construction. The gravity channel has been preserved in full cross-section representing valuable tangible heritage. Small archaeological finds are especially important as they raise a number of questions about the time of construction of the water supply system in Iader.

Key words: Iader, Roman aqueduct, Roman-era water supply system, ribbed bowls, strongly profiled fibulae (*kräftig profilierte Fibeln*)

* Ovaj rad posvećujem prerano preminulom kolegi i prijatelju Mati Radoviću, dragoj osobi koja nas je uvijek oplemenjivala znanjem, djelima i dobrotom.

* I would like to dedicate this paper to my prematurely deceased colleague and friend Mate Radović, a beloved person, who had always ennobled us with his knowledge, acts and kindness.

UVOD

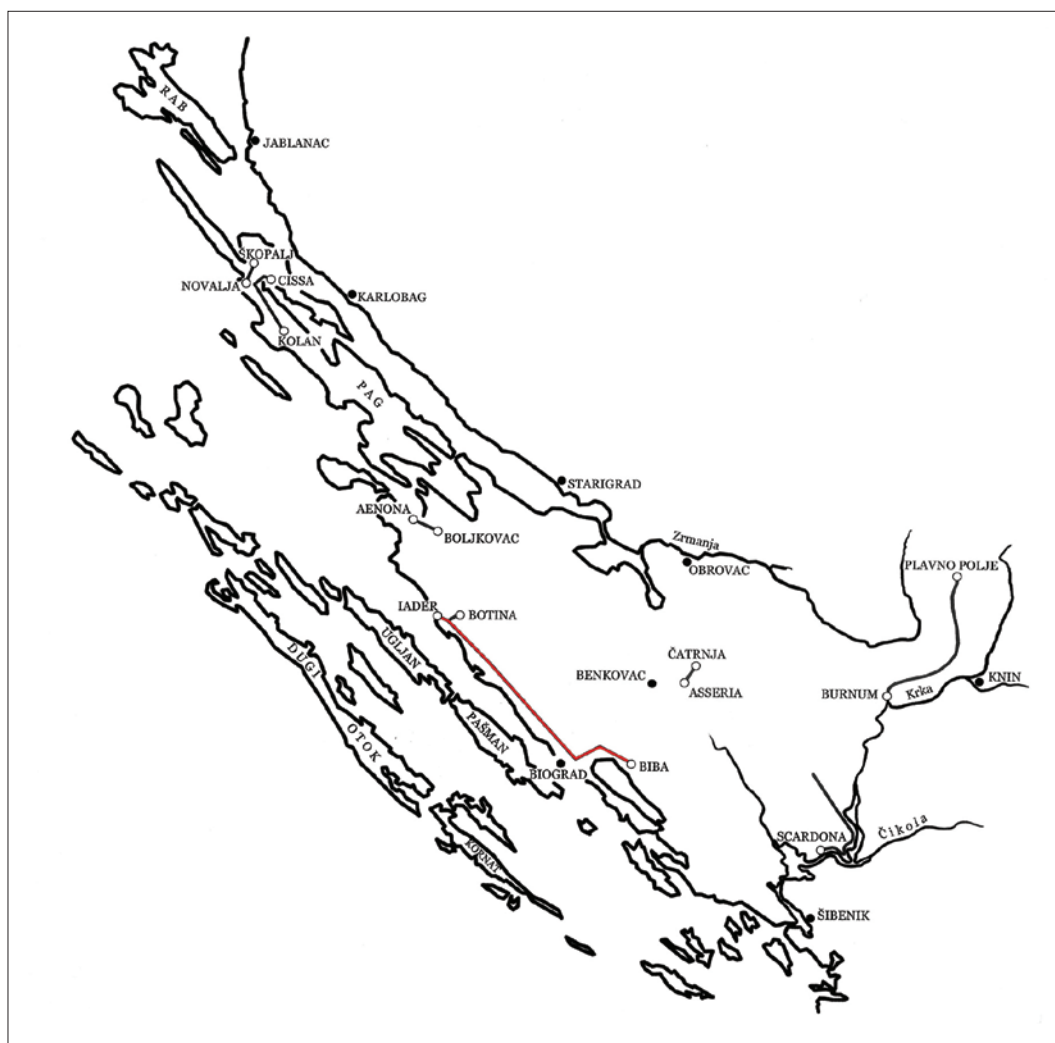
U antičko vrijeme voda je imala neprocjenjiv značaj, i to daleko veći od jednostavne vitalne opskrbe ljudi pitkom vodom. Stanovnicima Rima i njegovih provincija bilo je važno učiniti život lagodnijim putem vode, zadovoljavajući razne luksuzne zahtjeve. U prvim stoljećima Carstva u gradovima i naseljima bilježi se porast javnih i privatnih kupališta te gradskih zdenaca i fontana što je dovelo do potrebe za razvojem i izgradnjom složenijih vodoopskrbnih sustava. Voda je bila od vitalnog značenja i za ruralna naselja i gospodarska imanja u gradskim agerima i u tu se svrhu podižu sekundarni pravci distribucije veće protočnosti i kapaciteta.

Tekovine antičke civilizacije dobro su vidljive i u našim krajevima (Sl. 1). Vodoopskrba u većim gradovima istočne obale Jadrana bila je jedan od glavnih preduvjeta održivosti življenja. Dosadašnje analize antičkih vodovoda u antičkoj južnoj Liburniji potvrđuju njihov veliki značaj za funkcioniranje urbanih sredina. Pojedina inženjerska ostvarenja ukazala su na visok stupanj vještine u rješavanju složenih hidrauličkih problema kako bi se osigurala stabilna opskrba vodom.

INTRODUCTION

In antiquity the importance of water was invaluable, exceeding simple yet vital supply with drinking water. The residents of Rome and its provinces aspired to make life more comfortable by using water, satisfying various luxurious needs. In the first centuries of the Empire, growing number of public and private baths as well as city wells and fountains was recorded. Therefore more complex water supply systems needed to be developed and built. Water was of vital importance for rural settlements and country estates in the city *ager* resulting in constructions of secondary directions of distribution with higher flow rate and capacity.

Legacy of Roman civilization is well preserved in our regions (Fig. 1). Water supply in larger cities of the eastern Adriatic coast was one of the first preconditions of living sustainability. Previous analyses of the Roman-era water supply systems in ancient southern Liburnia confirm their importance in everyday life in an urban environment. Certain engineering achievements indicate a high degree of skill in solving complex hydraulic problems in order to enable steady water supply.



Slika 1. Trase vodovoda u antičkoj južnoj Liburniji
Figure 1. Routes of the water supply system in southern Liburnia

izvor / source: Dokumentacijski odjel AMZd / Documentation Department of the AMZd; izradio / made by: B. Ilakovac

Različita rješenja u maniri standardne rimske graditeljske prakse u Dalmaciji primijenjena su na vodovodu Biba – Jader. Akvedukt, dužine 40350 m, tekao je od izvora Biba/Subiba (oko 40 metara nad morem) povrh sela Vrane, preko Vranske doline u smjeru današnjeg grada Biograda, a potom je tekao u pravcu Zadra, kroz današnja naselja Sveti Filip i Jakov, Turanj, Sveti Petar, Sukošan i Bibinje te povrh njih (Sl. 1). Osim za egzistenciju grada, akvedukt je vjerojatno služio i za opskrbu pojedinih gospodarskih imanja, poput Kumenta, Bošane i Tukljače kod Turnja.¹

Također, kolonija Jader imala je još jedan znatno kraći vodovod koji se prema Ilakovcu spajao na stariji vod akvedukta Biba – Jader.² Taj se vodoopskrbni sustav napajao s izvora Botina koji je istjecao iz spilje koja se nekoć zvala Kučina (podno sela Crno pokraj Zadra).³ Spoj dvaju akvedukata nalazio se na području gradskog agera (Sl. 6).⁴ Podatci o akveduktu Botina temelje se na skromno očuvanim dijelovima vodovodne konstrukcije jer on do sada nije sustavno istraživao.⁵

Jadertinski vodoopskrbni sustav s izvorišta Biba povrh Vrane u cjelini se sastojao od više elemenata. Osnovu cjelokupne trase činio je gravitacijski kanal uzdužnog pada od 0,064 % do 0,254 %.⁶ Ovisno o karakteristikama terena, kanal je bio plitko ukopan ili izdignut na zidanim nosačima.⁷ Jedna od većih zapreka bila je močvarna udolina Vranskog jezera koja je premoštena sifonom.⁸ U nastavku, od položaja prihvatnog kasteluma, trasa gravitacijskog kanala slijedi slojnice terena obilazeći veće zapreke. Na užem zadarskom području graditelji nailaze na povišen teren što je riješeno ukopavanjem dijela trase (Sl. 7). Mosne zasvođene konstrukcije nisu arheološki

A wide range of interventions in the manner of the Roman building practice in Dalmatia were used on the water supply system Biba – lader. The aqueduct, in length of 40,350 m, flew from Biba/Subiba spring (about 40 m above sea level) near the village of Vrana, over Vranska dolina (*valley of Vrana*) towards present-day town of Biograd, and then it continued towards Zadar through modern villages Sveti Filip i Jakov, Turanj, Sveti Petar, Sukošan and Bibinje, and near them (Fig. 1). Except for the city needs, the aqueduct was probably used for supplying certain country estates, such as Kument, Bošana and Tukljača near Turanj.¹

Furthermore, the colony of lader had another, much shorter aqueduct that joined the older branch of the aqueduct Biba – lader, according to Ilakovac.² This water supply system was fed from Botina source that flew out of a cave once called Kučina (at the foot of the village of Crno near Zadar).³ The connection of two aqueducts was located in the area of the city *ager* (Fig. 6).⁴ Data about the Botina aqueduct are based on modestly preserved sections of the water supply construction since it has not been systematically explored.⁵

The water supply system from Biba spring to lader via Vrana consisted of several elements. The base of the entire route consisted of a gravity channel with longitudinal slope from 0.064 % to 0.254 %.⁶ The channel was dug shallowly or raised on masonry piers depending on the terrain characteristics.⁷ One of the biggest obstacles was a swamp valley of Lake Vrana that was bridged over by a siphon.⁸ In continuation, from the position of intake structures (*castellum fontis*), route of the gravity channel follows the terrain contour lines bypassing big obstacles. In the restricted

1 Opširnije o rimskom akveduktu Biba – Jader vidi B. Ilakovac 1982, 147–229; Ž. Miletić 2017, 39–50.
2 Prema rekonstrukciji akvedukt s izvora Botina bio je dug približno 3400 m do mjesta na kojem je bio priključen na stariji vodovod. Visinska razlika koja je svladana iznosila je 26,4 m s uzdužnim padom od čak 0,776 %, a širina kanala je samo 21 centimetar. Pretpostavlja se da je maksimalni kapacitet iznosio 34 l/s (B. Ilakovac 1982, 230–240; K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 873).
3 C. F. Bianchi 1883, 18–19.
4 Mjesto gdje su se spajali akvedukti, nije točno definirano. Prema rekonstrukciji Ilakovca spoj se nalazio približno na križanju današnje Ulice Ivana Zadrana i Ulicom Ante Starčevića (B. Ilakovac 1982, 216–217, sl. 80). S druge strane, postoji i opcija da su se akvedukti spajali bliže gradu, na mjestu gdje se danas Ulica Eugena Kvaternika spaja s Ulicom Nikole Šubića Zrinskog. Taj pravac sugerira karta iz 1570. godine koja se čuva u Kriegsarchivu u Beču (S. Gluščević 2005, 319–320; za kartu vidi I. Petricoli 1999, 33).
5 Dosadašnje spoznaje o rimskom vodovodu s izvorišta Botina donosi B. Ilakovac (B. Ilakovac 1982, 230–240).
6 Ilakovac donosi egzaktno podatke o protočnosti pojedinih dionica. Kapacitet prvog gravitacijskog kanala iznosio je 114 l/s (2050 m), kapacitet kamene sifonske dionice (kameni elementi vjerojatno su kasnije zamijenjeni olovnim cijevima) oko 50 l/s (5000 m), a kapacitet završnog, drugog gravitacijskog kanala iznosio je 57 l/s (33300 m); B. Ilakovac 1982, 221–229. Usp. K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 872–873; I. Zorić Čelar 2018, 40–46.
7 B. Ilakovac 1982, 209–218.
8 Detaljnije podatke o rekonstruiranoj sifonskoj dionici vidi B. Ilakovac 1982, 163–180. Na tehničke detalje ove dionice nedavno se osvrnuo Ž. Miletić (Ž. Miletić 2017, 39–45). Za komparativne primjere invertiranih sifona vidi P. L. Viollet 110–111, T. 5.1.

1 More extensively on the Roman aqueduct Biba – lader see B. Ilakovac 1982, 147–229; Ž. Miletić 2017, 39–50.
2 According to a reconstruction, the aqueduct from Botina spring was roughly 3,400 m long to the place where it joined the older water supply system. The level difference of 26.4 m was solved with a longitudinal slope of as much as 0.776 %. The channel width is only 21 centimeters. Maximum capacity was assumed to be 34 l/s (B. Ilakovac 1982, 230–240; K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 873).
3 C. F. Bianchi 1883, 18–19.
4 The exact place where the aqueducts joined, has not been precisely defined. According to Ilakovac's reconstruction, it was approximately at the junction of Ivana Zadrana and Ante Starčevića Streets (B. Ilakovac 1982, 216–217, fig. 80). On the other hand, there is an option that aqueducts connected closer to the city, at the junction of Eugena Kvaternika and Nikole Šubića Zrinskog Streets. This direction is suggested by a map dating to 1570 kept in the Kriegsarchiv in Vienna (S. Gluščević 2005, 319–320; for the map see I. Petricoli 1999, 33).
5 B. Ilakovac gathered all previous information about the Roman water supply system starting from Botina spring (B. Ilakovac 1982, 230–240).
6 Ilakovac provided exact data about the flow rate of separate sections. Capacity of the first gravity channel was 114 l/s (2,050 m), capacity of stone siphon section (stone elements were probably subsequently replaced by lead pipes) about 50 l/s (5,000 m), and the capacity of final, second gravity channel was 57 l/s (33,300 m); B. Ilakovac 1982, 221–229. Cf. K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 872–873; I. Zorić Čelar 2018, 40–46.
7 B. Ilakovac 1982, 209–218.
8 For more detailed information about the reconstructed siphon section see B. Ilakovac 1982, 163–180. Technical details of this section were recently discussed by Ž. Miletić (Ž. Miletić 2017, 39–45). For comparative examples of inverted siphons see P. L. Viollet 110–111, pl. 5.1.

potvrđene, no vjerojatno su postojale na samom ulazu u antički grad.⁹

Nažalost, od cjelokupne trase vodovoda do danas je ostalo vrlo malo vidljivih arhitektonskih elemenata. Ostatci gravitacijskih nosača očuvani su na nekoliko pozicija duž osnovne trase.¹⁰ S tehničkog gledišta, značajan pothvat predstavlja sifonska dionica (invertirni sifon) koja je premostila Vransku dolinu, duga 5 km i duboka oko 36 metara. Taj segment vodovoda još nije arheološki istražen, a sveukupni podatci baziraju se na slučajnim otkrićima kamenih elemenata (dužina = 82 cm; širina = 60 cm; promjer otvora = 35 cm) i olovne cijevi (promjer = 15 cm, debljina stijenke = 2 cm).¹¹ Pretpostavlja se da je u prvoj fazi na toj dionici akvedukta bilo ugrađeno 8000 kamenih cijevi, koje su naknadno zbog mehaničkih slabosti zamijenjene olovnom.¹²

Gledano u cjelini, vodovodni sustav kolonije Jader pokazuje svu složenost izgradnje gravitacijskog akvedukta koja je iziskivala stručne, posebne geodetske studije prije bilo kakvih građevinskih zahvata. Rimski graditelji prilikom izgradnje uzimali su u obzir topografske specifičnosti i mjerne podatke što je dovelo do kvalitetnih građevinskih rješenja.

PREGLED RANIJIH ISTRAŽIVANJA

Prvi stručni pregledi akvedukta Biba – Jader sežu u kraj 19. stoljeća. Povjesničar i konzervator J. Alačević u radu *L'antichissimo acquedotto di Zara* iz 1898. donosi opise vodovodnih konstrukcija i dimenzije gravitacijskog kanala povrh grada Biograda. U radu se osvrće i na sifonsku dionicu, a povod tome bila su slučajna otkrića dviju kamenih cijevi na prostoru Vranskog blata (građevinski radovi 1876. godine).¹³

Važne podatke donosi i jedan od začetnika hrvatske arheologije, don Luka Jelić. U članku *Povjesno-topografske crtice o biogradskom primorju* (1898.), uz zapažanja vezana za pojedine segmente vodovoda, autor donosi crtež kamene cijevi i prvu skicu sifonske dionice.¹⁴ Među Jelićevom ostavštinom, danas pohranjenom u arhivi Arheološkog muzeja u Splitu, čuvaju se i vrijedne fotografije prvih arheoloških iskapanja vranske trase rimskog akvedukta (Sl.

area of the city of Zadar, builders encountered elevated terrain so a part of the route was dug in (Fig. 7). There is no archaeological evidence of vaulted bridge constructions, but they were probably located at the very entrance to the Roman-era city.⁹

Unfortunately, very few architectural elements have been preserved out of the entire water supply system route. Remains of gravity supports have been preserved at several positions along the main route.¹⁰ In technical terms, construction of a siphon section (inverted siphon) that bridged over Vranska dolina, measuring 5 km in length and 36 m in depth, was particularly demanding. This segment of the water supply system has not been archaeologically explored, and all data are based on accidental discoveries of stone elements (length = 82 cm; width = 60 cm; opening diameter = 35 cm) and a lead pipe (diameter = 15 cm, wall thickness = 2 cm).¹¹ It is assumed that 8,000 stone pipes were used in the first phase in this section of the aqueduct. They were subsequently replaced by lead pipes due to poor mechanical characteristics.¹²

Water supply system of the colony of Jader in general exhibits all complexity of the construction of a gravity-powered aqueduct that demanded professional geodesic studies prior to any building interventions. Roman builders paid attention to topographic specificities and exact measurements which led to high quality solutions.

PREVIOUS RESEARCH OVERVIEW

The first professional inspections of the aqueduct Biba – Jader date to the late 19th century. Historian and conservator J. Alačević in his work *L'antichissimo acquedotto di Zara* of 1898 describes water supply constructions and dimensions of the gravity channel near the town of Biograd. He also mentioned the siphon section, in relation to an accidental discovery of two stone pipes in the area of Vransko blato (construction works in 1876).¹³

Important information is provided by one of the pioneers of the Croatian archaeology, father Luka Jelić. In the paper *Historical and topographical notes on the Biograd littoral* (1898) the author brought a drawing of a stone pipe and the first sketch of the siphon section, alongside

9 Arhivski dokumenti donose podatke o lučnoj konstrukciji koja je dugo stajala u okolici grada (V. Brunelli 1913, 138, bilj. 36; M. Suić 1981, 220; B. Ilakovac 1982, 213). Da je prijelaz akvedukta preko artificijelnog morskog kanala na ulazu u antički Zadar bio riješen pomoću arkada, nedavno je ukazao i Miletić. Autor tu tezu potvrđuje pripadajućim arhitektonskim elementima (kameni žlijebovi, vapnenački i sedreni klinasti blokovi lukova) sekundarno ugrađenim u kasnije fortifikacijske strukture na jugoistočnoj strani gradskog poluotoka (Ž. Miletić 2017, 48–50).

10 Pojedine sekcije punih zidanih nosača danas su vidljive uz današnji magistralni put Zadar – Biograd. Na širem prostoru grada Zadra ostatci akvedukta očuvani su na prostoru Gradskog groblja, u Ulici Franka Lisice i Ulici Ivana Zadranina.

11 J. Alačević 1898, 7; L. Jelić 1898, 34, sl. 2–3.

12 B. Ilakovac 1971, 107; 1982, 163–172, sl. 53.

13 J. Alačević 1898, 7.

14 L. Jelić 1898, 33–35.

9 Archival documents reveal information about arch construction that was preserved in the city surrounding (V. Brunelli 1913, 138, n. 36; M. Suić 1981, 220; B. Ilakovac 1982, 213). Miletić recently claimed that the aqueduct builders used arcades for crossing over an artificial sea channel at the entrance to ancient Zadar. The author corroborated this thesis with the corresponding architectural elements (stone grooves, limestone and wedge-shaped tufa blocks of the arches) in secondary use in later fortification structures on the southeastern side of the city peninsula (Ž. Miletić 2017, 48–50).

10 Some sections of solid masonry piers are still visible along the main aqueduct Zadar – Biograd. In the wider area of the city of Zadar remains of the aqueduct were preserved in the area of the City Cemetery, in Franka Lisice and Ivana Zadranina Streets.

11 J. Alačević 1898, 7; L. Jelić 1898, 34, figs. 2–3.

12 B. Ilakovac 1971, 107; 1982, 163–172, fig. 53.

13 J. Alačević 1898, 7.



Slika 2. Nalazi masivnih kamenih elemenata sifona u vranskoj dolini; lijevo: izvađeni elementi sifona na lokaciji Maškovića han, desno: kameni elementi na položaju Gladuše polje
 Figure 2. Finds of massive stone elements of siphon in the valley of Vrana; left: siphon elements recovered from the site of Maškovića han; right: stone elements at the position Gladuše polje

izvor / source: Arheološki muzej u Splitu, arhiva L. Jelića /
 Archeological Museum in Split, L. Jelić's archive



Slika 3. Iskopavanja gravitacijskog kanala akvedukta u blizini izvora Biba
 Figure 3. Excavations of the aqueduct gravity channel near Biba spring

izvor / source: Arheološki muzej u Splitu, arhiva L. Jelića /
 Archeological Museum in Split, L. Jelić's archive



Slika 4. Zidani nosač akvedukta uz desni tok potocića Ričine – pogled na jugoistočni profil unutar recentnog prokopa
 Figure 4. Masonry pier of the aqueduct next to the right-hand flow of Ričina stream – view of southeastern profile in the recent dig

foto / photo: B. Štefanac



Slika 5. Zidani nosač akvedukta uz desni tok potocića Ričine – pogled na sjeverozapadni profil unutar recentnog prokopa
 Figure 5. Masonry pier of the aqueduct next to the right-hand flow of Ričina stream – view of southwestern profile in the recent dig

foto / photo: B. Štefanac

2–3).¹⁵ Jelić je iskapao nekoliko položaja na vranskom području, među kojima je i lokacija izvorišta Biba.¹⁶

Sustavna istraživanja akvedukta započeo je u prosincu 1955. godine Institut za historijske nauke u Zadru. Radovi, kojima prvotno rukovodi M. Suić, bili su usmjereni na dio trase vodovoda Zadar – Bibinje.¹⁷ U narednim godinama ispitivanja akvedukta preuzima B. Ilakovac.¹⁸ Duž cjelokupne trase izvedeno je 178 sondiranja i pritom je načinjena kvalitetna dokumentacija. B. Ilakovac je primjenom interdisciplinarnih metoda došao do iznimno vrijednih podataka za bolje poznavanje antičkog vodoopskrbnog sustava.¹⁹ Svi prikupljeni podatci temeljito su prikazani u monografiji *Rimski akvedukti na području sjeverne Dalmacije* (1982.).

U novije vrijeme provedeno je nekoliko zaštitnih arheoloških istraživanja antičkog vodovoda. Na biogradskom području vršeni su manji istražni radovi (2013.) na dijelu plitko ukopane vodovodne konstrukcije. Tom su prilikom istraženi manji dijelovi gravitacijskog kanala, očuvanog u nižim razinama.²⁰

Na užem području grada Zadra izvedeno je više zaštitnih arheoloških istraživanja u kojima su otkriveni temeljni ostatci akvedukta. Tu svakako treba spomenuti segment zidanog nosača otkrivenog tijekom arheološkog nadzora u travnju 2014. godine pokraj današnjeg Gradskog groblja, uz desnu (sjeverozapadnu) stranu potoka Ričina (Sl. 4).²¹ Na tom mjestu vidljiv je presjek zida u temeljnoj zoni (širina = 1,8 – 2,0 m) jer je bio presječen u građevinskim radovima 90-ih godina 20. stoljeća. Otkriveni zidani nosač bio je dio mosne konstrukcije kojom je riješen prijelaz preko potoka Ričine. Svega 30 m od navedene mikrolokacije (u pravcu grada) akvedukt prelazi u podzemnu dionicu kako bi sačuvao kontinuirani pad (Sl. 5). Osim toga, rimski vodovod u Ulici Franka Lisice slijedi putanju antičke komunikacije Jader – Burnum.²² Dio podzemne trase vodovoda istražen je 2018. godine (detaljnije u nastavku).²³

remarks related to certain segments of the water supply system.¹⁴ Important photographs of the first archaeological excavations of the Roman aqueduct's outer route are found in the personal archive of Luka Jelić, presently kept in the archives of the Archaeological Museum in Split (Figs. 2–3).¹⁵ Jelić excavated several positions in the Vrana region, including the locality of Biba spring.¹⁶

The Institute of Historical Sciences in Zadar started the systematic excavation of the aqueduct in December 1955, led by Mate Suić at first. The investigation was focused on the part of the route of the water supply system Zadar – Bibinje.¹⁷ In the subsequent years B. Ilakovac took over the aqueduct research.¹⁸ Along the entire route 178 trial trenches were opened, all producing high quality documentation. B. Ilakovac used an interdisciplinary method to obtain exceptionally valuable information for better understanding of the Roman water supply system.¹⁹ All collected data were presented extensively in the monograph *Roman aqueducts in the northern Dalmatia region* (1982).

Several rescue archaeological excavations of the Roman water supply system have been conducted recently. Small-scale research works were carried out in the Biograd region in 2013, in a part of a shallowly dug water supply construction. Small segments of the gravity channel preserved at the lower levels were excavated on that occasion.²⁰

In the restricted city area in Zadar a few rescue archaeological excavations were carried out that uncovered foundation remains of the aqueduct. We should definitely mention a segment of a masonry pier discovered during archaeological surveillance in April 2014 near the present-day City Cemetery, along the right-hand (northwestern) side of Ričina stream (Fig. 4).²¹ Cross-section of a wall in foundation zone is visible (width 1.8–2.0 m) as it was cut in the construction works in the 1990s. The discovered masonry pier was a part of the construction that bridged over Ričina stream. Only 30 m from the mentioned location (towards the city) the aqueduct passes into an underground section

15 Ovdje posebno zahvaljujem kolegi A. Duplančiću iz Arheološkog muzeja u Splitu na ustupljenim fotografijama iz Jelićeve ostavštine.

16 M. Dubolnić Glavan, R. Maršić 2019, 62, sl. 61.

17 Rezultati ispitivanja provedenih od 1955. do 1958. doneseni su u najkraćim crtama. Navodi se da akvedukt slijedi izohipse terena s tim da na nekim mjestima pokazuje oštrije zavojke. Suić ističe da na raznim dijelovima trase zid nosač uvijek ima širinu 1,20 m (M. Suić 1955, 180; 1958, 18–19, sl. 3).

18 Boris Ilakovac (1924. – 2008.), hrvatski arheolog i arhitekt, ponajviše se bavio antičkom arheologijom, urbanizmom i graditeljstvom, a posebno istraživanjem rimskih vodovoda u sjevernoj Dalmaciji. Nakon djelovanja u Institutu za historijske nauke, od 1962. radi kao kustos u Arheološkom muzeju Zadar.

19 B. Ilakovac 1982, 154.

20 Istraživanje je provedeno u svibnju i lipnju 2013. godine u Ulici Frane Kršinića u Biogradu. Arheološke radove izvodila je arheološka firma Georheo d.o.o. (voditelj: D. Maurin). Za detaljnije podatke vidi D. Maurin 2013, 461.

21 Arheološki nadzor vršio je u studenome 2013. godine Muzej antičkog stakla u Zadru (B. Štefanac, A. Šopar).

22 U prošlom stoljeću na više lokacija uz antičku cestu koja je tekla današnjom Ulicom Franka Lisice (bivša Benkovačka cesta) registrirani su ranocarski paljevinski grobovi. Isto tako, grobovi su potvrđeni i kod današnjeg Gradskog groblja uz potok Ričina (M. Suić 1958, 17; S. Gluščević 2005, 47, 57).

23 Arheološka zaštitna istraživanja proveo je Muzej antičkog stakla u Zadru u srpnju 2018. godine (voditelj: B. Štefanac; stručna ekipa: K. Hazoš, A. Gorenz).

14 L. Jelić 1898, 33–35.

15 I owe a debt of gratitude to colleague A. Duplančić from the Archaeological Museum in Split for allowing me to use photographs from Jelić's archive.

16 M. Dubolnić Glavan, R. Maršić 2019, 62, fig. 61.

17 Results of the excavations conducted from 1955 to 1958 are presented briefly. It is stated that the aqueduct follows the terrain contour lines, with sharp curves at certain spots. Suić emphasizes that the support wall always has a width of 1,20 m in different route sections (M. Suić 1955, 180; 1958, 18–19, fig. 3).

18 Boris Ilakovac (1924–2008), Croatian archaeologist and architect, mostly dealt with classical archaeology, urbanism and construction, in particular he studied Roman aqueducts in northern Dalmatia. After working in the Institute of Historical Sciences, he was employed as a curator in the Archaeological Museum Zadar from 1962.

19 B. Ilakovac 1982, 154.

20 The excavation was conducted in May and June 2013 in Frana Kršinića Street in Biograd. Archaeological works were carried out by the archaeological company Georheo d.o.o. (leader: D. Maurin). For more detailed information see D. Maurin 2013, 461.

21 Archaeological surveillance was carried out by the Museum of Ancient Glass (B. Štefanac, A. Šopar) in Zadar in November 2013.



Slika 6. Plan trase antičkog vodovoda na užem području grada Zadra

Figure 6. Plan of the Roman water supply route in the restricted area of the city of Zadar

podloga: Hrvatska osnovna karta – izvor Geoportal DGU; trasa ucrtana prema B. Ilakovac 1982 / base: Croatia basic map – source Geoportal DGU; route drawn after B. Ilakovac 1982

U ovom kratkom pregledu valja spomenuti i arheološki nadzor zemljanih iskopa na trasi akvedukta u Ulici Nikole Šubića Zrinskog u Zadru.²⁴ Temelji punog zidanog nosača otkopani su tijekom proširenja prometnice između nove Poliklinike i Opće bolnice Zadar. Ta je dionica rimskog vodovoda bila vidljiva još 60-ih godina 20. stoljeća, međutim od tada je pretrpjela mnoge devastacije.

RECENTNA ISTRAŽIVANJA PODZEMNE TRASE RIMSKOG AKVEDUKTA

Prinos boljem poznavanju vodoopskrbnog sustava kolonije Jader dala su recentna arheološka istraživanja provedena na užem području grada Zadra. Godine 2018. ispitana je podzemna trasa akvedukta Biba – Jader koja se nalazi u neposrednoj blizini Gradskog groblja, na spoju ulica Jurja Šižgorića i Franka Lisice (Sl. 6). Ta je trasa ubicirana prije više od pola stoljeća,²⁵ međutim na tom položaju do danas nisu provedena sustavna istraživanja.

U novim zaštitnim arheološkim radovima obuhvaćena je površina od 50 m² i tom je prilikom otkriven segment ukopane trase akvedukta u dužini od 8 m (Sl. 7–8). Tijekom iskopavanja prikupljeni su značajni podatci o toj dionici akvedukta. Vodovod je izgrađen unutar prokopanog usjeka u živoj stijeni, širine 1,50 m i dubine 2,0 m (Sl.

in order to maintain a steady flow (Fig. 5). Furthermore, Roman water supply system in Franka Lisice Street follows the Roman-era communication line lader – Burnum.²² Part of the underground water supply route was excavated in 2018 (more details in continuation).²³

In this short overview we must not omit archaeological surveillance of excavation works on the aqueduct route in Nikole Šubića Zrinskoga Street in Zadar.²⁴ Foundations of a solid masonry pier were excavated during the widening of the road between the new Polyclinic and the General Hospital Zadar. This section of the Roman water supply system was visible back in the 1960s but it had suffered heavy devastation since.

RECENT RESEARCH OF THE UNDERGROUND ROUTE OF THE ROMAN AQUEDUCT

A contribution to better understanding of the water supply system of the colony of Iader was provided by recent archaeological research conducted in the restricted city area in Zadar. In 2018, the underground route of the aqueduct

24 Arheološki nadzor proveo je Arheološki muzej Zadar u studenome 2018. godine; voditeljica: T. Alihodžić (<https://zadarski.slobodnadalmacija.hr/>; pristupljeno 26. studenoga 2018.).

25 M. Suić 1955, 179–180.

22 Early Imperial cremation graves were recorded at several locations along the Roman road that corresponds to the present-day Franka Lisice Street (former Benkovačka Street). Graves were also found near the present-day City Cemetery near Ričina stream (M. Suić 1958, 17; S. Glušević 2005, 47, 57).

23 Rescue archaeological excavation was conducted by the Museum of Ancient Glass in Zadar in July 2018 (leader: B. Štefanac; professional team: K. Hazoš, A. Gorenz).

24 Archaeological surveillance was carried out by the Archaeological Museum Zadar in May 2018; leader: T. Alihodžić (<https://zadarski.slobodnadalmacija.hr/>; accessed 26 November 2018).



Slika 7. Novootkriveni kanal rimskog akvedukta – trasa podzemne dionice kod Gradskog groblja

Figure 7. Newly found channel of the Roman aqueduct – route of the underground section near the City Cemetery

foto / photo: M. Gospić



Slika 8. Zračni snimak novootkrivene dionice akvedukta

Figure 8. Aerial photo of the newly discovered aqueduct section

foto / photo: M. Gospić

9). Na većini istražene trase gravitacijski je kanal cjelovito očuvan te prekriven intaktnim arheološkim slojem. S obzirom na to da je kanal na dva mjesta bio oštećen recentnim instalacijama, mogao se sagledati njegov puni presjek.

Osnovu vodovoda činio je kanal pravokutnog presjeka, zatvoren polukružnom zasvođenom konstrukcijom (unutrašnje mjere 1,40 × 0,60 m) (Sl. 9).²⁶ Bočni zidovi kanala podignuti su uz okomite stijene prokopanog usjeka. Za gradnju zidova korišteni su djelomično klesani kameni blokovi, dok je svod zidan od neobrađenog kamenja većeg i manjeg formata vezanog žbukom (Sl. 10). Na unutrašnjoj

Biba – lader was investigated in immediate vicinity of the City Cemetery, at the junction of Jurja Šižgorića and Franka Lisice Streets (Fig. 6). This route has been pinpointed over half a century ago,²⁵ but professional excavations have not been conducted on this position to the present day.

In the most recent rescue archaeological works an area of 50 m² was encompassed when a segment of the buried route of the aqueduct was unearthed in length of 8 m (Figs. 7–8). Important data about this aqueduct section were collected during the research. The water supply system was built within an artificial opening cut in the bedrock, 1.50 m wide and 2.0 m deep (Fig. 9). In the bigger part of the excavated route the gravity channel is fully preserved and covered with an intact archaeological layer. Since the channel was damaged by recent installations, its full cross-section was visible.

The base of the water supply system consisted of a channel with rectangular cross-section, enclosed with a semicircular vaulted construction (inner dimensions 1.40×0.60 m) (Fig. 9).²⁶ Lateral walls of the channel were constructed along the vertical walls of the cut. Partially dressed stone blocks were used to build the walls while the vault was made of unworked stones of different sizes bound with mortar (Fig. 10). Imprints of wooden formwork used during the construction are clearly visible on the inner side of the vault. Therefore the vault diameter is somewhat wider than the inner walls of the channel (0.68 m). Interior of the channel was covered with several layers of hydraulic mortar. In technical terms, one can notice certain morphological details that contribute to better hydraulic characteristics. This refers in particular to the narrowed bed with square cross-section and slope on the corners that contributes to better flow rate and prevents sediment retention. Bed walls are exceptionally smooth. They are made of extremely hard cement (Pl. 1).²⁷

Diverse small archaeological finds represent a particularly important contribution to the research of the Roman water supply. These data are even more important if we have in mind that researchers in the past did not pay attention to small finds.²⁸ Most newly found material was recovered from layers in the narrow space between the channel and vertical walls of the cut bedrock. Some of the material was discovered when the vault construction was cleaned, in the soil that filled fissures in the vault structure.

25 M. Suić 1955, 179–180.

26 The highest level of the vault is 0.5 m below the present walking surface.

27 Difference in structure and hardness of mortar of the lower and upper part of the channel was noticed during the excavation. Upper sections of the channel (above the groove) were covered with poor quality mortar, probably a combination of slaked lime, regular sand and water.

28 In most professional papers and studies dealing with the Biba – lader aqueduct small archaeological finds are not mentioned. During the 20th century mostly trial excavations were conducted to check physical characteristics of the system, focusing mainly on measurement data relevant for the analysis of hydraulic characteristics of the water supply system.



Slika 9. Kanal podzemne dionice akvedukta

Figure 9. Channel of the underground section of the aqueduct

foto / photo: B. Štefanac

strani svoda jasno su vidljivi i otisci drvene armature korištene tijekom gradnje. Iz tog razloga dijametar svoda nešto je širi od unutrašnjih stijenki kanala (0,68 m). Unutrašnjost kanala bila je obzidana s nekoliko slojeva hidraulične žbuke. S tehničkog gledišta, zamjetni su pojedini morfološki detalji koji pridonose boljim hidrauličkim karakteristikama. Tu se posebno izdvaja suženo korito kvadratna presjeka s pokosom na uglovima koje doprinosi boljoj protočnosti i sprječava zadržavanje taloga. Stijenke korita na visokom su stupnju zaglađenosti te su načinjene od cementa iznimno čvrste strukture (T. 1).²⁷

Istaknuti prinos istraživanju antičkog vodovoda predstavlja otkriće raznovrsnog sitnog arheološkog materijala. Stečeni su podatci značajni jer u starijim iskopavanjima akvedukta istraživači nisu pridavali pažnju sitnim arheološkim nalazima.²⁸ Većina novootkrivene

27 Prilikom istraživanja jasno je uočena razlika u čvrstoći i strukturi žbuke donjeg i gornjeg dijela kanala. Gornji dijelovi kanala (iznad žlijeba) obloženi su žbukom loših svojstava, a vjerojatno se radi o smjesi gašenog vapna, običnog pijeska i vode.

28 U većini stručnih radova i studija posvećenih akveduktu Biba – Jader ne navode se nalazi sitnog arheološkog materijala. Tijekom 20. stoljeća uglavnom su vršena sondažna iskopavanja u kojima se provjeravalo fizičko stanje sustava te su uglavnom bilježeni mjerni podatci važni za obradu hidrauličkih karakteristika vodovoda.



Slika 10. Pogled na unutrašnjost rimskog akvedukta

Figure 10. View of the Roman aqueduct interior

foto / photo: B. Štefanac

In the layer next to the northern side of the channel, sherds of Roman-era pottery were dominant, mostly smaller non-diagnostic fragments of coarse ware. Undecorated big and small vessels can be recognized, despite fragmentation. Remains of amphora handles were recovered as well as fragments of other transport vessels (Fig. 11).

Two small glass pieces, a bowl fragment and a piece of a juglet handle were found in the excavation of the layer above the channel vault. Only bowl fragment allows more precise typological classification. It is evident that a piece of translucent bluish-greenish glass belonged to a ribbed bowl, Isings form 3a (Fig. 11).²⁹ This type of bowl regularly has shallow semicircular body with distinct relief ribs on the outer side. Since these bowls are produced by sagging glass over a convex mold, one can notice traces of finishing touches on the wheel with a certain degree of polishing. In terms of chronology, it is a type characteristic of the 1st century. Such examples usually appear in the archaeological contexts dating from AD 40 to 80 in the Zadar region. Ribbed bowls are usually made in monochromatic variant, but there are also more luxurious examples made of mosaic

29 C. Isings 1957, 17–20.



Slika 11. Ulomci keramičkog i staklenog materijala otkrivenog prilikom čišćenja svoda

Figure 11. Pottery and glass fragments found during vault cleaning

foto / photo: B. Štefanac

građe pronađena je u slojevima unutar suženog prostora između kanala i okomitih stijena usječenog kamena živca. Dio materijala otkriven je i prilikom čišćenja svodne konstrukcije, u zemlji koja je ispunjavala procjepe u strukturi svoda.

U sloju uz sjevernu stranu kanala uglavnom su prevladavali ulomci antičke keramike, većinom manji nedijagnostički ulomci posuda grube fature. Unatoč fragmentarnosti vidljivo je da su prisutne posude većeg i manjeg formata bez ukrasa. Otkriveni su ostatci ručke amfora te dijelovi tijela drugih transportnih posuda (Sl. 11).

Prilikom istraživanja u sloju iznad svoda kanala akvedukta pronađena su dva manja staklena ulomka, fragment zdjele te ulomak ručke manjeg vrčića. Preciznija tipološka identifikacija moguća je jedino kod ulomka zdjele. Vidljivo je da je fragment od prozirnog plavkastozelenkastog stakla pripadao rebrastoj zdjeli oblika Isings 3a (Sl. 11).²⁹ Zdjele tog tipa redovito imaju plitko polukružno tijelo s istaknutim reljefnim rebrima na vanjskoj površini. S obzirom na to da se radi o proizvodima nastalim u tehnici prevlačenja na konveksnom kalupu, na posudama su često vidljivi tragovi završne obrade na kolu uz određen stupanj poliranja. U kronološkom smislu, radi se o tipu karakterističnom za 1. stoljeće. Na zadarskom području takvi primjerci uglavnom se javljaju u arheološkim kontekstima od 40. do 80. godine. Rebraste zdjele najčešće su izrađivane u monokromnoj varijanti, no poznati su i luksurniji primjerci od mozaičkog stakla.³⁰ Zbog praktičnog oblika bile su omiljene u čitavom

glass.³⁰ Their practical form made them popular across the Empire. A considerable number was recorded in urban areas, and they were just as popular in military camps.³¹

A bronze fibula stands out among the recovered small archaeological finds (Fig. 12). This artifact is exceptionally well preserved and characterized by clearly recognizable morphological elements (Pl. 2). In typological terms, the specimen can be attributed to strongly profiled fibulae (*kräftig profilierte Fibeln*) classified as Almgren type 68.³² Details of rendering the head, spiral mechanism, bow and foot suggest that it was a variant most commonly used from AD 40 to 80 (variant Riha 2.9.2).³³ The form is rarely seen in post-Flavian period and it fell into disuse by the end of the 1st century.³⁴ It is widely accepted that this form developed from the older variant of the Almgren type 67 fibulae in the period of late Tiberius' reign.³⁵ The eastern Alpine region is believed to be the area of its origin where the earliest examples were recorded.³⁶ The form spread from Noricum and Pannonian region across the western provinces.³⁷ Examples of strongly profiled fibulae were recorded outside the borders of the Empire, especially in the Baltic region and Scandinavia.³⁸ Fibulae of this type are well represented in Claudian or Flavian military camps.³⁹ This type was also attested in Croatia, especially its continental part.⁴⁰

The find of this bronze fibula is particularly important because of its findspot. Namely, it was recovered from a mortared fill in the space between the vault and the cut bedrock (Fig. 13). In other words, since the fill partly lay on the aqueduct vault, the fibula can be used as a chronological benchmark. It seems that the fill was formed immediately after the aqueduct building, while construction works were still ongoing. It is beyond doubt that the layer of soil mixed with mortar that completely covered the vault is in chronological correlation with it. Glass finds date this layer to the period from AD 40 to 80.

29 I. Fadić, B. Štefanac 2020, 22.

30 C. Isings 1957, 17–20, form 3a; M. C. Calvi 1968, 65; K. Goethert-Polaschek 1977, form 3; D. F. Grose 1989, 248–249; L. Kraskovská 1981, 11–17; B. Rütli 1991, 29–31, M. Stern, B. Schlick-Nolte 1994, 316–323, no. 93–96; N. Kunina 1997, 268, no. 93; I. Fadić 1997, 172; I. Lazar 2003, 39–40; I. Jadrčić 2011, 363; Z. Buljević 2017, 183. More comprehensively on ribbed bowls in the territory of Croatia see I. Fadić, B. Štefanac 2020, 22–27.

31 O. Almgren 1923, 34–47, group IV, type 68. I would like to extend my gratitude to colleague Sanja Ivčević from the Archaeological Museum in Split who provided valuable information about this fibula type.

32 More comprehensively about the mentioned variant of *kräftig profilierte* fibulae see E. Riha 1979, 69–70, cat. no. 1981–1991; E. Riha 1994, 69, variant 2.9.2; C. Gugl 1995, 12, cat. no. 15–27; U. Boelicke 2002, 74; M. Kolb 2006, 109, grave 114; H. Seldmayer 2009, 270.

33 C. Gugl 1995, 12.

34 J. van der Roest 1990, 152.

35 Fibulae of Almgren type 68 appear in Magdalenberg as early as Tiberius' time (H. Seldmayer 2009, 270, cat. no. 396–413, Pl. 20 (time span: AD 30/40 – 50).

36 E. Riha 1979, 69–70; N. Crummy 1983, 10, cat. no. 37.

37 J. van der Roest 1990, 152; C. Gugl 2008, 34.

38 C. Gugl 1995, 12.

39 R. Košćević 1980, 21.

29 C. Isings 1957, 17–20.

30 I. Fadić, B. Štefanac 2020, 22.

Carstvu. Zapažen broj evidentiran je u urbanim sredinama, a bile su popularne i u vojnim logorima.³¹

Među otkrivenim sitnim arheološkim materijalom posebno se izdvaja nalaz brončane fibule (Sl. 12). Sponu krasi izvanredna očuvanost s jasno vidljivim morfološkim elementima (T. 2). Tipološki gledano, primjerak se može uvrstiti u tip snažno profiliranih fibula u stručnoj literaturi klasificiranih kao tip Almgren 68.³² Detalji izvedbe glave, spiralnog mehanizma, luka i noge upućuju na to da se radi o varijanti koja je bila u najčešćoj upotrebi od 40. do 80. godine (varijanta Riha 2.9.2).³³ Oblik se rijetko javlja u postflavijevskom razdoblju te u potpunosti izlazi iz upotrebe krajem 1. stoljeća.³⁴ Opće je prihvaćeno da se ta inačica razvila iz starije varijante fibula tipa Almgren 67 u razdoblju kasne Tiberijeve vladavine.³⁵ Matičnim područjem smatra se istočnoalpska regija gdje su i potvrđeni najstariji oblici.³⁶ Iz noričko-panonskog prostora oblik se proširio širom zapadnih provincija.³⁷ Primjerci snažno profiliranih fibula registrirani su i izvan granica Carstva, posebno na Baltiku i u Skandinaviji.³⁸ Fibule te vrste dobro su zastupljene u vojnim logorima iz klaudivjevskog i flavijevskog razdoblja.³⁹ Nalazi su potvrđeni i u našim krajevima, posebno u kontinentalnom dijelu Hrvatske.⁴⁰

Nalaz brončane fibule posebno je značajan zbog mjesta njezina pronalaska. Naime, fibula je pronađena unutar žbuknog naboja koji je ispunjavao prostor između svoda i usječene matične stijene (Sl. 13). Drugim riječima, s obzirom na to da je naboj dijelom nalegao na svod akvedukta, nalaz fibule može poslužiti kao kronološki reper. Čini se da naboj nastaje neposredno nakon izgradnje akvedukta, još uvijek u jeku građevinskih radova. Sasvim je sigurno da je s njim u kronološkoj korelaciji i sloj zemlje pomiješan sa žbukom koji je u potpunosti prekrivao svod, datiran nalazima stakla u vrijeme od 40. do 80. godine.



Slika 12. Brončana fibula otkrivena na svodu antičkog vodovoda

Figure 12. Bronze fibula recovered from the vault of the Roman water supply system

foto / photo: T. Lučić

FINAL CONSIDERATIONS

Recent archaeological research has brought to light important information about the Roman water supply system from Biba spring near Lake Vrana. Underground route next to the present-day City Cemetery in Zadar represents an important material heritage since it is the best preserved section of the aqueduct Biba – Iader (Fig. 14). Water supply construction built in the bedrock cut was preserved in full profile. Certain elements of the vaulted channel exhibit basic principles of hydraulics practiced by the Roman builders. High quality technical works are best illustrated in the lower part of the channel where a narrowed bed was formed with walls of exceptionally smooth waterproof mortar. Described water supply construction is well known in the building practice of the ancient world. Narrowed grooves or beds in the gravity channels originate from first drainage systems for fecal and storm water. Similar construction solutions were applied on a number of water supply systems during the early Imperial period. Roman aqueduct of Traslay in France needs to be mentioned as an adequate analogy.⁴¹

Vaulted cover of the channel belongs to typical concepts of the Roman building practice. Many Roman water supply systems were built in this way, both above-ground and underground parts of the constructions. Vaulted channels could have been buried shallowly, placed in cuts or tunnel sections or set on masonry supports.⁴² Vaulted solutions were made for practical reasons, primarily for easier maintenance and prevention of water pollution.

31 C. Isings 1957, 17–20, oblik 3a; M. C. Calvi 1968, 65; K. Goethert-Polaschek 1977, oblik 3; D. F. Grose 1989, 248–249; L. Kraskovská 1981, 11–17; B. Rützi 1991, 29–31; M. Stern, B. Schlick-Nolte 1994, 316–323, br. 93–96; N. Kunina 1997, 268, br. 93; I. Fadić 1997, 172; I. Lazar 2003, 39–40; I. Jadrić 2011, 363; Z. Buljević 2017, 183. Opširnije o rebrastim zdjelama na području Hrvatske vidi I. Fadić, B. Štefanac 2020, 22–27.

32 O. Almgren 1923, 34–47, grupa IV, tip 68. Ovdje iskrene zahvale upućujem kolegici S. Ivčević iz Arheološkog muzeja u Splitu koja mi je pružila vrijedne informacije o ovom tipu fibula.

33 Opširnije o navedenoj varijanti snažno profiliranih fibula vidi E. Riha 1979, 69–70, kat. br. 1981–1991; E. Riha 1994, 69, varijanta 2.9.2; C. Gugl 1995, 12, kat. br. 15–27; U. Boelicke 2002, 74; M. Kolb 2006, 109, grob 114; H. Seldmayer 2009, 270.

34 C. Gugl 1995, 12.

35 J. van der Roest 1990, 152.

36 Fibule tipa Almgren 68 u Magdalensbergu se javljaju već u Tiberijevo doba (H. Seldmayer 2009, 270, kat. br. 396–413, T. 20 (vremenski raspon: 30./40. – 50.).

37 E. Riha 1979, 69–70; N. Crummy 1983, 10, kat. br. 37.

38 J. van der Roest 1990, 152; C. Gugl 2008, 34.

39 C. Gugl 1995, 12.

40 R. Koščević 1980, 21.

41 M. Benedini 2017, 10, fig. 2. Cf. P.-L. Viollet 2007, 128–161, 183–186.

42 R. S. Diamond, B. G. Kassel 2018, 20–21, figs. 8–10; P.-L. Viollet 2007, 134, fig. 6. 6.

ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Recentna arheološka istraživanja na svjetlo dana iznijela su značajne podatke o antičkom vodovodu s izvorišta Biba povrh Vranskog jezera. Podzemna trasa kod današnjeg Gradskog groblja u Zadru predstavlja vrijednu materijalnu ostavštinu jer se radi o najbolje očuvanoj dionici akvedukta Biba – Jader (Sl. 14). Vodovodna konstrukcija podignuta unutar usjeka u matičnoj stijeni očuvana je u punom profilu. Pojedini elementi nadsvođenog kanala pokazuju temeljna načela hidraulike koja su prakticirali rimski graditelji. Kvalitetna tehnička izvedba osobito je vidljiva u donjem dijelu kanala gdje je formirano suženo korito sa stijenama od vodonepropusne žbuke visokog stupnja zaglađenosti. Opisana vodovodna konstrukcija dobro je poznata u graditeljskoj praksi antičkog svijeta. Suženi žlijebovi ili korita unutar gravitacijskih kanala vuku podrijetlo od prvih sustava odvodnje za fekalnu i oborinsku vodu. Slična konstruktivna rješenja izvedena su na nizu vodoopskrbnih sustava tijekom ranocarskog razdoblja. Kao analogan primjer treba spomenuti antički akvedukt Traslay u Francuskoj.⁴¹

U tipičan koncept antičke graditeljske prakse ulazi i svodno rješenje pokrova kanala. Tako su izrađivani brojni rimski vodovodni sustavi, u jednakoj mjeri podzemni i nadzemni dijelovi konstrukcija. Nadsvođeni kanali mogli su biti plitko ukopani, smješteni u zasjeka i tunnelske dionice ili postavljeni na zidane nosače.⁴² Svodna rješenja rađena su iz praktičnih razloga, prije svega iz potrebe lakšeg održavanja i sprječavanja onečišćenja vode zbog vanjskih utjecaja. Na sličan su način izrađivane i pojedine dionice sustava odvodnje antičkog Jadera. Dobro očuvan primjer nadsvođenog kanala kloake otkriven je 50-ih godina 20. stoljeća u dvorištu crkve sv. Dominika.⁴³

Vodoopskrbni kanali na svod dobro su poznati na istočnoj obali Jadrana iako su rijetko očuvani u punom profilu poput podzemne dionice akvedukta Biba – Jader. Uz primjere antičkih vodovoda sjeverne Dalmacije,⁴⁴ nadsvođeni kanali zabilježeni su kod vodoopskrbnog sustava antičkog Epidaura⁴⁵ i akvedukta Dioklecijanove palače u Splitu⁴⁶. Slične vodovodne konstrukcije opskrbljivale su vodom brojna urbana središta u Rimskom Carstvu. Ovdje vrijedi spomenuti, kao ilustrativan primjer rimskog inženjerstva,



Slika 13. Pogled na naboj od žbuke s nalazom brončane fibule
Figure 13. View of the mortar fill with the bronze fibula

foto / photo: B. Štefanac

Certain sections of the drainage system of Roman Iader were made in a similar way. Well preserved example of a vaulted cloaca channel was discovered in the 1950s in the courtyard of the church of St Dominic.⁴³

Vaulted water supply systems are well known on the eastern Adriatic coast though rarely preserved in full profile such as the underground section of the Biba – Iader aqueduct. In addition to the Roman water supply systems in northern Dalmatia,⁴⁴ vaulted channels were recorded in the systems of the same kind of ancient Epidaurum⁴⁵ and in the aqueduct of Diocletian's Palace in Split.⁴⁶ Similar water supply constructions brought water to a number of urban centers in the Roman Empire. As an illustration of Roman engineering, we will mention well

41 M. Benedini 2017, 10, sl. 2. Usp. P.-L. Viollet 2007, 128–161, 183–186.

42 R. S. Diamond, B. G. Kassel 2018, 20–21, sl. 8–10; P.-L. Viollet 2007, 134, sl. 6.6.

43 M. Suić 1958, 38, sl. 20. Drugi nadsvođeni odvodni kanal registriran je prilikom iskapanja antičke zgrade južno od crkve Sv. Marije (B. Ilakovac 1958, 47–49, sl. 6).

44 B. Ilakovac 1982.

45 Zidani svod antičkog vodovoda Vodovađa – Cavtat po načinu gradnje vrlo je sličan zadarskom. Veće i manje kamenje slagano je na klin i povezano vapnenom žbukom. Više o svodnom rješenju na lokaciji Lovorno vidi Lj. Kovačić 2014, 66–69.

46 K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 875–876, sl. 7.

43 M. Suić 1958, 38, fig. 20. The other vaulted drainage channel was recorded when a Roman-era building south of the church of St Mary was excavated (B. Ilakovac 1958, 47–49, fig. 6).

44 B. Ilakovac 1982.

45 Masonry vault of the Roman water supply system Vodovađa – Cavtat is very similar to the Zadar system in terms of construction. Small and big stones were stacked in the shape of a wedge and bound with lime mortar. More on vault construction from the location Lovorno see Lj. Kovačić 2014, 66–69.

46 K. Marasović, J. Margeta, S. Perojević 2016, 875–876, fig. 7.

Slika 14. Novootkriveni kanal rimskog akvedukta – zračna snimka u smjeru grada

Figure 14. Newly discovered channel of the Roman aqueduct – aerial photo, cityward

foto / photo: M. Gospić

dobro očuvane dionice eifelskog akvedukta u Kölnu, kojemu je osnova bio ukopani nadsvođeni gravitacijski kanal.⁴⁷

Podzemna dionica akvedukta Biba – Jader kod današnjeg Gradskog groblja ima posebnu vrijednost za kronološka razmatranja. Analiza sitnog arheološkog materijala otkrivenog u intaktnim slojevima povrha ukazuje na to da vodoopskrbni kanal vjerojatno nastaje tijekom 1. stoljeća, okvirno u razdoblju od 40. do 80. godine. Dakako, predloženoj dataciji treba pristupiti s određenim oprezom jer otkriveni sitni materijal (uz moguća odstupanja od potvrđenog kronološkog okvira) u ovom slučaju može poslužiti samo kao relativni kronološki reper.

Novi podatci iznimno su značajni jer je do sada prevladavalo mišljenje da je vodoopskrbni sustav Biba – Jader izgrađen nakon 100. godine.⁴⁸ Uporište za kasniju dataciju pojedini autori pronalazili su u poznatom epigrafskom spomeniku iz Trajanova vremena.⁴⁹ Iako je iz natpisa jasno da je car Trajan financirao nešto u vezi izgradnje vodovoda, fragmentarnost teksta ne dopušta detaljniju analizu. Uz to, očuvani sadržaj ne otkriva na koji se od dvaju jadertinskih akvedukata natpis odnosi.

U novije se vrijeme na starije interpretacije kritički osvrće Miletić.⁵⁰ U radu *Rimski akvedukt Vrana – Zadar* (2017.), uz promišljanja o tehničkim rješenjima pojedinih dionica, iznosi i tezu o vremenu izgradnje vodoopskrbnog sustava. Autor smatra da je vodovod Biba – Jader mnogo starijeg postanja, a datum izgradnje akvedukta s izvorišta Botina smješta u Trajanovo doba.⁵¹



preserved sections of the Eifel aqueduct in Cologne, with buried gravity channel as a base.⁴⁷

Underground section of the Biba – Jader aqueduct is particularly important for chronological considerations. Analysis of small archaeological finds recovered from intact layers over the vault suggests that water supply channel was formed probably in the 1st century, roughly in the period from AD 40 to 80. Suggested dating is somewhat tentative since the recovered small finds (with possible deviations from the confirmed chronological framework) in this case may only serve as a relative chronological point of reference.

New information is exceptionally important since up to now prevalent opinion was that the water supply system Biba – Jader was built after AD 100.⁴⁸ Some authors found a foothold for later dating in a well known epigraphic monument from Trajan's era.⁴⁹ Although it is evident that Trajan funded some part of the water supply construction, fragmentariness of the text prevents a more detailed analysis. Furthermore, preserved content does not reveal to which of the two aqueducts of Jader the inscription refers.

Recently, Ž. Miletić considered old interpretations critically.⁵⁰ In his work *Roman aqueduct Vrana – Jader* (2017), alongside considerations of technical solutions of certain segments, he offered a thesis about the time of construction

47 Eifelski akvedukt nastojao se graditi ispod zemlje da bi se izbjeglo onečišćenje i zamrzavanje vode. Opširnije o svodnim rješenjima eifelskog akvedukta vidi H. Lamprecht 1989, 87, sl. 8.

48 M. Suić 1981, 220; B. Ilakovac 1982, 236–238; M. Glavičić 2003, 84–85; I. Fadić 2003, 263–276.

49 CIL 2909 = 9983. Natpis je otkriven davne 1602. godine u kući Panizzoni u Zadru. Iz natpisa je moguće iščitati da je car Trajan dvaput financirao projekte vodoopskrbe kolonije Jader. Prema Ilakovcu prva faza financiranja bila bi usmjerena na obnovu (ne)ispravne sifonske dionice akvedukta Biba – Jader, gdje se kameni elementi zamjenjuju novim olovnim cijevima. Druga faza financiranja uključivala bi projekt izgradnje drugog alimentacijskog vodovoda iz Botine radi povećanja kapaciteta postojećeg sustava. Sve iznesene pretpostavke navele su Ilakovca na zaključak da kolonija Jader nije imala akvedukt prije Trajanova doba (B. Ilakovac 1982, 236–238). Za opširniju analizu fragmentarnog natpisa vidi J. Medini, 1969, 55; B. Ilakovac 1982, 236–238; M. Glavičić 2003, 84–85; Ž. Miletić 2017, 45–46.

50 Ž. Miletić 2017, 48.

51 Miletić navodi da je cilj izgradnje kraćeg vodovoda s izvorišta Botina bio dodatno povećanje već solidnog standarda zbog novih zahtjeva potrošača. Isto tako, autor iznosi tezu da je car Trajan dvaput financirao arhitektonske projekte vodoopskrbe Zadra, možda one vezane za izgradnju drugog vodovoda za Jader (iz Botine) i grane vodovoda za zadarsku luku (Ž. Miletić 2017, 48).

47 There was a tendency to build the Eifel aqueduct under ground for the most part in order to avoid pollution and freezing of water. For more details about the vault constructions of the Eifel aqueduct see H. Lamprecht 1989, 87, fig. 8.

48 M. Suić 1981, 220; B. Ilakovac 1982, 236–238; M. Glavičić 2003, 84–85; I. Fadić 2003, 263–276.

49 CIL 2909 = 9983. The inscription was discovered back in 1602 in the Panizzoni house in Zadar. It reveals that the emperor Trajan funded water supply projects of the colony of Jader twice. According to Ilakovac, the first phase of funding was focused on renewal of (non)-functional siphon section of the Biba – Jader aqueduct, where stone elements were replaced by new lead pipes. The second phase of funding would include a project of building second, auxiliary water supply system from Botina in order to increase the capacity of the existing system. All these assumptions led Ilakovac to a conclusion that the colony of Jader did not have an aqueduct before Trajan's time (B. Ilakovac 1982, 236–238). For a more extensive analysis of the fragmentary inscription see J. Medini, 1969, 55; B. Ilakovac 1982, 236–238; M. Glavičić 2003, 84–85; Ž. Miletić 2017, 45–46.

50 Ž. Miletić 2017, 48

Rezultati recentnih istraživanja podzemne dionice akvedukta išli bi u smjeru potonje hipoteze, međutim za konačne zaključke nužno je provesti sustavna istraživanja pojedinih dionica. Dakako, čini se izglednim da je kolonija Jader u drugoj polovini 1. stoljeća već imala riješeno pitanje kvalitetne vodoopskrbe. U urbanističkom pogledu to je vrijeme kad kolonija Jader poprima konačnu fizionomiju i kada je dovršena izgradnja čitavog niza urbanih sadržaja. Iako je Jader u vremenu rane kolonizacije pitanje vodoopskrbe rješavao podzemnim vodotocima i raznim umjetnim kaptažama,⁵² rastuće potrebe kolonije zasigurno su dovele do potrebe za izgradnjom složenijih vodoopskrbnih sustava koji su trebali poboljšati standard življenja u gradu i okolici.

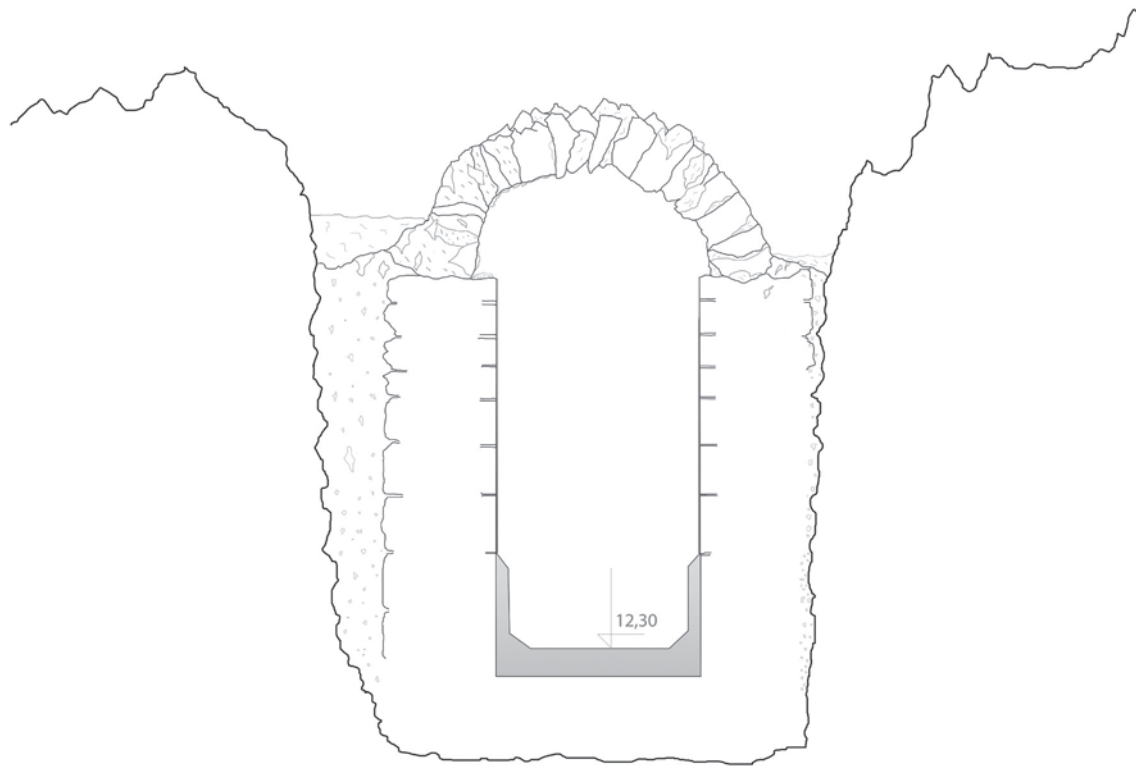
of the water supply system. The author claims that the water supply system Biba – lader is of much older origin, and he dates construction of the aqueduct from Botina spring to Trajan's time.⁵¹

The results of the recent research of the underground aqueduct section support the latter hypothesis. However, for final conclusions it is necessary to conduct systematic research of certain sections. Of course, it seems likely that the colony of lader had solved the issue of high quality water supply in the second half of the 1st century. In urbanistic terms, this is the time when the colony of lader assumes its final appearance as building of a series of urban amenities had been completed. Although in the period of early colonization lader solved the question of water supply by underground streams and various water intakes,⁵² growing demands of the colony definitely led to the need to build more complex water supply systems that were supposed to improve living standard in the city and its environs.

52 Na području gradskog poluotoka evidentiran je čitav niz antičkih javnih i privatnih zdenaca sa živom vodom (I. Fadić 2003, 263–276). Novija arheološka istraživanja u staroj gradskoj jezgri pokazala su da su pojedini bunari izišli iz funkcije i prije Trajanova vremena (J. Vučić, H. Manenica 2015, 21), što je dodatna potvrda da je Jader već u 1. stoljeću imao razvijen kvalitetan sustav vodoopskrbe.

51 Miletic states that the aim of building the shorter water supply system from Botina spring was additional increase of the already satisfying standard to meet new demands of the users. The author hypothesizes that the emperor Trajan funded the water supply projects in Zadar twice, possibly the one related to the construction of the second water supply system for lader (from Botina) and the water supply branch for the port of Zadar (Ž. Miletic 2017, 48).
52 A number of Roman-era public and private wells with living water were recorded in the area of the city peninsula (I. Fadić 2003, 263–276). Recent archaeological excavations in the old city nucleus has indicated that some wells fell into disuse even before the time of Trajan (J. Vučić, H. Manenica 2015, 21), which is additional confirmation that lader had a high quality water supply system as early as the 1st century.

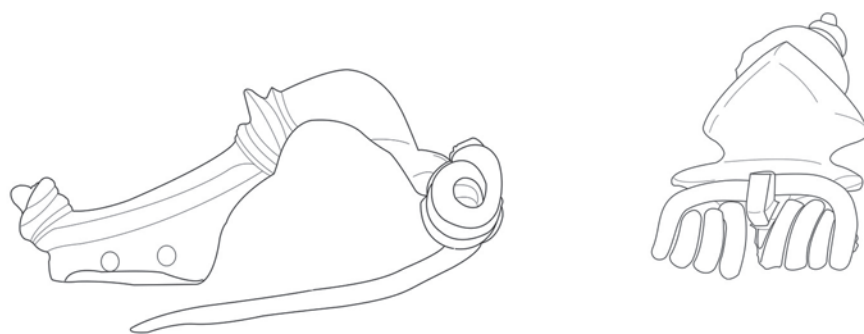
HODNA POVRŠINA



167



168



0 5 cm

Literatura / Bibliography

- Alačević, J. 1898 – L'antichissimo Acquedotto di Zara, *Bullettino di archeologia e storia dalmata* 1, Supplemento, Spalato, 1–12.
- Almgren, O. 1923 – *Studien über Nordeuropäische Fibelformen der ersten nachchristlichen Jahrhunderte mit Berücksichtigung der provinzialrömischen und südrussischen Formen*, Leipzig.
- Benedini, M. 2017 – L'idraulica come scienza ed esperienza di vita. Hydraulics: science and life experience, *Geologia dell'Ambiente*, Supplemento al n. 3/2017, Roma, 9–15.
- Bianchi, C. F. 1883 – *Antichità romane e medioevali di Zara*, Zara.
- Boelicke, U. 2002 – *Die Fibeln aus dem Areal der Colonia Ulpia Traiana*, Mainz.
- Brunelli, V. 1913 – *Storia della Citta di Zara*, Venezia.
- Buljević, Z. 2017 – Stakleni inventar, u: *Tilurium IV. Arheološka istraživanja 2007. – 2010. godine*, Sanader, M., Tončinić, D., Šimić Kanaet, Z., Ivčević, S., Buljević, Z., Šeparović, T., Miloglav, I. (ur.), Zagreb, 175–238.
- Calvi, M. C. 1968 – *I vetri romani del Museo di Aquileia*, Aquileia.
- Crummey, N. 1983 – *The Roman small finds from excavations in Colchester 1971–79*, Colchester archaeological report 2, Colchester – Essex.
- Diamond, R. S., Kassel, B. G. 2018 – A History of the Urban Underground Tunnel (4000 B.C.E. – 1900 C.E.), *Journal of Transportation Technologies* 8, Irvine, California, 11–43.
- Dubolnić Glavan, M., Maršić, R. 2019 – *Krajolici i spomenici zadarskog područja krajem 19. i početkom 20. st. u istraživanjima prof. dr. Luke Jelića*, katalog izložbe, Zadar.
- Fadić, I. 1997 – Il vetro, u: *Transparenze imperiali – vetri romani dalla Croazia*, Strinati, C., Alfano, C. (ur.), Milano, 73–246.
- Fadić, I. 2003 – Zdenici antičkog Jadera, *Histria antiqua* 10, Pula, 263–276.
- Fadić, I., Štefanac, B. 2020 – *Muzej antičkog stakla u Zadru – Raritetni i luksuzni primjerci*, Zadar.
- Glavičić, M. 2003 – Epigrafski podaci o korištenju vode u Liburniji, *Histria antiqua* 10, Pula, 83–89.
- Glušćević, S. 2005 – *Zadarske nekropole od 1. do 4. stoljeća: organizacija groblja, pogrebni obredi, podrijetlo, kultura, status i standard pokojnika, Dio 2: Katalog grobova*, Disertacija, Sveučilište u Zadru, Zadar.
- Goethert-Polaschek, K. 1977 – *Katalog der römischen Gläser Rheinischen Landesmuseum Trier*, Mainz am Rhein.
- Grose, D. F. 1989. – *Early Ancient Glass: Core-Formed, Rod-Formed, and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire, 1600 BC to AD 50*, Toledo.
- Gugl, C. 1995 – *Die römischen Fibeln aus Virunum*, Klagenfurt.
- Ilakovac, B. 1958 – Ostatci antičke zgrade u Zadru, *Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku* 60, Split, 43–58.
- Ilakovac, B. 1971 – Vranska regija u rimsko doba, u: *Povijest Vrane: političko, kulturno i privredno značenje Vrane kroz stoljeća*, Novak, G. i Maštrović, V. (ur.), Zadar, 75–136.
- Ilakovac, B. 1982 – *Rimski akvedukti na području sjeverne Dalmacije*, Zagreb.
- Isings, C. 1957 – *Roman Glass from dated finds*, Archaeologica Traiectina II, Groningen – Djakarta.
- Jadrić, I. 2011 – Staklene rebraste zdjelice iz Burnuma, u: *Rimske keramičarske i staklarske radionice. Proizvodnja i trgovina na jadranskom prostoru, Zbornik I. međunarodnog arheološkog kolokvija, Crikvenica, 23. – 24. listopada 2008.*, Lipovac Vrkljan, G., Radić Rossi, I., Šiljeg, B. (ur.), Crikvenica, 361–375.
- Kolb, M. 2006. – *Das römische Gräberfeld von Rheingönheim*, PhD dissertation, Mannheim.
- Košćević, R. 1980 – *Antičke fibule s područja Siska*, Zagreb.
- Kovačić, Lj. 2014 – *Antički vodovod Vodovača – Cavtat*, katalog izložbe, Knežev dvor, Dubrovnik, 2012., Dubrovnik.
- Kraskovská, L. 1981 – Roman Glass Vessels from Slovakia, *Journal of Glass Studies* XXIII, Corning, New York, 11–17.
- Kunina, N. 1997 – *Ancient Glass in the Hermitage Collection*, Sankt Peterburg.
- Lamprecht, H.-O. 1989 – Verwendung von Beton bei Wasserbauten in der Antike, *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau* 65, Karlsruhe, 79–96.
- Lazar, I. 2003 – *Rimsko steklo Slovenije*, Ljubljana.
- Marasović, K., Margeta, J., Perojević, S. 2016 – Antički vodovodi u Dalmaciji, u: *Sabor hrvatskih graditelja 2016*, Lakušić, S. (ur.), Cavtat, 867–878.
- Maurin, D. 2014 – Lokalitet: Biograd na Moru – Ulica Frane Kršinića, *Hrvatski arheološki godišnjak* 10 (2013), 461.
- Medini, J. 1969 – Epigrafski podatci o munificijacijama i ostalim javnim gradnjama iz antičke Liburnije, *Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru, Razdio historije, arheologije i historije umjetnosti* 6 (3) 1964/1967, Zadar, 45–74.
- Miletić, Ž. 2017 – Rimski akvedukt Vrana – Zadar, u: *Braća Vranjani i vransko područje tijekom povijesti, Zbornik radova sa znanstvenog skupa Braća Vranjani i vransko područje tijekom povijesti održanog u Biogradu 25. travnja 2014.*, Došen, B. (ur.), 39–52.
- Petricioli, I. 1999 – *Stari Zadar u slici i riječi*, Zadar.
- Riha, E. 1979 – *Die römischen Fibeln aus Augst und Kaiseraugst*, Forschungen in Augst 3, Augst.
- Riha, E. 1994 – *Die römischen Fibeln aus Augst und Kaiseraugst die Neufunde seit 1975*, Augst.
- Roest, J. van der 1990 – Die Römischen Fibeln von 'De Horden': Fibeln aus einer Zivilsiedlung am niedergermanischen Limes, *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 38 (1988), Amersfoort, 142–200.
- Rütli, B. 1991 – *Die römischen Gläser aus Augst und Kaiseraugst*, Forschungen in Augst 13/1, Augst.
- Sedlmayer, H. 2009 – *Die Fibeln vom Magdalensberg. Funde der Grabungsjahre 1948 – 2002 und Altfunde des 19. Jahrhunderts*, Klagenfurt am Wörthersee.
- Stern, E. M., Schlick-Nolte, B. 1994 – *Early Glass of the Ancient World: 1600 B.C.–A.D. 50. Ernesto Wolf Collection*, Stuttgart.
- Suić, M. 1955 – Limitacija agera rimskih kolonija na istočnoj jadranskoj obali, *Zbornik Instituta za historijske nauke u Zadru* 1, Zadar, 1–36.
- Suić, M. 1958 – Novija arheološko-topografska istraživanja antičkog Jadera, *Zbornik Instituta za historijske nauke u Zadru* 2 (1956 – 1957), Zadar, 13–50.

Suić, M. 1981 – *Zadar u starom vijeku*, Prošlost Zadra I, Zadar.

Viollet, P.-L. 2007 – *Water Engineering in Ancient Civilizations
5,000 Years of History*, Taylor & Francis Group, LLC.

Vučić, J. (ur.) 2016 – *O Roma nobilis, Rim u Arheološkom muzeju
Zadar, katalog stalnog postava rimske zbirke*, Katalozi i
monografije 18, Zadar.

Vučić, J., Manenica, H. 2015 – *Kod gradskih vrata kroz stoljeća*,
Katalozi i monografije 16, Zadar.

Zorić Čelar, I. 2018 – *Arheološki vodič kroz kulturno-povijesnu
baštinu biogradskog područja*, Biograd na Moru.