

REKONSTRUKCIJA RIMSKOG TIJESKA ZA MASLINE U MULINAMA NA TOKU UGLJANU

Boris ILAKOVAC
Zadar, Sv. Vinka Paulskog 7

UDK 904(497.5) Muline o. Ugljan
Izvorni znanstveni članak

Primljeno: 23. XII. 1997.

(posvećeno dr. Ivi Bojanovskom (1915.-1993.))

Na osnovi dvaju kamenih stupova L i D (*stipites*) iz tijeska B, sl. 5, kao i vertikalnog presjeka 1-2 kroz isti tijesak, sl. 6, prikazana je rekonstrukcija i objašnjen način djelovanja: preparni radovi i tiještenje. Vertikalni presjek 1-2 otkriva dužinu poluge P (*prelum*) 1100 cm, položaj sila na istoj poluzi kao i njihovu veličinu: Vučna sila P1 = 2,10 tona; tlačna sila P2 = 15,69 tona; razorna sila P3 = 13,59 tona. Rekonstrukcija tijeska B kao i veličina razorne sile P3 objašnjava zašto je središnji zid K-K više nego dvostruko deblji od vanjskih zidova zgrade (78 cm, 97cm). Zid K-K bio je projektiran ne samo kao pregradni zid, već i da svojom velikom težinom ujedno bude kontrateret razornim silama od kojih samo P3 iznosi 13,59 tona. Otkriće da stupovi (*stipites*) nisu bili ukopani, kako se ranije smatralo, već da su u toku rada tijeska bili u visećem radnom položaju, omogućilo je ne samo ispravnu rekonstrukciju takvih strojeva, objašnjavajući ujedno i funkciju četvrtastih A1 i B1, kao i oblikovanje radne površine u tri nivoa, h-1, h-2 i h-3. Ističe se da su u Mulinama djelovali novi tipovi tijeskova koji se bitno razlikuju od tijeskova što ih opisuje Katon. S polugama dugačkim preko 1100 cm to su bili tada najmoćniji strojevi za tiještenje maslina na obalnom području rimske provincije Dalmacije.

Uvod

U toku višegodišnjeg istraživanja (1953.-1962.) rimskog privrednog dobra, tzv. vile rustike, u Mulinama na otoku Ugljanu,¹ M. Suić je u sklopu povjerene mu znanstvene teme "Agrarna proizvodnja sjeverne Dalmacije u antici"² otkrio glavne dijelove tog veoma kompleksnog nalazišta. Od nekropole je objavio tlocrt i rekonstrukciju jednokomornog mauzoleja ukrašenog podnim mozaikom,³ a od sakralnih zgrada trobrodnu ranokršćansku

¹ SUIĆ M., 1957, 230. SUIĆ M., 1960, 208. SUIĆ M., 1974, 47d. SUIĆ M. 1976, 221, 223. SUIĆ M., 1981, 20, 175 i 282.

² BATOVIĆ Š., 1968, 300.

³ SUIĆ M., 1957, 237.

crkvu bazilikalnog tipa i nedaleko nje tzv. memoriju, odnosno martirij križne osnove, sa zatečenim ostacima sarkofaga.⁴

Skoro su u cijelosti otkriveni ni 100 metara daleko ostaci gospodarske zgrade unutar kojih je po zatečenim nalazima lako uočiti da je to rimsko gospodarsko dobro (*fundus*) bilo osnovano radi prerade maslina i grožđa.⁵

Po smještaju gospodarske zgrade u uvali Muline, zaštićenoj od vjetera i nedaleko od mora,⁶ po orijentaciji kao i po zamjetnoj maštovitosti funkcionalno rasčlanjenog privrednog dobra u Mulinama, otkrivaju nam se tek građevinski ostaci vrsnog projektanta kao i ruka ondašnjih zidara - izvođača koji su s rimskom dominacijom donijeli i u ove krajeve naprednije privredne proizvodne postupke u zamjenu za zastarjelu i neekonomičnu liburnsku proizvodnju.

Ali baš ta naglašena rasčlanjenost i višestruka funkcionalnost tog privrednog dobra otkriva nam ne mali broj nepoznanica na koje tek domaća arheologija treba odgovoriti kako bismo se provjereno i sa znanjem što više približili ne samo izvornom obliku te ekonomije, već i cjelovitije shvatili najvažnije proizvodne postupke. Jedna od tih nepoznanica, kako je mogao izgledati i kako je djelovao tijesak (torkul, preša) za masline, pokušali smo ovdje riješiti.⁷ Prije analize nalaza treba istaći da je antika poznavala nekoliko različitih postupaka za dobivanje maslinovog ulja. Ne uzimajući u obzir prastari način pomoću primitivnih alata,⁸ starije vrste takvih strojeva kao proizvod ručnoga rada stvarale su u ranoj antici velike pritiske za istjerivanje ulja iz samljevenih maslina, pomoću dugačke drvene poluge - *prelum*,⁹ sl. 1, 3 i 6. Druga i znatno mlađa vrsta tijeskova koja po konstrukcijskom rješenju nema skoro ništa zajedničko sa starijom koncepcijom, stvarala je snažne pritiske pomoću uspravnog i masivnog stožera (*cardo*) s navojem (*cochlea*) po kojem se pomoću dugačkih poluga okretanjem spuštala masivna matica u obliku četverostrane zvijezde¹⁰ i na taj način tlačila koševu sa maslinama, sl. 2. Da su u Mulinama bili postavljeni tijeskovi starije konstrukcije pokušali bismo ovdje dokazati.¹¹

⁴ SUIĆ M., 1957, 231 i 233.

⁵ SUIĆ M., 1957, 235. SUIĆ M., 1974, 55. SUIĆ M., 1974, 221, i sl. 168; SUIĆ M., 1981, 282 i slika na str. 283.

⁶ ZANINOVIĆ M., 1967, 357. ZANINOVIĆ M., 1976, 49d. ZANINOVIĆ M., 1982, 114d. ZANINOVIĆ M., 1988, 89d.

⁷ Kao asistent za arheologiju bivšeg Instituta za historijske nauke u Zadru i kasnije kao kustos Arheološkog muzeja sudjelovao sam u terenskim radovima u Mulinama od 1955. godine do kraja istraživanja. Pored ostalog radio sam kao dokumentarac, a s ing. D. Runje zajedno na geodetskom snimanju istraženog kompleksa. Bila mi je povjerena restauracija i konzervacija najvećeg rezervoara u sklopu vile rustike.

⁸ DS, 1962, 162d. BLÜMNER H., 1912, 344. NEUBURGER A., 1919, 116. HÖRLE J., 1937, 1733.

⁹ M. P. CATONIS, *De agri cultura*, Milano 1929, 70d (XVIII). BLÜMNER H., 1912, 344. BOJANOVSKI I., 1969, 30. GRIMAL P., 1968, 227, spominje da je u Laciju postojala specijalizirana radionica za izradu tijeskova. Cijena jednog tijeska na poludu (*prelum*) zajedno s montažom bila je 724 sestercija.

¹⁰ PLINIJE, N. h. XVIII, 317. BRONDSTED J., 1928, 109 i sl. 104. BOJANOVSKI I., 1969, 32, sl. 2a.

¹¹ Namjerno ne ulazim u povijesni pregled uzgoja, berbe i meljave maslina, kao i načina pohrane i dorade iscijeđenog maslinova ulja, jer su te radnje opširno opisane kod antičkih pisaca kao i kod nas u kapitalnoj studiji I. Bojanovskog.

A - Opis nalaza

Od objavljenog tlocrta djelomice istražene privredne zgrade, od M. Suića označene brojevima od 1 do 8, sl. 4, uzeli bismo u razmatranje samo dio zgrade sa zatečenim nalazima koje periferno ograđuju zidovi, na sl. 4 označeni s M-M, K-K, P-P i R-R. Prema objavljenim nalazima moguće je samo na tom dijelu najpotpunije istraživati strojeve za tiještenje maslina, posebice na dva tijeska označena slovima A i B.

Na prostoru označenom brojem 4 otkrivene su dvije četvrtaste udubine A1 i B1, sl. 4. Površno su građene od lomljenog kamena neujednačene veličine i siromašne vapnene žbuke. Dok je obzidana udubina A1 dosta pravilan četverokut, unutarnjeg raspona od 240 centimetara x 120 centimetara, duboka oko 140 centimetara, slično obzidana udubina B1 nepravilan je četverokut. Dva paralelna, loše građena i prema van skošena zida, na razmaku od 210 centimetara, ograđuju nejednaku širinu od 150 centimetara do 210 centimetara. Udubina B1 također je duboka 140 centimetara, i što treba posebno naglasiti, pod je od nabijene zemlje i kamenih ulomaka.

U svakom od spomenutih četvrtastih udubljenja zatečena su na zid oslonjena po dva velika kamena stupa - *stipites*¹² kojima su gornji dijelovi odlomljeni. Po zatečenom položaju najpristupačnija su oba stupa u četvrtastoj udubini B1 što pripadaju tijesku B, pa ih valja pobliže opisati.¹³

Lijevi stup (*stipes*), na sl. 5 pod oznakom L (lijevi), visok je sada 166 centimetara, širok 59 centimetara (dvije rimske stope), a debeo oko 36 centimetara. Na gornjoj strani, na mjestu preloma, ostatak je uklesanog kružno-stožastog udubljenja. Valja istaći da je vanjski, kružni promjer od 24 centimetra uži od unutarnjeg koji mjeri oko 26 centimetara, na sl. 5 pod oznakom A. Dubina kružnog udubljenja mjeri 16 centimetara.

Na donjoj strani stupa L uklesan je po sredini(!) uspravni klinasti žlijeb širok 8,5 centimetara, dugačak oko 60 centimetara. Najdublji je na donjoj strani, oko 5 centimetara, na sl. 5 pod oznakom B.

Da je ovaj kameni blok prije no što je dospio u Muline bio sastavni dio nama nepoznate rimske zgrade dokazuju s lijeve strane dva uklesana udubljenja. Gornje, na sl. 5 označeno s C, poznato je četvrtasto udubljenje trapezastog presjeka u kojeg se uglavljivala hvataljka, tzv. "mačak", te pomoću užeta i dizalice predmet postavljao na mjesto ugradnje.¹⁴ Kako su takva uklesana udubljenja uvijek u sredini i povrh težišta predmeta, očito je blok izvorno bio dugačak 300 centimetara (oko 10 rimskih stopa).

Drugo uklesano udubljenje nalazi se pri dnu, na sl. 5 pod oznakom D. Na gornjem je kraju dublje, oko 4 centimetra, dok niži i plići žlijeb mjeri svega 2,2 centimetra. To je ležište za metalnu skobu (klanfu) s kojom je ovaj blok bio spojen sa susjednim građevinskim elementom. Uklesane dubine C i D nalazile su se kod ugradnje na gornjoj strani pa u

¹² BOJANOVSKI I., 1969, 32 i bilj. 24.

¹³ SUIĆ M., 1957, Tab. VIII/1.

¹⁴ DURM J., 1910, 102, sl. 70. ILAKOVAC B., 1997, 94, sl. 9.

ovom sekundarno upotrebljenom kamenom bloku nije teško prepoznati negdašnju kamenu gredu (arhitrav) koja je kasnije u Mulinama bila upotrebljena za gradnju tijeska.

Po zatečenom stanju oštećenih stupova što se još uvijek nalaze u Mulinama, kao i po mnogim dosad poznatim nalazima, skraćeni arhitrav, ovdje u funkciji jednog od dijelova tijeska za masline, imao je približnu visinu od nekih 210 centimetara (vidi njegovu rekonstrukciju na sl. 5). Sada je stup L po sredini slomljen na dva dijela.

Desni parnjak kojem također manjka gornji dio u presjeku je istih dimenzija kao i lijevi, na sl. 5 pod oznakom D. Uklesano hvatište za "mačka" ovdje je nešto niže i nalazi se 116,5 centimetara povrh donje strane, na sl. 5 pod oznakom C.

Po sredini stupa D ne nalazi se uspravno klinasto udubljenje, već četvrtasta rupa veličine 8,5 centimetara x 8,5 centimetara, duboka 4,5 centimetara, na sl. 5 pod oznakom B.¹⁵ Valja istaći da se donji dio četvrtaste udubine B kao i donji dio klinastog žlijeba B na stupu L nalaze na istoj udaljenosti(!) od 35,5 centimetara od donje strane obiju stupova, sl. 5.

Na gornjem dijelu stupa D u lomu se bolje sačuvalo kružno udubljenje A koje je ovdje istih dimenzija kao i na stupu L. Središte kružnih udubljenja A na oba su stupa jednako udaljeni od donje strane(!) i mjere 166 centimetara, sl. 5.

Da je ovaj stup D, prije nego je dopremljen u Muline, pripadao istoj zgradi kao i stup L ne dokazuju samo iste dimenzije poprečnog presjeka kao i uklesano udubljenje za "mačka", već i ostatak natpisa u ranocarskoj kapitali od kojeg nakon radiranja(!) ostadoše slova: ... GISMA..¹⁶ Ti su nekoć arhitektonski elementi isklesani od sivog vapnenca s mnogo fosila i prvotno su bili dio rimske monumentalne zgrade s natpisom neke nama nepoznate urbane sredine, sl. 5.

U susjednoj, također obzidanoj udubini A1 koja pripada tijesku A, također su se zatekla dva kamena stupa priljubljena zajedno i nagnuta na jugoistočnu stranu. Dimenzije poprečnih presjeka praktički su iste, ali je udaljenost sredine gornjeg kružnog udubljenja A do podnožja nešto veća, 175 centimetara. Između obzidanih četvrtastih udubljenja A1 i B1, koja pripadaju tijeskovima A i B, još se nalaze razbijeni kameni dijelovi takvih stupova nekog trećeg tijeska.

Između zidova T i K nalazi se najviša podna površina h-3 gdje su otkriveni temeljni ostaci čvrsto zidanih kvadratičnih postolja A, B i C, sl. 4 i 6. Prva tri, A, B i C, u tlocrtu približno mjere 218 centimetara x 218 centimetara. Ostala dva, D i E, nešto su veća, 250 centimetara x 250 centimetara i prislonjena su uz još širi zid od 97 centimetara, sl. 4 i 6.

Uzdužni vertikalni presjek preko tijeska B, na sl. 4 pod oznakom 1-2, otkriva nove vidike. Vanjski zid zgrade, na jugoistočnoj strani pod oznakom M-M, ustvari je dvozid. Vanjski je širok 59 centimetara, a prislonjeni unutarnji koji je izgleda u vezi s rješavanjem unutarnjeg, vjerojatno pokretnog drvenog poda, mjeri 56 centimetara, sl. 6. Između paralelnih zidova M-M i N-N zatečena je najniža nepopločena podna površina h-1 u kojoj se

¹⁵ SUIĆ M., 1957, vidljivo na fotografiji što je donosi Tab. VIII/1.

¹⁶ Vidi bilj. 15.

do dubine od nekih 140 centimetara nalaze već spomenuta dva para četvrtastih udubljenja A1 i B1 s parovima opisanih stupova, sl. 4 i 6. Između zidova N-N i T-T nalazi se druga podna površina h-2 od poda h-1 viša za oko 70 centimetara. Slijedi najviša podna površina h-3, (forum F) između zidova T-T i K-K, sl. 6. I to je od nalaza koji su povezani s tijeskovima A i B, sve.

B - Rekonstrukcija i način djelovanja

Tematska mi literatura nije pomogla u traženju odgovora zašto je zagonetni zid K-K uz kvadratična postolja od A do E više nego dvostruko deblji od vanjskih,¹⁷ perimetralnih zidova, sl. 6. A zid K-K nije vanjski, već unutrašnji zid grede! Jedan je tome razlog što se pri obradi arheloških nalaza ograničava samo na likovni opis koji ponekad nije ni cjelovito dokumentiran, ne ulazeći dublje u objašnjenje, zašto su dijelovi zgrade ili nekog stroja bili baš tako oblikovani i dimenzionirani, a još manje da bi tumačili kako je neki stroj mogao djelovati. A ta je neupućenost bila glavni razlog koji je uskraćivao stručnu i objektivnu rekonstrukciju tijeskova na polugu koja bi objasnila ne samo kako su takvi strojevi u cjelini izgledali, kako su djelovali, već i kako se nekoć s njima služilo. Ako traženju rješenja pristupamo multidisciplinarno na vidiku su neočekivana saznanja.

Zatečeno stanje ostataka tijeskova A i B nedvojbeno ukazuju da su pripadali strojevima koji su istiskivali ulje iz samljevenih maslina pomoću dugačke i snažne drvene poluge P (*prelum*). Duži i tanji kraj poluge P (L1) morao je doseći najmanje polovicu širine četvrtaste udubine B1 da bi se pomoću užeta U mogao spojiti sa složenim uređajem za pokretanje poluge P, sl. 5 i 6.

U obzidanoj udubini B1 nalazila su se do poda spuštenu i o zidanu stijenu oslonjena dva jednako velika kamena stupa S (*stipites*), na sl. 5 označena s L i D. U koničnim ležištima A tih stupova okretala se drvena osovina vitla OV (*sucula*) ne pomoću jedne već dviju dugačkih poluga PL (*vectes*),¹⁸ sl. 6 i 7. Oko vitla OV okretanjem se obmatalo užo U (*funus*) čiji je gornji kraj bio učvršćen o duži kraj poluge P, sl. 5 i 6. Zbog statičkih i sigurnosnih razloga, suprotni i kraći kraj poluge P (L2) morao je bar malo izlaziti iz masivnog zida K-K, sl. 6.

Od tijeska B nalazi se i još uvijek stoji čvrsto zidano kvadratično postolje ZP na kojem se nalazila velika monolitna kamena ploča - *area*, na sl. 6 i 8 označeno s A. Na tu su se ploču (*area*) stavljali jedan povrh drugog koševi (*fiscina*) sa samljevenim maslinama, na sl. 6 i 8 označeno s R.

Posluživanje s takvim strojevima odvijalo se u najmanje dva odvojena radna postupka:

¹⁷ Dimenzije perifernih zidova zgrade mjere oko 47,43 centimetra (= jedna rimska stopa i tri četvrtine).

¹⁸ BOJANOVSKI I., 1969, 37, sl. 1.

1. Pripreme

Da bi se na očišćenu areu mogli staviti koševi sa samljevenim maslinama R, trebalo je podići tešku drvenu polugu P gore. Deblji kraj poluge P, koji je u toku rada na kraćem kraku L2 manje oscilirao, podizao se polugama ili vitlom i održavao na odgovarajućoj visini pomoću drvenih podmetaljki, sl. 6 i 8.¹⁹ Da se kraći kraj poluge P (*lingula*) u toku dizanja pomoću manjih poluga ne bi iskrenuo i pao, bio je postavljen u masivan drveni okvir, tzv. *arbores*, na sl. 8 pod oznakom AR.²⁰

Arbores se sastojala od kamenog ili drvenog postolja koji je na svojoj gornjoj strani imao dvije plitko uklesane ili ukopane kvadratične udubine, na sl. 8 pod oznakom F.²¹ U te su udubine bili na jednakom razmaku usadeni uspravni drveni stupovi koji su s gornje strane bili spojeni i učvršćeni, sl. 8 i 11. Nalaz sačuvanih kamenih postolja od *arbores* veoma je važan, jer uklesane kvadratične udubine otkrivaju međurazmak između uspravnih stupova unutar kojih se kretao deblji kraj poluge P.²² A deblji kraj poluge P morao je biti bar malo uži da bi se mogao kretati unutar tog drvenog okvira, sl. 8 i 11.

S obzirom na izuzetnu konstrukciju tijeska u Mulinama takva *arbores*, kao sigurnosni okvir, nije ni bila potrebna. Deblji je kraj poluge P u Mulinama prolazio kroz masivan i deblji zid K-K u kojem očekujem da se nalazio uzak uspravni zidani otvor koji je bio tek nešto širi od širine poluge P. Na to ukazuju i zidana postolja ZP prislonjena uz zid K-K pa za *arbores* nije ni bilo mjesta.

Tanji i duži krak teške poluge P koji je u toku rada tijeska po visini mijenjao položaj, na sl. 5 označeno s "h", bilo je moguće podići bar na dva načina. Kako se svaki tijesak radi zaštite od vremena i kasnije u stanju mirovanja obvezno nalazio unutar zgrade,²³ kao u Mulinama, bilo je jednostavno pomoću užeta i koloturnika K učvršćenog o krovnu gredu, podići tanji krak poluge P nagore. Takvo se rješenje nazire i na jednoj pompejanskoj fresci.²⁴

Drugo rješenje naslućujem u korišćenju vitla OV. Ako bi se krajevi užeta U učvršćeni o vitlo, prvo provukli kroz koloturnik²⁵ K učvršćen o tavanicu ili krovnu gredu pa tek tada spojili s krajem poluge P, aktiviranjem vitla OV kraj poluge P podigao bi se nagore, sl. 9. Poluga P nije bila toliko teška da bi mogla svladati veliku težinu oba kamena stupa (*stipites*) S u kojima se okretala osovina vitla OV. U toku takvog podizanja poluge P oba su kamena stupa S ostala prizemljena unutar obzidane udubine B1.

¹⁹ BRONDSTED J., 1928, 104, sli 96 i 97.

²⁰ BRONDSTED J., 1928, 104d, sl. 97. BOJANOVSKI I., 1969, 38, sl. 10.

²¹ RENDIĆ-MIOČEVIĆ D., 1953, 209, sl. 2. naziva postolje od *arbores* "podgradak".

²² Postolja od *arbores* spominju: BRONDSTED J., 1928, 104, sl. 96. KARAMAN Lj., 1930, sl. na str. 211.

RENDIĆ-MIOČEVIĆ D., 1953, 209, sl. 2. MATIJAŠEVIĆ R., 1987, 120d, sl. 1.

VITRUVIJE, 1990, 131 (knj. VI).

²³ Na neretuširanoj fresci iz Pompeja jasno se vidi užad za podizanje stipesa. BLÜMNER H., 1912, 347, sl. 127.

²⁵ VITRUVIJE, 1990, 193d.

2. Tiještenje

Nakon što je poluga P bila podignuta na očišćenu su areu A stavljeni koševi R sa samljevenim maslinama, sl. 6, 8 i 11. Slijedi potpuno spuštanje i postavljanje poluge P u najpovoljniji položaj. Pretpostavljam da je u početnom položaju, prije tiještenja, poluga P bila skošena,²⁶ kao što to pokazuje sl. 10. Viši se i tanji kraj nalazio povrh vitla OV, sl. 9, dok je deblji kraj u zidu K-K bio najniži.²⁷

Pomoću najmanje dvije dugačke poluge P1 okretanjem vitla OV obmotalo se uže U i počelo je vući polugu P nadole. Jer se suprotan, deblji kraj poluge P počeo upirati o gornju stranu obzidanog otvora u masivnom zidu K-K, daljim pokretanjem vitla OV otpočelo je podizanje oba teška kamena stupa (*stipites*) nagore koji su, ne ukopani, već viseći(!) svojom velikom težinom i jednolikom silom počeli vući tanji kraj poluge P nadolje, sl. 6. Da su tijeskovi za masline bili već u najranije grčko doba tako zamišljeni i realizirani, da je duži krak poluge P bio opterećen visećim(!) teretom, dokazuje i antički *scyph* na sl. 1. Po zakonu poluge viseći i teški stupovi S stvarali su veliku i jednoličnu tlačnu silu na koševu R s maslinama i time je otpočelo tiještenje.

Da se oba kamena stupa S zadrže u radnom, visećem položaju, smišljen je uređaj koji je spriječio da se vitlo OV naglo ne odmota, a teški stupovi S spuste na dno udubine B1. U vitlo OV bila je utaknuta manja poluga P1 koja se suprotnim krajem upirala o preklonpu prečku (zasun) Z i na taj način zadržala viseće stupove na željenoj visini, sl. 5 i 6.

Jer se ulje pod velikim pritiskom cijedilo i otjecalo u nižu areu A, smanjivao se i volumen koševa s maslinama. Stoga su se pod stalnim i jednolikim teretom oba kamena stupa S potpuno spuštala naniže zajedno s dužim krakom poluge P. Kad su oba kamena stupa S dotakla dno obzidane udubine B1, pomoću vitla OV stupovi su se ponovno podigli u viseći, radni položaj. Kad viseći stupovi više nisu mijenjali visinu bio je to znak da je završeno tiještenje podmetnutih koševa sa samljevenim maslinama. Slijede pripremni radovi za tiještenje slijedećih koševa s maslinama uz podizanje oba kraja teške poluge P na već opisani način.

C - Statička obrada

Antički tijeskovi na polugu istjerivali su ulje iz samljevenih maslina pomoću velike tlačne sile. Arheološki nalazi u Mulinama, a posebice tijesak B, pružaju mogućnost skoro egzaktnih mjernih podataka na osnovi kojih je lako izračunati ne samo raspored tih sila, već i njihovu veličinu.

²⁶ Ovdje objavljen ulomak na sl. 10 prikazuje radnika koji se desnicom pridržava, a ljevicom namješta teški prelum na koš s maslinama.

²⁷ Prizor berbe i meljave maslina kao i koso položeni prelum prikazan je i na reljefu sarkofaga iz Rima, BLÜMNER H., 1912, 351, sl. 129 i BOJANOVSKI I., 1969, 27 (naslovna slika).

Terenski podaci pokazuju da je dugačka i teška drvena poluga P prolazila kroz masivan i debeli zid K-K, a drugim je krajem završavala najmanje povrh sredine četvrtaste udubine B1, sl. 6. Koliko je poluga P bila dugačka? Približno 1100 centimetara,²⁸ sl. 6.

Dužina poluge P = 1100 centimetara (približno)

U toku rada poluga P bila je opterećena s tri sile. Aktivnu *vučnu silu* P1 koja je djelovala u smjeru sile teže, stvarala su oba obješena i teška kamena stupa S, sl. 5 i 6. Nije teško izračunati koliko je bila velika aktivna sila P1 koja je pokretala polugu P. Volumen svakog od stupova L i D iznosi oko 420 litara, oba stupa oko 840 litara.²⁹ Jer je specifična težina (γ) za takvu vrstu vapnenca oko 2,5 kilograma po litri zapremine,³⁰ ukupna težina oba stupa L i D iznosi oko 2100 kilograma, ili oko 2,1 tone!

Vučna sila P1 = 2,1 tone (približno)

Veličina i raspored sila koje su djelovale na polugu P bio je ovisan o njihovom međurazmaku. Položaj *aktivne vučne sile* P1 koja je djelovala u smjeru sile teže određen je sredinom četvrtaste udubine B1 gdje su se i zatekli kameni stupovi L i D, sl. 5 i 6.

Položaj *reaktivne tlačne sile* P2 koja je tlačila koševе s maslinama i koja je također djelovala u smjeru sile teže određuje sredina zidanog postolja ZP na kojem se nalazila monolitna kamena ploča A (*area*) s koševima R, sl. 6.

Položaj *treće razorne sile* P3 koja je djelovala suprotno smjeru sile teže(!) morao se iz statičkih razloga nalaziti po sredini masivnog i debelog zida K-K, sl. 6. Vertikalni presjek 1-2 na sl. 6 prikazuje razdaljine između tih sila:

L1 (između P1 i P2) = 920 centimetra

L2 (između P2 i P3) = 142 centimetra.³¹

Veličina tlačne sile P2 koja je tlačila koševе s maslinama bila je toliko puta veća od aktivne sile P1 koliko je puta ukupna dužina poluge P (L1 + L2 = 1062 cm) bila veća od kraka sile P2 (142 cm). $1062 \text{ cm} : 142 \text{ cm} = 7,47$. Slijedi da je tlačna sila $P2 = P1 \times 7,47 = 15690$ kilograma ili 15,69 tona.³²

Tlačna sila P2 = 15,69 tona

²⁸ Dužina poluge (prelum) bila je u III. stoljeću prije Krista svega 25 rimskih stopa (= 750 cm), Katon, XVIII. Povodeći se za Katonom rekonstruirana je i poluga na Mogorjelu, BOJANOVSKI I., 1969, 37, sl. 1.

²⁹ Stipites u Mogorjelu bili su i veći i teži: visina 200 cm, širina 75 cm, debljina 40 cm. Volumen svakog oko 600 litara, težina oko 1440 kilograma, oba oko 2800 kilograma = 2,8 tona, BOJANOVSKI I., 1969, 35.

³⁰ ŠIROLA B. S., 1956, 29, Tab. 8.

³¹ Jer hvatište sile nije nikada na samom kraju poluge, u Mulinama je poluga morala biti duža od krakova sile L1 i L2.

³² Pomoću momenata sile: $P1 \times (L1 + L2) = P2 \times L2$, slijedi: $P2 = P1 \times (L1 + L2) : L2$.

Ako se povrh nezatečene kamene ploče A (*area*) nalazio okrugli koš s maslinama promjera oko 50 centimetara, tlačna površina koša iznosila bi oko 1950 četvornih centimetara. Tad bi efektivni pritisak na koševе s maslinama na ovom tijesku³³ iznosio oko 8 kilograma na četvorni centimetar.

Veličina razorne sile P3 bila je ovisna o omjeru krakova poluge L1 prema suprotnom kraku L2. 920 cm : 142 cm = 6,47. Slijedi da je $P3 = P1 \times 6,47 = 13590$ kilograma ili 13,59 tona.³⁴

Razorna sila P3 = 13,59 tona

U toku razvoja i usavršavanja tijeskova na polugu graditeljima nije bio problem povećati vučnu silu P1 povećavajući dužinu poluge (*prelum*) kao i veličinu i težinu oba kamena stupa (*stipites*).³⁵ Tlačnoj sili P2 koja je također djelovala u smjeru sile teže bilo je također lako suprotstaviti se snažno utemeljenim zidanim postoljem ZP kao što je to učinjeno u Mulinama, sl. 6. Kod takvih tijeskova uvijek je bio problem, a na to naglašeno ukazuje i naša statička analiza, kako se suprotstaviti razornoj sili P3 koja je djelovala suprotno smjeru sile teže.

Tek nam rezultati statističke analize tijeska B u Mulinama otkrivaju zašto je zagonetni zid K-K bio više nego dvostruko širi od vanjskih, perimetralnih zidova zgrade (78 cm i 97 cm), sl. 4 i 6. Kod izrade cjelovitog projekta unaprijed se znalo ne samo za položaj oslonaca razornih sila, već i empirijom stečeno znanje o razornoj snazi preluma (zakon poluge).³⁶ Statička je analiza na tijesku B otkrila da je masivan i težak zid K-K bio projektiran i izveden ne samo kao pregradni zid unutar zgrade, već i kao *kontrateret* razornim silama svih pet tijeskova od A do E.

Statička nam analiza ujedno pomaže da pojasnimo osnovnu funkciju drvenog okvira *arbores*, na sl. 8 pod oznakom AR. Zatečena kamena postolja od *arbores*, na sl. 8 pod oznakom F, na tijeskovima za proizvodnju maslinovog ulja, a koja su bila konstruirana nekoliko stoljeća nakon Katonovog tijeska, više nisu imala dvojaku namjenu kao oslonac za podignuti prelum (prvi radni postupak), i kao uporište za razornu silu P3 (drugi radni postupak). Kamena postolja F na našem području oblikom dokazuju da nemaju ništa

³³ Krajem XIX. stoljeća počeli su se koristiti hidraulični tijeskovі za masline. Efektivni pritisak dosizao je i do 400 kg kroz četvorne centimetre.

³⁴ Pomoću momenata sila: $P1 \times L1 = P3 \times L2$, slijedi: $P3 = (P1 \times L1) : L2$.

³⁵ Od vremena Katona do izgradnje uljare u Mulinama prošlo je oko tri stoljeća. Napredak antičke tehnologije zamjetan je i kod usavršavanja tijeskova za masline. Dužina preluma u doba Katona bila je 750 centimetara, u Mulinama već 1100 centimetara.

³⁶ Primjena poluge bila je poznata već u ranom neolitikumu, a da i ne spominjem stari Egipat. Na toj spoznaji proizvodile su se vage ne samo različitih veličina, već i nejednakih krakova, VITRUVIJE, 1990, 198 i 199.

zajedničko s rješavanjem oslonca i uporišta za razornu silu P3. Dva uspravna drvena stupa stavljena su bez ikakva učvršćenja u plitke kvadratične udubine u postolju F, sl. 8. To dokazuje da arbores na tijeskovima što su zatečeni na našem primorju nisu bila primarno predviđena ni konstruirana za naprezanja suprotna smjeru sile teže, jer bi već i najmanja naprezanja prema gore iščupalo oba neusidrena uspravna arboresina stupa, sl. 8 i 11.

Taj masivan drveni okvir unutar kojeg se tijesno kretao zadnji kraj poluge P (*lingula*) služio je da olakša podizanje i spriječi izvrtanje i pad teške poluge P (prvi radni postupak).³⁷ Druga mu je namjena bila, da u toku prvog radnog postupka podignuti teški prelum zadrži na odgovarajućoj visini pomoću drvenih podmetaljki, sl. 6, 8 i 11. Konstrukcija arbores, a posebice njezino kameno postolje ukazuje da je kasnije bila predviđena samo za opterećenje u smjeru sile teže nastalo nošenjem podignutog i teškog zadnjeg kraja masivne poluge P, sl. 8.

Statička analiza tijeska B u Mulinama upozorava da kod arheološkog istraživanja takvih strojeva, a posebice pokušaja njihove rekonstrukcije, treba obratiti pažnju na otkrivanje uporišta i veličine razorne sile P3. Je li to bio debel i masivan zid K-K kao u Mulinama, obješen teški monolitni kameni blok što se naslućuje u Mogorjelu,³⁸ čvrsta mreža napunjena kamenjem i šljunkom kao što je prikazano na atičkom skifu iz V. st. prije Krista, na sl. 1, ili neko treće, nama nepoznato rješenje?³⁹ Jer bez saznanja kako je bilo riješeno i izvedeno uporište razorne sile P3, nije moguća ni cjelovita rekonstrukcija.

Da bih ukazao kako nepoznavanje veoma snažnih naprezanja na dugačkoj i teškoj poluzi P može navesti na pogrešne rekonstrukcije, navodim neke primjere.

Obratite pažnju na rekonstrukciju tijeska iz Mirina,⁴⁰ sl. 3. Za hvatište razorne sile P3 pogrešno je predviđen arbores. Ne shvaćajući funkciju upuštenih udubina za stupove (*stipites*) izvedena je rekonstrukcija koja u praksi zasigurno ne bi mogla zadovoljiti.

U kapitalnoj objavi uzgoja maslina i načina proizvodnje maslinovog ulja H. Blümner predlaže rekonstrukciju na osnovi Katonovog opisa. Ne upušta se u cjelovitu rekonstrukciju, već daje samo tlocrtnu skicu tijeska na polugu koja je daleko od stvarnosti.⁴¹

R. Cagnat i V. Chapot donose rekonstrukciju jednog od šest tijeskova za maslinovo ulje s lokaliteta Chould-el-Battal koju predlaže M. Saladin.⁴² Dva reda kamenih greda povrh drvenog kostura tijeska na koje se upire zadnji kraj poluge također ne može biti zadovoljavajuće rješenje.

³⁷ Oko 1100 centimetara dugačka poluga u Mulinama, široka oko 30 centimetara, a na položaju najveće sile P2 visoka oko 54 centimetra, bila je teška najmanje 700 kilograma.

³⁸ BOJANOVSKI I., 1969, 44, sl. 16.

³⁹ Na pompejskoj fresci što je ovdje prikazuje sl. 7, uokolo area-e prikazana je teška zidana konstrukcija u obliku ležećeg slova "U". Na rekonstruiranoj toj istoj fresci ta se zidana konstrukcija još bolje vidi, R. CAGNAT - V. CHAPOT, 1920, 239, sl. 485.

⁴⁰ JELIĆ, L., 1896, 146, sl. 20. Treba istaći da rekonstrukcija rimskih tijeskova (*binis torculis*) u Mirima dokazuje da su već prije više od 100 godina naši učeni Hrvati (P. Ergovac i L. Jelić) shvatili osnovni izgled rimskog tijeska na polugu.

⁴¹ BLÜMNER H., 1912, 344, sl. 126.

⁴² R. CAGNAT - V. CHAPOT, II, 1920, 249, sl. 491.

U svojoj kapitalnoj radnji E. Pottier iscrpno koristi antičke izvore, starijeg H. Blümnera i njegovu dokumentaciju, ali ne poznaje pa i ne rješava zagonetnu funkciju kamenih stupova (*stipites*) i udubina za njihovo odlaganje.⁴³

Objavljajući tijesak pored starokršćanske bazilike Pet Mučenika (Kapljuč) u Saloni, J. Brondsted bez argumentacije pretpostavlja položaj razorne sile P3 na mjestu što je na sl. 8 označeno s P.⁴⁴ U rekonstrukciji tog istog tijeska što ga donosi u perspektivi kao protutežu razornoj sili P3 stavlja kameni uteg čija veličina nije ista ni jednoj od zatečenih *stipites*, a koji bi se kao kontrateret trebao suprotstaviti razornoj sili P3, što gledajući statički djeluje naivno.⁴⁵

Nepoznajući razornu snagu sile P3 na tijesku Mogorjelu, rekonstrukciju je izveo i I. Bojanovski.⁴⁶ Prema predloženoj i izvedenoj rekonstrukciji⁴⁷ razorna sila P3 uopće nema nikakvo uporište, sl. 11.

Najcjelovitiju rekonstrukciju tijeska Katonovog tipa, a koja se bitno razlikuje od tijeskova koji su nekoliko stoljeća kasnije djelovali na našem priobalju, donosi J. Horle.⁴⁸

Koliko sam iz dostupne mi tematske literature mogao doznati, prvi koji su kod nas bar naslutili snagu i moć razorne sile P3 i otkrili joj uporište u masivnom zidu Dioklecijanove palače u Splitu, jesu braća T. i J. Marasović,⁴⁹ sl. 12.

Zaključak

Na osnovi terenskih podataka i analogije s drugim dostupnim nalazima, te otkrivajući nepoznato multidisciplinarnim postupkom, ovdje je obrađeno nekoliko dosad neuočenih detalja koji uz ono što se od ranije znalo po prvi put pruža mogućnost da na osnovi rekonstrukcije tijeska iz Mulina cjelovito shvatimo najvažnije dijelove takvog stroja za masline kao i njihovu međuzavisnu funkcionalnu vezu.

Ono što je za cjelovito shvaćanje te vrsti tijeskova bilo bitno i što od dosadašnjih istraživača nije bilo uočeno jest otkriće višenamjenske funkcije parova teških kamenih stupova (*stipites*).⁵⁰ Kod takvih tijeskova za masline stupovi nisu bili ukopani i nepokretni i samo u vezi s mehanizmom vitla, već su bili neukopani, pokretni i slobodni! Njihova glavna namjena nije bila da se u njima okreće osovina vitla OV, već da svojom velikom težinom kao dva teška tereta (*onus*), ali u visećem položaju(!), jednoličnom silom vuku dugačku polugu P nadolje, sl. 5 i 6. Slobodni i neukopani stupovi omogućili su jed-

⁴³ DS IV/I, 165d, s. v. oleum.

⁴⁴ BRONSTED J., 1928, 104, sl. 96.

⁴⁵ BRONSTED J., 1928, 182, sl. 243.

⁴⁶ BOJANOVSKI I., 1969, 36, sl. 1.

⁴⁷ BOJANOVSKI I., 1969, sl. 10a.

⁴⁸ HÖRLE J., 1937, 1731, sl. na str. 1743.

⁴⁹ MARASOVIĆ T., 1984, 111d, sl. 3, 4 i 5.

⁵⁰ Nepoznavanje razvoja i različitosti rimskih tijeskova na polugu zavelo je neke istraživače kojima je jedino stari Katonov tijesak bio podloga za rekonstrukciju

nostavnu i brzu izmjenu neispravne i dotrajale osovine vitla OV, što inače ne bi bilo moguće ako bi stupovi S bili fiksni i ukopani. U prilog takvom shvaćanju govori sljedeće:

a) Osovinska su ležišta A oblikovana konično i prema unutra su šira kako bi se spriječilo ispadanje opterećene osovine vitla u toku rotacije, sl. 5. Kada bi stupovi bili ukopani i nepokretni, ležišta osovine vitla bila bi cilindrična.

b) Osovinska su ležišta A na oba stupa S uvijek jednako udaljena od njihove donje strane (na tijesku B 166 cm). To je moralo biti učinjeno stoga da bi se stupovi kod podizanja i spuštanja iz obzidane udubine B1 istovremeno podigli i spustili, a osovine vitla ostala vodoravna.

c) Iz istog su razloga stupovi S morali biti i svojom težinom veoma ujednačeni kako se u obješenom, visećem položaju ne bi iskrenuli te ispali iz osovine vitla.

d) Još jedan neuočen pa stoga i neprotumačen podatak ukazuje da stupovi S nisu bili ukopani. To su na oba stupa S, jedna nasuprot drugoj, uklesane udubine B, sl. 5. Jedna je kvadratičnog oblika, a druga uspravni, kosi žlijeb. U te udubine uglavljivao se pokretni zasun Z, sl. 5. Kraća poluga P1, utaknuta jednim krajem u osovinu vitla OV upirala se drugim krajem o pokretni zasun Z sprečavajući odmotavanje opterećenog vitla. Taj jednostavan uređaj ujedno je oslobodio bar dva radnika da pomoću dugačkih motki P1 stalno drže svojim rukama stupove S u visećem položaju. Treba istaći da su spomenute udubine B tako uklesane da se zasun Z zabravi u vodoravnom položaju što je spriječilo da veoma opterećena poluga P1, uprta u zasun Z, ne bi iskočila, a stupovi S pali na dno udubine B1, sl. 5.

Takve udubine, uklesane za postavljanje zasuna Z, nalaze se i u Mogorjelu, ali je njihova namjena pogrešno shvaćena.⁵¹ Uspravna klinasta usjeklina zamjetna je i na stupu iz Mirina,⁵² ali je pogrešno dovedena u vezu s mlinom za masline.

Otkriće nepoznate funkcije stupova S objašnjava ujedno i zagonetnu namjenu obzidanih udubina A1 i B1.⁵³ To nisu bili mlinovi za masline kako pretpostavlja M. Suić,⁵⁴ već upušteni, zidom ograđeni podni prostor za odlaganje preko 2 metra dugačkih i teških kamenih stupova u uspravni, radni položaj, ili u stanje mirovanja, kad uljara nije radila. Njihova je namjena bila višeznačna. Prvo, da par stupova S visokih 2 metra i teških preko dvije tone zadrži oslonjenje u uspravnom položaju, što je za vrijeme pokretanja poluge P ubrzalo ne samo njihovo podizanje, već i spuštanje.

Drugo, ako bi se dogodio kvar na vitlu (iskočila osovine OV, odriješilo se uže U, ili popustio zasun Z) stupovi bi svojim donjim krajem pali na mekano dno oko 140 centimetara duboke udubine B1 i neoštećeni se oslonili na zidanu stijenu udubine. Arheološka

⁵¹ BOJANOVSKI I., 1969, 35, sl. 1.

⁵² JELIĆ L., 1896, sl. 25.

⁵³ Takve su se obzidane udubine pored nalaza u Mulinama (A1 i B1) zatekle i u Mirima, JELIĆ, 1896, sl. 19 i 20. U Saloni, RENDIĆ-MIOČEVIĆ D., 1953, 206. Na Kapljuču pored Salone, BRONDSTED J., 1928, sl. 96 jasno se na fotografiji razabire kameni okvir od spolija za stipites, ali obzidana udubina nije iskopana pa ni istražena.

⁵⁴ SUIĆ M., 1957, Tab. VIII/1.

ih istraživanja redovito i nalaze u takvom položaju.⁵⁵ Da je graditelj htio da stupovi S budu nepomični i ukopani, tad bi ih u toku ugradnje podbio kamenjem i zemljom kako bi spriječio da ih vučna sila ne iščupa. Kod takvog rješenja arheološka bi iskopavanja zatekla stupove u vertikalnom položaju, a ne razmaknute i nagnute na zidanu stijenu udubine. Ako bi stupovi S i bili ukopani, što se moguće koristilo kod tijeskova manje snage za tiještenje grožđa, bilo bi besmisleno da se na manjoj udaljenosti od ukopanih i nepomičnih stupova obzidava neka upuštena udubina (A1, B1).

Otkriće višenamjenske funkcije stupova S kao i po prvi puta cjelovito shvaćeno kako se s takvim strojevima opsluživalo, pruža mogućnost da objasnimo zašto je radni prostor unutar uljare s takvim strojevima bio podijeljen u tri nivoa,⁵⁶ na sl. 6 označeno s h-1, h-2 i h-3. Preko dva metra visoke i preko dvije tone teške stupove S trebalo je iz dubine B1 podići pomoću vitla skoro do poluge P, kako bi u toku njihova legalnog spuštanja za vrijeme rada imali po visini potreban radni prostor što je na sl. 5 označeno s "h". Visoki stupovi kao i njihovo veliko kretanje po visini nametali su takvo građevinsko rješenje koje je pružalo radnicima (*factores*) ne samo veću sigurnost, već i udobnost oko stupova, vitla i zasuna Z. Takvo je rješenje bilo ujedno i pogodno za pometanje niže kamene sabirnice (*lacus, labrum*) u koju je teklo tek iscijeđeno maslinovo ulje, sl. 8. Treba uočiti ne malu snalažljivost i naglašenu stručnost projektanta koji je znalčki iskoristio blagi pad terena i najnižu radnu prostoriju h-1 s obzidanim udubinama A1 i B2 smjestio na najnižem dijelu terena, sl. 6. S tim je zasigurno u vezi i dužina radne prostorije (*torcularium*) s tijeskovima od A do E dugačka 40 rimskih stopa (= 12 metara). Je li to slučajnost, ili se projektant točno držao Vitruvijevih uputa?⁵⁷

U arheologiji uvijek ostaju pitanja bez odgovora. Dok je za tijeskovne A i B moguća i izvedena skoro u detalje cjelovita rekonstrukcija, ostalo je zagonetno kako su bili sagrađeni tijeskovi C, D i E? Da su i ti tijeskovi također tiještili pomoću dugačke drvene poluge (*prelum*) dokazuje smještaj čvrsto zidanih ali većih kamenih postolja (D i E), također uz još širi zid K-K (97 centimetara), predviđen kao kontrateret za još veća naprezanja. Kako je bila rješena vučna sila P1 i vitlovi, zašto nisu bile zatečene obzidane udubine za smještaj stupova S kao kod tijeskova A i B, istraživanja M. Suića na ta pitanja ne daju odgovor.

I na kraju treba istaći da su arheološki podaci otkrili da su u Mulinama djelovali novi tipovi tijeskova s polugama dugačkim preko 1100 centimetara. Obzirom na neobično veliku tlačnu silu P2 (preko 15 tona), to nisu bili tijeskovi za grožđe, odnosno mlinovi za masline kako je pretpostavio M. Suić.⁵⁸ Šesti tijesak što se nalazio pored malih dvojnih bazena, na sl. 4 pod brojem 5, po mojem mišljenju nije bio u vezi s tiještenjem maslina.⁵⁹

⁵⁵ JELIĆ L., 1896, sl. 18. SUIĆ M., 1957, Tab. VIII, sl. 1. E. DYGGVE - H. VETTERS, 1966. Mogorjelo, Tab. VII/6. BOJANOVSKI I., 1969, sl. 4.

⁵⁶ Slična su građevinska rješenja zatečena u Mirima, JELIĆ L., 1896, 146. sl. 20. KARAMAN Lj., 1930, 212. slika na str. 211. U Salonu, RENDIĆ-MIOČEVIĆ D., 1953, 206, Tab. XII.

⁵⁷ VITRUVIJE, 1990, 131.

⁵⁸ SUIĆ, M., 1957, 235, Tab VIII/sl. 1. SUIĆ M., 1976, 221 i opis slike 168.

⁵⁹ SUIĆ M., 1976, vidi opis slike 168 na str. 244, pod brojem 5.

Po dužini poluge kao i dosad po prvi puta izvedenoj statičkoj analizi sila na rimskom tjesku za masline, kao i po dostupnim podacima, u Mulinama su djelovali novi strojevi koji su se po konstrukcijskim osobinama veoma razlikovali od tjeskova za masline što ih opisuje Katona.⁶⁰ To su bili tada najmoćniji i najsavršeniji strojevi te vrste za tještenje maslina što su pomoću poluge (*prelum*) djelovali na obalnom području rimske provincije Dalmacije.

⁶⁰ HÖRLE J., 1937, 1731d.

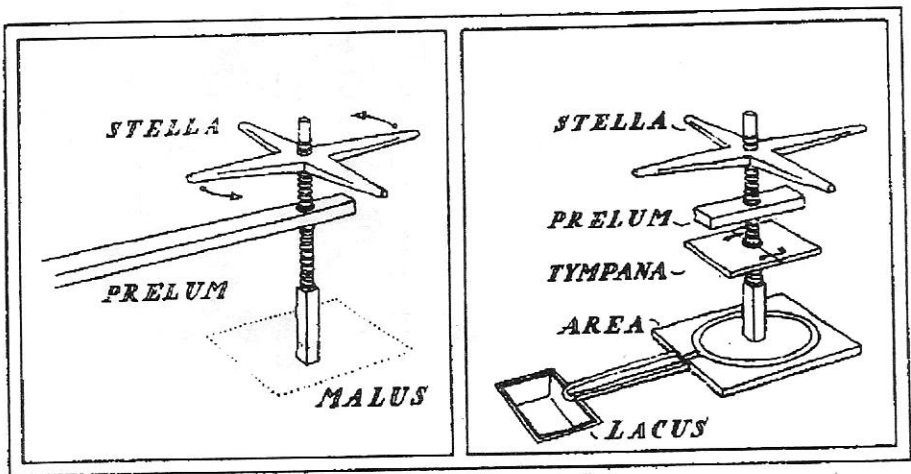
Literatura:

1. BATOVIĆ Š., 1968, Rad Arheološkog muzeja u Zadru u 1965. i 1966. godini, *Diadora*, 4, 300.
2. BOJANOVSKI, I., 1969, Antička uljara na Mogorjelu i rekonstrukcija njenog torkulara, *Naše starine, Godišnjak Zavoda za zaštitu spomenika kulture Bosne i Hercegovine*, XII, Sarajevo, 27d.
3. BLÜMNER H., 1912, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, I, Leipzig 322d.
4. BOLTIN-TOME E., 1990, Antična kamnita elementa iz Strunjana, AV 41, 249d.
5. BRONDSTED J., 1928, *Recherches a Salone*, I, Copenhagen. 104d.
6. CAGNAT R. - CHAPOT V., 1920, *Manuel d'archeologie romaine*, II, Paris.
7. CIL III, *Corpus inscriptionum latinarum*, sv. III.
8. DS, 1926, Daremberg-Saglio, *Dictionnaire des antiquites grecques et romaine*, IV/I, Paris, s. v. olea, 165.
9. DYGGVE - H. VETTERS, 1966, *Mogorjelo*.
10. EGGER R., 1926, *Der altchristliche Friedhof Manastirine, Forschungen in Salona*, II, Wien.
11. ERGOVAC P., 1896, Dnevnik prigodom iskapanja društva "Bihać" na Mirinama od 24 kolovoza do 19 rujna 1896, VHAD, n. s., II, 143.
12. GRIMAL P., 1968, *Rimska civilizacija*, Beograd.
13. GUNJAČA Z., 1978, Rezultati neobjavljenih i najnovijih arheoloških istraživanja antičkih i srednjovjekovnih lokaliteta na Šibenskom području, *Znanstveni skup Vodice*, izdanje HAD, sv. 3, Split.
14. HÖRLE J., 1937, *Torcular*, RE, Band VI A, 2, Stuttgart.
15. ILAKOVAC B., 1997, Urbanizacija antičke Enone (Aenona) i rimsko pristanište "Kremenjača", *Radovi Filozofskog fakulteta u Zadru*, Razdio povijesnih znanosti, (22), 1955/1956, Zadar 83d.
16. JELIĆ L., 1896, Izvještaj glavnog izvjestitelja prof. dra L. Jelića o iskapanju na Mirima s povjesno-umjetničkoga gledišta, VHAD, n. s., II, Zagreb, 146d.
17. KARAMAN Lj., 1930, *Iz kolijevke hrvatske prošlosti*, Zagreb.
18. MARASOVIĆ T., 1984, Srednjovjekovna turnjačnica u podrumskoj dvorani Dioklecijanove palače, *Radovi Sveučilišta u Splitu*, sv. 1 (III), Split.
19. MARDEŠIĆ I., 1986, Solin, Salona, *Arheološki pregled*, Ljubljana.
20. MARUŠIĆ B., 1958, Kratak doprinos proučavanju kontinuiteta između kasne antike i ranog srednjeg vijeka te poznavanju ravenske ahitekture i srednjovjekovnih grobova u južnoj Istri, *Jadranski zbornik*, III, Rijeka, 331d.
21. MARUŠIĆ B., 1972, Tri spomenika crkvene arhitekture s upisanim apsidama u Istri, *Historia archeologica*, sv. 1, Pula.
22. MARUŠIĆ B., 1987, *Materijalna kultura Istre*, izdanje HAD, sv. 11.

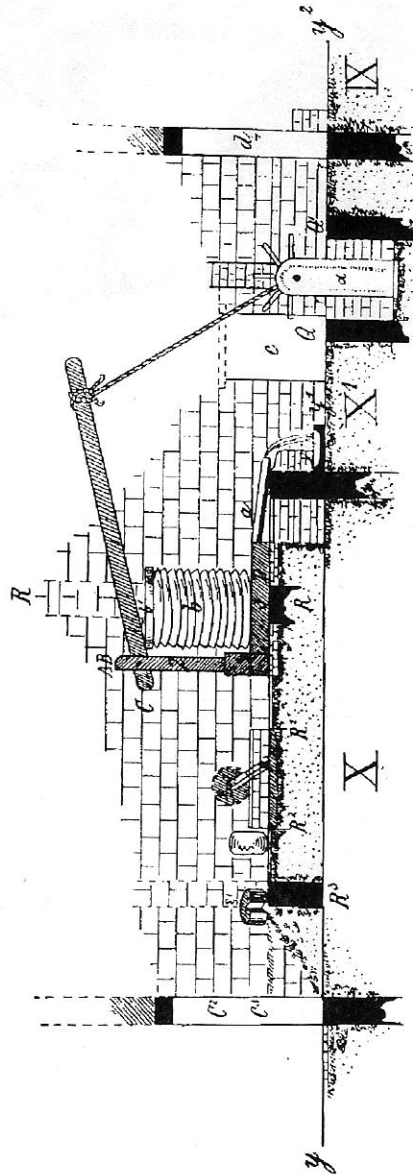
23. MARUŠIĆ B., 1990, Še o istarski Kisi (Cissa) in kesenskom škofu (episcopus cessen-
sis), *Arheološki vestnik*, 41, Ljubljana.
24. MATIJAŠIĆ R., 1987, Vodnjan/Sv. Lucija, Villa rustica, *Arheološki pregled*, 1987.
25. MLAKAR Š., 1962, *Istra u antici*, Pula.
26. RE, 1937, *Paulus Realencyklopädie der classischen Altertumswissenschaft*, Band VI,
A. 2, Stuttgart.
27. RENDIĆ-MIOČEVIĆ D., 1953, Nova solinska turnjačnica sjeverno od foruma,
VAHD, 55, Split.
28. SUIĆ M., 1957, Arheološka istraživanja u Mulinama na otoku Ugljanu, *Ljetopis
JAZU*, 64, Zagreb.
29. SUIĆ M., 1960, Rad Arheološkog muzeja u Zadru od oslobođenja do 1959. godine,
Diadora, 1, Zadar, 208.
30. SUIĆ M., 1974, Zadarski otoci u antici, *Zbornik Zadarsko otočje*, Zadar, 47d.
31. SUIĆ M., 1976, *Antički grad na istočnom Jadranu*, Zagreb.
32. SUIĆ M., 1981, *Zadar u starom vijeku*, Zadar.
33. ŠIROLA B. S., 1956, *Priručnik za statistiku*, Zagreb.
34. VIPS, 1976, *Velika ilustrirana povijest svijeta*, knj. 7, Rijeka.
35. ZANINOVIĆ M., 1967, Neki primjeri smještavanja antičkih gospodarskih zgrada na
obalno-otočkom području, *Arheološki radovi i rasprave*, IV-V, Zagreb, 357d.
36. ZANINOVIĆ M., 1976, Novi prilozi arheološkoj topografiji otoka Hvara, Novija i
neobjavljena istraživanja u Dalmaciji, *Znanstveni skup Vodice*, izdanja HAD, sv.3,
Split.
37. ZANINOVIĆ M., 1982, Novi latinski natpis iz Dola na otoku Hvaru, ARR, knj. VIII-
IX, Zagreb, 141d.
38. ZANINOVIĆ M., 1988, *Vile rustike u području Epidaura*, Izdanje HAD, sv. 12,
Zagreb, Arheološka istraživanja u Dubrovniku i dubrovačkom području, 89d.



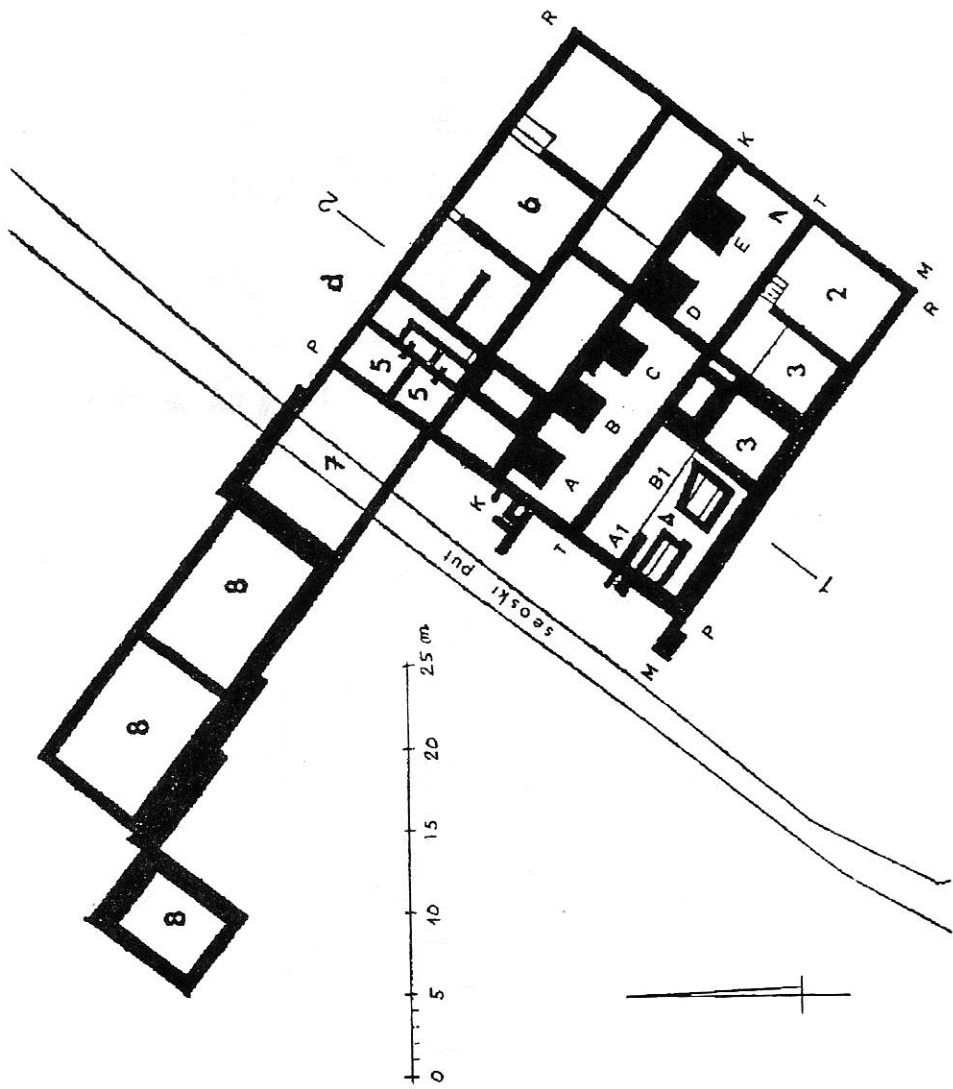
Sl. 1 Atički scyph iz V. st. prije Krista.



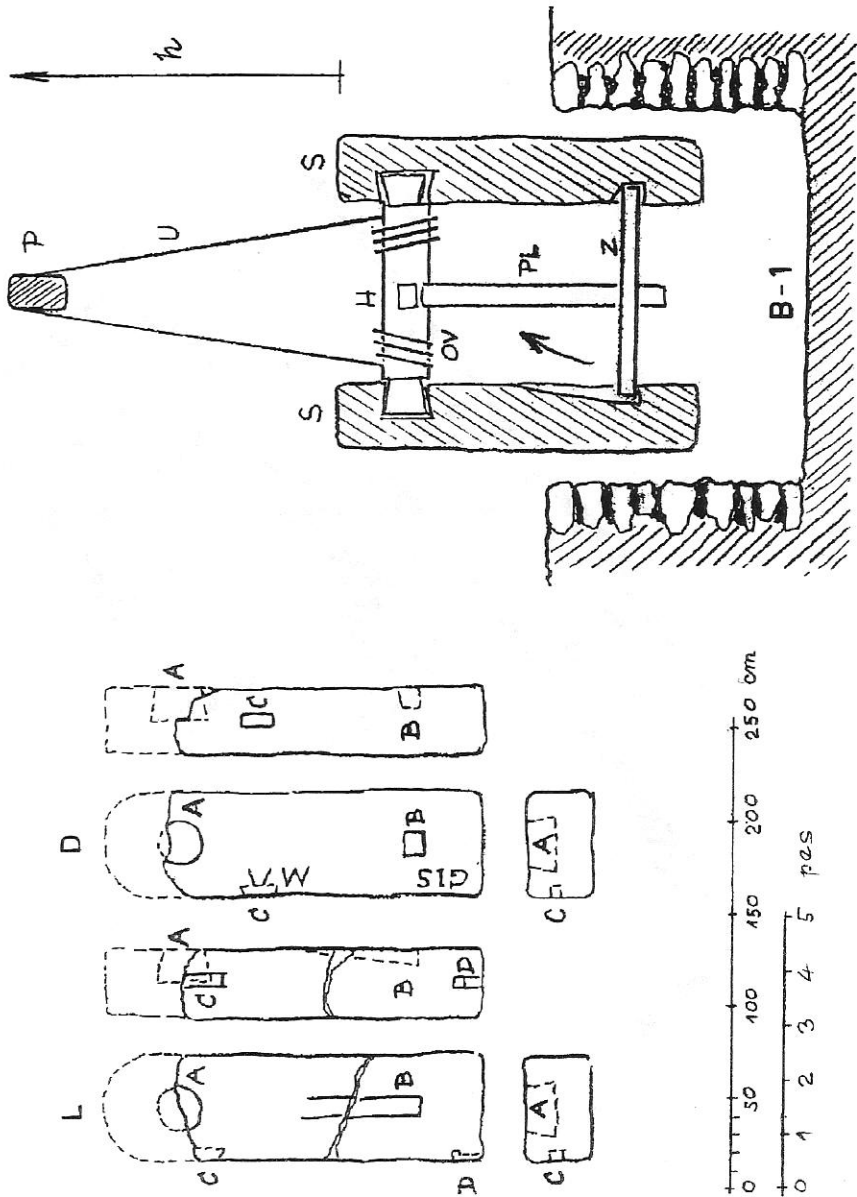
Sl. 2 Shema tijeska na stožer s vijkom (J. Brondsted).



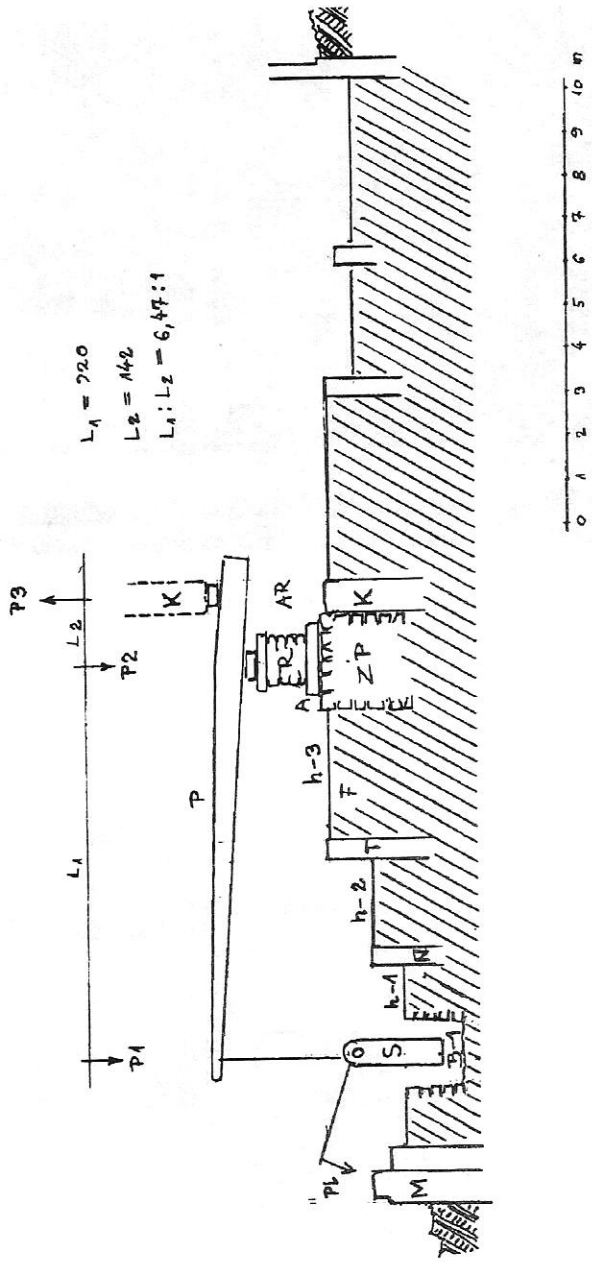
Sl. 3 Rekonstrukcija tijeska na Mirima (P. Ergovac - L. Jelić).



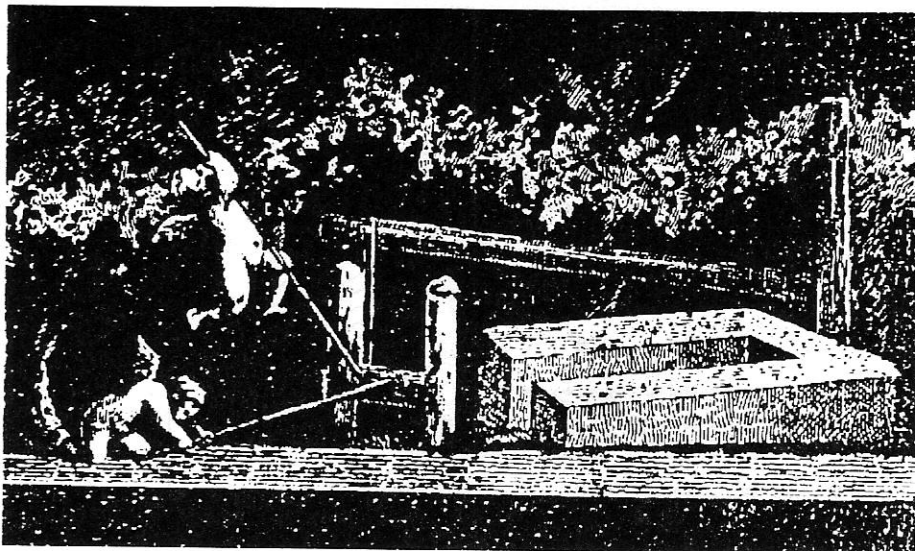
Sl. 4 Tlocrt nalaza u Mulinama (M. Suić).



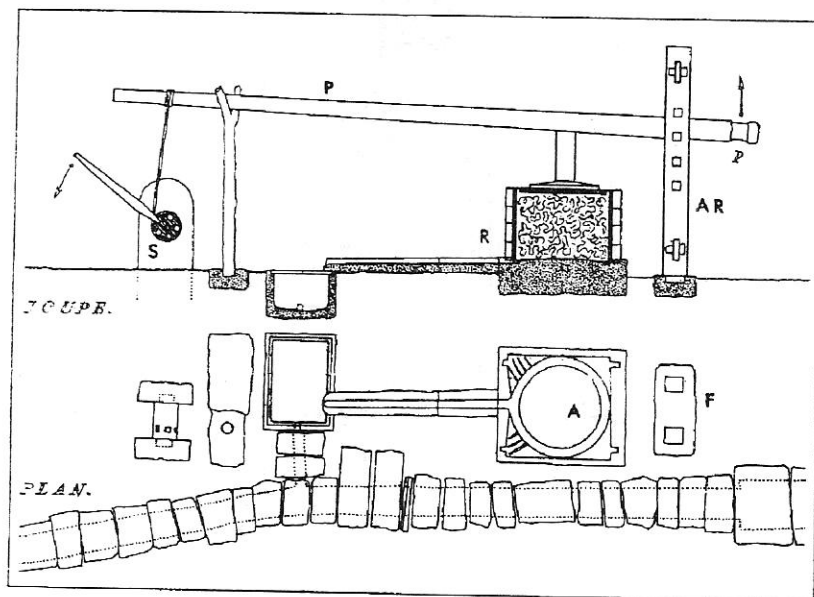
Sl. 5 Stipesi L i D i način njihove uporabe.



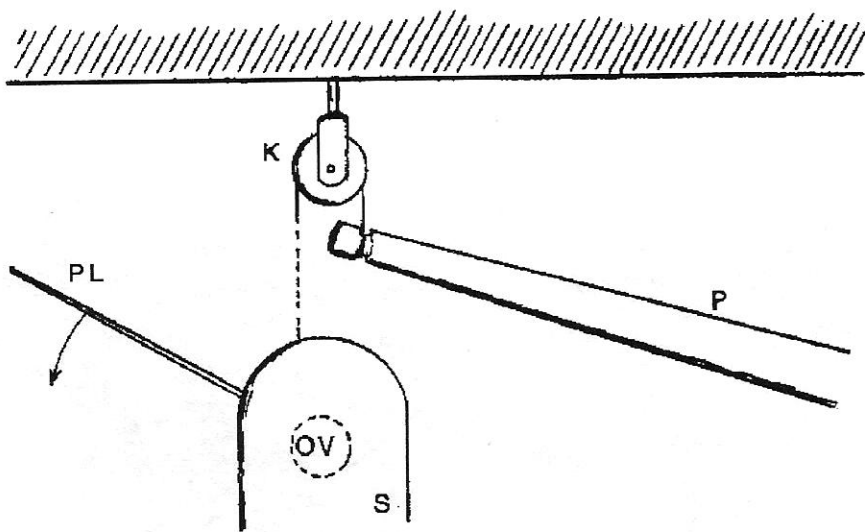
Sl. 6 Vertikalni presjek 1-2 i rekonstrukcija.



Sl. 7 Freska iz Pompeja.



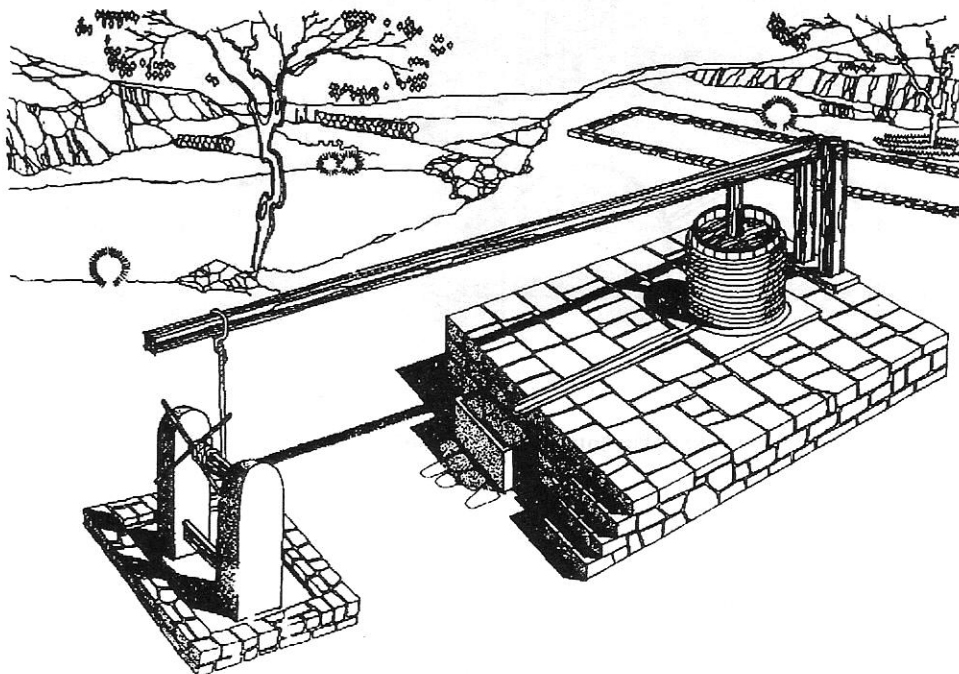
Sl. 8 Rekonstrukcija tjeska iz Salone (J. Brondsted).



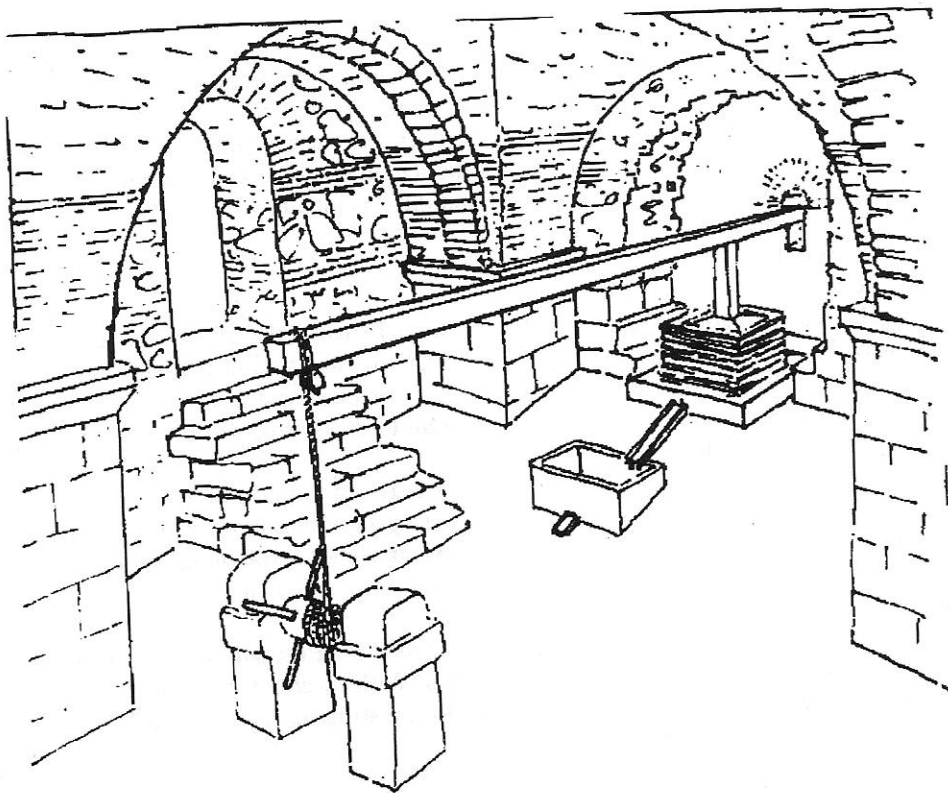
Sl. 9 Dizanje preluma pomoću koloturnika.



Sl. 10 Namještanje preluma na koševu.



Sl. 11 Rekonstrukcija tjeska u Mogorjelu (I. Bojanovski).



Sl. 12 Rekonstrukcija tjeska u Dioklecijanovoj palači (J. Marasović).

*Boris Ilakovac: A RECONSTRUCTION OF THE OLIVE PRESS IN MULINE ON THE
ISLAND OF UGLJAN*

Summary

On the basis of two stone columns L and D (stipites) from the press B, figure 5, and the vertical cross section 1-2 through the same press, figure 6, the author offers the reconstruction and an explanation of how the press operated: the preparations and the pressing itself. The vertical cross section 1-2 reveals the length of the lever P (prelum) to be 1100 cm. the position of forces on the same lever and their quantities:

Hauling force P1 ~ 2,10 tons

Pressure force P2 ~ 15,69 tons

Destructive force P3 ~ 13,59 tons

The reconstruction of the press B and the quantity of the destructive force P3 explain why the middle wall K-K is more than twice the thickness of the outer walls of the building (78cm, 97cm). The wall K-K was not only planned as a partition wall but also to serve with its huge size as a kind of counterweight to the destructive forces of which only P3 consists of 13,59 tons.

The discovery that the columns (stipites) were not buried into the ground, as had been previously believed, but were in a hanging operative position while the press was working enabled a correct reconstruction of these machines, explaining at the same time the function of the square niches A1 and B2 as well as the formation of the working surface on three levels, h-1, h-2 and h-3.

The author underlines that new types of presses were used in Muline which are essentially different from those described by Katon. With levers of more than 1100 cm in length these were the most powerful machines for pressing olives in the coastal region of the Roman province of Dalmatia.