

BORIS ILAKOVAC

Ul. Sv. Vinka Paulskog 7
HR - 23000 ZADAR

ANTIČKI GEODETSKI INSTRUMENT GROMA

UDK 904 (37)
Izvorni znanstveni rad

Pronalazak konstrukcije pravoga kuta odrazio se i u građevinarstvu i urbanizmu te limitiranju poljoprivrednih površina. Auktor opisuje nadgrobni spomenik rimskog agrimenzora iz Pompeja i zagonetni nalaz iz Pfiinza. Prihvaća rekonstrukciju pompejskoga nalaza s tim da se jednonožni stalak radi stabilizacije instrumenta zamijeni tronolnim. Slobodno ovješene vizirne niti nategnute viškovima na vjetru su se nezavisno njihale ometajući mjernika pri viziranju. Ako se dvije suprotne niti dolje spoje i opterete sjednim viskom, postaju jedno tijelo. Auktor također ispravlja rekonstrukciju mjerne sprave nađene u Pflinzu. Na kraju je sažeto prikazana uporaba grome pri limitaciji agera rimskih kolonija.

UVOD

Tvarna priroda ne poznaje prave kutove, sve je oblo i krivudavo. Ipak, postoji bezbroj, ali nevidljivih, pravih kutova koje čine smjerovi djelovanja sile teže (gravitacije) sa svakom mirnom površinom vode.

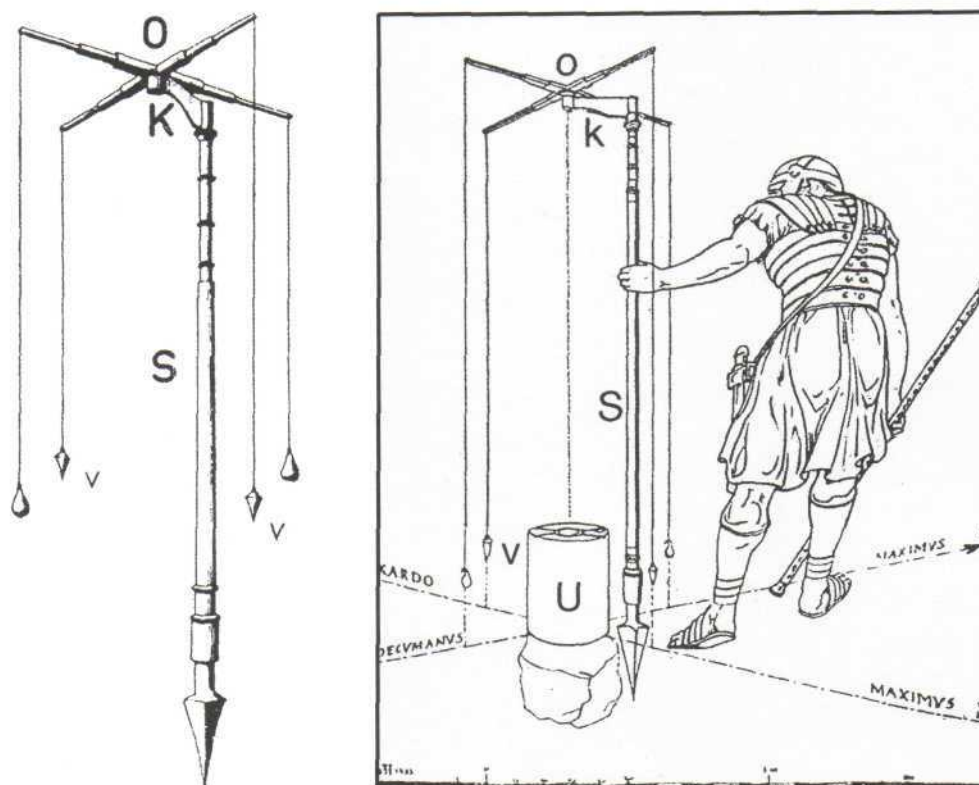
Prolazili su eoni da bi ljudski um zamijetio taj geofizički fenomen i počeo se koristiti njime u svoje svrhe. Prva alatka koja je nastala tragom te spoznaje prastari je visak (Biblija 1968, Zaharija 4, 10a; Amos 7,7). Ali je geometrijska konstrukcija pravoga kuta izvedena mnogo kasnije. Pripisuju ga slavnom Pitagori (580-500 g. pr. Kr.), premda su tu geometrijsku konstrukciju trokuta sa stranicama 3,4 i 5 zasigurno davno prije poznavali stari Sumerani i Egipćani. Pitagora je vjerojatno otkrio algebarski izraz ($c^2 = a^2 + b^2$) pa se stoga poučak o pravome kutu pripisuje njemu (Vitruvius 1990: 174).

Otkriće jednostavne konstrukcije pravoga kuta pomoću trokuta sa stranicama 3,4 i 5, ili pomoću simetrale dužine ubrzo se počelo sve šire primjenjivati. Nestale su pretpovijesne nastambe nepravilnih obliha tlocrta a zamijenile su ih »moderne« zgrade sa zidovima pod pravim kutom. U 5. stoljeću prije Krista već su prema Hipodamovim nacrtima izgrađivani i novi gradovi, ulice kojih su se također međusobno sijekle pod pravim kutom (SUIĆ 1976: 88). Aprimjena pravoga kuta odrazila se i u naprednoj antičkoj agrikulturi.

Rimska je dominacija u novoosvojene krajeve donijela i značajnu promjenu u obradi poljoprivrednih površina. Stara usitnjena privatna gospodarstva, na malenim obradivim površinama, često razbacanim na više mjesta, zamijenjena su objedinjenim velikim agrarnim površinama (latifundije)



Slika 1.



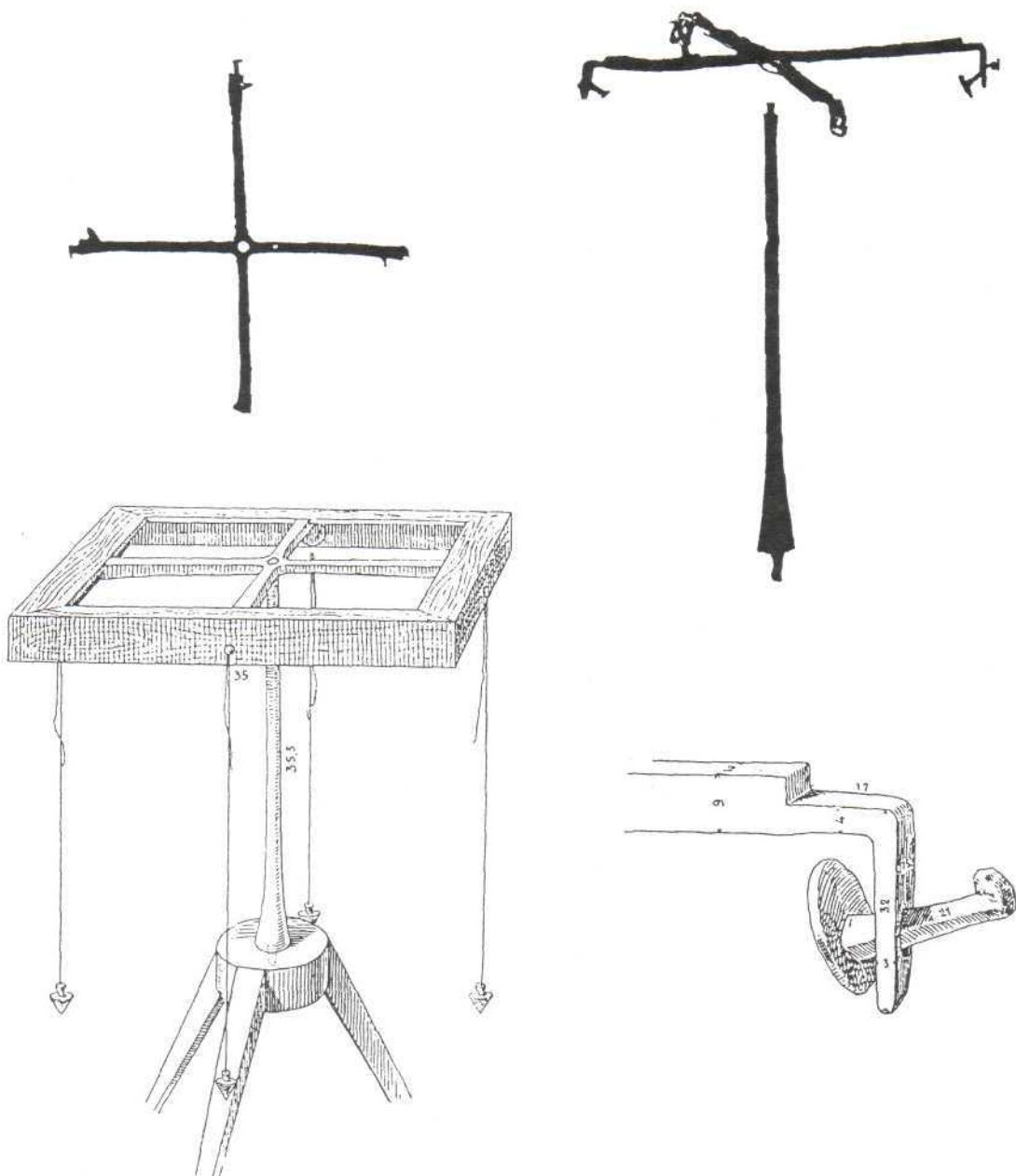
Slika 2.

na kojima se pretežito uzgajala monokultura. Nalazimo ih pored tek osnovanih kolonija rimskih gradova i prefektura, katkad i municipija, te na velikim privatnim agrikulturnim površinama.

Osvajeno i koloniji dodijeljeno državno zemljište (*ager publicus*) trebalo je razdijeliti kolonistima. Ta nova društvena pojava nametnula je i problem - kako u ondašnji katastar uvesti imena novih vlasnika (kolonista) i na koji način odrediti i na terenu označiti položaj i veličinu dodijeljenog im zemljišta? Poučeni starijim iskustvom, u pomoć su pozvali geodeziju. Državno je zemljište trebalo isparcelizirati u pravilne pravokutne i jednake površine (centurije) (SUIĆ 1956: 1). Ataj su posao u to doba mogli obaviti jedino izučeni geometri. Tako se usavršavao geodetski instrument groma, prema kojem su grčki zemljomjerci prozvani gramatici, a kod Rimljana *mensores* (*agrimensores*) (KUBITSCHER 1893: 894; HUMBERT 1877: 165).

Još nije razjašnjeno porijeklo i značenje riječi *groma*. Donedavno se smatralo daje izvedena od grčke riječi *gnoma* (duh, spoznaja) (SCHMIDT 1988: 109). Etimologija nije pouzdana jer je arheološki dokazano da su stari Etruščani još u dubokoj starini upotrebljavali neku geodetsku spravu za obilježavanje pravokutnog tlocrta svojih hramova i svetih gajeva, a njihovo kasnobrončano naselje terramare nedaleko od Parme bilo je sagrađeno s ulicama i zgradama koje su se također sijekle pod pravim kutom.¹

¹ Ako se na tlo položi ravna letva i do njene sredine okomito položi druga, obje će letve i bez grome biti gotovo idealno međusobno okomite.



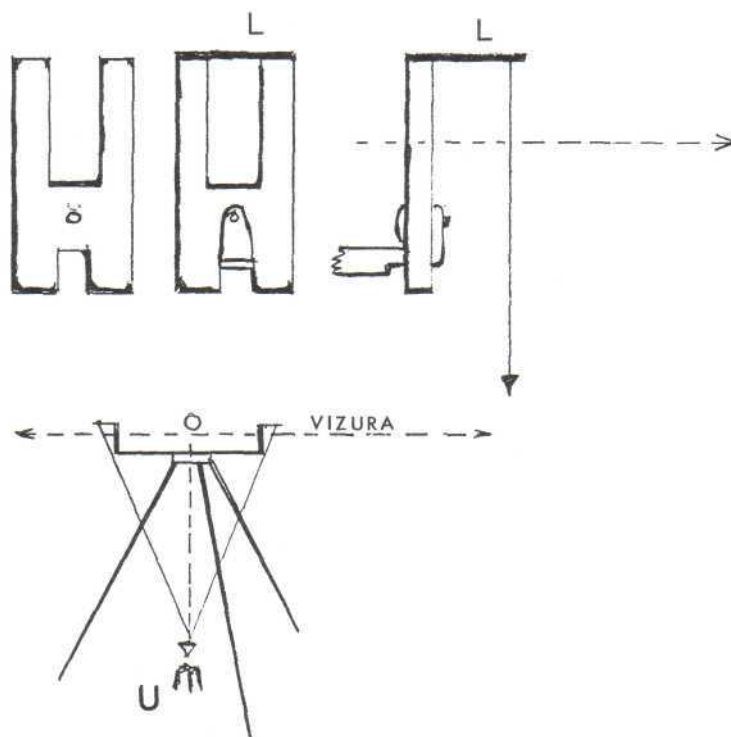
Slika 3.

Primjenu pravoga kuta u agrikulturi, građevinarstvu i urbanizmu poslije su preuzeli Rimljani (*Roma auadrata*) i prozvaše je *disciplina etrusca*. Stoga što križni dio grome nalikuje na zvijezdu, Latini je prozvaše *stella*, a Grci *asteriskos*.

ARHEOLOŠKINALAZI

1. U 19. je stoljeću u mjestu Ivrea, sjeverno od Torina, otkriven rimski nadgrobní spomenik na kojem piše:

(TR)IB(V) CLAVDIA L(VTIVS) AEBVTIVS L(VCII) L(IBERTVS) (F)AVSTVS MENSOR VI VIR ŠIBI ET ARIAE Q(VINTI) L(IBERTAE) AVCTAE VXORI ET SVIS ET ZEPYRE LIBERT(AE) V(IVVS) F(ECIT) (CIL V2,6786. SI. 1.) Prijevod: *Lucije Aebucije Fausto, oslobođenih Lucija iz tribusa Klaudija, geodet (mjernik) i sevir, učinio je za svog života za sebe, svoju ženu Ariju Auktu, oslobođenicu Kvinta i za oslobođenicu Zepiru (ovaj spomenik).*

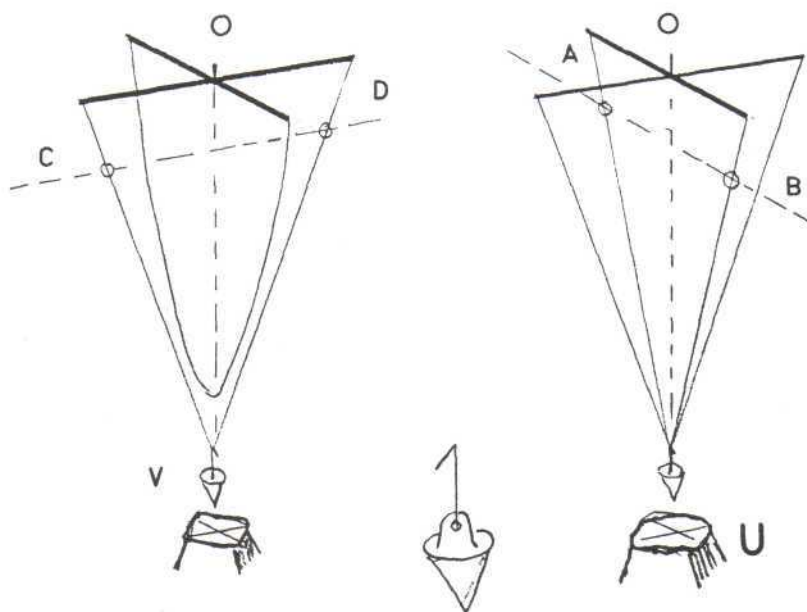


Slika 4.

Ispod natpisa prikazane su u plitkom reljefu dvije prekrížene letve, križni dio grome (*stella*), koje se od sredine prema krajevima stanjuju, a iza križa grome prikazana je dugačka uspravna motka (*ferramentum*) koja je na donjoj strani zadebljana i na kojoj se zamjećuju dvije nasuprot postavljene krilne istake. Motka je na gornjoj strani pločasto proširena a iz tog se proširenja uzdiže mala i kratka osovina (SCHONE 1901: 127; GREWE 1980: 184). Ono što na ovom spomeniku treba posebno uočiti dva su viska (*perpendicularum*) ovješena na kratke niti (*filum*), ali ne na krajeve križa grome (si. 1).

Povrh gornje strane središnje motke prikazan je manji zagonetni četvrtasti predmet u ležećem položaju, a povrh njega povelika četvrtasta ploča (*tabula ansata*). Rub te ploče uljepšan je profilom koji uokviruje prizore iz biljnog i životinjskog svijeta (si. 1).

Ispod tabule ansate prikazane su dvije stolice (*sella curulis*) a sa svake strane po jedan ukrasni štap (*fascis*), koji su u to doba nosili viši držani činovnici. Taj tada jedinstveni spomenik značajan je stoga što donosi ne samo ime pokojnika i što ističe daje bio geodet (mjernik, *ensor*) već i stoga što je stručnoj javnosti prvi puta, bar u dijelovima, prikazan zagonetni geodetski instrument *groma*. Budući da na spomeniku nije prikazana *groma* u radnom i cjelovitom obliku, već samo njeni dijelovi (križ grome, dio stalka i viškovi), stručna je javnost nastojala raznim rekonstrukcijama prikazati kako je taj instrument mogao u cijelosti izgledati. F. Schmidt donosi popis prvih autora koji su svoje radove objavili još u 19. stoljeću (SCHMIDT 1988: 110).



Slika 5.

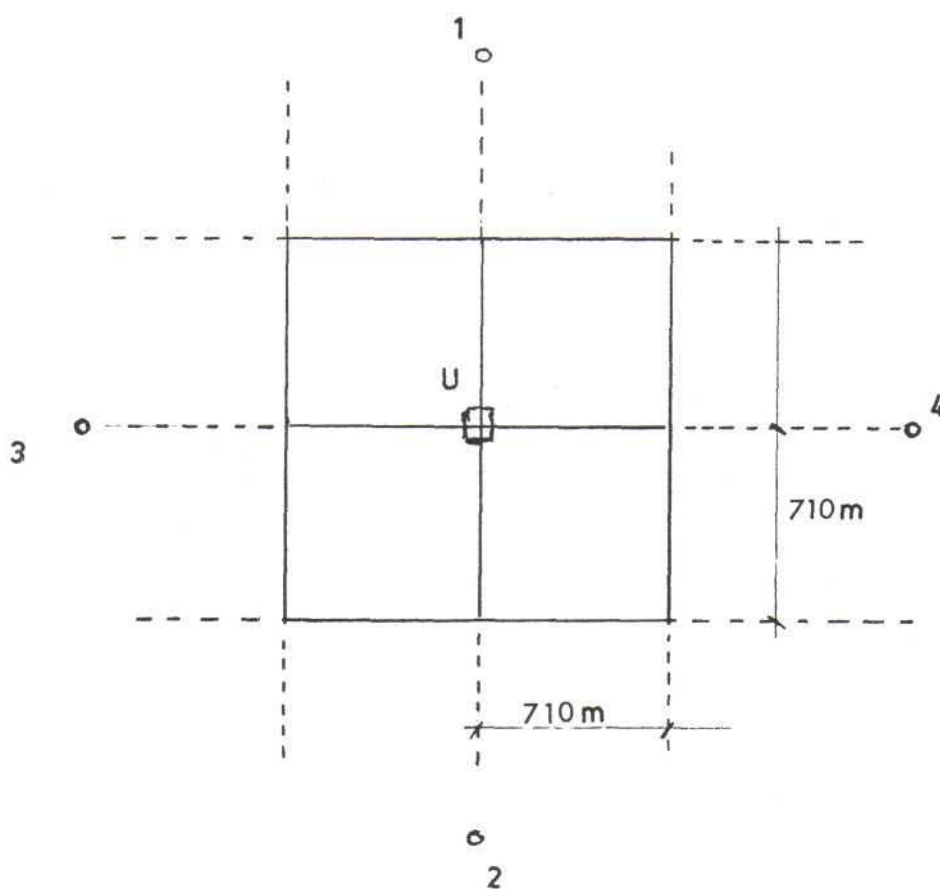
2. Godine 1912. u radionici nekog Vera otkriveni su u Pompejima ostaci geodetskog pribora: kutija od slonovače s ugraviranim sunčanim satom, mjerna stopa (*pes*) s označenom diobom i preklapno mjerilo i, stoje najvažnije, prvi i dotad jedini ostaci grome (DELLA CORTE 1922: 5; NOWOTNY 1923: 22; GREWE 1980:165; SCHMIDT 1988: 110). Dva jednako dugačka drvena kraka grome bila su okovana i međusobom postavljena pod kutom od 90 stupnjeva, si. 2. Tako oblikovani križ imao je u sredini okruglu rupu kao ležište za osovinicu. Svaki od dva ukrštena kraka grome bio je dugačak tri rimske stope, oko 88 centimetara (1 rimska stopa = 29,63 cm).

Uz križ grome zatečeni su dijelovi okovanog drvenog stalka (*stativ*) S u obliku dugačkog štapa (*ferramentum*) koji na donjoj strani ima šiljati metalni nastavak da bi se mogao lakše ugurati u tlo. Na gornjoj strani stativa S nalazila se izbočena konzola K s malom, prema gore, izbočenom osovinicom na koju se namjestio križ grome, oko kojeg se mogao slobodno okretati u vodoravnom položaju (si. 2).

Osim ovih nalaza, zatečena su i dva standardna viska (*perpendicularum*) i još dva u obliku patke, si. 2. Zatim trasirka (*meta, signum*) i velika mjerna letva pertika (*decempedes* = 296,3 cm).

3. Pored rimskog limesa i nedaleko od Eichstatta, u mjestu Pfiinz, otkrivena su 1900. godine dva jedinstvena arheološka predmeta (SCHONE 1901:128). Prvi je željezni križ sa četiri kraka postavljena pod pravim kutom (si. 3). Križ ima u sredini okruglu rupu, a svaki je završetak kraka savijen pod pravim kutom s povelikom rupom u kojima su zatečeni savijeni željezni čavli (si. 3). Križ je izrađen od plosnatog željeza 10 mm x 9 mm i tek su krajevi stanjeni na 4 milimetra da bi se mogli lakše savinuti. Raspon križa mjeri samo 35 centimetara.

Drugi je predmet 35,5 centimetara dugačak željezni štap okruglog presjeka. Na gornjoj je strani sužen i produžen u malu osovinicu. Donji se kraj štapa prema dolje piramidalno proširuje i završava kratkom cilindričnom osovinicom (si. 3).



Slika 6.

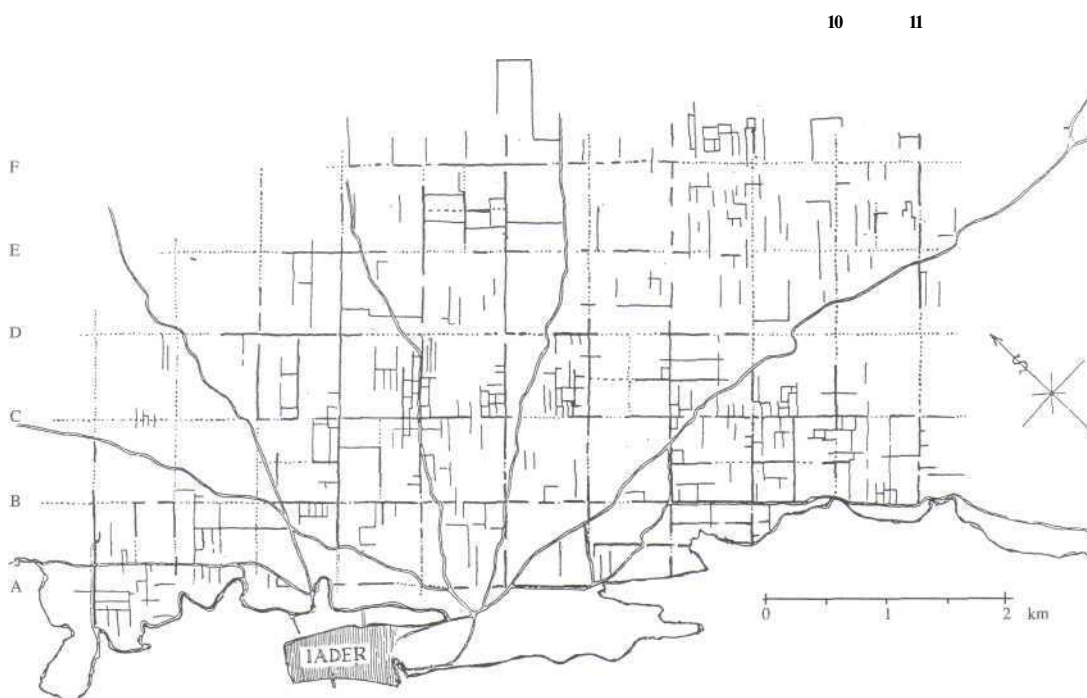
REKONSTRUKCIJE

U doba antike izrađivane su geodetske sprave ručno pa je svaki primjerak bio unikatan. Stoga u dosad jedinstvenom nalazu grome u Pompejima treba vidjeti samo jedno od konstruktivnih rješenja. Taj prastari geodetski instrument korištenje oko tisuću godina pa je očekivati da se u toku vremena usavršavao.

Kao i današnji geodetski instrumenti, groma je bila sastavljena od stativa (nogara) i gornjeg dijela za viziranje. Stoga u pokušaju cjelovitog izgleda grome treba imati u vidu da je radi praktičnosti morala biti tako načinjena da omogući brzo i jednostavno postavljanje i da za vrijeme rada ostane nepokretna.

1. Na osnovi nedovoljnih literarnih podataka kao i zasad egzemplarnog nalaza grome u Pompejima, M. Della Corte predložio je rekonstrukciju koju donosi si. 2. Ona je idejno ispravna, ali je djelomična jer ne rješava osnovni zahtjev - stabilnost instrumenta. Težina velikog križa grome opterećenog viškovima više od 25 centimetara dugačke konzole K asimetrično opterećuje stalak S koji se prema predloženoj rekonstrukciji oslanja o tlo samo u jednoj točki (si. 2). Stoga bi predloženu rekonstrukciju trebalo dopuniti s dva bočna kosnika.²

Postavljanje i točno centriranje grome na *umbilicus soli* U kao i na ostale čvorne točke bilo bi omogućeno tek jednostavnim tronožnim stalkom (si. 4). Jer se groma upotrebljavala pri limitaciji agera na veoma neravnom tlu koje je bilo i neujednačene nosivosti, stativ grome S morao je biti os-



Slika 7.

² ILAKOVAC 1999: 237, u rekonstrukciji horobata unosi pomičnu bočnu letvu radi stabilnosti instrumenata pri očitavanju nagiba.

lonjen u tri točke (si. 4). Ako se tronožni stalak koncentrično postavi prema *umbilicus soli* U, nestaje asimetrično statičko opterećenje, ujedno je bez ukapanja stativa omogućeno brzo i jednostavno postavljanje i premještanje grome. A tronožni se stativi na geodetskim instrumentima upotrebljavaju sve do danas. Što se tiče stalka (stativa, nogara), moguća su samo dva rješenja, asimetrično, što je donosi M. Della Corte s konzolom i bočno poduprtim uspravnim stativom, i koncentrična konstrukcija bez konzole s jednostavnim tronogom (si. 4).

2. Dok je rekonstrukcija stalka grome jedna od nepoznanica, druga se odnosi na križ grome, posebno na uređaj za viziranje. Rekonstrukcija stoje predlaže M. Della Corte ima pet viškova, četiri na svakom kraju križa grome i peti u sredini, ispod okretišta O koji je služio za centriranje grome na *umbilicus soli* (si. 2).

Ideja je zanimljiva i funkcionalna, ali je daleko od poznate antičke praktičnosti i domišljatosti. Rekonstrukciju M. Della Corte dovodi u sumnju i prikaz grome na nadgrobnom spomeniku iz Ivree. Iako je na spomeniku bilo dovoljno mjesta da se prikažu četiri viska, prikazana su samo dva. Osobito je to da ne vise na krajevima križa grome (si. 1).

Na izmjenju i dopunu rekonstrukcije grome upućuje i nalaz iz Pompeja. Pored ostataka križa grome nije bilo zatečeno pet viškova već samo četiri. Treba istaći da su samo dva viska identična onima što su prikazana na nadgrobnom spomeniku iz Ivree, a pojedinim autorima druga dva viska nalikuju na patku (si. 2).

Vizirni dijelovi grome bile su tanke niti nategnute viskom u smjeru sile teže. Kako se groma upotrebljavala isključivo vani slobodno ovješene, i nategnute končanice, bile su izložene djelovanju vjetra. Odvojeno ovješene končanice, zbog nejednakih dužina i različite težine viškova, nezavisno su se klatile mijenjajući smjerokaz i ometajući mensora pri viziranju. Djelomična je pomoć bila da se končanice osmatraju stoje moguće bliže mjestu njihova ovjesa gdje je njihanje bilo i najmanje. Da bi se spriječilo djelovanje vjetra, Heron Aleksandrijski predložio je da se viškovi zaštite, cilindrima (NOWOTNY 1923: 24). Ipak postoji tehničko i veoma jednostavno rješenje koje sprečava neujednačeno njihanje končanica.

Ako se obje dijametralne končanice (A-B) dolje spoje i opterete, ali samo s jednim viskom, njihanje končanica u osnovi se mijenja (si. 4 i 5). U potpunosti bi bilo uklonjeno nezavisno i različito njihanje nekoć odvojenih vizirnih niti jer bi spojene činile jednu cjelinu.

Spojene vizirne niti druge dvije končanice (C-D) trebale bi biti nešto duže kako se viškovi ne bi dodirivali, (si. 5). Ako bi djelovanje vjetra izazvalo njihanje, spojene vizirne niti tromo bi se njihale i u istom ritmu uvijek zadržale isto usmjerenje. U predloženu rekonstrukciju uklapa se i pompejanski nalaz. Dva oblikom ista viska bila bi dovoljna za natezanje spojenih končanica. Druga dva, oblikom patke, zasigurno nisu služila za natezanje vizirnih niti. Možda im je namjena bila da pomognu figurantima da drže trasirke u okomitom položaju?

Slijedeći takvo razmišljanje, dolazimo i do konačnog rješenja. Ako se dužina drugog para končanica (C-D) prilagodi dužini prvog para spojenih končanica i oba para optereti ali samo s jednim viskom, dobivamo složenu ali cjelovitu konstrukciju (si. 5). Ovješene o završetke krakova križa i opterećene, ali samo s jednim viskom, končanice bi postale nepomično tijelo u kojem bi njihanje vizirnih niti bilo posve uklonjeno. Isti visak ujedno bi služio i za centriranje grome na *umbilicus soli* (si. 4 i 5). Međusobno spojene končanice više ne bi bile u svim smjerovima okomite već malo skošene što ne bi pri viziranju ometalo (si. 4). Predložena rekonstrukcija ne samo da bi riješila staru poteškoću pri uporabi grome - ometanje mjernika pri viziranju s njihajućim končanicama - već bi ujedno pojednostavila prenošenje rastavljene grome s jednog mjernog mjesta na drugo.

3. Nalaz u Pftinzu otkrivenje i objavljen prije više od sto godina, mnogo prije nalaza grome u Pompejima. Stoga ne iznenađuje daje H. Schone imao poteškoća u pokušaju rekonstrukcije cjelovitog izgleda grome. Kao prvo, uspravni štap (*ferramentum*) na kojem se gore okretao križ grome nije nikada smio biti između končanica u smjeru vizura (si. 3). M. Della Corte izveo je prihvatljivo rješenje te križ grome odmakao od uspravnog štapa pomoću isturene konzole K (si. 2). Učvršćen masivni drveni okvir na krajevima križa izvan je svake funkcionalnosti (si. 3). Pravokutno savijeni krajevi križa također su pogrešno usmjereni prema dolje, jer je za ovjes nategnutih končanica besmisleno savijati krajeve križa prema dolje (si. 3). Ako se savijeni krajevi križa okrenu nagore, naslućuje se dosad nepoznata konstrukcija grome (si. 4).

Široke glave čavala zatečene su na unutarnjoj strani križa (si. 3). Prema toj slici dužina čavala je oko 21 milimetar što dokazuje daje debljina prikovanog predmeta bila oko 17 milimetara. I širina prikovanih predmeta kao i napadno velike glave čavala pokazuju da su ti predmeti bili izrađeni od drveta, pa zato i nisu sačuvani. Pretpostavimo li da su na sva četiri kraja križa bili prikovani takvi predmeti, onda su prema toj pretpostavci ti predmeti bili dijelovi opreme za viziranje. Oblik kao i dimenzije tih predmeta morali su biti u vezi s njihovom namjenom. Pretpostavlja se da su ti drveni predmeti bili u obliku velikoga slova H (si. 4). Izrezanom donjom stranom bili su tijesno nabijeni do savijenog dijela križa i s unutarnje strane zakovani željeznim čavlima koji su s vanjske strane bili savijeni (si. 3. i 4). Po sredini gornje strane nalazio se široki izrez za viziranje koji je odozgo bio premošten s prema van izbočenom drvenom daščicom ili brončanim limom (si. 4). Lim ili drvena daščica učvrstila bi tako izrezani H dio i ujedno omogućili da se s vanjske strane križa po sredini gornjeg izreza učvrsti vizirna končanica (si. 4). Takvi drveni dijelovi nisu trebali biti visokiji jer su vizure na terenu pretežito vodoravne.

Širina željeznog križa iz Pftinza mjeri 35 centimetara, a razdaljina između vizirnih končanica bila bi oko 50 centimetara. Znatno manje od razdaljine grome u Pompejima. Uпитno je da li je to skraćenje u vezi s novom konstrukcijom grome?

Ako smo se ovom rekonstrukcijom približili istini, onda smo u posjedu pramodela na kojem je prvi put bio riješen stari problem klasične grome - kako je napraviti da se obje međusobom okomite vizure više ne nalaze između nogara, tj. ispod okretišta O (si. 2). Na svim kasnije izrađenim geodetskim instrumentima vizure se beziznimno nalaze povrh okretišta instrumenta.

Nadgrobni spomenik s prikazom dijelova grome iz Ivree nastao je u prvom stoljeću prije Krista, a ostatak grome u Pompejima spalila je vatrena stihija Vezuva 79. godine. Ta su dva arheološka predmeta praktički istovremena. H. Schone ne donosi popratne arheološke predmete koji bi pomogli u datiranju nalaza. Stoga je upitno da li groma iz Pftinza pripada rimskom ili postrimskom razdoblju?

Primjena pravoga kuta jedna je od duhovnih zasada antičkih civilizacija. Zato se groma primjenjivala ne samo u građevinarstvu i urbanizmu već i pri ograđivanju obradivog državnog i privatnog zemljišta.³ Bila je korištena i u vojsci za pravokutno obilježavanje tlocrtnih sadržaja vojnih logora (*castra munita*). Ne spominje je Vitruvije jer ta sprava nije služila za pronalaženje trasa gravitacijskih akvedukata, ali se groma mogla upotrebljavati pri izgradnji velikih akumulacijskih i protočnih vodosprema koje su tlocrtno bile pravokutne i koje su bile u sastavu velikih gradskih akvedukata.⁴

3 Groma je bila primijenjena i pri planiranju pravokutne koordinatne mreže u okviru koje su bile iskopane tisuće kvadratičnih jama za uzgoj vinove loze i drugih poljoprivrednih kultura, ILAKOVAC: 1992,279 i si. 1 i 2.

4 Na rimskom akveduktu za Kartagu pravokutna je vodosprema bila 136 m dugačka i 60 m široka, RAKOB 1974; 43 d i si. 3 (fascikl). Slična pravokutna vodosprema, dugačka 133 m i 25 m široka, bila je ugrađena i u vojnom rimskom akveduktu za Burnum, ILAKOVAC 1999: 1982, 60d, si. 6; 1999; 1984, 28d i prilog 2 i 3.

Na kraju treba reći da groma nije mjerni geodetski instrument. Ta prastara geodetska sprava služila je samo za trasiranje tlocrtnih pravih kutova ili za provjeru da li je nešto već sagrađeno pod pravim kutom. Stoga uz gromu ne idu mjerne jedinice kao za dužinu, površinu, kutove ili vrijeme.

PRIMJENA GROME KOD LIMITACIJE AGERA RIMSKIH KOLONIJA

Vlasnik zemljišta određenog za limitaciju (država ili privatnik) morali su poznavati ne samo položaj već i veličinu i granicu zemljišta predviđenog za ograđivanje (limitiranje). Prvo se na prikladnom mjestu u tlo ugradio kameni stup kao osnovni i početni geodetski znak, tzv. »pupak« (*umbilicus soli*; si. 2 i 5, pod oznakom U) (ILAKOVAC 1998: 69). Nastojalo se da to početno mjesto bude povišeno kako bi se s njega moglo promatrati što je moguće veće područje predviđeno za ograđivanje. Tad se do tog početnog znaka postavio stalak S sa gromom ali tako daje središnji visak koji je bio ovješten ispod okretišta grome O bio usmjeren prema uklesanoj znački (većinom uklesani križ) (si. 2 i 5). Nakon centriranja grome prema umbilicusu vlasnik zemljišta, vjerojatno i uz pomoć mjernika, odredio je najpogodniju orijentaciju pravokutne mreže budućih ograda. Stoga je na velikoj udaljenosti od grome bila u tlo ugrađena druga značka (*signum*), na si. 6 označena brojem 1. Položajem umbilika i te druge značke (1) bila je označena orijentacija cjelokupne mreže buduće limitacije agera.

Nakon centriranja grome prema umbiliku mjernik bi lagano okretao križ grome te istovremeno vizirajući (*conspicere*) preko para nategnutih končanica doveo križ grome u takav položaj da se končanice preko kojih je vizirao (A-B) i druga značka na terenu pod brojem 1 nađu u istom pravcu (si. 6). U tom položaju trebalo je križ grome učiniti nepokretnim da bi se spriječilo njegovo okretanje.

Mjernik bi tada prešao na suprotnu stranu grome i preko istog para nepomaknutih vizirnih končanica usmjeravao udaljenog radnika ulijevo ili udesno sve dok se nova (treća) oznaka na terenu ne bi poklopila s istim pravcem, na si. 6. pod oznakom 2.

Slijedi označavanje drugog pravca koji je na prvi pravac (1-U-2) okomit točno za 90 stupnjeva. Zato su i krakovi grome pod pravim kutom. Pazeći da se križ grome i stalak ne pomaknu i da su vizirne niti zadržale isto kutno usmjerenje, mjernik bi prišao drugom paru vizirnih končanica (C-D) te vizirajući i uz pomoć figuranta ukopao u teren dvije nasuprotne oznake pod brojem 3 i 4 i time na terenu označio okomit položaj među sobom dvaju okomitih pravaca 1-2 i 3-4, si. 6. Tako je pomoću grome utvrđen i u terenu označen osnovni par među sobom okomitih pravaca buduće limitacije koje neki nazivaju *cardo maximus* (CM) i *decumanus maximus* (DM) (SUIĆ 1956: 1).

Na spomenuta dva osnovna i među sobom okomita pravca (1-U-2 i 3-U-4) trebalo je u rimskom mjernom sustavu označiti položaje ostalih, među sobom okomitih međa (limesa) koji su ograđivali osnovne agrarne poršine kvadratnog oblika, tzv. »centurije« sa stranicama od 2400 rimskih stopa (= 480 rimskih koraka = 4 actusa = 710,4 metra), si. 6. Vizirajući preko para viškova A-B i C-D u smjeru već označenih pravaca (1-2 i 3-4) ukopali bi se u tlo stabilni bilježi *iterminus*) u međurazmacima jedne centurije, tj. 480 rimskih koraka, si. 6. Nakon toga bi mjernik premjestio gromu od odabranih pravaca a na udaljenosti od jedne centurije. Slijedi već opisano centriranje usmjerenje grome prema umbilicusu kao što i danas čine geometri pri geodetskoj izmjeri zemljišta.

Opisanim postupkom, premještanjem i centriranjem grome na odgovarajuća mjerna mjesta udaljena međusobno 480 rimskih koraka te prikladnim mjerama za dužinu cijelo je agrarno područje bilo iskolčeno i označeno čvornim točkama, tj. sjecištima karda i dekumana (si. 6). Tek je nakon označene geodetske premjere cjelokupnog područja moglo otpočeti zidanje međa (limesa), što se na priobalnom kamenjaru kod nas gradilo u kamenom suhozidu, a na plodnim zemljanim rav-

nicama pomoću zemljanih nasipa i drvene građe (si. 7). Kojom su vještinom i točnošću obavili agrimensori taj težak i odgovoran posao pokazuje limitacija agera rimske kolonije Pula, gdje je trebalo postaviti geodetske oznake između istočne i zapadne obale Istre, na razmaku većem od 20 kilometara (SUIĆ 1956: 10, si. 3).

POPIS SLIKA

- SI. 1. Nadgrobni spomenik iz Ivree (K. Grevve)
- SI. 2. Groma iz Pompeja (rekonstrukcija F. Rakob/M. Della Corte)
- SI. 3. Groma iz Pfunz-a (H. Schone)
- SI. 4. Rekonstrukcija grome iz Pfu'nza (B. Ilakovac)
- SI. 5. Rekonstrukcija vizirnih končanica (B. Ilakovac)
- SI. 6. Primjena grome kod limitacije (B. Ilakovac)
- SI. 7. Limitacija agera rimske kolonije Jader (M. Suić)

BIBLIOGRAFIJA

Biblija. Zagreb, 1968.

DELLA CORTE, M. 1922 - Groma. *MAAL*, 28/1922.

DELLA CORTE, M. 1929 - s.v. Groma. *Enciclopedia Italiana*. Roma. 1929.

GREWE, K. 1980 - Die Groma auf dem Grabstein des Mensor Lucius Aebutius Faustus. *Der Vermessungsingenieur*, 5/1980.

HUMBERT, G. 1877 - Agrimensor. C. DAREMBERG - E. SAGLIO. *Dictionnaire des antiauites grecques et romaines*, I/I. Pariš, 1877: 165-167.

ILAKOVAC, B.

- 1982, *Rimski akvedukti na području sjeverne Dalmacije*. Zagreb, 1982.
- 1984. Burnum II. Der romische Aquadukt Plavno Polje - Burnum. *Bericht über die Forschungen 1973 und 1974*. Osterreichische Akademie der Wissenschaften. Wien, 1984.
- 1992. Hidroarheološko rekognosciranje Zadarskog i Pašmanskog kanala. *Diadora*, 14/1992: 279-290.
- 1998. Limitacija agera rimske Kiše (Cissa) na otoku Pagu, VAMZ, 3.S., 30-31/1998: 69-82.
- 1999. Horobat, antička geodetska sprava. *Hrvatske vode* (Zagreb), 7/1999, 28.

KUBITSCHKEK, W. 1893 - Agrimensores. *RE*, 1,1, 1893: 894-905.

NOWOTNY, E. 1923 - Groma. *Germania*, 7/1923.

RAKOB, F. 1974 - Das Quellenheiligtum in Zaghouan und die romische Wasserleitung nach Karthago. *Mdl, Romische Abteilung*, 81/1974, I.

SCHMIDT, F. 1988 - *Geschichte der geodtischen Instrumente und Verfahren im Altertum*. Stuttgart, 1988.

SCHONE, H. 1901 - Das Visirinstrument derromischen Feldmesser. *Jdl*, 16/1901: 127-132.

SUIĆ, M. 1955 - Limitacija agera rimskih kolonija na istočnoj jadranskoj obali. *ZborInstZad*, 1/ 1955: 1-36.

SUIĆ, M. 1976 - *Antički grad na istočnom Jadranu*. Zagreb, 1976.

Vitruvius M. P. *Deset knjiga o arhitekturi*. Sarajevo, 1990.

SUMMARY

ANCIENT GEODETIC INSTRUMENT GROMA

The introduction recalls how the construction of a right-angle was an essential part of the civilisation of antiquity, essential not only to building and urban development but in the measurement of agricultural land. A Roman funeral memorial from Ivrea showing a Roman *ensor* and parts of a measuring instrument (*groma*) are described, as well as the remains of measuring instrument in Pompeii buried during the catastrophic eruption of Vesuvius in the year 79, also the puzzling discoveries in Pfünz.

The reconstruction of finds from Pompeii can be accepted as carried out with a one-legged stand, to allow the stabilisation of the measuring instrument, replaced by a three-legged one. Freely hanging strings for viewing, with weights at the ends swung in the wind which confused the sighting of the measurer. If two opposite strings were weighted together with a single weight they became one and could be used for centering the *groma* on the *umbilicus*.

The reconstruction of the Pfünz find is not satisfactory. If the bent ends of the cross are turned upwards, with the provision that the iron rivets fixed the item in the form of a large H, we find a completely new construction for the *groma*. The construction suggested with the weights hung high, would completely solve the old problem of the classical *groma* how to secure that the measurer's sight was not obstructed by the legs of the measuring instrument.

Finally there is a short consideration of the use of the *groma* in measuring the *ager* of Roman colonies.

Rukopis primljen: 20.IX.2002.
Rukopis prihvaćen: 22.IX.2002.