

»ARENA« — AMFITEATAR U PULI  
IZRADA PLANOVA ZA KONZERVATORSKU SLUŽBU  
I REKONSTRUKCIJU

VELJKO PETKOVIĆ, dipl. inž. — Zagreb

I — OPCI PRIKAZ POTREBA I ZADATAK. — Konzervatorska služba u suradnji sa geodezijom, do danas je napravila obilan rad. Snimci i planovi sakupljeni su u bogatim fototekama i danas već bogatim arhivima geodetskih planova i podloga za razne veće i manje objekte i lokalitete.

Moderne metode rada koje se danas primjenjuju u geodeziji omogućuju konzervatorima, arheolozima i urbanistima, da sa više sigurnosti utvrđuju i analiziraju otkrivene spomenike, rekonstruiraju njihov izvorni oblik i određuju njihovu starost.

Geodetski stručnjaci na tim radovima kod nas, a i u svijetu, ranije su veoma malo učestvovali. Tek nakon ovoga rata njihovo učestvovanje kod svih iole ozbiljnijih radova ove vrsti postalo je intenzivnije i neophodno. Naročito primjenom fotogrametrije, metode snimanja iz zraka i mogućnosti izrade planova na osnovu tih podataka, osiguralo je mjesto geodeziji na radovima otkrivanja historijskih spomenika. Upravo u nekim slučajevima bilo bi nemoguće doći do bilo kakvog rezultata bez snimaka aerofotometrije i planova izrađenih na osnovu tih podloga. Ovom metodom svode se materijalni izdaci na minimum i skraćuje vrijeme na radovima u prvoj fazi ovakvih studija, jer se brzo i bez lutanja precizira mjesto iskapanja i određuje granica mogućih istraživanja. Objekti otkrivanja i analize u ovom slučaju su najrazličitijih oblika i veličina.

Neki od tih objekata ostaju muzejski predmeti, a neki se konzerviraju na mjestu gdje su nađeni. Neke se pak, nastoji rekonstrukcijama, čuvajući njihov izvorni oblik, pretvoriti u objekte, koji se mogu i danas koristiti i omogućiti im dalji život od vlastite zarade. Kod nas do najnovijih vremena bilo je veoma malo takvih slučajeva. Danas gdje god se za takvo rješenje nađe mogućnost objekat se osposobljava i predaje zajednici na korištenje.

»A r e n a« — amfiteatar u Puli — zauzima u zbirci naših kulturno-historijskih spomenika posebno mjesto i ona je od davnine za kulturnu javnost, uopće u svijetu, bila predmet studija i analiza.

Veličinom i ljepotom stoji uz bok Rimskog kolesuma i ničim ne zaostaje za drugim sličnim građevinama koje su ostavili stari Rimljani na starom kontinentu.



Postoji obilata literatura na raznim jezicima o Pulskoj »Areni«. Detaljno je opisan njezin historijat i njezin oblik. Možemo kazati, da nije zanemaren ni jedan detalj koji može biti sastavni dio tog lijepog spomenika.

Postojećim opisima i analizama možemo danas priključiti i studijsku dokumentaciju i analizu izvršenu na osnovu opsežnih geodetskih radova.

»Arena« sa svojih 72 luka u dorskom stilu, 104 slobodne arkade i 64 pravokutna prozora, jedinstveni je historijski spomenik kod nas, koji je svojim ambijentom i cjelovitošću dao mogućnost korištenja svog prostora i nakon punih 2000 godina svog postojanja (Sl. 1)



Sl. 1

Po veličini se nalazi na 6. mjestu u svijetu (Colosseum, Pompej, Pozzuoli, Verona, Caprie, Pula). Pretpostavlja se da je građena za vrijeme Flavije Tita Vespazijana 79 — 81 g. n. e. u doba kada je pulska kolonija bila najjača.

Da bi se u krugu u kojem su prije gledane borbe gladijatora danas mogli priređivati veliki skupovi, potrebno je izraditi projekte za rekonstrukciju i adaptaciju objekta, a da njegova historijska, izvorna vrijednost ostane sačuvana.

Uz već postojeće podatke potrebne za rješenje ovog zadatka, nedostajala je geodetska dokumentacija i plan.

Prema tome, da bi se ovaj objekat osposobio i u današnjim uvjetima omogućilo projektantu pravilno rješenje, potrebno je bilo izraditi geodetski plan.



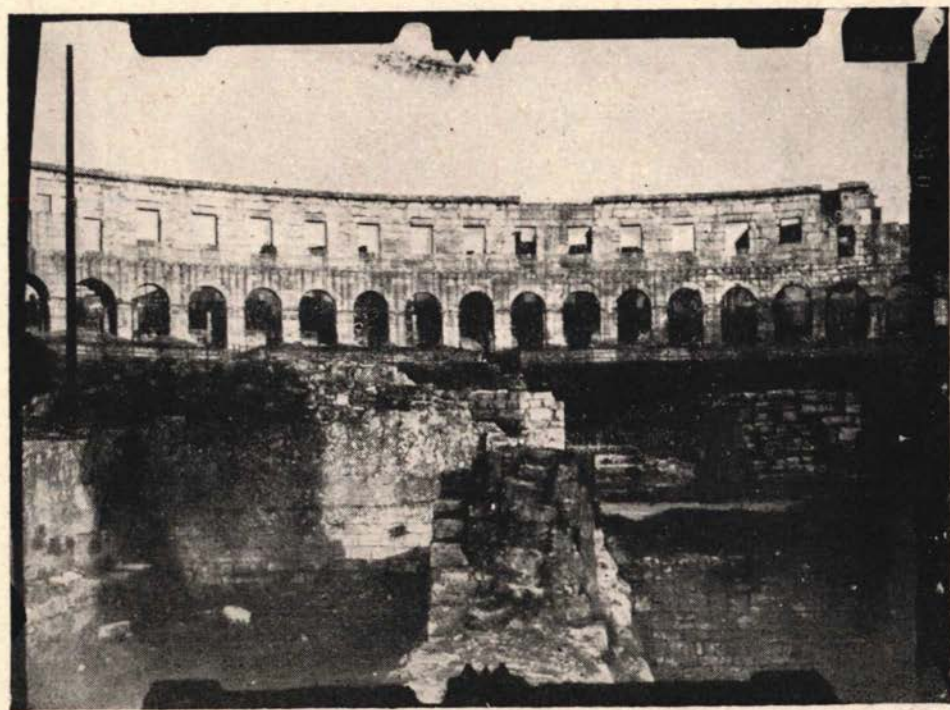
Pružiti takvu podlogu koja će osim tlocrta i konfiguracije samog terena prikazati i plašt zidova sa svim detaljima. Dakle, dati sve one elemente potrebne i za izradu makete u povoljnom mjerilu.

Na jednom zajedničkom sastanku svih zainteresiranih stručnjaka dogovorene su pojedinosti koje se odnose na geodetske podloge. Tako je za tlocrt usvojeno mjerilo 1 : 50, a za plašt »Arene« mjerilo plana 1 : 100.

II — OSNOVNI GEODETSKI RAD OVI — Prema podacima kojima se raspolaže, prvi geodetski snimak amfiteatra učinjen je u zadnjem deceniju prošlog stoljeća i to u okviru izmjere grada Pule. Tom prilikom, kako navodi A. Broch, posebna pažnja posvećena je tom objektu. Na osnovu tih podataka tadašnji arheološki institut u Beču 1889. g. dao je izraditi plan amfiteatra u mjerilu 1 : 250.

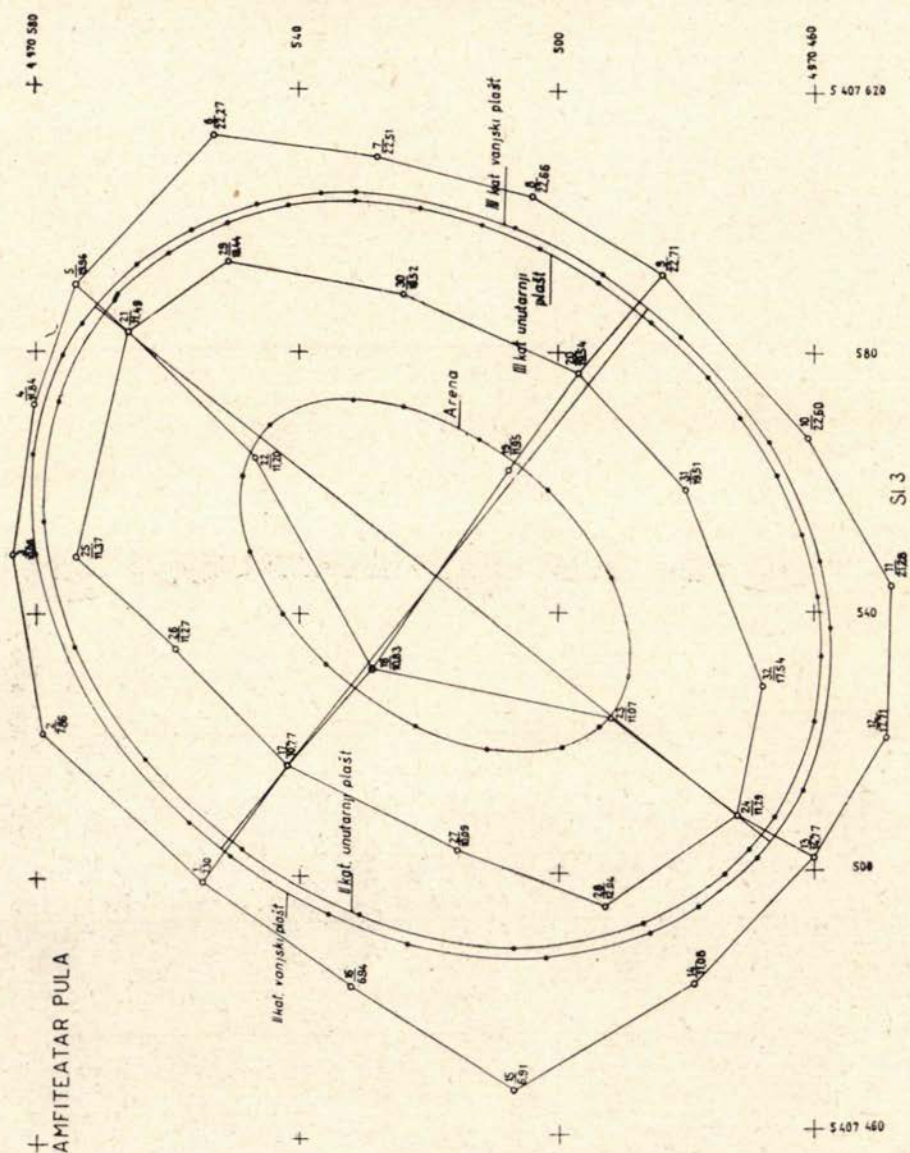
S obzirom na mjerilo i tačnost plana, koja se u ovim slučajima traži, trebalo je osigurati prvenstveno visoku tačnost geodetske osnove, koja se ujedno morala prilagoditi metodi snimanja.

Velika razlika u nivoima pojedinih djelova i uz to gusto isprijecan teren sa višim i nižim zidovima (sl. 2) nije pružao mnogo mogućnosti za izbor metode snimanja. Izabrana je polarna metoda tzv. precizne tahimetrije. Radi toga trebalo je razviti gustu poligonsku mrežu kako bi primjenom ove metode snimanja detalja, dužine bile što kraće.



Sl. 2

Poligonsku mrežu sačinjavaju dva obuhvatna poligona od kojih je jedan obuhvatio građevinu s vanjske strane, a drugi je postavljen unutar »Arene«. Ova dva poligona su međusobno vezana sa dva poprečna poligona vlaka, koja idu smjerovima velike i male osi elipse. (sl. 3)



Sl. 3

Kutevi su izmjereni teodolitom Zeiss 010 i priborom za prisilno centriranje. Dužine su mjerene čeličnom vrpcom od 50 m koja je prije i poslije mjerenja bila komparirana.



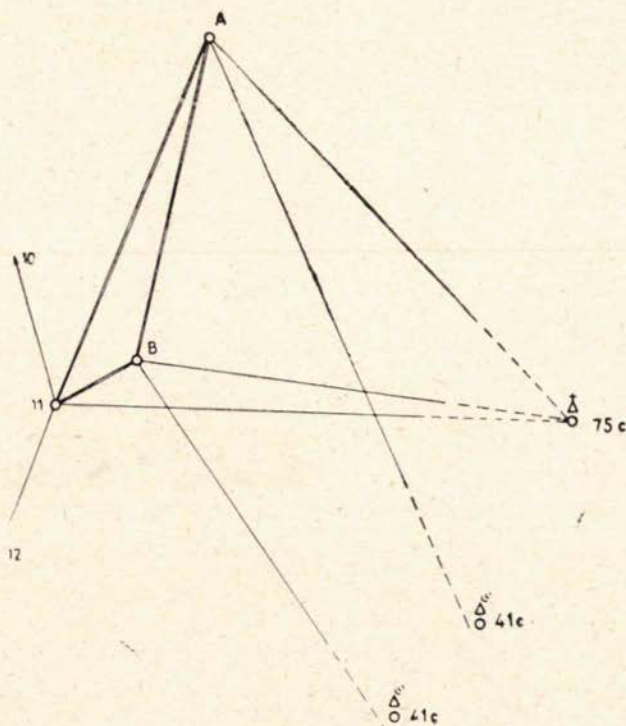
Radi uporedbe, paralelno sa mjerenjem kuteva u poligonoj mreži mjerene su dužine i paralaktičkom metodom pomoću horizontalne bazisne letve. Međutim, za računanje poligone mreže uzete su dužine dobijene mjerenjem vrpcom.

Opažanje kuteva je izvršeno u dva girusa. Analiza rezultata mjerenja pokazala je da je postignuta relativno visoka tačnost u mjerenju kuteva. Ako se srednje pogreške aritmetičke sredine  $M$  poredaju po veličini i broju slučajeva dobit ćemo tabelu:

$M$ od $0''.0$ — $0''.5$	na 9 stanica
$0''.5$ — $1''.0$	11 stanica
$1''.0$ — $2''.5$	5 stanica
$2''.0$ — $3''.0$	9 stanica
$3''.0$ — $4''.0$	1 stanica

iz koje se vidi da je srednja pogreška aritmetičke sredine manja od  $1''$  na preko polovinu stanica.

Strane su mjerene paralelno sa mjerenjem kuteva, na visak. U izuzetnim slučajevima mjereno je po zemlji na centar nadzemne oznake. Može se reći da je to bilo u pravilu kod vanjskog poligona, dok u svim unutarnjim poligonima to nije bilo moguće provesti uslijed pregradnih zidova. Mjerilo se još za vrijeme, dok su stajali stativi, sa kojih su mjereni horizontalni kutevi. Kod mjerenja strana vrpca je natezana dinamometrom i čitana do na milimetar. (Mjerenje vršeno u XII mj 1959.)



Sl. 4

Stari planovi su izrađeni u katastarskom koordinatnom sistemu Krim. U našem slučaju je osnovna mreža koja služi za snimanje, izjednačena u Gauss-Krügerovom koordinatnom sistemu. Na području grada Pule razvijena je trigonometrijska mreža do uključivo 4 reda. Priključak na triangulaciju, i nivelman oslonjen je samo na dvije odnosno jednu datu tačku. Dakle, i poligonsku i nivelmansku mrežu se tretiralo somstalnim mrežama. Priključak na triangulaciju je izvršen indirektnim putem прибором i tačnošću kojom se mjerilo prelomne kuteve poligone mreže. (sl. 4)

Stabiliziranje poligonskih tačaka trebalo je biti prilagođeno uvjetima ambijenta. Trebalo je da bude izvedeno po mogućnosti bez kopanja, da ne naruši konzervirane djelove ziđa i da bude gotovo neprimjetno. Radi toga su poligone tačke stabilizirane utesanim malim krstevima na kamenju ili pločama. Gdje to nije bilo moguće, iskopana je rupa, do 30 cm, nalivena betonom i onda ukopana željezna šipka.

Vanjski, konturni poligoni vlak unutar kojeg je obuhvaćen cijeli objekat i zapravo predstavlja ujedno granicu snimanja, sračunat je kao zatvorena figura uz nesuglasice:

$$\begin{aligned} \text{u kutevima: } f\beta &= \pm 16'' \\ \text{u koordinatama: } f_x &= \pm 0,0 \text{ m} \\ f_y &= \pm 0,0 \text{ m} \end{aligned}$$

Dužina vlaka je 432 m sa 16 stajališta tj. poligonskih točaka, što znači da je prosječna duljina strane 27 m.

Nakon ovako izjednačenog vanjskog poligonskog vlaka izjednačena je točaka 18 kao čvorna točka iz četiri vlaka, koji prolaze sa vanjskog okvirnog vlaka u smjeru velike i male osi elipse (v. sl. 3) — U tabeli I dat je pregled poligone mreže.

Tabela I

vlak	broj točaka vlaka	$f\beta$	$f_y$	$f_x$	$f_d$	$\Delta^{1/3}$	dm	$\Delta f\beta$	R
1	16	— 16''	$\pm 0.00$	$\pm 0.00$	0.00	0.17	432	246	1: $\infty$
2	2	—112''	$\pm 0.00$	$\pm 0.04$	0.04	0.06	75	120	1:1875
3	3	+ 36''	—0.01	—0.03	0.03	0.06	77	102	1:2564
4	1	— 16''	+0.01	+0.01	0.02	0.04	42	102	1:2104
5	2	+ 88''	—0.03	+0.03	0.04	0.06	74	120	1:1850
6	2	+ 73''	—0.01	+0.02	0.02	0.06	80	120	1:4002
7	2	—145''	+0.03	—0.03	0.04	0.06	78	120	1:1935
8	2	— 36''	—0.01	+0.02	0.02	0.06	79	120	1:3935
9	2	— 79''	—0.05	—0.03	0.05	0.06	79	120	1:1582

U ovoj tabeli zadnji stupac, u kojem je prikazana relativna pogreška u vlakovima, daje nepovoljne odnose za tačnost vlakova. Međutim, ako uzmemo u obzir kratkoću vlakova onda će se za ovaj slučaj uočiti veliki utjecaj male vrijednosti  $f_d$  s obzirom na dužinu vlaka. Ostaje, međutim, činjenica, da nije dnu koordinatna razlika nije dobila veće popravke od 1 cm.



Ukupna dužina vlakova poligone mreže iznosi 1016 m sa 39 poligonih strana. Prema tome dužina jedne strane za cijelu mrežu u prosjeku iznosi 26 m.

Ovim planom računanja dobijeni su svi unutarnji vlakovi više-manje ispruženi ili makar bez naglih promjena u pravcu prostiranja vlaka.

Plan računanja nivelmanske mreže ne poklapa se sa planom računanja koordinata poligone mreže. Na to su utjecale velike visinske razlike između nekih poligona, pa su prilikom nivelanja takve veze izbjegavane. Ostupanja u figurama nalaze se unutar dozvoljenih granica. Suma apsolutnih vrijednosti nesuglasica u cijeloj mreži iznosi 21 mm, na 37 visinskih razlika.

Suma apsolutnih vrijednosti svih visinskih razlika među poligonima iznosi

$$[ I_{\Delta h I} ] = 55.803 \text{ m}$$

Međutim, suma apsolutnih vrijednosti visinskih razlika u nivelmanskim vlakovima iznosi

$$[ I_{\Delta h I} ] = 19.555 \text{ m}$$

Nivelanje je izvršeno u dva smjera iz sredine.

III — DETALJNI PREMJer I PLAN. — Analiza i ocjena tačnosti. — Snimanje detaljnih točaka polarnom metodom, izvršeno je instrumentom Zeiss ThD. Kutevi su čitani na trasirku na kojoj je bila pričvršćena dozna libela. Dužine su mjerene horizontalno, kompariranom čeličnom vrpcom.

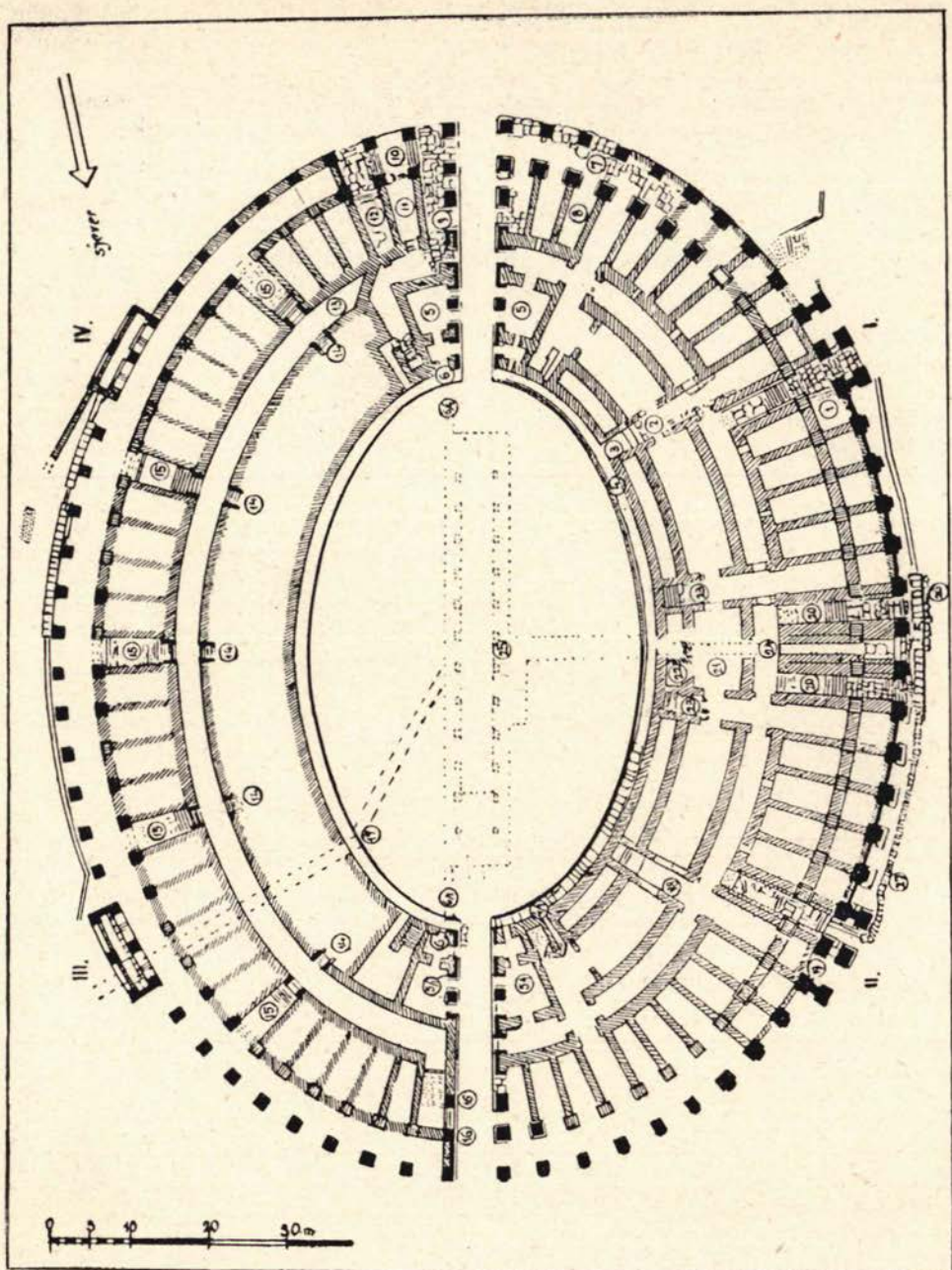
Prije pristupanja samom skiciranju izvršena je komparacija postojećeg stanja objekta sa već postojećim tlocrtima koji su rađeni u raznim vremenskim periodima i raznim metodama, a onda po arheolozima dopunjavani (sl. 5). Neki od tih tlocrta su stvarani u vrijeme kad su ostaci bili manje oštećeni, a veza pojedinih djelova zidja jasnija. Nakon tako izrađene terenske skice prišlo se snimanju. Prilikom rada, uz numeraciju točaka i mjerenje kuteva i dužina, vršen je izbor tačaka koje trebaju fiksirati objekt u visinskom pogledu. Geodetski plan, u ovom slučaju, mora dati mogućnost da se dokumentacija objekta izvrši u geodetskom smislu. Visine su čitane direktno na cm tačno i unašane u skicu sa odgovarajućim odmjeravanjem. (sl. 6)

Na osnovu ovakvog snimanja, dobija se geodetski plan koji pruža sve potrebne elemente pomoću kojih se može svaki detalj predstaviti i u prostoru: na (v. sl. 6) dat je detalj »A« iz plana u mjerilu 1:50 u tlocrtu i uz pomoć kota u pogledu. Na sličan način može se predstaviti svaki dio plana koji nas interesira.

Jednovremeno sa opažanjem poligone mreže snimljeno je 108 odabranih točaka polarnom metodom povećane tačnosti, a kutevi su opažani neposredno na točke označene na samom objektu. Time se željelo, što je moguće tačnije, dobiti kostur koji će prilikom kartiranja služiti kao okvir i kontrola. Tačke su birane na vanjskom i unutarnjem plaštu u raznim horizontima. Pazilo se pri tome da to bude isključivo na sastavu obrađenog brida kamenova, da bi se izbjegle nepravilnosti bunje<sup>1</sup> koja je debela i do 10 cm (sl. 7). Ujedno će ovi

<sup>1</sup> Bunja je grubo obrađeni dio kamena.

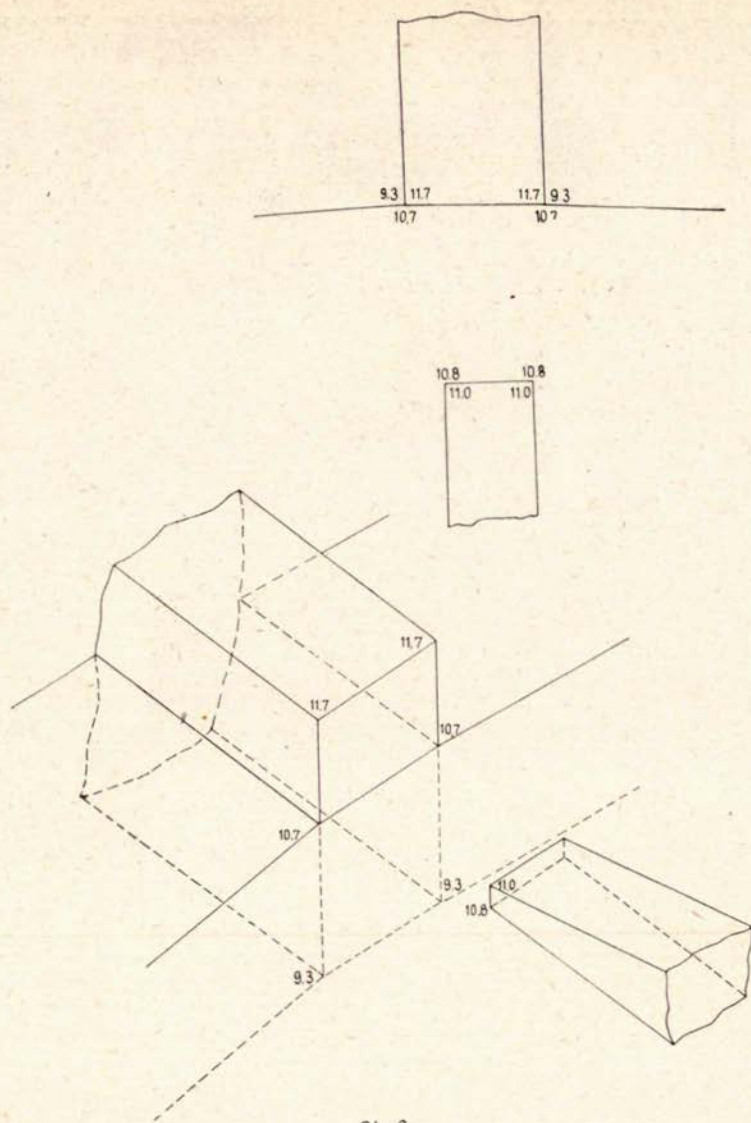




Sl. 5

podaci poslužiti za posebno određivanje oblika krivulje »Arene«. Poteškoću prilikom snimanja predstavljao je sjeverni i istočni zid koji od ulice dijeli du-





Sl 6

boki jarak. Ujedno je snimljen i prizemni prostor »Arene« sa svim kanalima, hodnicima i priključcima i iskartiran je u istom sistemu i mjerilu. Radi izrade detaljnog plana cijelog objekta bilo je potrebno odrediti 1800 točaka na površini nešto većoj od 1 ha.

Nakon obrade terenskih podataka odabrana je metoda kartiranja imajući u vidu mjerilo 1:50 kao i mogućnost kartiranja u drugim krupnijim mjerilima pojedinih detalja. Da bi se u kartiranju sačuvala tačnost koja je postignuta



Sl. 7

prilikom snimanja, za sve snimljene točke sračunate su koordinate uz pomoć kojih je na velikom koordinatografu iskartiran sav snimljeni detalj. Radi boljeg pregleda i cjelovitije predodžbe kartiranje nije izvršeno na listovima određenog formata već na crtači papir maksimalne veličine koju se moglo koristiti na koordinatografu. Tako je cijeli tlocrt kartiran u dva dijela i to na papiru veličine  $2.70 \text{ m} \times 1.50 \text{ m}$  i  $2.70 \text{ m} \times 1.30 \text{ m}$ .

Sigurno je da taj format neće povoljno utjecati na nepromjenjivost kartiranih veličina odnosno na deformaciju papira. Međutim, te promjene s obzirom na mjerilo neće uticati na tačnost plana.

Radi ocjene tačnosti plana, izvršena je usporedba dužina mjerenih direktno na terenu sa onima dobijenim čitanjem mjerilom sa plana.

U našem slučaju može se dati mnogostruka ocjena tačnosti. Koordinate detaljnih tačaka su sračunate iz mjerenih podataka. U tom slučaju dvije susjedne točke moraju dati na planu dužinu mjerenog fronta. Ako se pojavi neslaganje, ono može biti posljedica pogreške mjerene dužine i kuta, a povoljnim izborom tačaka možemo kontrolirati posebno jedno i drugo. Uz pretpostavku da smo dužine kod polarnog snimanja mjerili sa vjerovatnom tačnošću u prosjeku  $m_d = \pm 1 \text{ cm}$ , a kuteve  $m_x = \pm 30''$  to se prema formulama za srednje pogreške koordinata polarno snimljenih tačaka dobiva:



$$m_y = \sqrt{m^2_d \sin^2 v_{u-1}^n + \Delta^2_x \frac{n \cdot v}{Q^2}}$$

$$m_x = \sqrt{m^2_d \cos^2 v_{u-1}^n + \Delta^2_y \frac{n \cdot v}{Q^2}}$$

dobija da su koordinate detaljnih tačaka određivane s prosječnom tačnošću

$$m_y = m_x = \pm 0.65 \text{ cm}$$

Male razlike koje su se pojavile kod računanja srednje greške za koordinate  $x$  i  $y$  nisu uzete u obzir, jer bi u daljnjem razmatranju i onako ostale bez utjecaja.

Srednju pogrešku dužina kartiranog detalja dobilo se na osnovu srednjih pogrešaka koordinata detaljnih tačaka uz primjenu formule:

$$m_s = \pm \sqrt{\sin^2 v_{u-1}^n (m^2_{y_n} + m^2_{y_{n-1}}) + \cos^2 v_{u-1}^n (m^2_{x_n} + m^2_{x_{n-1}})}$$

i dobijena je srednja pogreška dužine bez obzira na njenu veličinu

$$m_{dsr} = \pm 1 \text{ cm}$$

Da se odredi realna tačnost plana izmjereno je mjerilom 600 dužina. Tako dobijene veličine uspoređene su sa odgovarajućim podacima na terenskim skicama. Ove zadnje, direktno mjerene na terenu, uzete su kao apsolutno tačne pa prema jednadžbi:

mjerena dužina — čitana na planu = odstupanje  $w$

Prema poznatim formulama dobijene su veličine za pogrešku:

a) prosječnu  $t = \frac{[|W|]}{n} = 2.4 \text{ cm}$

b) srednju  $m = \pm \sqrt{\frac{[W^2]}{n}} = \pm 3.2 \text{ cm}$

c) vjerovatnu  $e = \frac{2}{3} m = 2.1$

gdje je  $n$  broj mjernih veličina, u našem slučaju 600.

Prema zakonu o slučajnim pogreškama trebalo bi imati podjednaki broj pozitivnih i negativnih predznaka za odstupanje  $w$ . Međutim, u ovom slučaju dobilo se većinom negativne predznake. To upućuje na utjecaj sistematskih pogrešaka. Može se pretpostaviti da je to posljedica samog rada na terenu.

Da bi se dobio još jedan podatak za ocjenu tačnosti, sračunate su 22 dužine iz koordinatnih razlika detaljnih tačaka i uspoređene sa onima direktno mjerenim na terenu. Prema već prije korištenim formulama dobijene su veličine za pogreške:

a) prosječnu  $t = 3.4 \text{ cm}$

b) srednju  $m = \pm 4.3 \text{ cm}$

c) vjerovatnu  $e = 2.9 \text{ cm}$

Kako se vidi vrijednosti pogrešaka razlikuju se odprilike za 1 cm.

Tačnost čitanja sa plana mjerilom, iznosi po formuli:

$$m = \mp \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \pm \sqrt{0.2^2 + 0.2^2} = \pm \sqrt{0.08} = \pm 0.28 \text{ mm}$$

gdje  $m_1$  i  $m_2$  predstavlja čitanja početka i kraja mjerila. Za plan 1 : 50 ova veličina iznosi  $m = \pm 0.14 \text{ dm}$ .



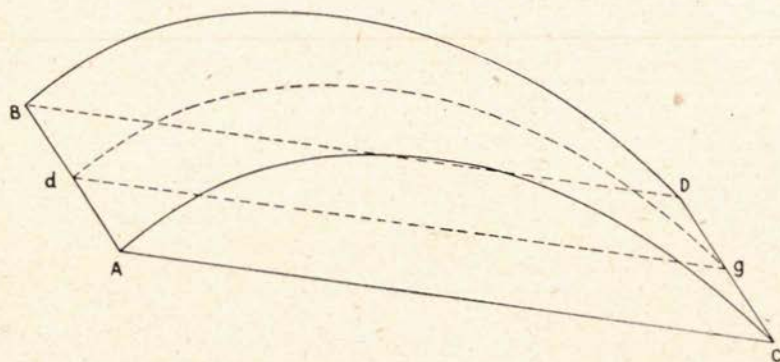


ljen, terestričkom fotogrametrijom. Ovom prilikom je uočena velika prednost, tačnost i vjernost prikazivanja objekta planom izgrađenim ovom geodetskom metodom. Danas, kada imamo instrumente i mogućnost snimanja fasada i izrade njihovih planova savremenijim metodama, način koji se do sada koristio treba korigirati. U izuzetnim uvjetima mogli bi dosadašnjim načinom snimanja vršiti samo popunjavanje plana, docrtavanja na onim djelovima koji su kameri bili skriveni ili nepristupačni. Financijska i vremenska ušteta u povoljnim uvjetima penje se i do 60% od dosadašnjih kalkulacija. Da bi izradili plan plašteva, što je prema programu bilo potrebno, trebalo bi skelama omogućiti pristup svakom detalju zida ili, ako bi bilo dovoljno, snimiti nekoliko karakterističnih mjesta, pa prema tome izraditi cjelinu. Naravno u ovom slučaju se misli na izradu plana u određenom mjerilu, a ne na dobijanje same slike. Za izradu projekta rekonstrukcije ovog objekta nužno je bilo pružiti kao podlogu plan vanjskog i unutarnjeg zida sa svim detaljima.

Poteškoću pri rješavanju zadataka ovim načinom, predstavljao je oblik »Arene« i sa njene tri strane u neposrednoj blizini stambeni objekti i stabla. Otvorena vanjska fasada ostala je samo sa južne strane. Međutim, unutarnji zid je bio po svojoj dužini slobodan.

Da bi se u postojećim okolnostima moglo izvršiti snimanje i nakon toga kartirati vanjski i unutarnji plašt u razvijenom obliku, postavljen je plan snimanja terestričkom fotogrametrijom (sl. 8). Snimanje je izvršeno sa 16 stajališta tj. sa 8 baza označenih brojevima 1—8 uz liniju baze. Time je bila obuhvaćena u cjelini jedna i druga strana zida. Signaliziranje veznih tačaka nije bilo moguće izvršiti na cijelom potezu radi nepristupačnosti. U tom slučaju je izvršeno uočavanje karakterističnih tačaka na kruni zida, pa su one na fotoplanu kasnije identificirane.

Kartiranjem na autografu dobija se u ovom slučaju plan koji predstavlja projekciju detaljnih tačaka plašta, dakle luka, na ravnini A, B, C, D koja je spojnica, tetiva, krajnjih tačaka snimanja na plaštu zida (sl. 9).



Sl 9

Kod kartiranja ova ravnina se postavlja u horizontalni položaj i rad izvodi kao kod snimanja izvršenog iz zraka. Radi lakšeg objašnjenja dobijanja plana izvršen je presjek ravnine d, g koju se može zamisliti i kao okomicu na vertikalno stojeći zid. Odabere li se proizvoljan položaj nulte ravnine, može







će biti veća za one dužine koje su dalje od tačke u kojoj tangenta  $t$  dira luk, a ostaje paralelna sa ravninom kartiranja.

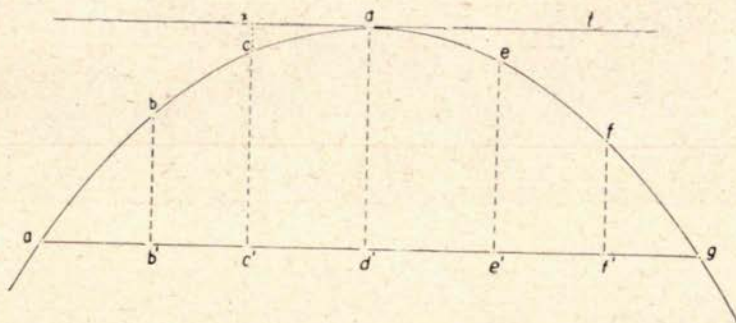
Povećanjem broja baza za snimanje moglo bi se po volji smanjiti deformacije prilikom kartiranja, jer bi u tom slučaju potezi snimljenog plašta sa jedne baze bili manji, a time i razlike između dužine luka i tetive. Sigurno da bi u tom slučaju i tačnost plana bila povećana.

Da bi se dobio plan u određenom mjerilu trebalo je izvršiti korekcije tako dobijenog crteža. U tu svrhu određena je dužina tetive iz razlike koordinata krajnjih tačaka i dužine pripadajućeg luka elipse. S obzirom na raspored veznih tačaka dobijena je

dužina luka	101.10 m	i dužina tetive	82.84 m
dužina luka	80.74 m	i dužina tetive	77.05 m
dužina luka	75.58 m	i dužina tetive	72.80 m
dužina luka	106.88 m	i dužina tetive	85.76 m
	<hr/>		
	364.30 m		

za dio plašta snimljen sa odgovarajućih baza.

Pomoću tih razlika trebalo je odrediti konture za svaku kartiranu dužinu. Da bi pogreške prilikom računanja korektura sveli na minimum, cijela površina jednog takvog sektora je podjeljena na nekoliko djelova, lamela, za koje su parcijalno određivane popravke. Kontrola je izvršena sumom popravaka, koja je morala biti jednaka razlici dužine tetive i luka jednog snimljenog sektora.



Sl. 11

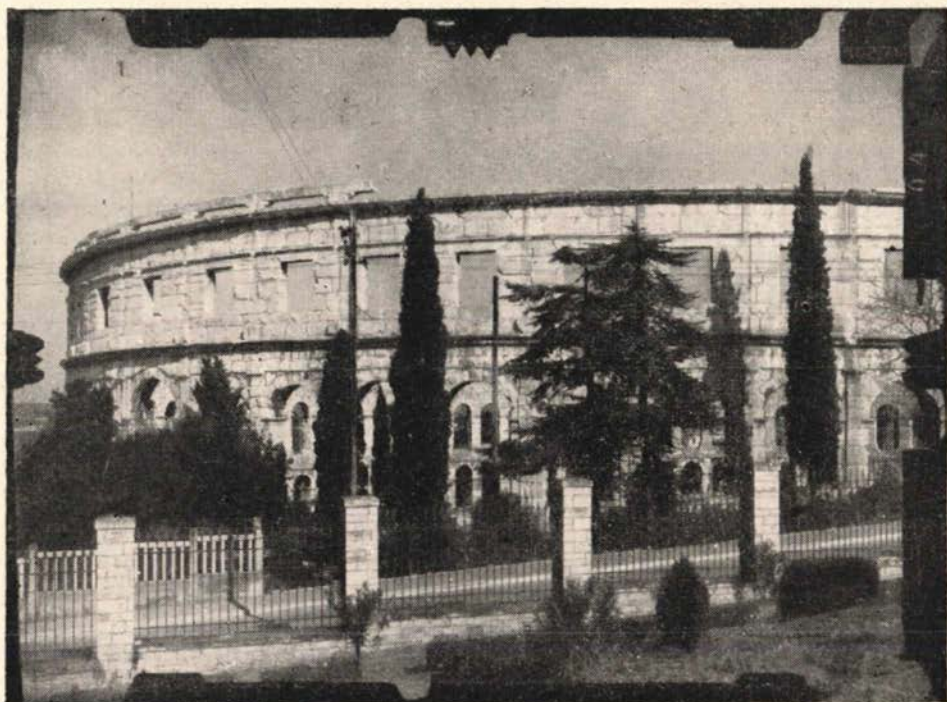
Na slici 11 veličina  $x$  predstavlja linearnu razliku dužine luka krivulje i tetive za jednu lamelu. U ovom slučaju suma razlika za svaku lamelu mora biti jednaka razlici tetive  $d, g$  i dužine luka elipse  $d, b, c, d, e, f, g$  tj.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = X$$

Iz slike je očito da će razlike parcijalnih veličina biti najveće za lamele  $d-b$  i  $f-g$ .

Na taj način se dobio plan kontinuirano razvijenog plašta unutarnjeg zida u mjerilu 1 : 100 sa svim njegovim detaljima.

Plašt vanjskog zida nije se mogao dobiti u cjelini, jer su deformacije na nekim djelovima bile prevelike uslijed nepovoljnog položaja baza prema detalju. S druge strane park na istoku »Arene« sa visokim stablima ostavio je dio nesnimljene površine (sl. 12).



Sl. 12

Izrada planova klasičnim i modernim metodama snimanja u geodeziji omogućuje dobijanje svih elemenata potrebnih za projektiranje, rekonstrukcije i konzervaciju. Postavljanjem plana vanjskog i unutarnjeg plašta na plan tlocrta dobija se model kojim se omogućava i konstrukcija vertikalnih i horizontalnih presjeka. Na taj način može se rekonstruirati i struktura građenja.

Djelovi koji nisu snimljeni fototeodolitom na unutarnjem plaštu trebalo je dopuniti neposrednim mjerenjem. S obzirom da su to djelovi stupova u visini od terena do 1.0 m (vidi sl. 10) to nije predstavljalo problem, jer su sve tačke bile lako pristupačne. Za vanjski plašt dobijen je kontinuirani plan samo za južni dio.

(Nastavit će se)