

## Željezne piramide

Na triangulacionim se radovima — posebno višeg reda — primjenjuju izdignuta stajališta instrumenta: visoki signali-piramide.

Do nedavno su se — u pravilu — gradile iz drvenog materijala (oblog, tesanog i rezanog — od dasaka).

Izgradnja drvenih piramida je veoma dugotrajna i zahtijeva mnogo radne snage, konjskih zaprega, velike količine drvnog i kovanog materijala. Znači, veoma je skupa i nerentabilna, pogotovo što jednom sagrađena visoka piramida, ostaje nepokretna na mjestu i konačno strune.

Za ilustraciju navodim, da je za gradnju jedne visoke piramide visine instrumenta  $i = 25$  metara, potrebno (ako je dvostruka) cca  $25 \text{ m}^3$  drvene oblovine, oko  $2 \text{ m}^3$  piljene građe i 120 kg. čavala i klamfi. Dalje, 1 stručnjak kroz 30 dana, i više od 5.000 radnih sati radnika. Uzevši još u obzir prevoz građe na mjesto i druge sitnije izdatke, dobijamo visoku cijenu od 250.000 Din. za jednu jedinu visoku piramidu. To sve vrijedi samo za srednje povoljan teren gradnje. Skupoću tih radova ilustrira i literatura (Terzić), kad kaže, da visoke piramide treba graditi samo na točkama I. reda.

Naglim razvitkom triangulacionih radova poslije Oslobođenja, oštro se nametnulo pitanje, kako riješiti triangulaciju II. reda u ravnim a šumovitim predjelima Podravine i Posavine bez skupih drvenih gradnji?

U stranoj literaturi kojom smo raspolagali, nije se našlo prikladnih i jeftinih riješenja. U knjizi Širokov »Amerikanske metode geodezičkih radot« postoji fotografija dvostruke željezne piramide »Bilbi« sa kratkim opisom.

Na inicijativu »Geozavoda« Zagreb prof. zagrebačkog tehn. fakulteta Ing. V. Andrejev, konstruirao je godine 1947. željeznu prenosnu piramidu visine instrumenta  $i = 26$  met. ne dvostruku, već slično tipu složenog visokog signala: unutrašnja piramida nije potpuno samostalna, nego se otprilike na  $\frac{2}{3}$  visine odvađa od vanjske piramide.

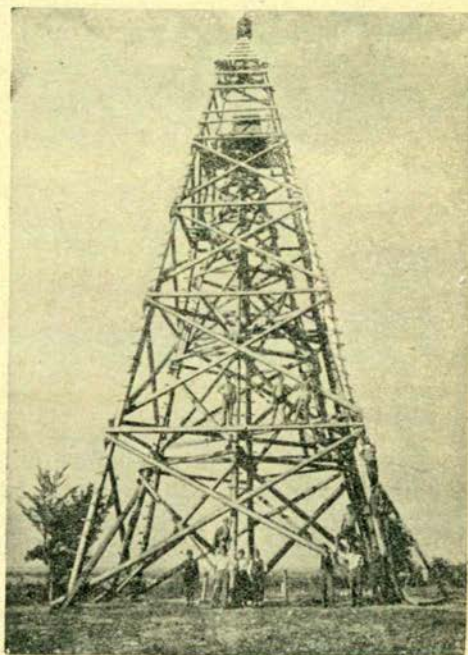
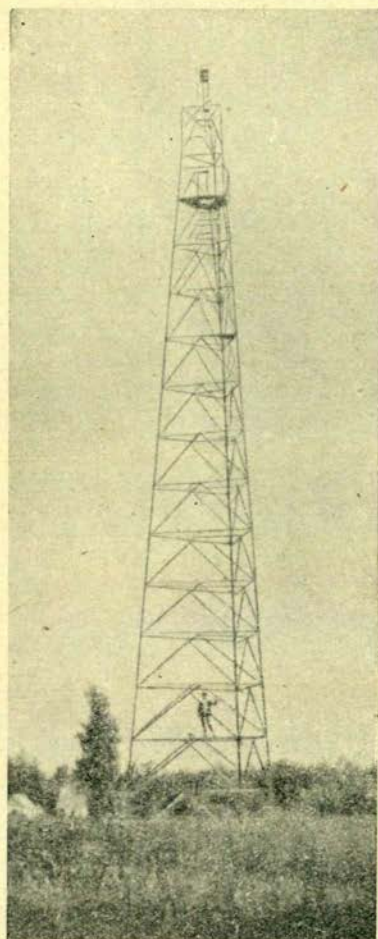
Još u toku samog projektiranja bilo je dosta polemike radi takvog načina konstrukcije. Tri primjerka su izrađena u Mariboru 1948. g.

Naš najpoznatiji živi graditelj drvenih piramida velikih visina Aleksandar Umnov, kaže:

»Profesor Andrejev je u gvozdenim konstrukcijama piramida namerno izbacio horizontalne i bočne krstove i celu je konstrukciju stilski rešio putem konstrukcija bočnih i horizontalnih trokuta.

Ovo ima i svojih teoretskih obrazloženja, jer bočni i horizontalni krstovi bi na gvozdеноj konstrukciji kočili ravnomerno istezanje gvožđa. Lako je vidjeti iz same konstrukcije piramide profesora Andrejeva, da uzimajući u obzir istovetnost materijala gvozdenih konstrukcija, njegova piramida usled uticaja temperature može da se istegne bez smetnje u visinskom smeru t. j. raste ili se snižava i teoretski ne bi trebala da se pomeri u horizontalnom smeru; drugim rečima delovanje temperature ne utiče u smislu refrakcije, t. j. ne menja ho-

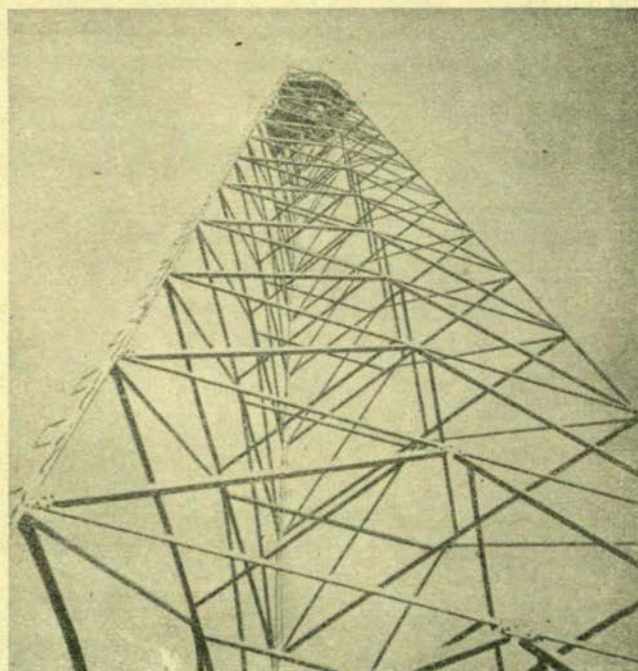
rizontalni smer. Od delovanja sunca postoji i bočno savijanje piramide u protivnu stranu od delovanja sunčevih zrakova, koje se u odnosu na gore navedeno temperaturno istežanje piramide može smatrati neznatnim pri upotrebi metode Šrajbera i pojedinačnih merenja uglova. Ovo teoretsko obrazloženje razume se ide u prilog novo stvorenog tipa gvozdene piramide.



Slika 1.

... Čvrstoća piramida dobija se oblikom, rasporedom veza i masom u granicama opterećenja. Izgleda da je pri konstruisanju gvozdene piramide bila težnja, da se što više smanji masa i da bude što podesnija za prenos, ali sa tim je izgubljena i čvrstoća. Čvrstoća piramide oseća se do visine 13—14 metara, pa se posle gubi usled smanjivanja dimenzije gvožđa.

Unutrašnja piramida mora biti rešena isto tako stilski kao i spoljna na svim spratovima nezavisno od njihovih dimenzija. Izgleda da su i na unutrašnjoj piramidi izbačene neke veze radi smanjivanja mase piramide, čime je isto tako smanjena čvrstina.



Slika 2.

Čvrstoća unutarnje piramide zavisi i od dimenzija centralnog stuba unutarnje piramide, odnosno od visine stola nad vrhom unutarnje piramide. Ova visina ne sme da pređe visinu od 0,50 metra. Ovo važi za sve piramide drvene i gvozdene.« završava drug A. Umnov.

Težina ove željezne piramide cca 2.700 kg. Sastavljena je iz elemenata lakih i zgodnih za montiranje i transport. Za prevoz piramide je najprikladniji kamion 4 tone.

Vrijeme potrebno za montažu (pri punoj visini  $i = 26$  m.  $1 = 31$  m.) je 4—5 dana sa osam priučenih radnika. Vrijeme skidanja 3 dana sa istim radnicima. Izbacujući donje elemente piramida se može montirati na odgovarajuće niže visine instrumenta. Po završenoj opservaciji može se skinuti i ponovo postaviti na željeno mjesto. Važno je, da se običnim dugim seoskim kolima, može u dijelovima prevesti na visoke točke.

Osim navedenih dobrih odlika, željezna piramida ima i ozbiljnih nedostataka, koje smo samo djelomično uspjeli otkloniti.

Penjalice po jednoj nozi su suviše opasne i neudobne za visinu 26 metara.

Pokreti opservatora se djelomično osjećaju i na instrumentu.

Vjetar, pa i slabiji je veliki neprijatelj opservacije sa željezne piramide.

Prvi pobrojani nedostatak, se može lako otkloniti naknadnom izradom visećih gvozdениh ljestvica dužine 2 m., koje se daju rasporediti jedna iznad druge u visinskom smjeru unutar piramide.

Drugi manjak smo pokušali svladati zatezanjem piramide sa dva para (6 kom.) čeličnih žica. Takav rad je pokazao daleko veću mirnoću instrumenta. Smatram, da još nismo sa dovoljno ozbiljnosti i pažnje riješili problem zatezanja i da bi u slučaju ne improviziranih, nego solidnih žica i zatezača, postigli daleko veću točnost opažanja.

Metodom mjerenja pojedinačnih kuteva, takođe se taj drugi nedostatak smanjuje na neznatnu mjeru.

Rečeno je ranije, da i slabiji vjetar — pri punoj visini piramide — skoro onemogućava opservaciju. Zašto? Na vrhu, dakle na najkritičnijoj točki piramide smo postavljali — prilično glomazan — crni vizirni cilindar i 6 bijelih dasaka. Sama konstrukcija, obzirom na vitkost i eleganciju oblika, nije dovoljno uočljiva za viziranje. Razumljivo je, da spomenute relativno velike površine dasaka — na najvišoj točki, osjećaju i prenose udarce vjetra na postolje instrumenta. Ovdje treba napomenuti da konstruktoru nisu bili dati podaci za ovakovo opterećenje na vrhu, jer je logično da bi oni unijeli sasvim druge elemente u statičkim proračunima. Piramida je projektirana bez cilindra i bez ovih dasaka, računajući samo na svjetlosnu signalizaciju s vrha piramide.

Stajalište 295 Benkovac s

Vizura	Girus		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sredina		
	0	'	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0	'	"
366 R. Kosa	0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0	00	00,00
290 Čerkinac	58	52	01	59	00	59	59	00	00	02	01	59	58	52	00,00
Gorice	106	23	56	53	55	57	58	59	57	52	56	57	106	23	56,00
Bos. Grad	128	58	06	09	11	10	17	11	07	07	15	11	128	58	10,40
Putiševac	154	45	20	19	21	23	20	22	22	16	20	23	154	45	20,60
Gredani	170	10	33	33	34	33	38	34	32	31	31	35	170	10	33,40
Vrištik	183	32	38	35	30	39	45	37	35	36	33	39	183	32	38,20
Pjeskulja	187	29	43	40	41	42	43	44	39	37	39	38	178	29	40,60
Kučerina	251	23	47	41	47	44	47	45	43	44	43	40	251	23	44,00

$$\text{Srednja griješka izvedena po formuli } M = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1) \cdot (s-1) \cdot s}} = 0,62 \text{ sek.}$$

Da bi se uklonio ovaj nedostatak kod opservacije mislim da bi trebalo postupati ovako: Opservirati sve spoljne pravce i kao zadnje opažati sa želj. piramide, skinuvši prije toga spomenuti drveni signalni dio.

Mislim da će takav način rada, zajedno sa čvrstim žičanim zategama smanjiti vibraciju piramide na mjeru skoro beznačajnu za opservaciju.

Sve to važi samo za lagani vjetrić. Ljeti ima dosta mirnih dana, koje treba prvenstveno koristiti za takva opažanja.

Prošle smo godine bili dosta luksuzni u smislu visine piramide. Montirana je redovno puna visina, tako da je nekad  $\frac{1}{3}$  dakle 10 met. nadvisila šumu. Iz ranijeg izgalanja je razumljivo da pri manjim visinama piramida ima veću čvrstoću. Šuma zaklanja piramidu od vjetra a i montaža manje visine je jeftinija. Eto, i o tome treba voditi brigu.

Navodim za primjer jedno opažanje sa željezne piramide pune visine,  $i=26$  m. i to čak sa girusnom metodom; Inst. Wild Th3. Vrijeme: mirno; vidljivost: dobra, oblačno (vidi tablicu str. 65.).

Navedeni primjer pokazuje, da je i pored pobrojanih nedostataka moguće — pod povoljnim uvjetima — postići zadovoljavajuće rezultate opažanja pa i girusnom metodom za triangulaciju II. reda.

Usporedimo li troškove za gradnju drvene piramide sa montažnim za željeznu piramidu, dobiti ćemo odnos 1 : 10 u korist željezne piramide.

U god. 1949. su 3 piramide, koliko ih danas posjedujemo, ukupno 15 puta što montirane, što demontirane. Za ovaj kratki vremenski period su se već deseterostruko amortizirale.

Drugovi iz Beograda ih također često traže, što dokazuje da su uočili njihovu prednost.

I pored navedenih nedostataka, postigli smo primjenom željeznih piramida značajan uspjeh, ubrzanje i veliko pojeftinjenje triangulacionih radova višeg reda u šumovitim i ravnim predjelima.

Geom. Z. Šošarić — Zagreb

#### PYRAMIDES EN FER

*L'article décrit la construction de nos pyramides en fer transportables. Il explique la manière de montage et démontre par comparaison avec la pyramide en bois le grand avantage économique offert par la pyramide en fer.*