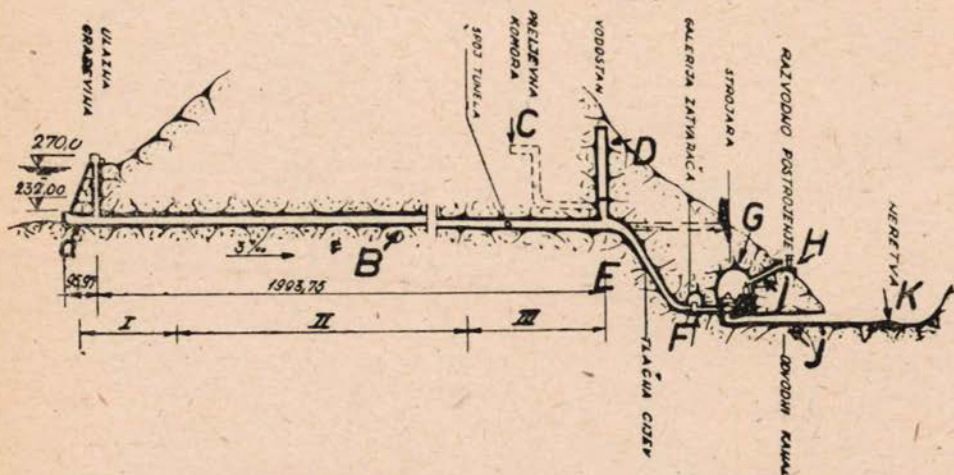


## JOŠ O GEODETSKIM RADOVIMA NA IZGRADNJI HE JABLANICA

Izgradnjom brane ispod ušća rijeke Rame stvorilo e vještačko jezero. Da bi se energija te vode pretvorila u električnu energiju, treba da ona prođe kroz niz objekata koji su podijeljeni po svojim funkcijama. Naime, voda iz jezera treba da prođe kroz: ulaznu građevinu, dovodni tunel, vodostan, tlačnu cijev, galeriju zatvarača i turbinu gdje se kinetička energija pretvara u električnu, a zatim odvodnim kanalom ponovo odvodi u rijeku Neretvu.

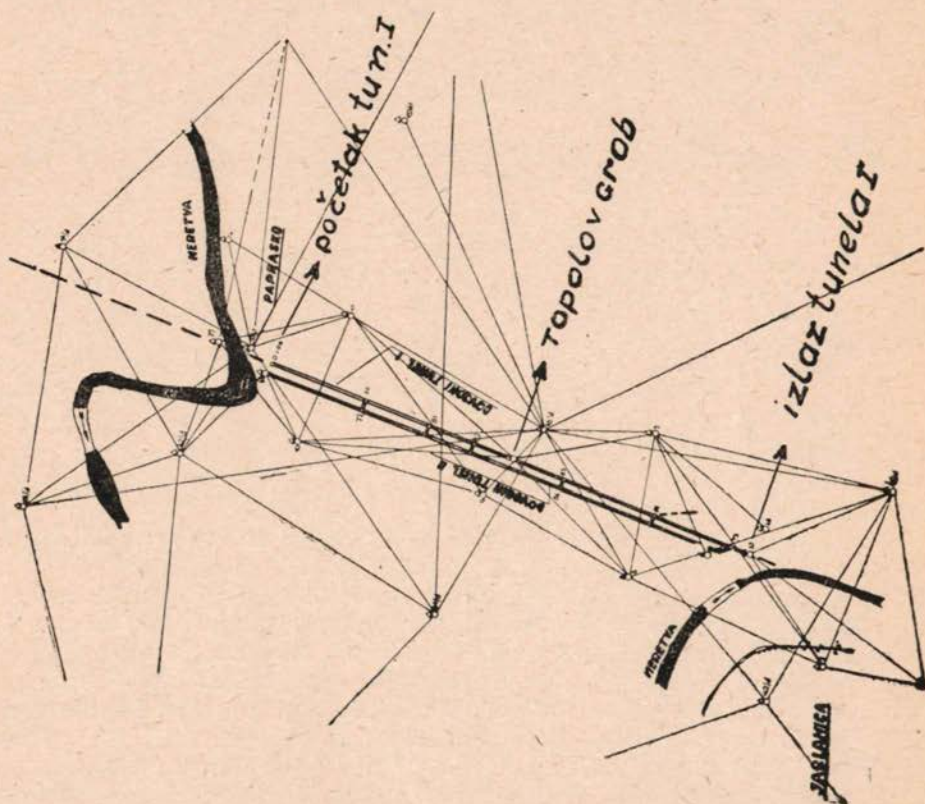
Svi ovi objekti skupa pretstavljaju jedinstvenu cjelinu, ali oko određivanja i davanja geodetskih elemenata svaki od njih ima i svojih specifičnosti. Za sve ove objekte razvijena je jedna trigonometrijska mreža u lokalnom sistemu, a tokom rada je popunjavana prema zahtjevima i potrebama radova na pojedinim objektima. Skoro na svim ovim objektima radovi su podzemni. Izuzetak čine ulazne građevine gdje su se djelimično elementi davali nadzemno.



Sl. 1. — uzdužni profil postrojenja. A) ulazna građevina, B) dovodni tunel, C) preljevna komora vodostana, D) glavni šaht vodostana, E) tlačna cijev, F) galerija zatvarača, G) strojara, H) razvodno postrojenje, I) kablovski tunel, J) odvodni tunel, K) korito rijeke Neretve.

Za geodetske radove najvažniji od ovih objekata je bio dovodni tunel, jer on povezuje jezero sa svim ostalim objektima, a i svi su određeni u odnosu na njegov početak.

Na HE Jablanici izgrađena su dva tunela koji su međusobno paralelni sa rastojanjem osovina 34,00 m. Elementi za tunel 1 određeni su iz lokalne triangulacije, a zatim je pravac kontrolisan nadzemno, pošto je tunel u pravcu. Najprije je pomoću lokalne triangulacije određena tačka na ulazu i izlazu iz tunela.

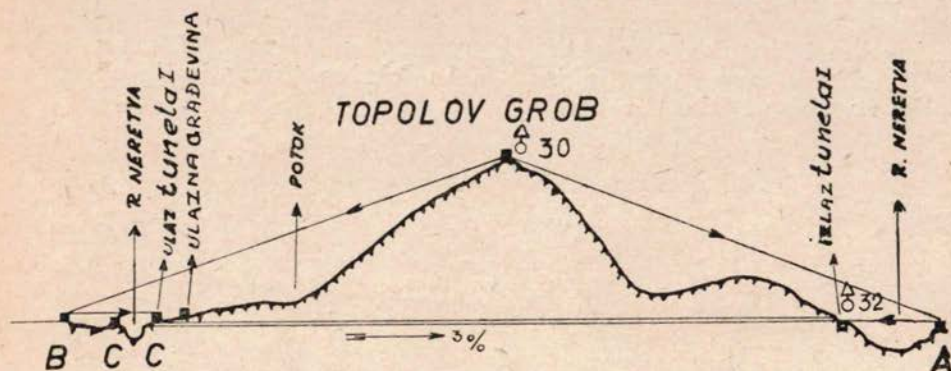


Sl. 2. — Lokalna triangulacija za dovodne tunele i ostale objekte.

Sa izlaza tunela I,  $\Delta 32$ , pomoću nagiba pravac tunela se mogao produžiti i fiksirati na željezničkom mostu na Neretvi sl. 2 i 3 tačka A. Zatim je sračunata tačka i određena na terenu  $\Delta 30$  (Topolov Grob). Sa ovoga trigonometra vizirano je na tačku A na željezničkom mostu u Jablanici, pa pošto se pravac nije mogao direktno prenijeti na ulaz tunela, određena je tačka B. Sa tačke B, vizirajući na  $\Delta 30$  — Topolov Grob, pravac se prenio pred ulaz tunela I, tačka C, a sa tačke A na izlaz dovodnog tunela I  $\Delta 32$ . Tako fiksiran pravac služio je kao sigurna kontrola za sve podzemne radove. Kod ulaza u tunel I u Papraskom, pravac nije



mogao biti fiksiran u nivou tunela, nego nešto višoj, a zatim je prenešen na ulaz, jer je početak tunela bio u niskopu. Dalje davanje elemenata za radove u tunelu, produženo je sa ove tačke.



Sl. 3. — Uzdužni profil dovodnog tunela I. Strelicom je označeno kako je nadzemno kontrolisan pravac dovodnog tunela I.

Pred izlazom tunela I u Jablanici, početna tačka postavljena je u nivou izlaza tunela i s nje su se mogli davati a isto tako i kontrolisati elementi cijelom dužinom tunela. Pored toga, davanje i kontrolisanje elemenata sa ove tačke bilo je sigurnije, jer je početni pravac bio povoljniji. Kako je tunel išao sa padom od 3‰ Paposko-Jablanica, a dužina tunela je iznosila preko 2 km, tačka na izlazu bila je niža za oko 6 m od tačke na ulazu.

Za tunel II projektom je predviđeno da ide paralelno sa tunelom I sa razmakom osovina 34,00 m. Pošto je tunel I bio već prokopan, kada su radovi na tunelu II trebali da počnu, nije bilo potrebe za nekim naročitim pripremanjima da bi se odredili elementi za iskop tunela II, jer se tačka na ulazu do gledala sa tačkom na izlazu tunela I i obratno. Zbog toga se osovina tunela I mogla potpuno sigurno fiksirati u samom tunelu gdje se god htjelo. Sa tako fiksiranih tačaka u tunelu I, pod uglom od 90° i na rastojanju od 34,00 m dobila se osovina tunela II.

Pored napadnih tačaka iz tunela I, radi lakšeg iskopa i bržeg transporta materijala, određen je još jedan napadni rov pri kraju tunela II od rijeke Neretve. Ovaj rov je istovremeno služio i za odvod vode iz tunela. Prilikom iskopa tunela, na svakih 50,0 m ubetonirana je u zolni tačka, (željezni klin, željezni krug ili klanfa) na kojoj je bila fiksirana osovina, a i visinski je bila određena. Time je bilo olakšano davanje elemenata kako za iskop tako i za betoniranje tunela.

### Ulazne građevine

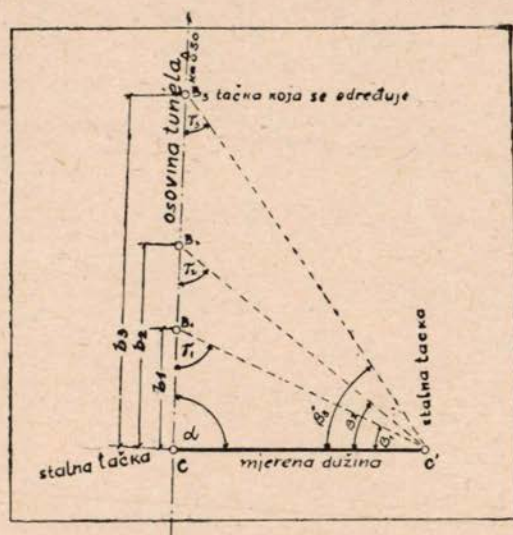
Na HE Jablanici izrađene su dvije ulazne građevine kod sela Papska na međusobnom odstojanju dvaju dovodnih tunela. One se sa- stoje od: zaštitnog zida za odbranu od nanosa, ulaznog lijevka sa finom





radove vršeno je računskim putem; naime, pravci tunela bili su fiksirani ispred ulaznih građevina tačkama čija je stacionaža, u odnosu na početak tunela, bila poznata. Trigonometrijska tačka na Topolovom Grobu Δ30 je predstavljala produženje pravca tunela I, a za produženje tunela II fiksirana je tačka na desnoj obali Neretve. Ove dvije tačke su se doгледалe sa tačkama ispred ulaznih građevina.

Sa tačkama ispred ulaznih građevina izbačene su tačke u strane sa kojih se vršilo presijecanje na željenim mjestima, a jednom mjerene dužine između tih tačkama služile su kao osnovica za sva dalja računanja. Isto



Sl. 7 — Način za određivanje dužina računskim putem na ulaznim građevinama. Ugao  $\alpha$  je uvijek isti.

tako, sa ovih tačkama mogle su se odrediti i visine na željenim mjestima trigonometrijskim nivelmanom ukoliko sami radovi nisu zahtijevali da se visine odrede geometrijskim nivelmanom.

### Ostali objekti

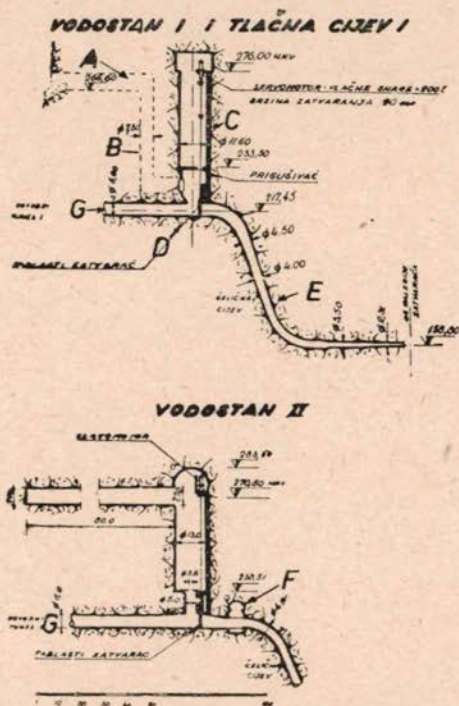
Pod ostalim objektima podrazumijeva se skup svih objekata oko strojare gdje se ubrajaju: vodostan I i II sa brzim zatvaračem, preljevom i prigušnom komorom, tlačne cijevi I i II sa odvojcima, galerija zatvarača, strojara, odvodni kanali, pristupni tunel, kablovski tuneli i razvodno postrojenje. Skup svih ovih objekata predstavlja, kako u građevinskom tako i u geodetskom smislu, jednu cjelinu vezanu dovodnim tunelima za ostala postrojenja. Manja razlika u dužini između stvarne i projektovane dužine u dovodnim tunelima između ulaznih građevina i ove grupe objekata ne bi imala nikakove naročite posljedice, jer bi ta razlika uticala samo na pad tunela, dok je tačnost elemenata u samoj grupi između pojedinih



objekata u međusobnoj ovisnosti. To naročito dolazi do izražaja kod montaže opreme gdje su dozvoljena odstupanja minimalna.

### Vodostani I i II

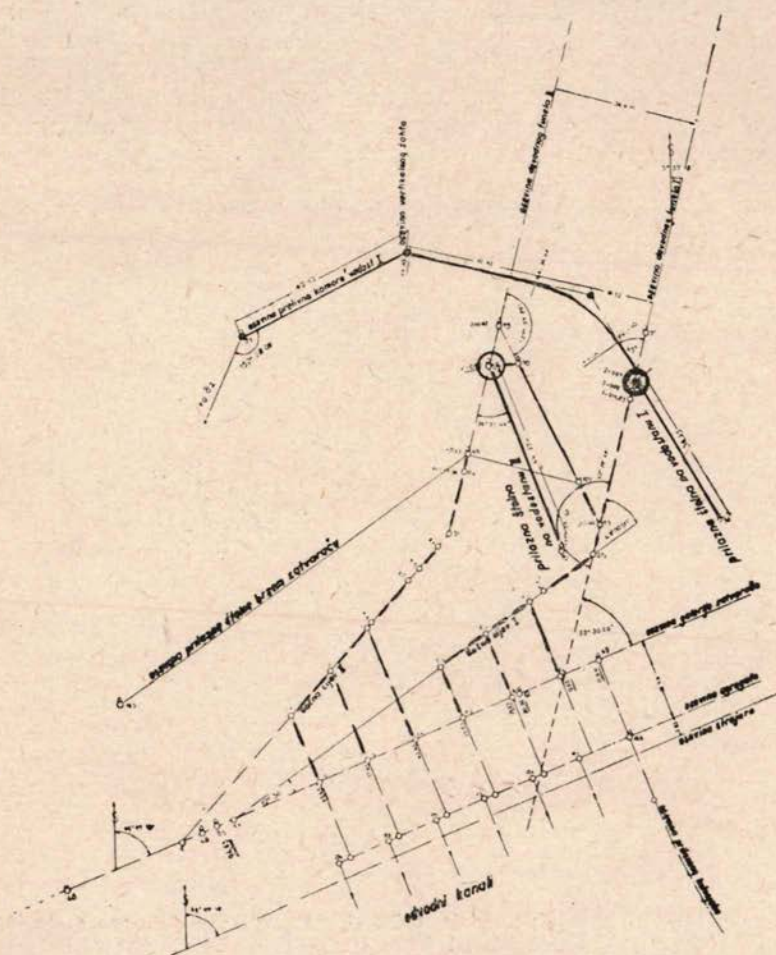
Vodostani I i II nalaze se na kraju dovodnih tunela. Vodostan I je preljevno tipa i sastoji se iz dva vertikalna šahta, koji su pri dnu vezani horizontalnom komorom. Na vrhu bočnog šahta nalazi se preljevna komora sa preljevom. Iznad horizontalne komore, u glavnom šahtu, izrađen je prigušivač radi smanjenja skoka vode u glavnom šahtu da bi se voda prvenstveno skrenula u bočni šaht za preljev.



Sl. 8. — Vertikalni presjek vodostana I i II. A) preljevna komora vodostana I, B) bočni šaht, C) glavni šaht, D) tablasti zatvarač E) tlačna cijev, F) brzi zatvarač vodostana I i G) dovodni tunel.

Vodostan II se nalazi na kraju dovodnog tunela II i to je obični šahtni vodostan sa prigušivačem i gornjom komorom. Zbog ubrzanja radova oko iskopa i izgradnje vršen je iskop odozdo iz dovodnih tunela i odozgo sa montažnih platoa. Kada su tuneli oko vodostana bili prokopani fiksirana je osovina vodostana na stacionaži predviđenoj projektom i rad je mogao otpočeti. Međutim, da bi se došlo do montažnih platoa, trebalo je najprije izraditi prilazne rovove (štolne) do glavnih šahtova vodostana. Tako je sa kote 276, II,  $\Delta$  54 vršen napad na vodostan I rovom dugim 36,23 m,

a na vodostan II sa kote 275,04,  $\Delta$  72, rovom dugim 44,77 m. Za spojnu horizontalnu komoru i bočni šaht u vodostanu I elementi su davani iz glavnog šahta sa kote 227,60 odono oko 13 metara iznad osovine tunela. Početnu tačku za davanje elemenata kao i pravac tunela trebalo je prenijeti na podgradu, a zatim pomoću vrlo kratkog pravca i zadatog ugla



Sl. 9. — Geodetski elementi za vodostan I i II i za tlačne cijevi I i II

dati podatke za iskop. Sa ovako datim podacima vršen je iskop do krivine, zatim krivinom i ponovo pravcem do bočnog šahta. Sa gornje strane bočni šaht je napadnut preko preljevne komore za koju su dati podaci s polja sa  $\Delta$  55 koji je bio određen oko kote 266,0.

Davanje ovih podataka bilo je vrlo složeno, jer je polaznu tačku kao i pravac tunela trebalo prenijeti iz tunela na podgradu u glavni šaht vodostana, što je samo po sebi nesigurno, a zatim sa tako prenešene tačke









tvarača. Tlačne cijevi u HE Jablanica predstavljale su kako za iskop, tako i za montažu vrlo delikatan geodetski zadatak.

Tlačna cijev I polazi od vodostana I vertikalnom krivinom i prelazi u prostornu krivinu, a tlačna cijev II polazi od brzog zatvarača ispred vodostana I prostornom krivinom i zatim prelazi u vertikalnu krivinu. O tlačnoj cijevi kao geodetskom zadatku pisano je u Geod. listu za 1949 god. strana 285—288.

### Strojara

Strojara je smještena podzemno, a dimenzionisana je za smještaj: 6 agregata na rastojanju 12 m, kućne turbine, 6 transformatora, rezervoara za vodu, vodni otpor, prostora za montažu, centralne komande sa razvodom 35 kV i pomoćnim uređajima, uređaja za klimatizaciju, pomoćnih postrojenja za pogonsko osoblje, magacin radionicu itd.

Visina strojare je 34,0 m, širina 18 m, a dužina 114 m. Prilaz u strojaru je tunelom dugim 200 m. Pored ovoga tunela na razvodno postrojenje vodi još šest kablovskih tunela. Po tri agregata, preko svojih difuzora vezani su za po jedan odvodni kanal, koji odvodi vodu u Neretvu.

Na samoj padini, ispred strojare smješteno je razvodno postrojenje.

Davanje geodetskih elemenata za radove na svim ovim objektima zahtijeva u prvom redu poznavanje koncepcije cijelog postrojenja, što kod drugih struka nije slučaj. Pored toga praćenje izvođenja radova je bezuslovno da kod montažnih radova ne bi nastupile poteškoće. Poznavanje cijele koncepcije uslovljava još i to što se unose promjene u projekte pojedinih objekata, koje ponekad zahtijevaju i promjenu geodetskih elemenata. Zbog toga je geodetski stručnjak na objektima ove vrste prisiljen da u svakom momentu ima jasan pregled cjelokupne situacije, kako ne bi nastupile neželjene posljedice. Na podzemnim radovima, a naročito na montaži opreme, svi se radovi odvijaju prema geodetskim elementima.

Davanje elemenata na podzemnim radovima skopčano je sa mnogim poteškoćama, ali način rada oko njihovog određivanja zavisi od snalažljivosti lica koje ih daje, sredstava sa kojima u datim momentima raspolaže i uslova pod kojima radi, ali je uslov da dati elementi budu što tačniji.