

Nazif Redžić geom. — Sarajevo

Geodetski radovi u elektroprivredi

Uvod

Do sada se vrlo malo pisalo u našem listu o geodetskim radovima na hidrocentralama kao i na energetskeim objektima uopšte ma da je dosta naših drugova učestvovalo a i danas učestvuje u njihovoj izgradnji.

U tim radovima mnoge su stvari po prvi put rađene kod nas, a pored toga nailazilo se u toku rada na vrlo interesantne zadatke koje je trebalo riješiti. Rješenja pojedinih zadataka kao i iskustva sa ovih radova vjerovatno će interesovati mnoge naše drugove, a naročito one koji nisu imali priliku da rade na takvim radovima.

Energetskih objekata, na kojima su naši drugovi radili ima dosta kao: hidro i termo-centrale sa pripadajućim objektima (akumulacioni bazeni, visoke brane: betonske i zemljane, žičare itd), zatim trafostanice i dalekovodi visokog napona.

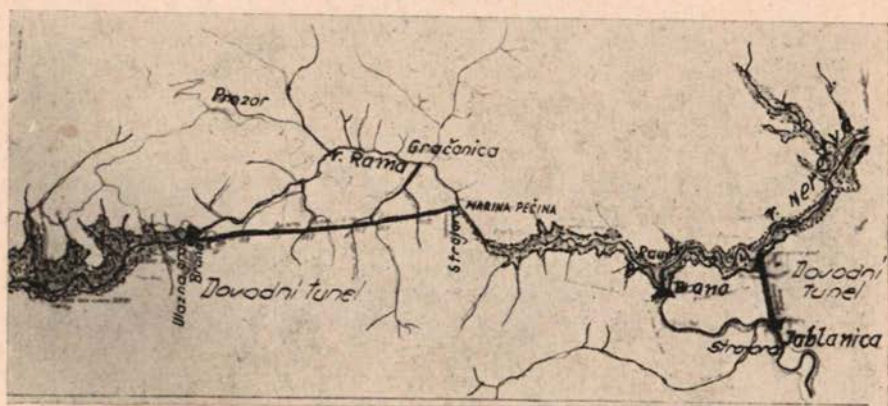
O ovim radovima može mnogo da se piše i zato ću za sada opisati rad na hidrocentralama u opštim crtama naročito na hidrocentralama Jablanica i Rama, a o obimu radova na pojedinim objektima i načinu njihovog izvođenja biće riječi kasnije i to isključivo na H. C. Jablanici.

O radovima na hidrocentralama Jablanici i Rami govoriću zbog toga što su radovi na obadvije centrale počeli istovremeno, a povezane su u jedan energetskei sistem. Pored toga i iskorištavanje vodenih snaga Neretve (sektor Jablanice) i Rame kao njene najjače pritoke, istoriski su povezani. Evo što je o tome rekao glavni projektant hidrocentrala Jablanice i Rame Ing. Jaroslav Černi u jednom razgovoru s novinarima (Politika 1949 god.) u Jablanici:

»Ideja da se ovdje sagradi hidrocentrala vrlo je stara. Austriske i franćuske firme već odavno su slale svoje ljude da baš na ovome mestu koje im je zbog prirodnih uslova zapelo za oko, prouče mogućnosti za izgradnju hidrocentrala. Oni su čak napravili i planove, ali sve dok naši stručnjaci nisu počeli da ostvaruju ovo delo, njihovi projekti, ostali su samo projekti, a Neretva je i dalje tekla kao i prije hiljadu godina. Odmah posle oslobođenja naša Partija i Vlada rešile su da pristupimo obimnim radovima i da baš ovde, u samim hercegovačkim krševima, izgradimo ovako gigantske centrale, koje će davati ogromnu snagu za eksploataciju velikih prirodnih bogatstava za pokretanje naših industrijskih postrojenja, za pretvaranje ove zemlje u plodnu i bogatu republiku.

Razlika između našeg plana i planova, koje su napravili strani stručnjaci, ogromna je. Inostrane firme zahtevale su od svojih specijalista da naprave takve planove, koji bi omogućili eksploataciju vode Neretve samo za njihove interese, dok se o narodu ovoga kraja u njihovim planovima nije vodilo računa. Pored toga, prema njihovim proračunima kapacitet ovih centrala bio je daleko manji. Mi smo vodili računa o svemu, i o eksploataciji Neretve i o davanju električne energije našim rudnicima i industrijskim preduzećima, a ujedno i o mogućnosti pretvaranja zemlje ovoga kraja u plodne plantaže pamuka, smokava, vinove loze i industrijskog bilja. Naši planovi se u osnovi i tehnički potpuno razlikuju od ostalih. Izgraditi hidrocentrale na Neretvi i Rami nije laka stvar...»

Koliko su tačne riječi ing. Černija može se odmah vidjeti iz slike 1 gde se vidi energetska riješenja rijeke Neretve i Rame (sektor Jablanica) i po kome hidrocentrale Jablanica i Rama imaju instalisanu snagu od 308 MW (cca 420.000 KS) sa godišnjom proizvodnjom od 1400 GWh (1400.000.000 kWh).



Sl. 1 Situacija postrojenja H. C. Jablanice i Rame

Ovo je omogućeno na taj način što bi se ispod ušća rijeke Rame izgradila betonska brana visine 85 (izgrađena) i u dolini rijeke Neretve stvorilo vještačko jezero sa korisnom zapreminom od 290.000.000 m³ vode. Pored ove, predviđena je izgradnja nasute brane visine 100 m na rijeci Rami pri njenom ulazu u klisuru čime bi se dobilo još jedno vještačko jezero u Kovačevom Polju sa korisnom zapreminom od 466.000.000 m³ vode.

Voda iz ovog jezera koristila bi se najprije kroz hidrocentralu Ramu a zatim bi se ulivala u jezero Jablanice da se ponovo koristi kroz hidrocentralu Jablanicu.

Energetsko riješenje rijeke Neretve i Rame prikazano je na slici 2.

Izgradnjom hidrocentrala prema prednjem projektu dobilo bi se godišnje preko 4.000.000.000 kWh energije.

Na sl. 3 vidi se energetska riješenja sistema na Neretvi odnosno koje bi centrale bile akumulacione, a koje protočne.

SITUACIJA ENERGETSKOG SISTEMA NA NERETVI SA HYDROCENTRALAMA

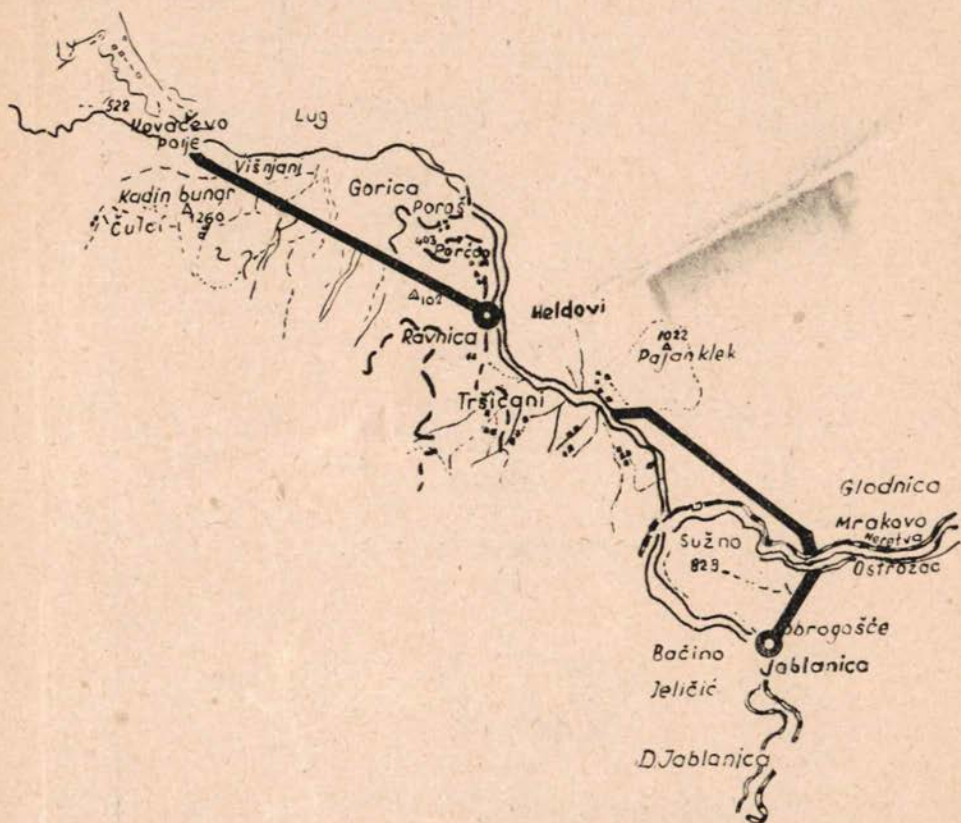


Nr.	HYDROCENTRALE	SREDNJI	PROTICAJI	INSTALIRANI	PROTICAJI	MAKS	KORIŠNA	INSTALIRANA	GODIŠNJA	TIP
		m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	BRUTO	ZAPREMINA	SNAGA	ELEKTRIC	
		m^3/s	m^3/s	m	m	PAD	hm	MW	GWh	
1	ULOG	28	34	308	450		76	458	AKUMULACIONE H.C.	
2	GLAVATIČEVO	55	150	111	450		133	333		
3	LJUTA	64	190	42	3		67	176		
4	RAMA	35	64	325	450		160	700		
5	JABLANICA	121	177	111	290		144	714		
6	PRENJ	122	240	18	2		35	144	PROTOČNE H.C.	
7	GRABOVICA	126	250	18	-		36	149		
8	DREŽNICA	148	270	23	-		49	219		
9	SOLAKOVAC	162	280	23	-		50	239		
10	POTOCI	173	295	15	-		35	166		
11	SKAKALA	186	305	18	-		44	213		
12	MOSTAR	198	315	11	-		28	139		
13	BUNA	278	385	11	-		34	193		
14	POČITELJ	283	386	13	-		39	222		

Sl. 2 Situacija energetskog sistema na Neretvi sa Hidrocentralama

Iz slike 4 vidi se energetska riješenja hidrocentrala Jablanice i Rame stranim projektima gdje instalirana snaga u obadrije centrale, na sedmomesečnu vodu, iznosi (predviđa) 116.000 Ks sa približnom proizvodnjom od 430.000.000 kWh.

Prema tim projektima — naših stručnjaka — hidrocentrala Jablanica je izgrađena i sada je u fazi završnih radova, dok su radovi na hidrocentrali Rami obustavljeni za izvjesno vrijeme.

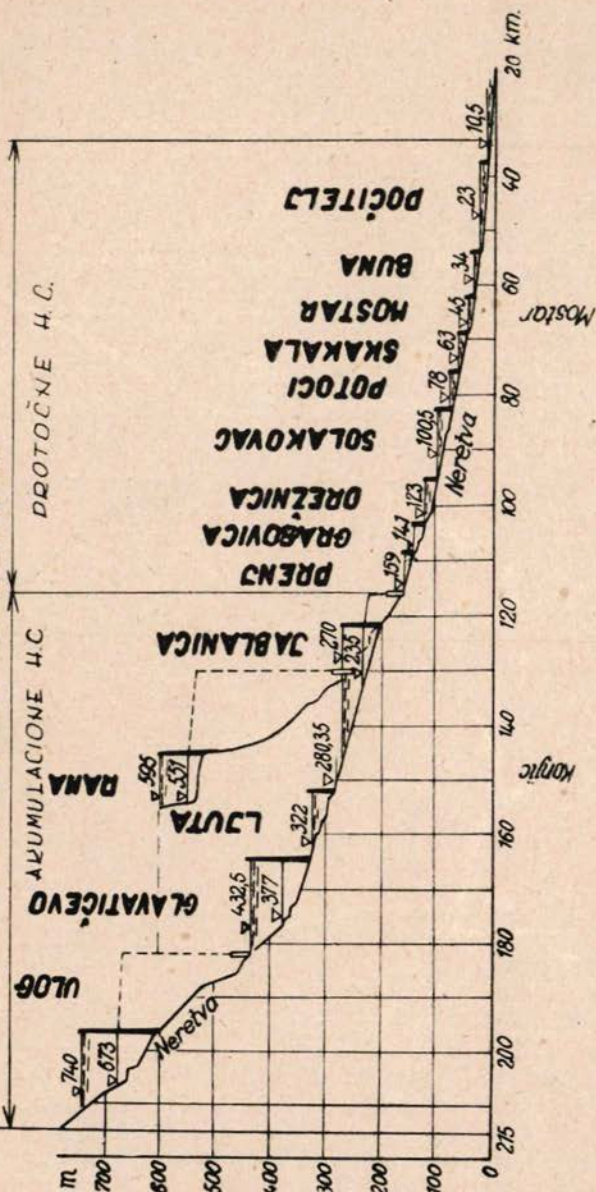


Sl. 4 Energetska riješenja hidrocentrala Jablanice i Rame, prema stranim projektima

GEODETSKI RADOVI NA HIDROCENTRALAMA

Odmah po oslobođenju naše zemlje postavila su se dva osnovna zadatka za njenu daljnju izgradnju, industrijalizacija i elektrifikacija. Kako naša zemlja ne raspolaže velikom rezervom uglja — u odnosu na neke druge zemlje, a sa rezervama vodenih snaga spadamo u red najbogatijih zemalja u Evropi, glavna pažnja je posvećena izgradnji hidrocentrala. Istina, radilo se istovremeno i na podizanju nekoliko velikih termocentrala, u ugljenim bazenima kao: Šoštanj, Kolubara i Čatići, koje su danas u pogonu i sa hidrocentralama zajedno predstavljaju jednu cjelinu u energetskaom sistemu Jugoslavije.

UZDUŽNI PRESJEK ENERGETSKOG SISTEMA NA NERETVI SA HIDROCENTRALAMA



Sl. 3 Uzdužni presjek energetskeg sistema na Neretvi sa hidrocentralama

Izgradnja i termo i hidro postrojenja usko je vezana za geodetsku struku. Ta povezanost naročito dolazi do izražaja kod izgradnje hidrocentrala, gdje su geodetski radovi mnogo obimniji i složeniji, a naročito na podzemnim objektima. Ovi radovi su i složeni i vrlo odgovorni, jer je o njima ovisna ne samo tačnost izvođenja projektovanih objekata, nego često i njihova cijena izgradnje. Geodetski radovi su uopšte, sami po sebi, teški i naporni, a naročito pri izgradnji hidrocentrala. Predhodni radovi, koje treba obaviti do momenta gradjenja objekta iziskuju velike napore, a u toku izgradnje objekta i veliku odgovornost. Razlog je u tome što se hidrocentrale većinom grade na mjestima gdje su padovi vodenih masa najveći, a reljef terena jače istaknut, što samo po sebi zahtjeva više pažnje i veće napore da se dobiju podaci potrebne tačnosti.

Do početka izgradnje objekta, geodetski radovi se mogu smatrati kao čisto geodetski, ali od samog početka izgradnje pa do puštanja objekta u pogon, geodetski radovi dobijaju drugi karakter i ako i dalje ostaje kao osnovica geodezija. U oba slučaja — do početka gradjenja i u toku gradjenja — sve je zasnovano na geodeziji ali geodetski radovi na izgradnji samoga objekta mnogo su teži, komplikovaniji i odgovorniji nego radovi koji se izvrše do lokacije i početka gradjenja objekta. U toku gradjenja, radovi su većim dijelom podzemni (tuneli, šahtovi, kaverne i t. d.), gdje greške moraju biti svedene na minimum jer i najmanja greška povlači za sobom gubitak rada i materijala, tj. poskupljenje radova a istovremeno i produženje roka izgradnje.

Do oslobođenja geodetski radovi iz primenjene geodezije, osim u rudarstvu i kod saobraćaja, kod nas se gotovo nisu ni izvodili, a u koliko su se i izvodili, bili su vrlo mali i beznačajni, te se u elektrifikaciji mogu smatrati kao nešto novo. Ovdje nije više glavna svrha dobivanje situacionih planova, nego prenošenje objekata sa plana na teren, kao i davanje elemenata za njihovo izvođenje, što je od naročitog značaja u ovim radovima. Osim toga, geodetski radovi na hidrocentralama usko su povezani sa radovima drugih struka kao s građevinskom, geološkom, hidrološkom i t. d. što im donekle daje i drugi karakter i čini ih specifičnim. To također znači da oni koji ih izvode treba da imaju izvjesno iskustvo u tom pogledu, da bi radove mogli pravilno i dobro izvesti.

U toku samih radova pojavljuju se mnogi zadaci koji na prvi pogled nisu direktno vezani za objekte, ali koji čine nerazdvojnu cjelinu sa postrojenjem. Trasiranje pristupnih puteva, prilaznih kolosjeka, izgradnja naselja, istražni radovi, sanacije zemljišta, snimanje raznih profila, eksproprijacije i t. d. Svi se ovi radovi smatraju kao sporedni, dok su glavni radovi na: tunelima, podzemnim postrojenjima, visokim branama, montaži postrojenja i t. d. Iz svega ovoga se vidi da su geodetski radovi na hidrocentralama i drugim objektima raznovrsni kako po svojoj namjeni, tako i po svojoj važnosti, kao i po tačnosti, koju treba da zadovolje, ali svi su, manje ili više, povezani u jednu cjelinu. To naročito važi za jedno postrojenje, a često i za cio sistem postrojenja. Objedinjavanje i tačnost svih tih radova ovisno je o osnovi geodetskih radova odnosno o triangulaciji i nivelmanu. Praktično bi to značilo da na svim terenima, na kojima se izgrađuje pa čak i na onima, koji dolaze u obzir za izgradnju ili ma kakvo korištenje u svrhu projektovanja i gradjenja treba da su na njima provedeni osnovni geodetski radovi — triangulacija i precizni nivelman — što bi stvarno i predstavljalo osnovu. Bez toga, geodetski radovi biće uvijek skuplji i obimniji, a što je važnije neće uvijek moći da zadovolje sve zahtjeve koji

se od njih traže. U izgradnji naše elektrifikacije u dosta slučajeva taj uslov nije se mogao ostvariti zbog tempa izgradnje, pomanjkanja instrumenata a naročito zbog pomanjkanja kadrova.

PODJELA GEODETSKIH RADOVA NA HIDROCENTRALAMA

Činjenica, da su geodetski radovi na hidrocentralama raznoliki i po svojoj namjeni i svojoj važnosti omogućava nam da ih podijelimo i da unaprijed odredimo metodu rada za određenj zadatak. Dok jedni služe samo za informativne svrhe, kod drugih treba težiti da se dobije maksimalna tačnost. Znači kod svih radova nije potrebna ista tačnost, te prema samom zadatku treba izabrati i način rada. Koja će se metoda upotrebiti u pojedinom zadatku, zavisi od lica koje izvodi posao, odnosno od njegovog poznavanja suštine zadatka. Samo poznavanjem suštine zadatka može se odrediti pravilna metoda, inače ili će radovi biti skuplji ili zadatak neće biti potpuno izvršen.

Geodetski radovi, koji dolaze na hidrocentralama s obzirom na tačnost koju treba da zadovolje mogli bi se podijeliti na ove radove:

- 1) Radovi informativnog karaktera
 - 2) Prethodni geodetski radovi
 - 3) Radovi za projekte
 - 4) Prenos projekata na teren i praćenje radova pri izvođenju objekata i montaži postrojenja
 - 5) Radovi naučnog karaktera
- ad 1) Prilikom studija i izrade osnovnih projekata o iskorištavanju vodenih snaga, lokaciji, rentabilnosti i snazi postrojenja kao i komunikacijama za samo postrojenje obično se služi topografskim kartama. Podaci uzeti na taj način (sa topografskih karata) nisu uvijek dovoljni za razradu ideja i dobivanje elemenata o veličini i rentabilnosti postrojenja. Zato je u najviše slučajeva potrebno uzimati dopunske podatke sa terena, koji će služiti kao dopuna da se dobije pregled za opštu koncepciju, jednog ili više postrojenja. Ti podaci (u većini slučajeva) ne moraju da se uzimaju sa naročitom tačnošću, oni moraju zadovoljiti uslov da se iz njih može dobiti opšti pojam o stanju na terenu. U stvari to su podaci koji su neophodni pri razradi ideja, ali čija manja tačnost (u geodetskom smislu) neće uticati na rezultat. Tu obično dolazi: snimanje raznih profila kao i snimanje manjih situacija.
- ad 2) Geodetski podaci, koji su, poslužili za izradu osnovnih projekata nisu dovoljni za razradu idejnih i glavnih projekata, pa ih zato treba dopuniti, a naročito na mjestima gdje se predviđaju ili gdje su već predviđeni objekti. Tu će trebati: razviti gušću trig. mrežu, provesti nivelman, snimiti pojedine dijelove terena, razne profile, izraditi situacije u većoj razmjeri i t. d. Dokle treba postaviti solidnu geodetsku osnovu za kasnije radove. Često puta se desi da se u toku projektovanja uzima po nekoliko varijanti što povećava obim radova.
- ad 3) U toku projektovanja jednog objekta ili postrojenja pa čak i u toku samog izvođenja ukaže se potreba da treba ponovo uzeti podatke na terenu bilo iz ekonomskih geoloških ili kakovih drugih razloga da bi se prilikom projektovanja moglo donijeti najcelishodnije rješenje. Ovi

radovi zahtjevaju veću tačnost, što znači da ih treba obavljati i sa većom pažnjom. Pored toga, redovno se pojavljuju radovi na: trasiranju stalnih i privremenih puteva, industrijskih kolosjeka, regulaciji rijeka ili potoka, iskolčavanju naselja i t. d., što sve treba povezati sa projektima.

ad 4) Kada projektant prenese svoje zamisli na papir, odnosno ucрта na situaciju, treba to prenijeti na teren, treba zamisao pretvoriti u djelo. To je posao koji je skopčan sa velikom odgovornošću, koji zahtjeva veliku, a u nekim slučajevima i najveću tačnost. Ovo je naročito važno zbog toga što su svi objekti u određenom međusobnom odnosu i što njihov rad zajedno čini cjelinu. Kako će se zamišljeni objekti realizovati s obzirom na njihov raspored-zavisi od geodetskih podataka, odnosno od njihovog prenosa na teren. Ovo je naročito važno kod podzemnih radova (tunela, hala, šahtova i t. d.) Davanjem osnovnih elemenata za postrojenje geodetski rad nije završen, nego je stvarno tek počeo. Jer glavni dio posla ostaje na kontroli izvođenja i montaži postrojenja. Ta činjenica je vrlo važna za geodetske radove, jer su povezani sa radovima drugih struka kao što je unaprijed rečeno (građevinskom, mašinskom i t. d.).

ad 5) Pored naprijed pobrojanih radova, koji su neophodno potrebni za izvođenje objekata, odnosno postrojenja, na hidrocentralama ima i geodetskih radova koji su više naučnog karaktera. To su uglavnom radovi na ispitivanju deformacija visokih brana i na ispitivanju zamuljivanja vještačkih jezera. Radovi ove vrste nisu starijeg datuma uopšte, a naročito kod nas. Izgradnjom visokih brana i stvaranjem vještačkih jezera kod nas i ovi radovi postaju značajni.

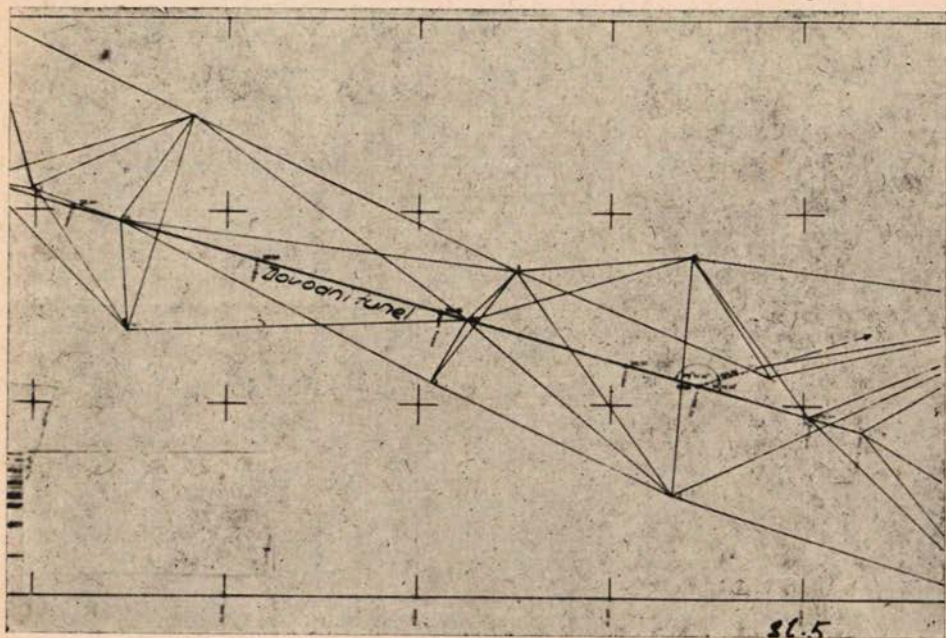
GEODETSKI RADOVI NA HIDROCENTRALAMA JABLANICI I RAMI

U početku 1946 godine prišlo se istovremeno izradi projekata i izgradnji objekata na centralama Jablanici, Rami, Jajcu I i Jajcu II i t. d. U momentu kada su počeli radovi (početak 1946 g.) na hidrocentralama Jablanici i Rami nije bilo nikakvih geodetskih podloga za ta postrojenja, a također i za Jajce I i Jajce II, niti je na tom prostoru postojala trigonometrijska mreža, a precizni nivelman samo djelomično kao osnov tim radovima. Zbog takve situacije trebalo je raditi istovremeno na projektima i na objektima. Nužno je bilo naći hitno rješenje za oba zadatka. Kao najpovoljnije rješenje u tadašnjim prilikama i jedino moguće zbog hitnosti i veličine zadatka oskudice u kadrovima i instrumentariju, bilo je razvijanje lokalnih triangulacija na onim mjestima, gdje se je za to ukazala potreba s tim da se kasnije sve poveže u jednu cjelinu.

Iako hidrocentrale Jablanica i Rama, u energetskom smislu predstavljaju jednu cjelinu a i projekti su im rađeni povezano jedan sa drugim, geodetski radovi nisu u početku mogli da se izvode kao jedna cjelina, jer je to zahtjevalo dosta rada i vremena, što bi izazvalo otežanje radova kako na projektima, tako i na objektima. Da bi se bar privremeno zadovoljile sve potrebe na ova dva objekta pristupilo se razvijanju lokalnih triangulacija, kako je sama zamisao projekata dozvoljavala. Tako su na dva postrojenja razvijene tri lokalne triangulacije od kojih je svaka posebno imala svoj koordinatni sistem i to za HE

Jablanicu lokalna triangulacija koja je obuhvatila branu sa svim pripadajućim organima (kada bude riječ o brani biće priložena situacija) i lokalnu triangulaciju koja je obuhvatila tunele, strojaru i sve ostale dijelove postrojenja (Sl. 5), dok je za Ramu razvijena zasebna lokalna triangulacija, Sl. 6.

Ovakva podjela nije mogla imati nikakve rđave posljedice za situiranje samih postrojenja, jer i ostali radovi, u sve tri grupe, su predstavljali zasebne cjeline. Povezivanje svih ovih sistema ostavljeno je za kasnije kada se bude imalo više radne snage i vremena što je i učinjeno u periodu 1948—1950, g. Ovakva podjela omogućila je da se najlakše i najbrže dođe do potrebnih podataka, jer je omogućeno da se i sa manjim grupama ljudi završe određeni potrebni poslovi. Tako su radove na triangulaciji, snimanju i izradi situacija za dovodne tunele, strojaru i ostale objekte H. C. Jablanica izradili stručnjaci

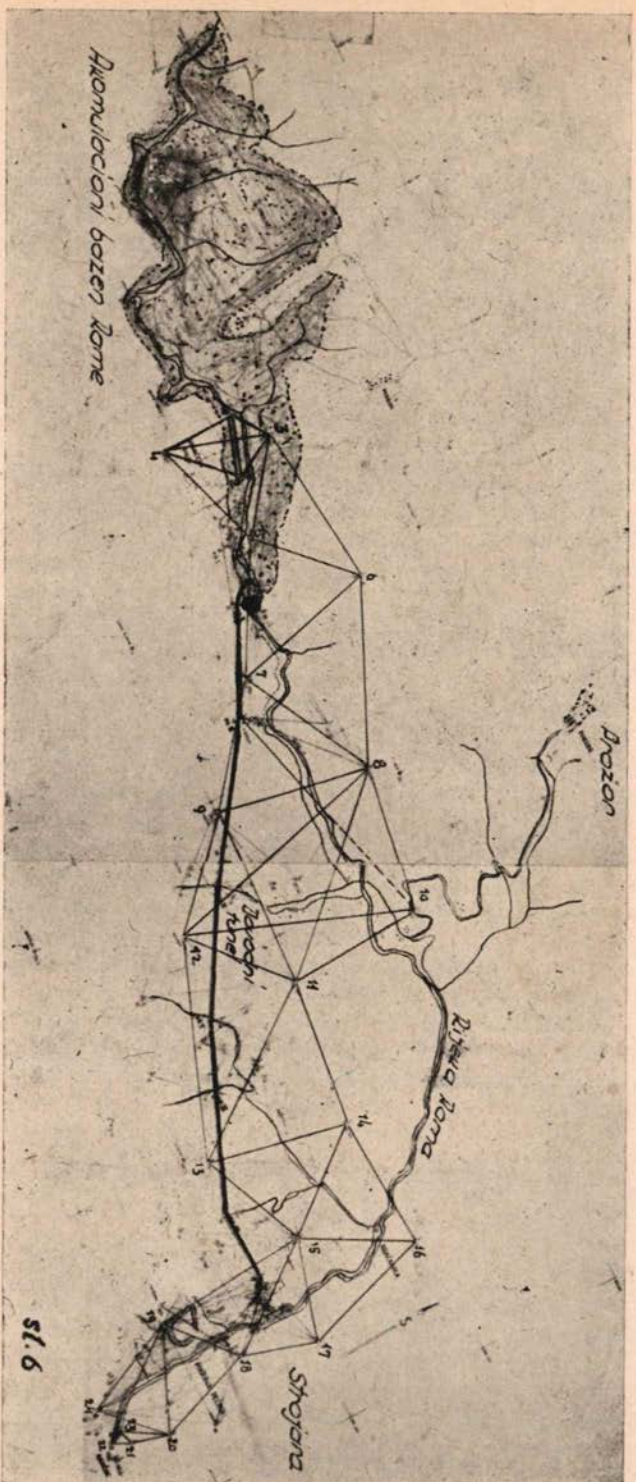


Sl. 5 lokalna triangulacija tunela br. I i strojare h. c. Jablanica

projektantskog biroa Ministarstva Građevina NRBiH iz Sarajeva. Geodetske radove za branu hidrocentrale Jablanica i za cijelo postrojenje hidrocentrale Rame izveli su stručnjaci preduzeća za Elektrifikaciju Centra u Sarajevu.

Na taj način su se dobili geodetski podaci koji su mogli poslužiti za projektovanje, a donekle za izgradnju objekata ali koji nisu predstavljali jedinstvenu cjelinu u geodetskom smislu. Obilježavanje trigonometrijskih tačaka u sva tri sistema, vršena su po propisima koja važe za državnu triangulaciju nižih redova. Tačke su nadzemno obilježavane granitnim kamenjem $15 \times 15 \times 60$, ubetoniranim željeznim klinovima ili željeznim cijevima u stijenu.

Uglovi su mjereni instrumentima Zeiss T IV, sa podatkom od 1 minute i mogućnosti ocjene do na 1/10 minute. Na svakoj tački uglovi su mjereni u



Sl. 6 Lokalna triangulacija za postrojenje h. c. Rama

tri girusa iz kojih se uzimala sredina. Istom metodom i istim instrumentima mjereni su uglovi u sva tri sistema, te se može smatrati da su dobiveni podaci iste tačnosti. U koliko se kasnije pojavila potreba popunjavanja tačkama pojedinih sistema, također su uglovi mjereni istim instrumentima i istim metodama. Po izravnjavanju uglova u trouglovima, sva tri sistema su računata zasebno kao zatvoreni poligoni. Tačnost dobivenih podataka u sva tri sistema je različita i ako su uglovi iste tačnosti. To je nastupilo uslijed toga što je mjerjenje baza pojedinih sistema izvršeno sa različitom tačnošću.

Lokalni sistem za hidrocentralu Ramu sastojao se je od 19 trouglova u vidu lanca na čijim je krajevima bila razvijena osnovička mreža. Osnovica, iz koje su računate strane trouglova u lancu, mjerena je u Kovačevom polju između trigonometra 1 i trigonometra 2 dužine 824,845 m dok je kontrolna osnovica mjerena kod sela gračaca između trigonometra 20 i 21 čija je dužina iznosila 196,313 m.

Računski, ova je osnovica dobivena 196,318 i ti su podaci uzeti kao zadovoljavajući za početne radove.

Mjerenje osnovica vršeno je po vrlo nepovoljnim vremenskim prilikama i sa nedovoljno tačnim priborom za radove ove vrste. Mjerenje baze u Kovačevom polju vršeno je decembra mjeseca 1946 god., kada je teren bi pod vodom, snijegom i ledom. Pored toga, mjerenje dužina vršeno je Fenelovom pantljkikom dužine 50 m, čiji certifikat nije bio poznat. Sve ove činjenice djelovale su da je linearna tačnost mjerenja u odnosu na državnu triangulaciju dobivena 1/4000. Ovako dobiveni podaci mogli su poslužiti za izradu osnovnog i idejnog projekta, ali nikako kao definitivni podaci za glavni projekt odnosno izgradnju samog objekta. Naročito ne na hidrocentrali Rami, čiji je dovodni tunel dugačak preko 10 km, a pored toga je i izlomljen i ima sedam napadnih mjesta, dok je sam početak dovodnog tunela u kružnoj krivini. U toku 1953. godine izmijenjen je prvobitni i izrađen novi idejni projekt, prema kome će se raditi i glavni projekat.

Lokalni sistem za dovodne tunele, strojaru i pripadajuća postrojenja hidrocentrale Jablanica, sastoji se od lanca trouglova, na čijim su krajevima mjerene osnovice i to osnovica, iz koje su tačke u lancu sračunate kao zatvoreni poligon mjerena je u Jablanici između $\Delta 1$ i $\Delta 2$ dužine 439,460 m i kontrolna osnovica u selu Papraskom između trigonometra 3 i 4. Linearna tačnost mjerenja u odnosu na državnu triangulaciju nešto je bolja nego u prvom slučaju i iznosi 1/5000. Pored podataka dobivenih iz lokalne triangulacije za radove na probijanju tunela broj I prebačen je pravac preko brda, što je bila sigurna kontrola podataka sa kojima se radilo. Za kraće pravce ova tačnost je zadovoljavala i svi radovi su se mogli izvoditi na objektima. Lokalni sistem na brani je mnogo manji, a isto je tačnosti kao i sistem za dovodne tunele. Ovde su pravci mnogo kraći, te u pogledu tačnosti za izvođenje radova odgovaraju.

PRELAZ NA JEDAN KOORDINATNI SISTEM

U ljeto 1947. god. prišlo se mjerenju akumulacionog bazena hidrocentrale Jablanica radi eksproprijacije. Te radove izvodilo je državno preduzeće za geodetske radove »Georad« iz Beograda. Kako je za premjer potrebna trigonometrijska mreža, a na pomenutom prostoru nije postojala od ranije, bilo je

neophodno potrebno da se razvije triangulacija nižih redova. Zbog toga je pored sekcije za premjer akumulacionog bazena sa sjedištem u Konjicu osnovana i sekcija za triangulaciju u Ostrožcu.

Da bi se razvila triangulacija IV. reda morala se prethodno razviti trigonometrijska mreža II. i III. reda na prostoru Zec-Planina Raduša—Ljubuša—Vran—Čvrtnica—Prenj; u kome prostoru su se nalazili i akumulacioni bazeni hidrocentrala Jablance i Rame. Tom prilikom razvijena je triangulacija IV. reda na cijelom prostoru područja hidrocentrala Jablanica—Rama. Ovom prilikom usvojen je iz svakog lokalnog sistema izvjestan broj tačaka, te se na taj način dobilo ono što se imalo u vidu u početku samog rada, t. j. prelaz na jedan koordinatni sistem i povezivanje svih radova u jednu cjelinu. To je istovremeno omogućilo da je pored akumulacionog bazena hidrocentrale Jablanice izvršen 1948. godine i premjer akumulacionog bazena hidrocentrale Rame u državnom koordinatnom sistemu a zatim su i svi lokalni sistemi preračunati na državni koordinatni sistem. Time je postignut krajnji cilj objedinjavanja sviju radova na oba postrojenja.

NEZGODNE STRANE PARCIJALNOG RADA

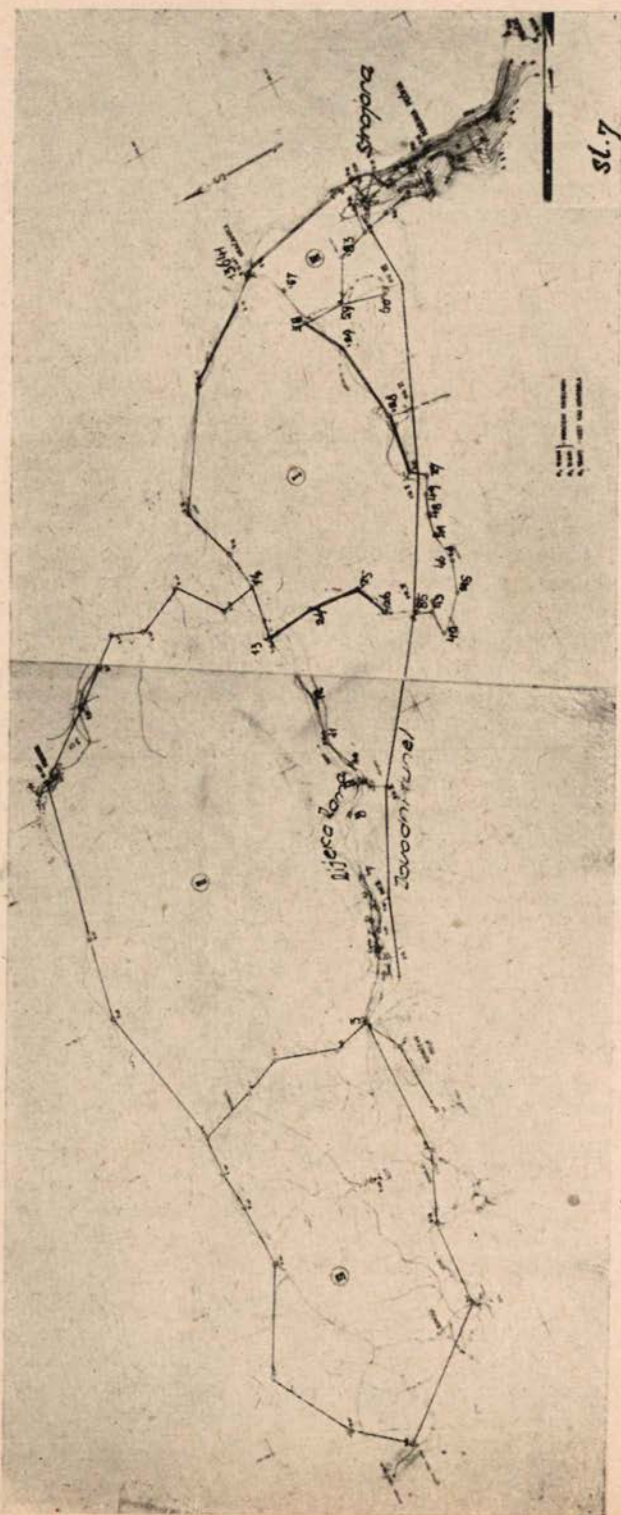
Od početka rada svi projekti su rađeni na situacijama koje su nosile obilježje svojih sistema.

Također i elementi, koji su davani za izvođenje pojedinih objekata. Dakle, postojala su tri sistema, a samim tim i tri vrste podataka na dva postrojenja. Ovakvo stanje povećavalo je mogućnost prenošenja greške, što je naročito opasno na podzemnim radovima gdje se greška teško ispravlja a nevjerovatno skupo košta. Prelaskom na državni koordinatni sistem dobili su se jedinstveni podaci, ali teškoće oko upotrebe postale su možda još veće. Te teškoće su se pojavile zbog toga što je do prelaska na državni sistem izrađen veliki broj planova, pa čak obračunato i dosta elemenata za objekte.

Sprovođenje tih podataka kroz sve planove i elaborate pretstavljalo je velike poteškoće. Često puta bilo bi bolje ostati na starim podacima i ako se to suprostavlja postavci da svi geodetski radovi treba da pretstavljaju jednu cjelinu. Zbog toga treba nastojati na tome da se u buduće izbjegnju ovakve stvari, a to je moguće jer danas raspoložemo sa dovoljno podataka o hidro-energetskim postrojenjima kod nas.

NIVELMAN

U visinskom pogledu, objedinjavanje oba postrojenja bilo je vrlo važno, možda mnogo važnije nego situaciono objedinjavanje. Za ovaj rad postojali su i bolji uslovi. Prije početka radova, na prostoru postrojenja Jablanica—Rama, postojali su reperi preciznog nivelmana iz 1902. i 1904. god. i to dolinom rijeke Neretve, Konjic, Ostrožac, Rama, Jablanica kao i dolinom rijeke Rame od ušća pa uzvodno do sela Gračanica, (bili su sačuvani reperi Velića Han—Vladića Han 13634 i putarska kuća u selu Gračanici 13641. Reper preciznog nivelmana u Prozoru bio je uništen u toku rata, ali se poznavalo mjesto gdje je stajao. Postavljanje novog repera na njegovo mjesto moglo je poslužiti kao gruba kontrola jer se greška mogla kretati u granicama $\pm 0,05$ m. Stručnjaci Projektantskog zavoda Ministarstva građevina NRBiH za radove na hidrocentrali Jabla-



Sl. 7 Nirelmanska mreža za postrojenje h. c. Ramu

nici postavili su potreban broj repera dolinom rijeke Neretve na prostoru Žuglići—Rama—Jablanica i oslonili ih na precizni nivelman iz 1902. g. Popunjavanje mreže vršeno je u toku izvođenja objekata, a zatvaranje poligona Brana—Paprasko—Jablanica izvršeno je kroz dovodni tunel broj I, poslije probijanja tunela.

Za postrojenje hidrocentralu Ramu postojala su dva repera preciznog nivelmana iz 1902. god. na koje se moglo povezati i to reper br. 13634 u selu Gračacu i broj 13641 u selu Gračanici, oba na putu željeznička stanica Rama—Prozor. Oslanjajući se na ova dva repera razvijena je nivelmanska mreža za postrojenje hidrocentralu Ramu. Glavni dio mreže izravnat je na reper 13641 u Gračanici, jer je tako i samo postrojenje zahtijevalo.



Sl. 8 Geometri na radu u kanjonu r. Rame, u blizini buduće brane

U 1950. godini geografski institut JNA proveo je precizni nivelman na relaciji Gornji Vakuf—Prozor—Rama—Jablanica kao i Rama—Konjic, te je na taj način dobivena kontrola nivelmanskih vlakova. Ova dva nivelmanska vlaka geografskog instituta su privremeno izravnata i ne podliježu kontroli zatvorenih poligona, te se ni kote repera nisu mogle uzeti kao definitivne. Pa i pored toga iz relativnih visina između pojedinih repera može se ocjeniti tačnost ranijeg nivelmana. Povezivanje oba postrojenja hidrocentrala Jablanice i Rame izvršeno je na taj način, što je razvijen nivelmanski vlak između repera preciznog nivelmana broj 13634 u selu Gračacu i repera na Velića Hanu kod mosta na rijeci Rami. Na taj način svi geodetski radovi u visinskom pogledu

povezani su u jednu cjelinu. Svi radovi na nivelmanu obavljani su sa instrumentima Zeiss Ni IIa i Zeiss NiB sa obrtnim durbinima, invarskim i običnim nivelmanskim letvama.

Upoređivanjem približnih kота preciznog nivelmana Geografskog instituta JNA i preciznog nivelmana iz 1902. i 1904. god., dobile su se razlike, koje nisu uobičajene u preciznom nivelmanu. Zbog toga su za radove na objektima zadržani podaci dobiveni neposrednim niveliranjem.

PREMJER AKUMULACIONIH BAZENA

Stvaranjem vještačkih jezera za hidrocentralu Jablanicu u dolini rijeke Neretve na prostoru Rama—Konjic i za hidrocentralu Ramu u dolini rijeke Rame—Kovačevo polje, potapaju se veće površine zemljišta, kao i izvjestan broj naselja. Da bi se imali tačni podaci za zbrinjavanje porodica čije će kuće biti potopljene, kao i za eksproprijaciju uopšte, za dobar dio terena nije se raspolagalo nikakvim planovima, morao se je izvršiti premjer akumulacionih bazena. Te radove, kako je naprijed napomenuto izvršili su stručnjaci geodetskih preduzeća »Georad« iz Beograda za HE Jablanicu u 1947. god. a za Ramu stručnjaci »Elektroprojekta« u 1948. godini. Sa ovim su u opštim crtama obuhvaćeni glavni geodetski radovi osim trasiranja komunikacija, a o geodetskim radovima na pojedinim objektima i načinu njihova izvođenja biće kasnije rečeno.