

MJERENJE NANOSA U JABLANIČKOM JEZERU

UVOD

Akumulacioni bazen hidrocentrale Jablanica n/N — »Jablaničko jezero« — pokriva pri maksimalnom vodostaju površinu od oko 1480 hektara i sadrži oko 318 000 000 kubnih metara vode. Ovu ogromnu količinu vode akumuliraju rijeke Rama i Neretva sa svojim pritokama. Dužina jezera, ne računajući mnogobrojne zalive, iznosi blizu 30 kilometara, dok sa zalivima ona iznosi oko 43 kilometra.

Pomenute rijeke i njihove pritoke akumuliraju u jezeru ne samo vodu kao koristan, nego i nanos kao štetan doprinos. Taj se nanos iz dana u dan taloži na dnu jezera i smanjuje njegovu zapreminu, a pored toga ugrožava razna podvodna postrojenja. Osim rijeka i potoka nanos stvaraju i atmosfereke padavine, skidajući površinski sloj tla sa obronaka jezera i noseći ga u jezero.

Osim šteta koje nanos čini jezeru, ogromne štete nastaju na poljoprivrednim kulturama, na obalnim komunikacijama i t. d. obzirom da jezero samo po sebi predstavlja pojačano eroziono područje.

Za pravilno održavanje postrojenja hidrocentrale, za saniranje obal-skog terena i njegove zaštite protiv pojačane erozije, posebno protiv klijanja i obrušavanja, za osiguranje i održavanje komunikacija uz obalu, kao i protiv raznih drugih šteta, neophodno je potrebno, da se povremeno vrši mjerenje raspodjele i količine nanosa na dnu jezera. Dovoljno tačno utvrđivanje nanosa, naročito njegove raspodjele i količine, omogućava pravilno preduzimanje mjera za saniranje i održavanje, kako samih postrojenja, tako i čitavog okolnog terena.

KONTROLNI PROFILI

Za mjerenje nanosa na dnu jezera postavljeni su »trajni« kontrolni profili. Idejni projekat ovih profila izradila je jedna komisija sastavljena od nekoliko hidrotehničkih i jednog geodetskog stručnjaka, pisca ovog članka. Ovaj projekat izvela je na terenu grupa geodetskih stručnjaka i to: Aganović Ing. Ismet, Muftić Ing. Husejn, Tadić

Ing. Fabijan, Milišić Ing. Antun i Jamaković Ing. Mesud. Prilikom izvođenja projekta izvršene su samo neke manje izmjene, jer su to iziskivale terenske prilike. Ova grupa stručnjaka izvršila je sva geodetska mjerenja i potrebna računanja, kao i izradu samih profila, još 1953 godine.

Slika 1 prikazuje jezero i postavljene kontrolne profile.

Kao što se vidi iz slike, ukupan broj profila iznosi 162. Prosječna širina jezera iznosi 343 metra, dok je prosječna udaljenost profila 265 metara, što iznosi 0,75 prosječne širine jezera.

Svaki profil označen je na terenu stabiliziranim krajnjim tačkama. Rekognosciranje ovih tačaka bilo je znatno otežano velikom zaraštenošću terena. Većina tačaka nalazile su se usred šume ili šikare. Svaki profil trebalo je prosjeći i postaviti ga tako, da ne bude poteškoća kod snimanja. Osim toga trebalo je voditi računa o određivanju položaja krajnjih tačaka, t. j. o dogledanju dovoljnog broja trigonometrijskih ili poligonih tačaka, koje su prethodno bile signalisane. Tačke koje se nisu mogle nasloniti na trigonometrijske, trebalo je priključiti na poligone tačke. Pored svega trebalo je voditi računa o idejnom projektu, kao i o budućoj obali jezera.

Krajnje tačke stabilizirane su granitnim kamenjem dimenzija $0,12 \times 0,12 \times 0,60$ m, pri vrhu otesanim $0,15$ m, sa uklesanim krstom u sredini glave, kao nadzemnim centrom. Kamenje je ukopano tako, da oko $0,10$ m strši iznad terena. Tačke su postavljene u neposrednoj blizini buduće obale jezera, dakle sve na približno istoj nadmorskoj visini, sem nekoliko izuzetaka, gdje to teren nije omogućavao. Za svaku tačku izrađen je položajni opis i izvršena odmjeranja u trig. formularu br. 27, slično kao što se to radi za poligone tačke.

Nakon ukopavanja izvršeno je signalisanje manjim drvenim signalima visine $2,5$ metara, slično kao što se signališu trigonometrijske tačke IV. reda. Istovremeno su postavljeni i signali na izvjesnom broju nivelmanskih repera, radi visinskog priključivanja.

ODREĐIVANJE KRAJNJIH TAČAKA PROFILA.

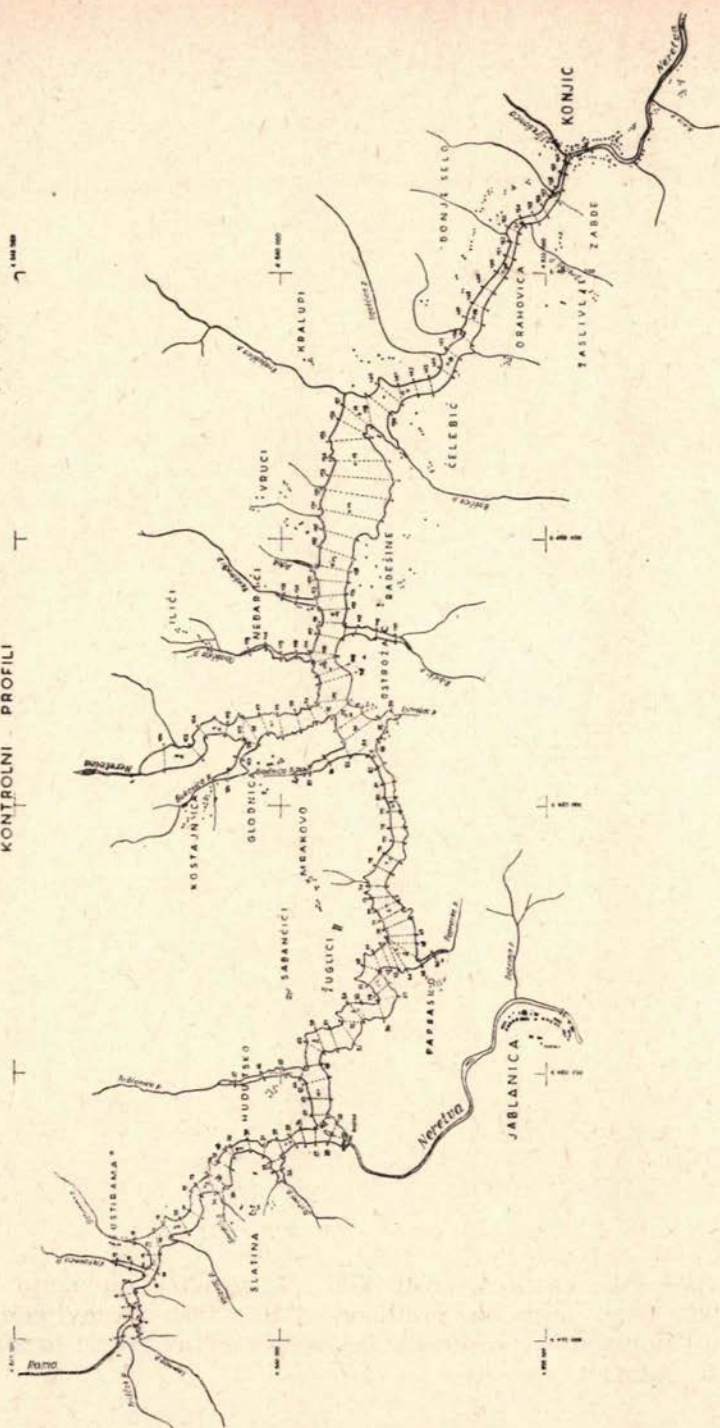
1. Određivanje koordinata.

Na ovom terenu postojala je gusta trigonometrijska mreža IV reda tako, da su se krajnje tačke profila nalazile na prosječnoj udaljenosti 500 do 600 metara od trigonometrijskih tačaka. Osim toga postojala je većim dijelom sačuvana poligona mreža, koju je postavilo $1946-47$ godine bivše poduzeće »Georad« iz Beograda. Međutim i pored ove povoljne okolnosti, pojavile su se velike poteškoće oko određivanja položaja krajnjih tačaka profila radi toga, što je teren vrlo ispresijecan i pošumljen. Jezero se naime većim dijelom provlači kroz uske i strme klisure. Stoga sve tačke po položaju nisu određene istom metodom, nego uglavnom na ova 4 načina:

45 tačaka određeno je presijecanjem naprijed

15 tačaka presijecanjem nazad

JABLANIČKO JEZERO
KONTROLNI PROFILI



Sl. 1

110 tačaka određeno je u poligonim lancima, koji su naslonjeni na trigonometrijske, a ponegdje i na poligone tačke.

100 tačaka određeno je vezivanjem za dvije obližnje poligone tačke.

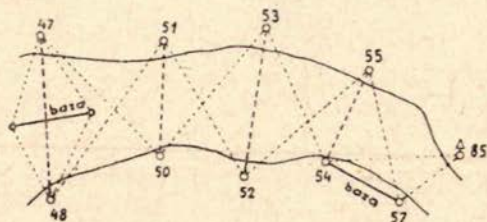
Kod tačaka određenih presijecanjem napred, opažani su spoljni pravci sa najmanje tri poznate tačke, od kojih su dvije morale biti trigonometrijske, dok je treća tačka mogla da bude i ranije određena krajnja tačka nekog profila.

Sa tačaka određenih presijecanjem nazad opažane su najmanje četiri poznate tačke, od kojih su tri morale biti trigonometrijske.

Računanje koordinata tačaka određenih presijecanjem naprijed i nazad izvršeno je bez izravnavanja. Po jedna prekobrojna vizura uzimata je samo radi kontrole.

Tačke koje se nisu mogle odrediti presijecanjem, a naslanjanje na poligonu mrežu bilo je otežano ili onemogućeno, ili pak poligone tačke nisu imale dovoljno tačne koordinate (optički poligoni vlaci), ili je bilo povoljnije određivanje u lancima, određene su u poligonim lancima.

Slika 2 prikazuje jedan takav lanac, koji je naslonjen na trig. 85 i polig. 48, koja je prije toga određena presijecanjem naprijed.



Sl. 2

U svakom lancu izmjerene su u pravilu dvije osnovice čeličnom pantljkom, od kojih su neke bile stranice lanca, dok su poneke bile indirektno mjerene, kao na primjer strana 47—48 u slici 2. Izuzetno su kod dva kraća lanca izmjerene samo po jedna osnovica. Najduži lanac je onaj prikazan na slici 2, dok su svi ostali kraći.

Mjerenje uglova kod presijecanja vršeno je sekundnim triangulacionim teodolitima u dva girusa. Mjerenje uglova kod određivanja na druga dva načina vršeno je također u dva girusa, ali negdje sa triangulacionim, a negdje sa teodolitima za poligonu mrežu.

Izbor metode određivanja položaja krajnjih tačaka profila zavisio je u prvom redu od mogućnosti, koje su pružale terenske prilike, ali je osim toga zavisio i od ekonomičnosti, kao i o ličnom nahođenju pojedinog stručnjaka. To je uostalom prethodno i bilo tako postavljeno uz uslov, da tačnost dobivenih koordinata zadovoljava pravilničke propise koji se odnose za poligonu mrežu.

2. Određivanje nadmorskih visina.

Nadmorske visine krajnjih tačaka profila određene su također na razne načine, pošto nije bilo moguće da se ve odrede geometrijskim nivelmanom. Gotovo cijela sjeverna obala jezera nije bila pristupačna (bez puteva), a pored toga je pod šumom ili šikarom, pa o niveliranju nije moglo biti ni govora. Stoga je većina tačaka određena trigonometrijskim putem, a jedan dio priključivanjem na poligone tačke. Pomenutim metodama određene su visine:

Geometrijskim nivelmanom za	20 tačaka
Trigonometrijskim nivelmanom za	195 tačaka
Vezivanjem na poligone tačke za	75 tačaka

Tačke određene niveliranjem naslonjene su na postojeću državnu nivelmansku mrežu. Osim toga 15 tačaka naslonjeno je također na državnu nivelmansku mrežu, ali trigonometrijskim vezivanjem.

Tačke koje su priključene na poligonu mrežu visinski, većinom su vezivane nivelmanom, a samo djelimično trigonometrijski ili tahimetrijski. Poligone tačke na koje je izvršeno priključivanje, bile su ranije dobro određene bilo nivelmanom bilo trigonometrijski.

Kod trigonometrijskog određivanja visina, vertikalni uglovi mjereni su teodolitima za poligonu mrežu do udaljenosti od 250 metara, dok su na većim udaljenostima mjereni triangulacionim teodolitima, uvijek obostrano.

Računanja visinskih razlika izvršena su u trig. formularu br. 28 i 28P, dok su udaljenosti sračunate u trig. formularu br. 8.

Izravnavanje visinskih razlika i računanje nadmorskih visina izvršeno je u zapisniku »K«, pošto su prethodno obrazovani visinski poligoni, Svi su poligoni naslonjeni na nivelmanski određene tačke.

Još prije početka rada utvrđeno je, da krajnje tačke svakog profila jedne nasuprot druge moraju obavezno biti direktnim mjerenjem visina povezane trigonometrijskim načinom. Ovo je imalo za cilj da relativne visinske razlike krajnjih tačaka svakog profila budu što bolje određene i kontrolisane.

IZRADA PROFILA.

1. Snimanje profila.

Snimanje profila izvršeno je tahimetrijski i to djelomično sa teodolitima sa tri konca, a djelimično sa autoredukcionim tahimetrima najnovije konstrukcije (Wildov RDS i Kernov DKRT). Svaki je profil najprije dobro presječen i prokrčen. Stajališta instrumenta obilježena su na terenu jačim drvenim kolcima, a isto tako i vezne tačke. Maksimalne dužine vizura iznosile su 100 metara. Detaljne tačke nisu sve iskolčavane, nego samo neke najkarakterističnije od njih (na obalama rijeka i potoka, na jačim vertikalnim prelomima, na rubovima jaruga i sl.). Detaljne tačke uzimane su relativno vrlo gusto, a maksimalna udaljenost susjednih tačaka bila je određena 25 metara. Očitavanje na letvama i vertikal-

nom limbu, vršeno je na stajališnim i veznim tačkama u oba položaja durbina, a uz to i obostrano. Utjerivanje u pravac vršeno je instrumentom. U srednjem dijelu svakog profila očitavanje je vršeno sa horizontalnim vizurama na principu detaljnog nivelmana, čime se postigla znatno veća tačnost mjerenja visinskih razlika. Mnoga stajališta priključena su visinski na nivelmanske repere, na koje se je usput naišlo u blizini. (Duž dotadašnjih puteva dolinama Rame i Neretve prolazili su nivelmanski vlakovi, koji su presijecali kontrolne profile po njihovim srednjim dijelovima).

Udaljenosti i visinske razlike između stajališnih tačaka prenešene su iz tahimetrijskog zapisnika u zapisnik »K«, u kome je izvršeno izravnavanje i računanje nadmorskih visina i stacionaža.

Zbir visinskih razlika između stajališta u svakom profilu, izravnat je na razliku nadmorskih visina krajnjih tačaka dotičnog profila. Na profilima koji su u sredini bili priključeni na nivelmanske repere, izravnavanje je izvršeno parcijalno između repera i krajnjih tačaka. Popravke su davate proporcionalno udaljenostima.

Zbir udaljenosti između pojedinih stajališta u svakom profilu izravnat je na udaljenost krajnjih tačaka, koja je sračunata iz koordinata u trig. formularu br. 8.

Stacionaže su računate za svaki profil sa početkom na krajnjoj tački profila, koja leži na lijevoj obali, u smislu vodenog toka rijeke odnosno potoka.

Kao dozvoljena odstupanja za visinske razlike uzimata su ona, koja su propisana za trigonometrijski nivelman. Za udaljenosti uzeta su dozvoljena odstupanja za optičke poligone vlakove. Sva su odstupanja međutim bila barem dva puta manja od dozvoljenih.

Nadmorske visine pojedinih stajališta prenešene su iz zapisnika »K« u tahimetrijske zapisnike. Na osnovu njih sračunate su nadmorske visine detaljnih tačaka.

U tahimetrijskim zapiniscima obrazovan je stubac za štacionažu, u koji su upisane štacionaže iz zapisnika »K«. Na osnovu njih sračunate su stacionaže za sve detaljne tačke u pojedinim profilima.

Važno je napomenuti da dijelovi profila, koji su u momentu snimanja bili pod vodom, nisu svugdje snimani. Tamo gdje je to bilo moguće bez velikih poteškoća, snimanje je izvršeno. Tako je to učinjeno na svim profilima potoka i manjih rijeka (na svim pritokama Rame i Neretve). Na rijekama Rami i Neretvi ovako je učinjeno samo na malom broju profila, pošto dubina i brzina vode a djelimično i hladnoća, to nisu dopuštali. Dijelovi takvih profila pod vodom prosto su »prekoračeni«. Snimanje ovih dijelova pod vodom zahtijeva poseban postupak i opremu, a uz to i velike izdatke, pa obzirom da na konačan rezultat određivanja količine nanosa u jezeru nema bitan uticaj, nije programom ni bilo predviđeno.

Prilikom snimanja za svaki profil izrađena je na terenu ručna skica, sa označenim stajalištima, veznim i detaljnim tačkama. Ove su kice rađene u posebnoj svesci, u približnoj razmjeri za dužine 1 : 2 000, a za visine 1 : 500. Svaki profil označen je odgovarajućim brojem, i to kako

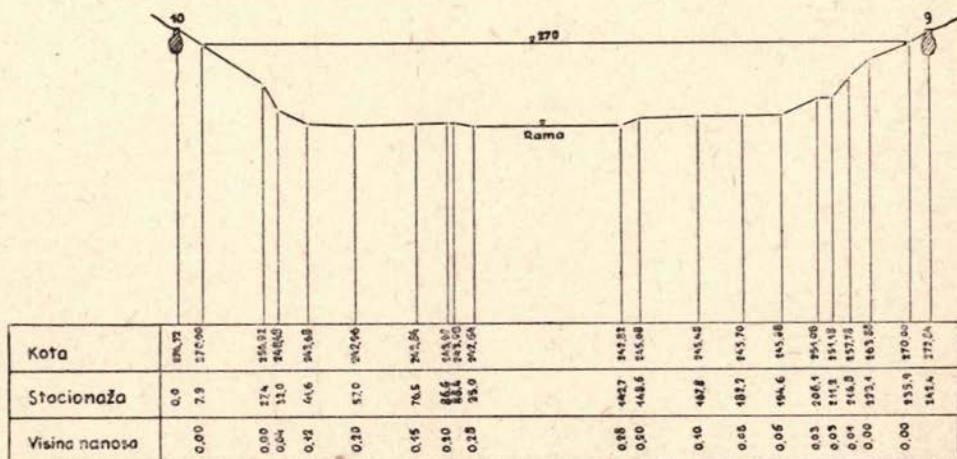
na skici i tahimetrijskom zapisniku, tako i u ostalom elaboratu. Numerisanje profila prethodno je izvršeno na preglednoj »Skici kontrolnih profila«, koja je izrađena u približnoj razmjeri 1 : 20 000, slično kao što se radi skica poligone mreže. Na toj skici ucrtana je koordinatna decimetarska mreža i sve trigonometrijske i poligone tačke, koje su upotrebljene kod određivanja položaja krajnjih tačaka profila sve upotrebljeni nivelmanski reperi, kao i sve krajnje tačke profila. Na njoj su označeni i situacioni planovi razmjere 1 : 5000 (podjela na listove), koji su izrađeni u 1948 godini od strane preduzeća »Georad« za potrebe projektovanja i izvađanja postrojenja hidrocentrale, a koji su korišteni i za ove radove na projektovanju i snimanju kontrolnih profila. Na ovoj skici označen je i plan određivanja i računanja položaja krajnjih tačaka profila i ispisani odgovarajući brojevi toga plana računanja.

2. Crtanje profila.

Nakon izvršenih računanja koordinata i nadmorskih visina krajnjih tačaka profila, profili su po položaju nanešeni na postojeće situacione planove u razmjeri 1 : 5000 i izvučeni crvenim tušem. Krajnje tačke profila izvučene su kvadratićima 2×2 mm i ispisani njihovi brojevi i nadmorske visine, kao i redni brojevi profila, sve crvenim tušem.

Svaki profil je zatim po vertikalnom presjeku nanešen na crtači papir u razmjeri 1 : 1000 i po visini i po dužini. Nanašanje je izvršeno koordinatografima za ortogonalno kartiranje sa tačnošću $\pm 0,2$ mm. Izvlačenje je izvršeno crnim tušem. Svaki je profil opisan i izrađen na sličan način, kao što je to uobičajeno kod izrade uzdužnih profila u trasiranju komunikacija. U horizontalnim redovima ispod samih profila ispisane su numerički stacionaža i nadmorske visine za svaku detaljnu tačku. Nivo

PROFIL br. 9



Sl. 3

vode jezera pri punom bazenu ucrtan je plavom linijom. Ispod profila ostavljeno je dovoljno prostora za naknadno upisivanje visine nanosa, koje će se dobiti mjerenjem, kad se bude jezero praznilo.

Slika 3 prikazuje jedan manji profil.

PRVO MJERENJE NANOSA 1956 GODINE.

Prvo punjenje bazena počelo je 3. XI. 1954 godine. (Probna zatvaranja počela su još 4. VIII. 1954.) Projektom je predviđeno periodično pražnjenje jezera svake 2 do 3 godine u cilju remonta i čišćenja postrojenja, a za vrijeme pražnjenja i mjerenje količine i raspodjele nanosa. Tako je u ljeto 1956 godine došlo do prvog pražnjenja jezera, kada je izvršeno prvo mjerenje nanosa.

Gotovo najvažnija stvar kod ovog posla jeste dobro razrađena organizacija u skladu sa predviđenim režimom pražnjenja. Preduzeće za eksploataciju, »Hidrocentrale na Neretvi« razradilo je detaljno plan i režim pražnjenja i ponovnog punjenja. Po tome planu za početak pražnjenja određen je dan 26. juna 1956 godine. Bio je određen dan i sat kada će nivo pasti na kotu 230 m. Za daljnje opadanje nivoa ispod ove kote postojale su dvije varijante. Po prvoj pražnjenje se je trebalo zaustaviti na koti 220 m, a po drugoj do kote 210 m t. j. do kraja, do potpunog ispražnjenja jezera. Kasnije su međutim nastupile znatne izmjene iz tehničkih i drugih razloga, vezanih za obezbjeđenje električne energije u potrebnim količinama za potrošnju. Ovi razlozi omeli su ostvarenje mjerenja nanosa onako, kako je to bilo planom predviđeno. Mjerenje su izvodili slijedeći stručnjaci: Ing. Ismet Aganović, Ing. Midhat Aganović (tada apsolutno građevinskog otsjeka) i Ing. Ekrem Hadžimehmedović.

Prije početka pražnjenja na nekoliko dana pristupilo se pronalazaženju, obnavljanju i signaliziranju krajnjih tačaka stalnih profila. Pošto je jezero tada bilo još napunjeno vodom, to se je do tačaka relativno brzo i lako dolazilo motornim čamcem, koji nam je stavljen na raspolaganje. Nažalost, uslijed ubrzanog rada na remontu pogonskih postrojenja građevinskog i mašinskog karaktera, više ekipa bilo je u isto vrijeme zaposleno na jezeru. Vrilo je kao u košnici. Svi su bili zauzeti svojim poslom i svima su bili potrebni čamci, kojih nije bilo dovoljno. A motori na čamcima kao »za inat« kvarili su se svaki čas, ponekad nepažnjom a ponekad možda i namjerno.

Popravke su trajale po dva do tri dana. A kad je započelo pražnjenje, voda je počela naglo da opada. Gotovo sve tačke na sjevernoj obali teško su pristupačne sa »kopna« jer nema nikakvih puteva, a teren je zarašten šumom ili šikarom. Tim tačkama može se bez većih poteškoća pristupiti samo od jezera. U dane kad motorni čamac nije funkcionirao, išlo se čamcima na veslo. To je jako otežavalo i usporavalo posao obzirom da je jezero vrlo veliko. Mnoge tačke bile su uništene ili zatrpane. Od ukupno 270 tačaka bilo je uništeno njih 27, koje su se sve nalazile na južnoj obali jezera, gdje su se tada izvodili veliki radovi na uređivanju ceste, željezničke pruge i obale jezera.

Otkrivanje i pronalaženje tačaka vršilo se je uglavnom mjerenjem uglova ili pravaca presijecanjem, jer se na osnovu položajnog opisa u trigonometrijskom formularu broj 27 nije moglo gotovo ništa pronaći, pošto se je situacija na terenu gotovo potpuno izmijenila. Uništene tačke obnovljene su uglavnom na svojim prvobitnim mjestima, sem nekoliko izuzetaka, gdje to nije bilo moguće. U takvim slučajevima postavljene su tačke u blizini na nova mjesta ali tako, da padaju na pravac profila.

Obnovljene tačke stabilizirane su betonskim stubovima. Sve su tačke signalizirane kraćim signalima od 2,5 m dužine, sličnim signalima za trigonometrijske tačke IV reda. Od svih obnovljenih tačaka, njih 5 su dobile potpuno nove koordinate, dok su 22 postavljene na prvobitna mjesta. Sve su one određene metodom presijecanja bilo naprijed, nazad ili kombinovano.

Određivanje je vršeno prema drugim povoljno raspoređenim uništenim krajnjim tačkama profila kao datim tačkama. Trigonometrijske i poligone tačke nisu tom prilikom korištene, radi uštede u vremenu potrebnom za njihovo pronalaženje i signaliziranje. Nadmorske visine svih obnovljenih tačaka određene su trigonometrijskim načinom t. j. mjerenjem vertikalnih uglova. Za određivanje položaja obnovljenih tačaka na terenu su uzimati po jedan prekopbrojni pravac radi kontrole, koji međutim kod samog računanja nije uzimat u obzir, jer nije vršeno izravnavanje, nego su samo sračunate približne vrijednosti koordinata. Za određivanje nadmorskih visina obnovljene tačke naslanjate su na po dvije susjedne tačke i vršeno je izravnavanje.

Kad je završeno obnavljanje, otkrivanje i signaliziranje svih tačaka, pristupilo se mjerenju samih profila, i to u početku onih krajnjih uzvodnih, gdje se je dno bazena bilo prisušilo.

Prema izrađenom planu rada, prije početka mjerenja bilo je predviđeno obnavljanje mjerenja istom metodom i istom tačnošću, kojom je izvršeno u 1953 godini. Napominjem da je postojala gotovo potpuna nezvjesnost o tome, kolika se visina kao i kakova raspodjela mulja na pojedinim lokacijama može očekivati. Nije se znalo kakvog će sastava mulj biti, kojom će se brzinom ocjeđivati i sušiti i nakon koliko vremena će biti »prohodan« t. j. kako će se po njemu moći gaziti i t. d. Postojale su samo raznorazne približne pretpostavke o svemu tome. Prema nekim zvaničnim dokumentima tvrdilo se je na primjer, da je količina mulja oko sedam puta veća od one, koja je ovim mjerenjem ustanovljena.

Mi smo pretpostavljali da nam iznalaženje kolaca pobijenih kod prvog mjerenja 1953 godine neće pretstavljati veliku poteškoću. Međutim mi nismo uspjeli da pronađemo gotovo ni jedan taj kolčić. Jedva smo uspjeli da pronađemo prvobitna stajališta instrumenta, ali ne za sve tačke. Međutim sve detaljne tačke, t. j. one na kojima je držana letva kod prvog snimanja 1953 godine, nismo mogli da obnovimo. I one koje smo obnovili na osnovu stacionaže u profilima, nisu obnovljene sa centimetarskom tačnošću. Mogle su da nastupe pogreške i do 10 cm, i pored najsavjesnijeg rada.

Za ovakav rad nismo se bili ni pripremili. Mislili smo da će se stajališta lako obnoviti, a da će se detaljne tačke obnavljati odmjeranjem

od tih stajališta. Kako se mnoga stajališta nisu mogla obnoviti iz tehničkih razloga (negdje je na primjer na mjestu gdje je bilo stajalište stvorena velika kaljuga koja se nije nikad ni osušila, negdje je voda nanijela šljunak ili granje i t. d.), to smo morali odabirati nova stajališta, a to je iziskivalo nova računanja, kako udaljenosti pojedinih detaljnih tačaka tako i visinskih razlika.

Radi toga smo se odlučili na mjerenje visine nanosa direktno razmjernikom na svakoj detaljnoj tački, gdje je to bilo moguće, a na svakom stajalištu i veznim tačkama obavezno. Ovo direktno mjerenje visine nanosa bilo je predviđeno i radi ispitivanja tačnosti, kao i radi ispitivanja mogućnosti ovakvog mjerenja u budućnosti, bez obnavljanja mjerenja profila. Sve ove okolnosti zahtijevale su nošenje gotovo čitavog elaborata prvobitnog snimanja na teren, kao i mnoga računanja na samom terenu, što je mnogo usporavalo rad.

Poteškoće u ovome radu nastajale su i radi toga, što se nismo mogli držati pravca snimanja koji je uzet kod prvog mjerenja, iz razloga ekonomičnosti u vremenu. Naime prelaz preko rijeka Rame i Neretve, a djelimično i Neretvice, predstavljao je vrlo težak problem, pošto se u početku ispražnjenja bazena na čitavom području jezera dugog preko 30 km nije nalazio nijedan most niti bilo kakav prelaz.

Čamci, koji su prije toga služili za prevoz preko jezera, nakon povlačenja vode ostali su na suhom dnu, daleko od korita rijeka, u koja se je voda bila povukla. Tek nakon nekoliko dana pojavili su se na svega 3 do 4 mjesta čamci za prevoz »putnika i robe«. Obično su ladari bili kakvi dječaci, koji su iskoristili situaciju i vršili prevoz uz dobru naplatu. Takvi prelazi bili su na udaljenostima od preko 5 km, a na njima su čitavi redovi »putnika« čekali na prevoz. Oni su mnogo radije prevozili sanduke i korpe šljiva i jakuba za otkupna preduzeća, jer je te godine rod rio obilat, nego ljudi.

Radi toga nam nije preostalo ništa drugo nego da skidamo pantalone i gazimo. Gaženje preko Neretve, na uzvodnim dijelovima bazena još je nekako išlo, dok na nizvodnim dijelovima Neretve kao i na čitavom području Rame, to je bilo ili uopšte nemoguće ili vrlo riskantno. Rama je vrlo hladna i brza, a blizu ušća i duboka, dok je Neretva duboka, a obe nabujale i vrlo gusto zamuljene. Na njihovom dnu talog gustog, a uz to i pokretnog mulja bio je vrlo dubok. Dno se nije nigdje ni naslućivalo a kamoli da se je vidjelo.

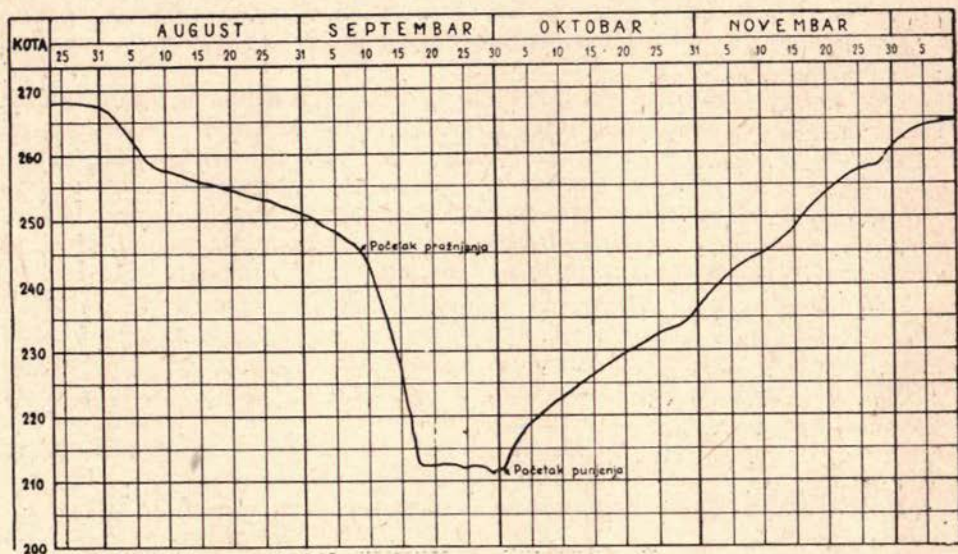
Na nekim mjestima je Neretva bila relativno vrlo plitka, možda svega pola metra, a nije se mogla gaziti radi mulja dubokog oko pola metra, u koji su noge propadale. Dešavalo se da gazeći plitku vodu iznenađeno nađemo na neki vir ili rupu na dnu, u koju čitav čovjek propadne do vrata. Ovakvo gaženje uz prenošenje instrumenata i ostalog pribora na većini profila bilo je potpuno onemogućeno. Radi toga smo prešli na mjerenje profila u dva komada. Jednoga dana snimali smo samo dijelove profila na lijevoj obali i postavljali vezne tačke na drugoj obali, da bi drugog dana nastavili na drugoj obali.

Veliku olakšicu u radu predstavljale su nam one markantne detaljne tačke, koje su se mogle identifikovati na terenu, kao ivice bivših puteva

i njihovih jaraka, željezničke peruge, nekih međa i njihovih skladova i t. sl. Na mnogim mjestima morali smo ubacivati i nove detaljne tačke, jer sloj mulja nije bio jednoliko raspoređen, naročito na strmijim dijelovima, na kojima je prilikom ocjeđivanja došlo do raskidanja jedinstvene mase mulja. Dinamika rada igrala je odlučujuću ulogu. Pražnjenje je trajalo oko 8 dana, a punjenje oko 30 dana. Bazen je bio ispražnjen za svega 13 dana, i to ne potpuno (do kote 200 m), nego samo do kote 213 m.

Sl. 4 prikazuje diagram vodostaja u 1956 g., iz koga se vidi tok pražnjenja i punjenja bazena.

DIAGRAM VODOSTAJA U 1956 G.



Sl. 4

Radi toga je trebalo ići »u stopu« za vodom kod pražnjenja, odnosno ispred vode kod punjenja. U svjež mulj nije se moglo ići, nego se je moralo sačekati barem 2 do 3 dana dok je on ocijedi i koliko toliko prisuši. Kad je rad otpočeo snimali smo najprije sve uzvodne profile na potocima i rijekama, pa smo se zato morali iz dana u dan prebacivati na velike udaljenosti. Bili smo izradili nekakve hodaljke po mulju u obliku skraćanih skija, ali smo ih morali kao nepraktične odbaciti.

Pri tome smo imali sretnu okolnost, što je vrijeme bilo upravo idealno, suho i pomalo vjetrovito, tako da se je mulj relativno brzo sušio. A gdje se nije osušio gazili smo tako, da su nam pantalone postale suviše. Druga okolnost koja nam je išla u prilog jest relativno tanak sloj mulja, koji nigdje nije prelazio pola metra. Kod postavljanja i držanja letve vodili smo strogo računa o tome, da ona ne propada u mulj.

Sa direktnim mjerenjem visine sloja razmjernikom nije bio ništa lakše. Tamo gdje se je mulj dobro osušio i ispucao, on se je dosta lako

odvajao od matičnog tla i njegovu debljinu nije bilo teško mjeriti. Pri tome se je uvijek uz nanos nalijepio tanji sloj matičnog tla, koji je trebalo skidati. Granica između ta dva sloja nije uvijek bila oštro vidljiva, što je u velikoj mjeri umanjilo točnost mjerenja.

Ispitivanja koja smo vršili u tom smislu pokazala su nam, da se debljina može smanjiti čak do 20% kad se nanos potpuno osuši, što ovisi ne samo od stepena vlažnosti nego i od vrste i sastava mulja. Sasvim se drugačije steže mulj koji potiče od koloida raznih vrsta gline i laporastog tla nego onaj od humusom bogate crnice ili onaj od zemlje crvenice ili pak od pijeska. Radi toga smo morali strogo voditi računa o vrsti nanosa kao i o stepenu njegove vlažnosti u momentu mjerenja, pa kasnije vršiti popravke svođenjem na jedan te isti stepen vlažnosti. Ovo mjerenje nismo smjeli da povjeravamo figurantima, nego smo to morali vršiti sami. A to je znatno usporavalo rad.

To nas je primoralo da direktno mjerenje svedemo na jedan manji broj detaljnih tačaka, na kojima je to mjerenje bilo lakše i pouzdanije, kao i na stajališne i vezne tačke. Ovakvo direktno mjerenje debljine nanosa naročito se je lako i pouzdano mjerilo na betonskim podlogama na mostovima i propustima, zatim na staroj cesti i željezničkoj pruzi, kao i u tvrdim dvorištima uz zidove bivših kuća. Ako su ovakva pogodna mjesta za malo i izlazila iz pravca profila, smatrana su kao da su u pravcu.

Na svim onim profilima, na kojima visina nanosa ni u jednoj tački, izuzev korita rijeka, nije prelazila 10 cm, mjerenje nije uopšte vršeno instrumentima, nego samo direktnim putem pomoću razmjernika. Položaj detaljnih tačaka određivan je većinom odmjeravanjem od tačaka koje su se mogle identifikovati na terenu, a radi tankog sloja nanosa to je lako bilo moguće. Na ovakav način izvršeno je mjerenje na 67 profila, od ukupno 162. Na ostalih 95 profila mjerenje je vršeno na svakoj detaljnoj tački. Kod mjerenja instrumentima očitavanje letve vršeno je u pravilu sa horizontalnim vizurama po principu detaljnog nivelmana. Jedino je na strmim dijelovima mjereno sa kosim vizurama na principu tahimetrije.

Mjerenje nanosa u samim koritima rijeka Rame i Neretve u pravilu nije ni vršeno, nego je ocjenjivano na osnovu mjerenja na obalama. Izuzetak od ovoga čine uzvodni profili na Neretvi od Konjica do Orahovice, jer se je tamo moglo gaziti bez većih poteškoća i jer se je nanos bio dobro osušio. I kod postavljanja i prvog mjerenja 1953 godine korita ovih rijeka nisu ni snimljena sem na pomenutom dijelu Neretve, pošto se iz već navedenih razloga nije moglo to izvršiti geodetskim metodama. Za takvo mjerenje potrebna je specijalna oprema kao čamci, sondne motke, utezi, užad i t. sl. Uostalom taj mulj u koritima rijeka nebi se kod ovakvog pražnjenja jezera uopšte ni mogao točno mjeriti radi toga, što je on vrlo židak i stalno je u pokretu, pa ga u stvari bujica rijeke sobom nosi sve do granice uspora, gdje ga djelimično taloži.

Kod niskog vodostaja, dobar dio mulja iz uzvodnog dijela jezera dopre do same brane, odakle ga dalje voda odnosi kroz ispušt pored brane. Tako je kroz desetak dana korito Rame i Neretve bilo gotovo potpuno isprano, i većina profila ostali su isti onakvi, kakvi su bili u 1953 godini. Jedino na uzvodnim profilima to nije bio slučaj, jer su tamo rijeke nani-

jele grublji materijal, šljunak i pijesak, kojega voda nije mogla dalje da nosi prilikom pražnjenja.

Uz obale rijeka debljina mulja mogla se vrlo tačno mjeriti, jer je tok vode sebi probio korito, koje je bilo za vrijeme punog jezera zasuto talogom. U pravilu na tim je mjestima debljina nanosa bila i najveća u pojedinim profilima. Radi toga smo kod obračunavanja uzeli tu debljinu na obalama korita rijeka kao konstantnu za čitavu širinu korita. Na taj smo način u stvari uzeli u račun i sav onaj mulj, koji je dotična rijeka odnijela ispiranjem u zamuljenoj vodi kroz ispust na brani.

U cilju određivanja tačnosti, sa kojom se određuje visina nanosa, izvršeno je pažljivo mjerenje na tri karakteristična profila, na oba načina, i razmjernikom i instrumentima. Srednja greška na dijelovima profila, koji su mjereni instrumentom sa horizontalnim vizurama, dobijena je $\pm 1,5$ cm. Na dijelovima koji su mjereni instrumentom sa kosim vizurama, srednja greška ispala je znatno veća i to ± 6 cm.

Na veličinu ove greške ponajviše utiče greška udaljenosti, kao i veličina vertikalnog ugla, ali i neke druge okolnosti o kojima će kasnije biti riječi. Srednja greška mjerenja visine nanosa direktno razmjernikom vrlo je malena, sigurno ispod 1 cm. Njezina »mjeračka« tačnost je znatno veća, pošto se očitavanje može vršiti do na 1 mm.

Stvarna njezina tačnost, prema ispitivanjima koja smo vršili, nalazi se u granicama od ± 3 do 7 mm. Ovo pogoršanje tačnosti izaziva vlažnost nanosa u momentu mjerenja. Mi smo doduše uzimali u obzir stepen vlažnosti i vršili korekture izmjerene debljine nataloženog sloja, ali bez instrumentalnog mjerenja, nego manje više približnom ocjenom na osnovu pritiskivanja, kao i na osnovu vremena proteklog od povlačenja vode do momenta mjerenja.

Ovome bi se moglo prigovoriti, ali sa praktične strane nas je potpuno zadovoljilo. Probe koje smo u tom smilu vršili, pokazale su, da su rezultati u pomenutim granicama tačnosti. Te probe sastojale su se u tome, da smo uzeli nekoliko uzoraka sasvim svježeg taloga (odmah nakon povlačenja vode) i izmjerili im debljine, a zatim ih ostavili da se suše.

Narednih 10 uzastopnih dana vršili smo mjerenja istih uzoraka i na taj način odredili procenat stezanja u zavisnosti od proteklog vremena. Na ovu tačnost još znatno utiče i neodređenost granice između nanosa i matičnog tla, koji se međusobno slijepe i zadiru jedan u drugi.

Na tačnost određivanja debljine nanosa utiču još neki faktori kao što su:

Pri opadanju vodostaja, voda svojim povlačenjem odnosi jedan dio žitkog mulja u niže slojeve, koji se zadrži u rupama i uz kakve zapreke (humke, panjeve, zidove i t. sl.), a dobar dio dopre čak u korito rijeke. Odatle ga voda dalje nosi dok se opet negdje ne zadrži, a jedan njegov dio ode u zamuljenoj vodi kroz ispust na brani.

Radi toga na strmijim padinama nanosa uglavnom nijedni ni bilo. Ovo nam je dobro došlo obzirom da smo na strmim dijelovima mjerenje vršili sa manjom tačnošću (kosim vizurama). Na mnogim profilima zato nije ni bilo potrebe da se vrši bilo kakvo mjerenje na strmim njihovim dijelovima. Na takvim padinama često se mjesto nanosa pojavio »odnos« tla,

koji je nastao uslijed isplakivanja. Te padine su u stvari dobile stepeničast profil, kojega su stvorili talasi vode.

Jedan dio nanosa potiče od nabacanog materijala sa priobalskih komunikacija (od iskopa), jer su radovi na tim komunikacijama izvađani nekoliko godina.

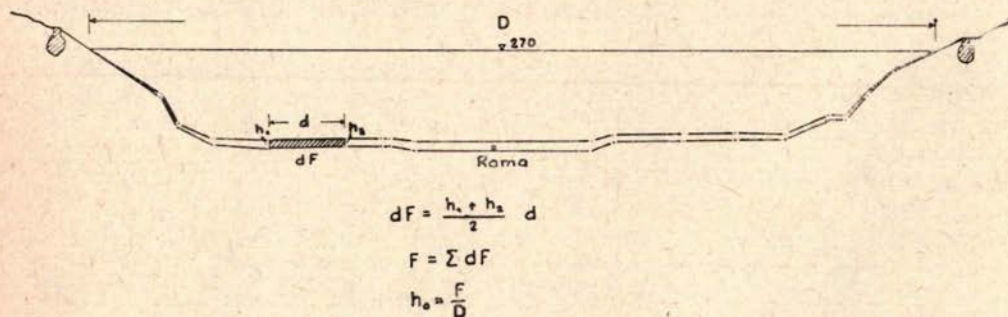
Vodostaj jezera u toku godine gotovo neprekidno oscilira. On u godišnjem prosjeku iznosi nešto preko 260 m. U sušnim mjesecima, augustu, septembru, oktobru i novembru vodostaj opadne ispod 260, ponekad i znatno niže ispod 250 m, dok u ostalim mjesecima prelazi 260 m. Radi toga u sušnim mjesecima uzvodni dijelovi bazena presuše i voda se povuče u stara riječna korita. Tada voda sve do uspora teče velikom brzinom.

Tako na primjer rijeka Neretva u tim mjesecima teče svojim starim koritom sve do sela Čelebića, što od početka punog jezera (od Konjica) iznosi preko 7 km. Nanosi koji se u to vrijeme talože u koritu rijeke, imaju karakter riječnog, a ne jezerskog nanosa. Taj je nanos krupne granulacije, sastavljen pretežno od šljunka i pijeska. On se ne taloži postepeno kao sitnozrni mulj, nego čas ovdje čas ondje. Korito Neretve je na ovom dijelu dosta široko, pa voda ovakav nanos ostavlja u vidu sprudova. Radi toga smo i dobili na prvi pogled čudan izgled dijagrama na sl. 6, na kojem se vide nagli i veliki skokovi. Na nekim mjestima dobili smo nanose čak sa negativnim predznakom.

SREDNJE VISINE NANOSA

Visine nanosa u pojedinim detaljnim tačkama na svakom profilu, koje su dobijene mjerenjem, ispisane su na poprečne profile, koji su izrađeni u 1953 godini, nakon njihovog prvog snimanja. Radi toga, što su visine nanosa malog iznosa (rijetko prelaze 0,5 m), one nisu grafički ucrtavane na profilima, koji su rađeni u razmjeri 1 : 1000, nego su samo ispisane numerički u donjem novootvorenom horizontalnom redu. (Vidi sl. 3).

Iz visina nanosa i razlika stacionaža sračunate su površine F presjeka nanosa na svakom profilu. Zatim su na svakom profilu izmjerene širine jezera D pri punom bazenu t. j. privodostaju 270 m, i to grafički na samom profilu. Iz površina presjeka nanosa F i širina jezera D sračunate su srednje visine nanosa h_0 za svaki profil. Slika 5.



Sl. 5

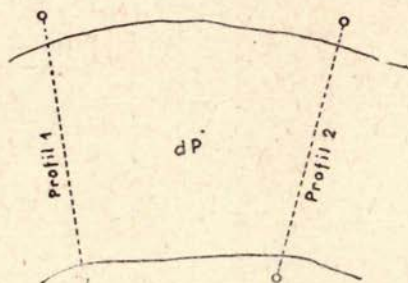
U tabelama str. 168 i 169 dat je detaljan prikaz pojedinačnih i srednjih visina nanosa, kao i širine jezera.

U slici 7 prikazano je jezero ispruženo po osovini, sa ucrtanim profilima okomito na uzdužnu os.

U diagramu 8 dat je prikaz srednjih i maksimalnih visina nanosa za rijeke Ramu i Neretvu, a u diagramu 8a za njihove pritoke.

KUBATURA NANOSA

Parcijalne kubature nanosa dV između susjednih profila sračunate su iz srednjih visina nanosa h_1 i h_2 i parcijalnih površina dP jezera između istih profila. (Vidi sl. 6.)



Sl. 6

$$dV = dP \cdot \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Površine dP sračunate su polarnim planimetrima sa situacionih planova u razmjeri 1 : 5.000. Srednja greška računanja iznosila je

$$m_p = \pm 2 \cdot \sqrt{P}$$

Zbrajanjem parcijalnih površina dP dobila se je ukupna površina jezera, koja iznosi 1.478 ha 75 a. $P = \Sigma dP$.

Zbrajanjem pojedinačnih (parcijalnih) kubatura dV dobila se je ukupna kubatura nanosa, koja iznosi 800.053 m³.

$$V = \Sigma dV$$

U tabelama date su, pored maksimalnih i srednjih visina nanosa, još i pojedinačne i sumarne površine jezera i kubature nanosa.

U priloženim diagramima 9 i 9a dati su grafički prikazi pojedinačnih kubatura nanosa za rijeke Ramu i Neretvu, a u drugom za njihove pritoke.

U priloženom diagramu 10 dat je prikaz sumarnih kubatura nanosa.

Ova količina nanosa nataložila se je za vrijeme koje je proteklo od prvog zatvaranja brane (1. X. 1954) do prvog pražnjenja (17. IX 1956),

ISPRUŽENO JEZERO

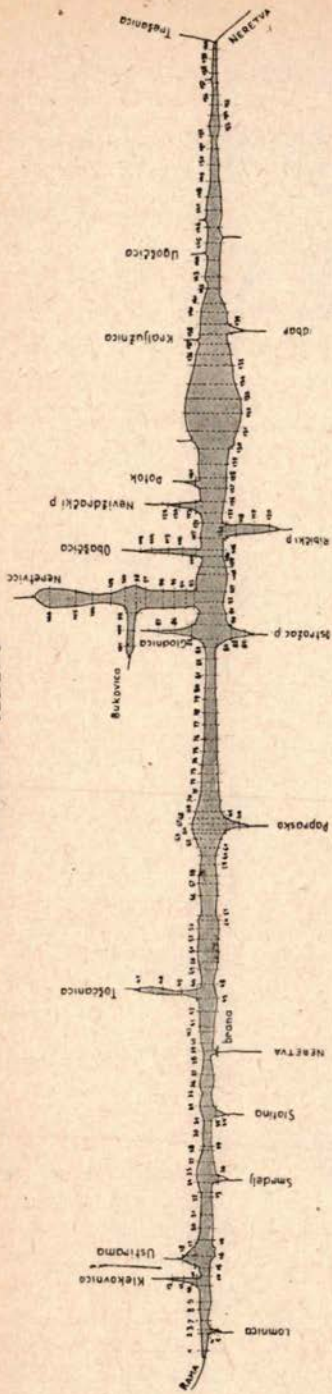


DIAGRAM SREDNJIH I MAKSIMALNIH VISINA NANOSA

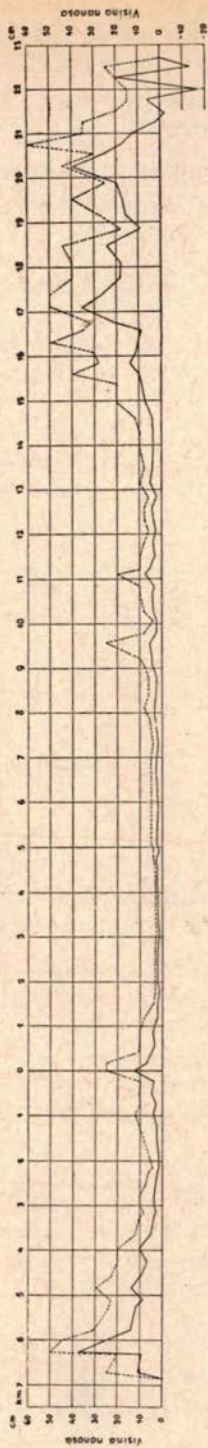
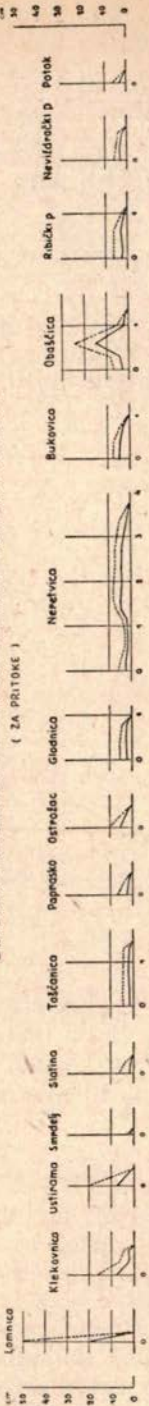


DIAGRAM SREDNJIH I MAKSIMALNIH VISINA NANOSA



Slika 7, 8 i 8a

DIAGRAM POJEDINAČNIH KUBATURA

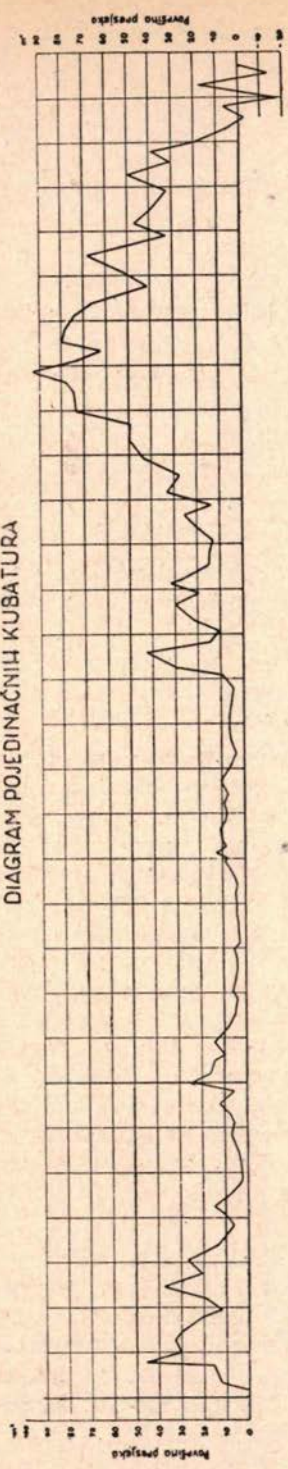


DIAGRAM POJEDINAČNIH KUBATURA

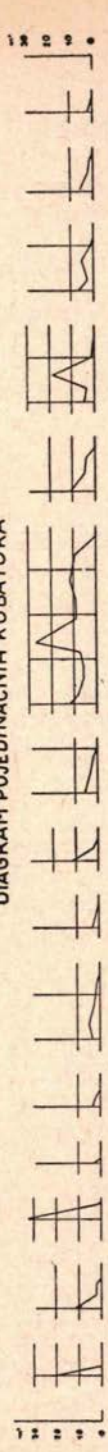
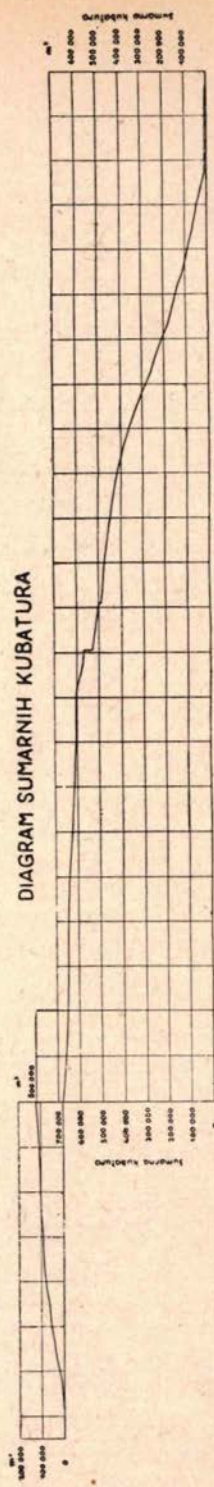


DIAGRAM SUMARNIH KUBATURA



Slika 9, 9a i 10

koje iznosi 22,5 mjeseci, odnosno 1,88 godina. Prema tome na jednu godinu otpada

$$\frac{800.053}{1,88} = 425.560 \text{ m}^3 \text{ nanosa}$$

Prosječna visina nanosa na cijelom jezeru za jednu godinu iznosi:

$$\frac{5,42}{1,88} = 2,89 \text{ cm.}$$

Prosječna količina nanosa na jedan hektar površine jezera, za jednu godinu iznosi 289 m³.

Kubatura nanosa za jednu godinu izražena kubaturom vode pri punom bazenu iznosi:

$$\frac{425.560}{318.000.000} = 0,00134 = 1,34\%$$

To znači da bi se bazen potpuno ispunio nanosom za 748 godina.

Ovom prilikom napominjem da su godine 1954, 1955 i 1956 bile prilično oskudne sa padavinama, pa se dobiveni podaci ne bi mogli smatrati kao prosječni za duži period.

Na kraju želim da, na osnovu iskustva stečenog na ovom radu, istaknem neka zapažanja, koja se odnose na metod rada i potrebnu tačnost, kao i na samu organizaciju izvođenja mjerenja nanosa:

1. Broj profila za ovaj slučaj je suviše velik. Sa dva ili tri puta manje profila postigli bi se skoro potpuno isti rezultati. Kako je u početku ovog članka navedeno, prosječna udaljenost profila iznosi 265 m, a prosječna širina jezera 343 m. Prema tome prosječni međusobni razmak profila, izražen prosječnom širinom jezera iznosi 0,77, a moglo je da zadovolji i 2,0, t. j. prosječni razmak u metrima mogao je da iznosi cca 700 m.

Razmak profila u odnosu na širinu jezera, zavisi u svakom konkretnom slučaju od oblika jezera, razuđenosti njegovih obala, kao i od rijeka i potoka koji se u njega salijevaju. Stoga navedenu širinu ne treba shvatiti, kao da važi za svaki slučaj.

2. Tahimetrija sa horizontalnim vizurama odnosno detaljni nivelman pruža sasvim zadovoljavajuću tačnost, ali samo pod uslovom da se obezbijedi mogućnost pronalaženja istih onih tačaka, koje su prilikom prvog mjerenja upotrebljene. A to nije moguće riješiti obilježavanjem, detaljnih tačaka drvenim koljem. Neophodno je obilježavanje, barem izvjesnog manjeg broja ovih tačaka, betonskim stupcima, koji treba da dovoljno strše iznad nivoa tla.

Po mom mišljenju ovako obilježene tačke na širokim dijelovima jezera trebale bi da su na međusobnom razmaku cca 100 m, kao i da su terenski tako locirane, da je između njih moguće sa pantljkikom dovoljno precizno odmjeravanje ostalih detaljnih tačaka. Običnu tahimetriju sa kosim vizurama treba odbaciti kao nedovoljno tačnu. Namjesto nje treba upotrebljavati preciznu tahimetriju sa instrumentima kao što su: Zeiss-

Redta, Wild-RDH i Kern-DP-RT sa horizontalnim letvama. Čak i ova precizna tahimetrija dolazi u obzir samo za mjerenje strmih dijelova profila na krajevima, i to u slučaju kad tahimetrija sa horizontalnim vizurama, odnosno detaljni nivelman, postaju neekonomični.

3. U vezi sa prethodnim, kod dubokih bazena potrebno je svaki profil podijeliti u tri dijela, dva krajnja strma i jedan srednji približno ravni dio. Na njihovim granicama treba postaviti betonske stubove sa vertikalno ugrađenim oznakama za nivelmanske repere. Ove međutačke treba odrediti i po položaju i po visini. Određivanje po položaju izvršilo bi se u pravilu na isti način, kao što se određuju male tačke, mada može i u sklopu sa određivanjem krajnjih tačaka, po metodi presijecanja. Nadmorske visine kako krajnjih, tako i srednjih tačaka treba određivati nivelmanski. Za slučaj većih terenskih poteškoća i neekonomičnosti, onda se visine krajnjih tačaka bez velike štete mogu određivati trigonometrijski, ali srednje tačke obavezno nivelmanski, t. j. generalnim nivelmanom iz sredine. U tom slučaju niveliranje treba obavljati po nivelmanskim vlakovima, koji će povezivati sve ovakve srednje tačke pojedinih profila. Ove vlakove treba obavezno izravnati i priključiti za repere državne nivelmanske mreže.

4. Određivanje krajnjih tačaka profila po položaju (po koordinatama y i x) može se sa dovoljnom tačnošću postići bilo kojom od slijedećih metoda: presijecanjem (naprijed, nazad ili bočno), naslanjanjem na dobru poligonu mrežu, u vidu poligonog vlaka ili poligonog lanca. Kratko rečeno, tačnost koordinata treba da odgovara tačnosti koja se traži za poligone tačke kod državnog premjera.

Optički poligoni vlaci, sa mjerenjem stranica teodolitima sa tri konca ili autoredukcionim diagramima, ne dolaze u obzir radi nedovoljne tačnosti. Određivanje tačaka presijecanjem nije potrebno vršiti pod uslovima i sa tačnošću koja se traži za trigonometrijske tačke, pošto će se uvijek raditi o kraćim udaljenostima. Stoga će uvijek biti sasvim dovoljna 3 odnosno 4 pravca povoljno raspoređena t. j. samo jedan prekobrojan, sa računanjem samo približnih koordinata bez izravnavanja. Možda će za neke takve tačke biti potrebno i preciznije određivanje, sa više pravaca i računanjem koordinata sa izravnanjem, već prema rasporedu i udaljenostima datih trigonometrijskih tačaka (kod udaljenosti preko 500 m).

5. Za ovakav jedan veći rad neophodno je potrebno, da se prije početka izrade detaljni tehnički propisi i normativi, koji će sadržavati sve što se odnosi na metod mjerenja, tačnost koja se traži, način stabilizacije tačaka, elaborat koji se mora izraditi i na kakav način i t. d. Ovi propisi treba da sadrže i sve ono, što se odnosi na rukovođenje i nadzor.

Tehničke propise treba da usvoji posebna komisija, sastavljena od odgovarajućih stručnjaka, u prvom redu hidrotehničara i geodeta.

Pored donošenja pomenutih propisa, ista komisija treba da prouči i dinamiku rada, obzirom na režim pražnjenja i punjenja bazena, kao i pitanje opreme i kadra, koji će izvoditi mjerenje.

6. Mjerenje količine i raspodjele nanosa u jezeru može se uspješno vršiti i na druge načine, sa postavljanjem stalnih profila, kao i bez njih.

Ovo dolazi u obzir u specijalnim slučajevima, kada se ne zahtijeva veća tačnost, ili kad tehničke okolnosti ne dopuštaju da se radi sa profilima. Evo nekoliko takvih mogućnosti:

a) profili se ne moraju »trajno« stabilizirati krajnjim tačkama, nego se mogu samo ucrtati na situacionim planovima. Njihov položaj određen je obzirom na situaciju ucrtanu na planu, naravno sa znatno manjom tačnošću nego u slučaju kad postoje stabilizirane krajnje tačke, ali za skromnije zahtjeve ipak dovoljno tačno. Mnogo je bolje ako se raspolaže sa situacionim planovima u krupnijoj razmjeri, do 1 : 5000. Položaji pojedinih detaljnih tačaka određeni su na samom planu, svojim udaljenostima od odabranog kraja profila, koji treba da je markantna tačka, koja se može sa sigurnošću identificirati na terenu. Pojedine detaljne tačke određene su uopšte obzirom na bilo koju tačku i u sredini profila, samo ako se ova tačka može sigurno identificirati na terenu, nakon pražnjenja bazena. A takvih tačaka će se uvijek naći u dovoljnom broju, sem u slučaju kad nanos naraste na visinu od nekoliko metara. U ovakvom slučaju dolazi u obzir najčešće mjerenje razmjernikom, a vrlo rijetko nivelmanom.

b) U nekim slučajevima biće moguće mjerenje nanosa na detaljnim tačkama nepravilno razasutim, naravno opet pod uslovom da je moguća njihova sigurna identifikacija i kad su zasute nanosom. Mjerenje visine nanosa dolazi u obzir samo ili razmjernikom ili nivelmanski. Kod suviše visokog nanosa od nekoliko metara identifikacija tačaka vjerovatno neće biti moguća.

c) Navedene mogućnosti pod a) i b) imaju nedostatak, što je identifikacija kod višeg sloja nanosa otežana ili potpuno onemogućena. Da bi se taj nedostatak otklonio, potrebno je tačke trajno stabilizirati visokim oznakama. Ovdje dolazi u obzir stabilizacija pomoću visokih betonskih stupova ili željeznih šipki, koji će uvijek visoko stršiti iz nanosa, kad se bazen isprazni. Kad visina nanosa poraste, treba da postoji mogućnost vertikalnog produživanja ovih oznaka.

Ovako obilježene tačke mogu biti postavljene po pravcima stalnih profila, a mogu biti i razbačene nepravilno. One bi u neku ruku ličile na vodomjerne letve i mogle bi biti snabdjevene također sa letvama sa centimetarskom ili decimetarskom podjelom. Njih bi trebalo postavljati na naročito karakterističnim mjestima, kao što su ušća potoka u rijeku i sl. Njihov položaj i visine dobro je u početku da se dovoljno tačno odrede. Međutim to i nije neophodno. Biće dovoljno da se njihov položaj grafički na situacionom planu, a slično i visina, iako je bolje visinu odrediti nivelmanski.

Mjerenje visine nanosa pored takvih tačaka svelo bi se u stvari na mjerenje visine oznake iznad tla odnosno iznad nanosa. Ovakav način mjerenja mogla bi da vrše i nestručna lica izuzev prvog mjerenja, koje mora da izvrši stručnjak. Na taj način bi se čitavo mjerenje sasvim pojednostavilo, a to znači i ubrzalo i pojeftinilo.

d) Navedeni postupci primamljivi su za bazene, za koje je predviđeno povremeno pražnjenje. Treba imati u vidu, da pražnjenje bazena samo u svrhu mjerenja visine nanosa, neće nikad biti ekonomski oprav-

dano. Sve dok ne postoje neki drugi jači razlozi za pražnjenje, kao što su remont, opravke i sl., bazen se neće ni prazniti. Za takve bazene, kod kojih nije ni predviđeno periodično pražnjenje, problem mjerenja visine nanosa znatno je teži. U ovakvim slučajevima dolazi u obzir mjerenje iz čamaca, i to sa specijalnom opremom, koja se sastoji iz žica i utega.

Utezi moraju imati takav oblik da dopru do nanosa, ali da u njega ne utonu. Žice moraju imati podjelu barem na cijele metre. Manji intervali mjere se posebnim metrom sa centimetarskom podjelom. Položaj viska u momentu mjerenja određuje se, bilo sa obale teodolitima (presijecanjem napred), bilo iz samog čamca mjerenjem unutrašnjih pravaca sekstantom (presijecanjem nazad) prema signalisanim datim tačkama na obali. Izmjerena dubina, do koje dopire visak ispod nivoa vodostaja, daje mogućnost, da se odredi visina nanosa. Ovaj je način u znatnoj mjeri komplikovan i daje malu tačnost. Na ravnijem dnu može se postići decimetarska tačnost, dok na strmim obalama ovaj metod gotovo nije ni sprovodljiv.

7. Snimanje profila samog korita rijeka, koje u jablaničkom bazenu, kako je to u početku navedeno, nije ni vršeno, u većini slučajeva smatram da nije neophodno. To vrijedi u prvom redu za rijeke sa brzim vodotokom, koje meandriraju, i koje imaju mali pad i sporiji vodotok; površina presjeka korita je relativno velika. Stoga je u takvim slučajevima potrebno korita snimati, kao i za vrijeme mjerenja visine nanosa, mjeriti nanos i u samom koritu.

Na kakav će se način mjerenje izvesti, zavisi od konkretnog slučaja. Gdje god bude moguće, mjerenje treba vršiti čistim geodetskim metodama, to znači teodolitom, pantljkikom, nivelirom i letvom, odnosno manje više na isti način kao i na suhom dijelu bazena. Ako to ne bude moguće, onda dolazi u obzir mjerenje iz čamaca, naravno sa odgovarajućom opremom (sonдне motke ili duže letve, žice i viskovi, pantljike i dr.). Ove »negeodetske« metode su i komplikovane, spore i skupe, pa je stoga potrebno, prije nego se za njihovu primjenu donese odluka, da se dobro prouči koliko su opravdane i neophodne.

Može se sa sigurnošću tvrditi, da je lakše, brže i jeftinije izmjeriti čitav jedan profil jezera, koji je možda deset puta duži od korita rijeke (naravno ako se samo korito »preskače«), nego samo korito. Ovdje se naravno misli na bazene takvog tipa, koji se najčešće kod nas pojavljuje. Kod bazena drugog tipa, koji u stvari pretstavljaju u neku ruku samo malo proširenje korita rijeke, imaćemo drugi slučaj. Tu više nemože biti riječi o »preskakanju« korita rijeke. Takvog tipa je na primjer bazen HC Jajce II.

8. Rad na mjerenju nanosa treba da se izvodi neprekidno t. j. prilikom svakog pražnjenja bazena treba mjeriti stanje nanosa.

Obzirom da se bazen svake godine, u sušnim mjesecima spušta na dosta nizak nivo vodostaja, onda je potrebno to vrijeme iskoristiti za mjerenje nanosa, makar samo i na ispražnjenom dijelu. Ova godišnja mjerenja ne moraju ni biti iste tačnosti kao mjerenja, koja se vrše u dužim vremenskim intervalima prilikom potpunog ispražnjavanja bazena. To znači da se ova godišnja mjerenja mogu vršiti bez instrumenata t. j. raz-

BROJ PROSTORA	STACIONAZA	PRAKSIJANI MANOS	PROSJEČNI MANOS		ŠIRINA JEZERA	Površina		KUBATURA	
			Pojedi-načni	Srednji		Pojedi-načna ha	Ukupna ha	Pojedi-načna m ³	UKUPNA m ³
5 Rijeka Neretvica									
93	00	6	3,39	2,94	344	7 36	137 07	2 160	39 073
94	235	5	2,48	1,99	336	11 62	125 71	2 312	36 913
95	544	3	1,50	1,57	391	12 80	114 09	2 010	34 601
96	861	3	1,64	1,80	354	11 28	101 29	2 037	32 591
97	1471	4	1,97	3,29	369	13 14	90 01	4 321	30 554
98	1444	7	4,60	4,60	590	6 12	76 87	2 818	26 233
102	1594	8	4,60	4,41	424	10 68	70 75	4 711	23 415
103	1898	8	4,21	4,43	216	12 78	60 07	5 661	18 704
104	2358	7	4,65	4,48	198	10 03	47 29	4 497	13 043
105	2736	7	4,31	3,20	275	21 58	37 26	6 908	8 546
106	3348	5	2,09	1,04	452	15 68	15 68	4 638	1 638
	3808	0							0
6 Potok Bukovica									
99	00	7	3,95	4,05	273	6 52	17 43	2 639	5 444
100	392	7	4,15	3,30	118	7 05	10 91	2 330	2 805
101	740	4	2,46	1,23	173	3 86	3 86	475	475
	1000	0							0
7 Potok Glodnica									
85	00	5	1,88	1,98	292	8 67	16 74	1 723	3 123
86	402	5	2,09	1,99	172	6 05	8 07	1 208	1 400
87	792	4	1,90	0,95	92	2 02	2 02	492	192
	1000	0							0
8 Potok Paprasko									
65	00	6	1,97	1,63	142	3 34	4 06	544	590
66	320	3	1,29	0,64	70	72	72	46	46
	500	0							0
9 Obašćica potok									
111	00	6	2,24	2,47	185	5 88	15 86	1 454	8 318
112	296	8	2,71	8,57	127	3 90	9 98	3 342	6 864
113	592	25	14,45	8,16	129	4 00	6 08	3 264	3 522
114	965	5	1,88	1,55	49	1 40	2 08	217	258
115	1271	2	1,22	0,61	46	68	68	41	41
	1400	0							0
10 Potok Toščonica									
44	00	4	1,68	1,52	193	7 22	19 14	1 101	3 006
45	350	4	1,37	1,64	37	6 18	11 92	1 012	1 905
46	762	4	1,91	1,71	129	4 80	5 74	822	893
47	1228	3	1,52	0,76	64	94	94	71	71
	1430	0							0
Rijeka Rama									
39	00	25	13,10	8,18	187	6 50	173 23	5 310	113 576
38	221	10	3,25	3,97	172	6 92	166 73	2 390	108 266
37	511	10	4,70	3,65	266	7 06	160 71	2 580	105 876
36	739	10	2,60	3,00	300	153 65	1 725	103 296	103 296
35	949	12	3,98	3,24	460	6 50	148 41	2 101	101 571
32	1215	10	2,50	2,35	303	11 25	141 91	2 645	99 466
31	1533	8	2,19	1,85	187	5 46	130 66	1 020	96 891
30	1818	6	1,51	1,45	188	5 53	125 20	95 801	95 801
29	2153	4	1,39	1,55	176	2 00	119 67	802	94 999
28	2226	6	1,71	1,75	175	5 08	117 67	1 058	94 689
27	2469	7	2,46	2,08	323	16 76	12 59	4 890	1 058
25	2782	10	3,38	3,17	456	5 60	95 83	1 772	88 741
24	2918	40	2,96	2,95	370	6 27	90 23	1 848	86 969

BROJ PROSTORA	STACIONAZA	PRAKSIJANI MANOS	PROSJEČNI MANOS		ŠIRINA JEZERA	Površina		KUBATURA		
			Pojedi-načni	Srednji		Pojedi-načna ha	Ukupna ha	Pojedi-načna m ³	UKUPNA m ³	
Rijeka Rama										
23	3150	8	2,94	3,27	215	2 00	83 96	83 96	85 121	
22	3232	10	3,60	4,24	200	10 38	81 96	4 400	84 467	
21	3635	12	4,88	7,45	281	8 83	71 08	6 580	80 087	
20	3948	20	10,02	8,33	268	9 70	62 75	8 070	73 487	
19	4243	20	6,65	7,43	315	13 20	53 05	9 800	66 417	
16	4569	23	8,20	9,18	467	5 00	39 85	4 085	55 617	
15	4815	30	10,15	9,18	405	4 05	34 85	4 518	51 037	
14	5090	23	8,21	9,57	150	2 77	30 40	2 650	46 052	
10	5243	24	10,93	12,22	187	8 50	27 63	2 650	44 302	
9	5606	28	13,59	13,86	228	5 20	19 13	10 380	33 922	
8	5758	30	14,10	19,86	235	3 75	15 43	5 125	28 797	
7	5991	45	25,50	28,38	119	3 85	10 18	10 910	18 385	
3	6240	50	31,20	20,40	149	1 08	6 33	2 203	7 475	
2	6315	20	9,60	10,05	166	5 25	5 25	5 272	5 272	
1	6702	25	10,30	11,33	105	1 33	0	5 272	0	
PRITOKE :										
1 Potok Lomnica										
4	00	80	19,92	11,33	105	1 33	1 33	506	1 506	
5	184	5	2,74	19	19	0	0	0	0	
2 Potok Klekavnica										
11	00	16	7,43	4,73	159	3 87	6 88	1 829	2 470	
12	316	6	2,02	2,33	114	2 43	3 01	565	641	
13	571	4	2,63	1,31	86	58	58	76	76	
	671	0							0	
3 Potok Smrdalj										
26	00	3	1,55	0,77	220	2 26	2 26	175	175	
	150	0							0	
4 Potok Ustirama										
17	00	21	7,03	4,48	473	5 80	6 00	2 600	2 619	
18	307	4	1,90	0,95	60	20	20	19	19	
	377	0							0	
5 Potok Slatina										
33	00	6	1,53	1,30	235	3 85	9 75	763	973	
34	198	4	1,08	0,54	183	3 90	3 90	210	210	
	370	0							0	
REKAPITULACIJA										
Red. br.	NAZIV RIJEKE ILI POTOKA						KUBATURA			
1	Rijeka Neretva						611 088			
2	Potok						347			
3	Neviždrački potok						1 984			
4	Ribički potok						3 766			
5	Obašćica potok						8 318			
6	Rijeka Neretvica						39 073			
7	Bukovica potok						5 444			
8	Glodnica potok						3 123			
9	Ostrožac potok						2 055			
10	Paprasko potok						590			
11	Toščonica potok						3 006			
12	Rijeka Rama						113 576			
13	Lomnica potok						1 506			
14	Klekavnica potok						2 470			
15	Ustirama potok						2 619			
16	Smrdalj potok						175			
17	Slatina potok						973			
Ukupna kubatura nanosa						800 053 m ³		800 053 m ³		

mjernikom i bez tačne identifikacije detaljnih tačaka. Prema rezultatima opisanog mjerenja, najveći nanosi baš se i talože na uzvodnim dijelovima jezera, na Neretvi u blizini sela Čelebić. A gotovo svake godine jezero do toga sela i presuši.

9. Mjerenje nanosa kroz duži period treba da izvode stalne ekipe stručnjaka, jer svaka promjena stručnih lica zahtijeva ne samo dosta vremena za upoznavanje sa čitavim problemom, nego i sa organizacijom, a da se i ne govori o poznavanju terena, mjestima gdje se nalaze stalne tačke, putanjama i prilazima i t. d. U svakom slučaju neophodan je kontinuitet ekipa barem preko jednog stručnog lica.

Na kraju želim da podvučem, da je mjerenje i praćenje nanosa u akumulacionim bazenima jedna od vrlo važnih mjera, koje su hidroenergetski pogoni dužni da preduzimaju u cilju pravilnog održavanja svojih postrojenja. U koliko oni ovome problemu, u pravo vrijeme posvete dužnu pažnju, utoliko će kasnije imati manje poteškoća vezanih za saniranje nanosa. Svako zakašnjanje nametaće kasnije ne samo povećavanje troškova, nego će i mogućnost tačnog praćenja stanja nanosa dovesti u pitanje.