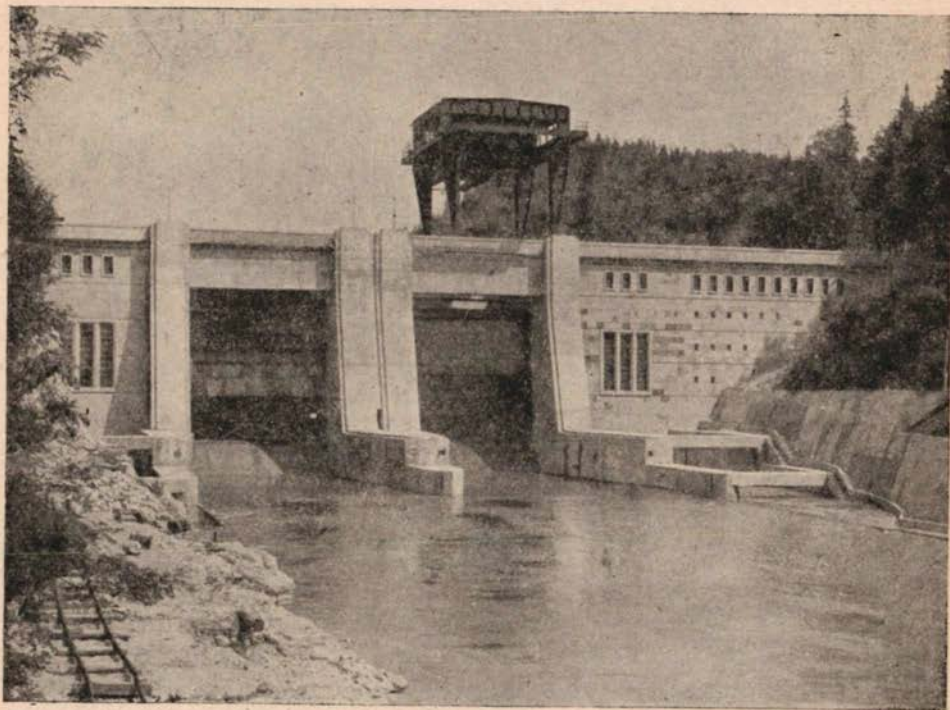


Prof. ing. FRANJO RUDL, Katedra za višu geodeziju FAGG — Ljubljana

MERENJE DEFORMACIJE ŽELEZNE ZAPORNICE HIDROCENTRALE MEDVODE

U dolini Save na području NR Slovenije izgrađene su do sada dve hidrocentrale, h. c. Moste i h. c. Medvode, koje su različitog tipa.

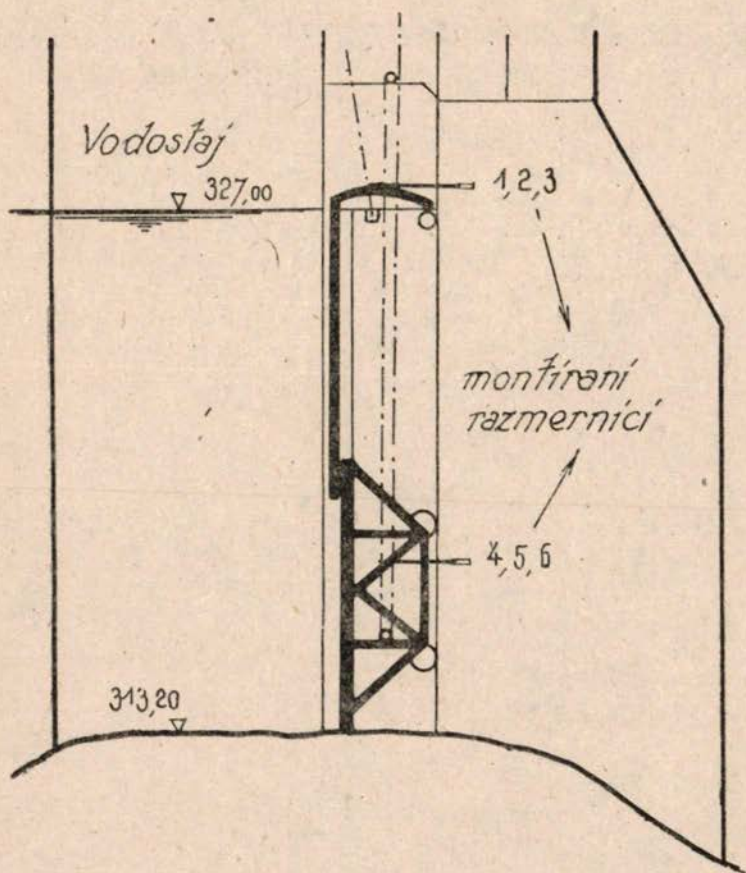
Kod h. c. Moste je dolina pregrađena na najužem mestu sa 50 m visokom pregradom, a turbinska i ostala mašinska postrojenja nalaze se cc 840 m niže pregrade u podzemnim halama. Kod te hidrocentrale smo nekoliko godina ispitivali deformacije pregrade, koja spada u tip lučne i tlačne pregrade, a osim toga je bilo izvršeno i merenje deformacija podzemnih hala mašinskih postrojenja.



Sl. 1 — Pogled na h. c. Medvode posle završene gradnje

Međutim h. c. Medvode spada u tip tzv. »stubovskih« hidrocentrala, gde su turbine i sva ostala mašinska postrojenja ugrađena u stubove. H. c. Medvode ima 3 takva stuba između kojih se zatvara korito Save sa dvema 14 m visokim i 14,5 širokim železnim zapornicama. (Vidi sliku 1. pogled na h. c. Medvode).

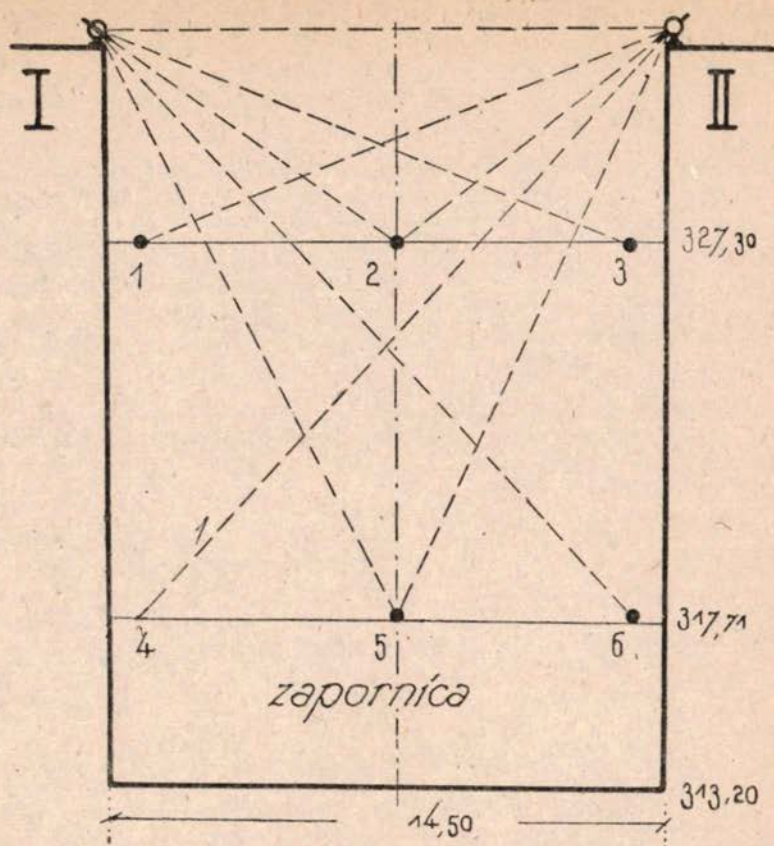
Presek zapornice



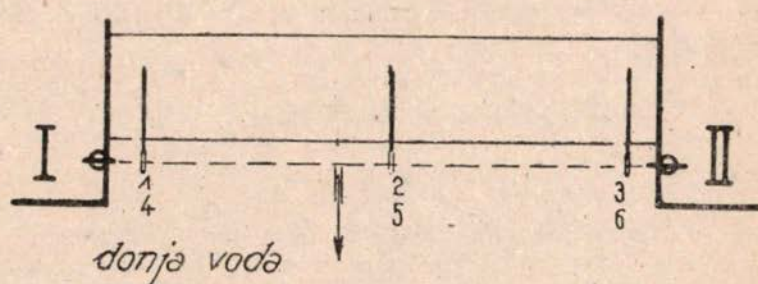
Sl. 2

Geodetski radovi kod ove hidrocentrale se razlikuju od onih kod hidrocentrale Moste, naime u metodama, koje su bile primenjene kod merenja deformacija stubova i samih zapornica.

Pomeranja (deformacije) srednjeg stuba u pravcu pritiska vode kontrolirana su metodom aliniranja, analogno kao što se je to u početku praktikovalo u Mostama, a eventualno deformisanje stuba u



*Raspored stajališta
i kontrolnih tačaka*



Sl. 3

pravcu okomitom na pravac pritiska vode kontrolisano je preciznom komparisanom pantljikom. Pantljika se je kod toga zatezala silom od 10 kg (dinamometrom) a čitanja su bila izvršena na mesingastim pločama sa milimetarskom podelom, koje su bile ubetonirane na gornjoj unutarnjoj ivici spomenutih stubova.

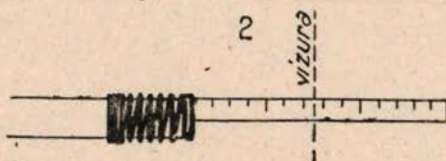
U detalje tog merenja se nećemo upuštati, jer će biti interesantniji opis postupka, koji je bio ovde prvi put primenjen za određivanje deformacije železne zapornice.

Naime, pre puštanja u pogon prvog agregata, trebalo je na zahtev investitora ispitati deformaciju prve železne zapornice (druga polovina centrale u to vreme još nije bila završena), da se ustanovi da li, i u koliko će se deformisati zapornica prilikom maksimalnog opterećenja, kod punog akumulacijskog bazena.

Našli smo se pred zadatkom, koji je tražio takvu metodu rada, sa kojom će se uspeti udovoljiti traženju investitora, naime da se očekivana deformacija zapornice kontroliše na vrhu i blizu sredine donjeg dela zapornice (vidi sliku 2).

Trigonometrijsku metodu — analogno h. c. Moste — ovde nismo mogli primeniti, jer nije bilo nikakvog podesnog mesta za postavljanje kontrolnih stubova na nizvodnoj strani centrale sa kojih bi mogli opažati 6 predviđenih kontrolnih tačaka zapornice. (Vidi sliku 2 i 3), jer bi bile vizure zaklonjene skelama a delimično i stubovima centrale levo i desno od zapornice

Detalj kontrolne tačke



Sl. 4

Prema tome se moralo preći na neki drugi svrsishodniji način aliniranja. To je bilo moguće izvesti samo upotrebom dvaju teodolita, jer sa jednim teodolitom sa jednog stajališta nije bilo moguće uvižirati sve predviđene kontrolne tačke.

To je ukazalo, da se levo i desno od zapornice izaberu stajališta I i II, gde su bili na fiksiranim centrima postavljeni i ugipsani Wildovi precizni teodoliti Th₂ br. 35548 i br. 35543. Ti teodoliti imaju uvećanje 28 puta, što je bilo važno za što bolje očitavanje linearnih podataka na naročito pripremljenim razmernicima sa milimetarskom podelom.

Naime, na samoj zapornici smo dali pričvrstiti (»ušvajsovati«) železne poluge — vidi raspored kontrolnih tačaka, — na čijim su krajevima bili čvrsto privezani razmernici sa milimetarskom podelom (vidi sl. 4).

Kod nameštanja tih poluga i razmernika se je sa teodolitom kontrolisalo, da li su prvi centimetri razmernika u istoj vertikalnoj ravnini.

Između montirane definitivne železne zapornice i akumulacionog bazena nalazila se za vreme gradnje i do puštanja u pogon prvog agregata provizorna, tzv. tramovna zapornica, koja se mogla dignuti tako, da je pritisak vode kod punog akumulacionog bazena direktno delovao na definitivnu železnu zapornicu.

POSTUPAK KOD MERENJA

Posle izvršenih pripremnih radova se je 22. oktobra 1955. godine pristupilo k opažanju*. Kao fiksni pravac, s obzirom na kojega će se odrediti promene položaja kontrolnih tačaka, bio je uzet pravac I—II odnosno pravac II—I. Kod svakog teodolita bila je jedna libela postavljena u pravac, okomitom na I—II, tako da bi se moglo postići što pouzdanije doterivanje osi z—z u vertikalu. Alhidalne libele su bile vrlo pažljivo rektifikovane pre svake serije opažanja. Sa teodolitom na stajalištu I se viziralo (kao početna vizura) na sredinu teodolita na stajalištu II i sa teodolitom II na teodolit I. Kao vizirne značke su bili upotrebljeni zašiljeni centri nad osom y—y teodolita, koji inače služe za centrisanje teodolita kod radova u tunelima i rovovima.

Sa ovako fiksnim vizurama je posle toga bilo izvršeno čitanje po-dele na razmernicima tačaka 2, 3, 5 i 6 sa stajališta I, a 1, 2, 4 i 5 sa stajališta II kod stanja »zapornica neopterećena«.

Izvršene su bile po tri serije čitanja a posle svake serije čitanja se kontrolisao »početni« pravac.

Posle toga, tj. posle te prve faze opažanja, bila je dignuta provizorna, tzv. tramovna zapornica tako, da je onda bila železna zapornica pod maksimalnim opterećenjem.

Druga faza opažanja je bila izvršena kod stanja »zapornica opterećena«.

Nakon toga je bila spuštena provizorna zapornica i ispuštena je bila voda, koja je još ispunila prostor između provizorne i definitivne zapornice, tako, da smo posle toga mogli izvršiti treće opažanje kod stanja »zapornica neopterećena«.

Za svaki slučaj, tj. da bi se kontrolisalo 1. merenje, se je u sporazumu sa zastupnikom investitora odmah pristupilo k 2. merenju uzevši sve tri faze kao kod 1. merenja.

Podatci srednjih grešaka čitanja, sračunati iz podataka merenja, dati su u tabeli I.

* Primedba: Ovaj je rad preuzeo Otesek za triangulaciju, nivelman i precizna merenja Geodetskog zavoda u Ljubljani.

Tabela I.

Merenje	Stajalište I (Rudl)			Stajalište II (Soklič)		
	Zapornica			Zapornica		
	neopter.	opter.	neopter.	neopter.	opter.	neopter.
	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
1./	0,11 mm	0,09 mm	0,05 mm	0,08 mm	0,07 mm	0,07 mm
2./	0,03	0,09	0,15	0,08	0,07	0,06

Za I . . . prosečna srednja greška čitanja . . . $\pm 0,087$

Za II . . . prosečna srednja greška čitanja . . . $\pm 0,071$

odnosno konačna prosečna vrednost srednje greške čitanja iznosi $\pm 0,08$ m/m.

OBRADA REZULTATA MERENJA

A) 1. merenje

Staj.	kontr. tačka	sredina čitanja		pomeranje ΔI_1 →	sred. čitanja	pomeranje ΔI_2 ←
		zapornica				
		neopt.	opter.			
I	2	72,47	85,87	+ 13,40 mm	71,07	- 14,80 mm
	3	169,63	182,07	+ 12,44	168,03	- 14,04
	5	41,53	59,33	+ 17,80	38,53	- 20,80
	6	6,03	18,73	+ 12,70	4,50	- 14,23
II	1	42,93	48,83	+ 5,90	40,70	- 8,13
	2	60,53	73,67	+ 13,14	58,80	- 14,87
	4	105,07	113,83	+ 8,76	102,57	- 11,26
	5	31,37	48,70	+ 17,33	27,83	- 20,87

S obzirom na to, da je svaki opažatelj opažao svoju grupu kontrolnih tačaka, od kojih su bile tačke 2 i 5 u jednoj i u drugoj grupi, dakle zajedničke, to se moralo pristupiti izjednačenju i, kao primerna, primenjena je metoda prof. Krasovskoga, po kojoj inače spajamo grupe kod opažanja trigon. mreže nižih redova.

Izjednačenje rezultata pomeranja

 $\Delta_1 \longrightarrow$

Opažana kontr. tačka	Stajalište I		Stajalište II		Izravnani rezultati
	Δ_1		Δ_2		
1			+ 5,90		+ 5,99 mm
2	+ 13,40	- 0,13	+ 13,14	+ 0,13	+ 13,27*
3	+ 12,44				+ 12,35
4			+ 8,76		+ 8,85
5	+ 17,80	- 0,24	+ 17,33	+ 0,23	+ 17,56
6	+ 12,70				+ 12,61

Primedba: Aritmetičke sredine zajedničkih tačaka.

$$\begin{aligned}
 [\Delta_1] &= -0,37 & [\Delta_2] &= +0,36 \\
 v_I &= \frac{[\Delta_1]}{n} = -0,09 & v_{II} &= \frac{[\Delta_2]}{n} = +0,09
 \end{aligned}$$

 $\longleftarrow \Delta_2$

Opažana kontr. tačka	Stajalište I		Stajalište II		Izravnani rezultati	$\Delta_2 + \Delta_1$
	Δ_1		Δ_2			
1			- 8,13		- 8,11	- 2,12 mm
2	- 14,80	- 0,03	- 14,87	+ 0,03	- 14,83	- 1,56
3	- 14,04				- 14,06	- 1,71
4			- 11,26		- 11,24	- 2,39
5	- 20,80	- 0,04	- 20,87	+ 0,04	- 20,84	- 3,28
6	- 14,23				- 14,25	- 1,64

$$\begin{aligned}
 [\Delta_1] &= -0,07 & [\Delta_2] &= +0,07 \\
 v_I &= \frac{[\Delta_1]}{n} = -0,02 & v_{II} &= \frac{[\Delta_2]}{n} = +0,02
 \end{aligned}$$

B) 2. merenje

Staj.	kontr. tačka	sredina čitanja		pomeranje Δ_3 →	sred. čitanja		pomeranje Δ_4 ←
		zapornica			zapornica neopter.		
		neopter.	opter.				
I	2	70,80	85,70	+ 14,90 mm	70,77	- 14,93 mm	
	3	168,00	181,97	+ 13,97	168,00	- 13,97	
	5	39,53	57,70	+ 18,17	38,00	- 19,70	
	6	5,00	16,50	+ 11,50	4,33	- 12,17	
II	1	40,80	48,87	+ 8,07	40,37	- 8,50	
	2	58,90	73,73	+ 14,83	58,83	- 14,90	
	4	104,77	113,50	+ 8,73	103,93	- 9,57	
	5	30,73	48,43	+ 17,70	28,83	- 19,60	

Izjednačenje rezultata pomeranja

Δ_3 →

Opažna kontr. tačka	Stajalište I		Stajalište II		Izravnati rezultati
	Δ_1		Δ_2		
1			+ 8,07		+ 8,14 mm
2	+ 14,90	- 0,04	+ 14,83	+ 0,03	+ 14,86
3	+ 13,97				+ 13,90
4			+ 8,73		+ 8,80
5	+ 18,17	- 0,23	+ 17,70	+ 0,24	+ 17,94
6	+ 11,50				+ 11,43

$$[\Delta_1] = -0,27$$

$$[\Delta_2] = +0,27$$

$$v_I = \frac{[\Delta_1]}{n} = -0,07$$

$$v_{II} = \frac{[\Delta_2]}{n} = +0,07$$

Opažena kontr. tačka	Stajalište I		Stajališta II		Izravnani rezultati	$\Delta_{1_4} + \Delta_{1_3}$
	Δ_1		Δ_2			
1			— 8,50		— 8,51 mm	— 0,37 mm
2	— 14,93	+ 0,02	— 14,90	— 0,01	— 14,91	— 0,05
3	— 13,97				— 13,95	— 0,05
4			— 9,58		— 9,58	— 0,78
5	— 19,70	+ 0,05	— 19,60	— 0,05	— 19,65	— 1,71
6	— 12,17				— 12,15	— 0,72

$$[\Delta_1] = +0,07$$

$$[\Delta_2] = -0,06$$

$$v_I = \frac{[\Delta_1]}{n} = +0,02$$

$$v_{II} = \frac{[\Delta_2]}{n} = -0,01$$

Računanje srednjih grešaka dobivenih rezultata

Za računanje srednjih grešaka uzeće se rezultati, koji su bili dobiveni opažanjem zajedničkih tačaka broj 2 i 5.

A) 1. merenje

Tačka	Stajalište I Δ_1	Stajalište II Δ_1	Sredina	v	vv *
2	+ 13,40	+ 13,14	+ 13,27	0,13	0,0169
5	+ 17,80	+ 17,33	+ 17,57	0,23	0,0529
	Δ_2	Δ_2			
2	— 14,80	— 14,87	— 14,83	0,03	0,0009
5	— 20,80	— 20,87	— 20,84	0,04	0,0016

$$[vv] = 0,0723$$

Srednja greška jednog opažanja . . . $m = \pm \sqrt{\frac{0,0723}{3}} = \pm 0,16 \text{ mm}$

srednja greška aritmetičke sredine . . . $M_1 = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 0,08 \text{ mm}$

1. merenje

B) 2. merenje

Tačka	Stajalište I	Stajalište II	Sredina	v	vv
	Δl_3	Δl_3			
2	+ 14,90	+ 14,83	+ 14,86	0,04	0,0016
5	+ 18,17	+ 17,70	+ 17,94	0,23	0,0529
	Δl_4	Δl_4			
2	- 14,93	- 14,90	- 14,91	0,02	0,0004
5	- 19,70	- 19,60	- 19,65	0,05	0,0025

$$[vv] = 0,0574$$

Srednja greška jednog opažanja . . . $m = \pm \sqrt{\frac{0,0574}{3}} = \pm 0,14 \text{ mm}$

srednja greška aritmetičke sredine 2. merenja $M_2 = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 0,07 \text{ mm}$

i konačno, srednja greška aritmetičke sredine i 1. i 2. merenja

$$M = \pm \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = \pm 0,11 \text{ mm}$$

Rezultati 1. i 2. merenja prikazani su grafički (vidi sliku br. 5 i 6). Grafičkim putem su onda bile dobivene deformacije sredine zapornice i to:

donjeg dela kod 1. merenja . . . + 6,3 m/m
 kod 2. merenja . . . + 7,6 m/m

sredina: + 7,0 m/m

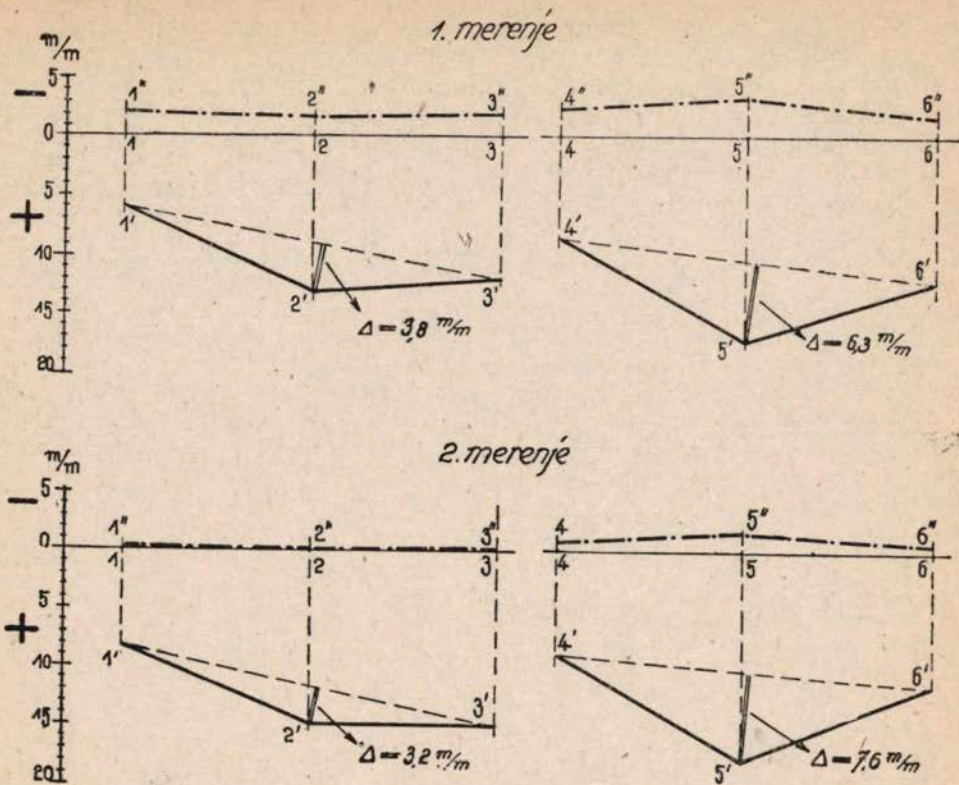
gornjeg dela kod 1. merenja . . . + 3,8 m/m
 kod 2. merenja . . . + 3,2 m/m

sredina: + 3,5 m/m

U grafikonima zapažamo, da se kontrolne tačke u trećoj fazi, t. j. »zapornica neopterećena« nisu vratile na svoja polazna mesta — pravac I—II odnosno II—I. Razlog je u tome, da postoji dilatacija između levog te desnog ruba zapornice i žljebova u kojima je zapornica uglavljena.

Kod donjeg dela zapornice se primećuje čak neko vrlo maleno udubljenje u sredini kao reakcija na prijašnju deformaciju u smeri nizvodno. Analognu pojavu možemo da očekujemo u slučaju, kada pritisnemo ravnu uokvirenu limenu ploču. Čim popusti pritisak, ploča neće poprimiti prijašnju ravnu formu, nego će se malo udubiti, pošto je sila pritiska u nekoj mjeri deformisala i čvrst okvir koji drži limenu ploču.

Pravilno bi bilo, da bi posle izvršenog merenja pomeranja raspolagali sa podacima deformacije, koju je predviđao statičar kod punog opterećenja zapornice.



Sl. 5 i 6

Međutim, nama u ono vrijeme nisu bili dati ti podaci, a koliko mi je poznato, ni naši stručnjaci u »ELES-u« (Elektrogospodarstvo Slovenije) nisu primili te podatke.

Donji deo zapornice izradila je firma »Stahlbau-Rheinhausen« — sadašnji Krupp, a gornji deo naša tvornica metalnih konstrukcija »METALNA« u Mariboru. H. c. Medvode je jedna od naših srednjih hidrocentrala. Ima 2 agregata po 12000 kVA, t. j. ukupna instalirana moć u kVA je 24000, a stvarna moć u kW je 16400.

ANALIZA GREŠAKA MERENJA

Smatram da je potrebno, da malo dublje analiziramo greške, koje se mogu očekivati od primenjene metode preciznog merenja.

Primitio bih, da su bili vremenski uslovi toga dana (t. j. 22. oktobra 1955. god.) vanredno dobri, bilo je mirno i oblačno vreme, a merenja su bila započeta u 14 h 45.

Navesti ćemo greške, koje su mogle uticati na rezultat merenja:

1. Greške viziranja početnog pravca.

2. Greška čitanja milimetarske podele na razmernicima kontrolnih tačaka.

3. Greške dužine pojedinačnih razmernika.

4. Greške usled različitog nagiba vizura, gde dolazi u obzir uticaj nevertikalnosti »vertikalne« osi instrumenta, koja se kao što je poznato, povećava povećanjem nagiba vizure.

5. Bočna refrakcija.

6. Lična greška opažača.

Ad 1.

Greška viziranja je u zavisnosti od debljine konca končanice. Iz prakse je poznato, da vertikalni konac pokrije 1 m/m podele horizontalne letve na otstojanju 40 m, 2 m/m na otstojanju 80 m itd.

S obzirom na otstojanje I—II = 14,7 m, to bi bila prividna debljina konca 0,37 m/m. Sredinu debljine vertikalnog konca možemo u tom slučaju koindcirati sa naviziranim centrom sa greškom 1/3 prividne debljine konca, t j.

$$m_v = \pm 0,12 \text{ m/m}$$

Ad 2.

Dužine vizura su bile sledeće:

I—II	14,7 m	II—I	15,0 m
I—2	9,4	—2	9,4
—3	15,0	—4	20,5
—5	17,0	—5	17,0
—6	20,5		

Za određivanje greške čitanja na podeli razmernika kontrolnih tačaka koristimo poznatu formulu

$$d = 2500 \cdot m_\varepsilon \cdot U \quad (1)$$

gde je: d . . . dužina vizure

m_ε . . . tačnost čitanja na podeli u milimetrima

U . . . uvećanje durbina.

Iz formule 1 dobijemo:

$$m_\varepsilon = \frac{d}{2500 \cdot U} \quad (2)$$

Kod upotrebljenih teodolita Wild Th₂ je U = 28 x. Uvrstimo sada date vrednosti u formulu 2 i dobijemo:

za d	m_ε
9,4 m	$\pm 0,13 \text{ mm}$
15,0	0,21
17,0	0,24
20,5	0,29

Ad 3.

Dužinu razmernika i pravilnost podele određujemo komparisanjem, tako da dobijemo jednačinu razmernika i popravak podele. Upoređivanje je bilo izvršeno samo između pojedinačnih razmernika a ne na nekom komparatoru. Razmernici međusobno nisu pokazivali odstupanja a i podela je bila ujednačena.

Ad 4.

Kao što je poznato, maksimalni uticaj nevertikalnosti vertikalne osi ($z-z'$) instrumenta dat je formulom:

$$u = v \cdot \operatorname{tg} h \quad (3)$$

gde je: v ugao, koga zatvara nagnuta os ($z'-z'$) sa vertikalnom osi ($z-z$),
 h visinski ugao vizure.

Visinski uglovi su sledeći:

Staj.	vizura	visinski ugao	Staj.	vizura	visinski ugao
		o			o
I	2	35,4	II	1	21,7
	3	21,7		2	35,4
	5	63,3		4	47,0
	6	48,0		5	63,3

Osetljivost alhidalne libele kod teodolita Wild Th₂ je 20" za 2 m/m podele na »parse« na libeli. Vrhunjenje libele možemo da ocenimo na 1/10 parsne vrednosti odnosno izraženo u sekundama = 2", što predstavlja »v«, tj. nagnutost vertikalne osi.

S obzirom na date vrednosti možemo sračunati uticaj nevertikalnosti vertikalne osi instrumenta za sve vizure.

Vizura	u''
na	
1	0,79
2	1,42
3	0,79
4	2,22
5	3,97
6	2,22

Greške u čitanju na razmernicima zbog uticaja nevertikalnosti osi (z-z) dobijemo onda sa formulom:

$$m_z = d \cdot \operatorname{tg} u \doteq d \cdot \frac{u''}{\rho''} \quad (4)$$

odnosno, ako želimo izraziti greške u milimetrima:

$$m_z = \frac{1000}{\rho''} \cdot d \cdot u'' = 0,00485 \cdot d \cdot u'' \quad (5)$$

Vizura	d	u''	m _z
			±
1	15,0	0,79	0,05
2	9,4	1,42	0,06
3	15,0	0,79	0,05
4	20,5	2,22	0,22
5	17,0	3,97	0,33
6	20,5	2,22	0,22

S obzirom na pretpostavku, da za vreme jedne serije opažanja nevertikalnost ose (z-z) ostaje ista, onda smemo izvršiti redukciju vrednosti m_z s obzirom na najmanju vrednost m_z, tj. biće onda:

za tačku 1	m _z = ±0,00 m/m
2	0,01
3	0,00
4	0,17
5	0,28
6	0,17

Ad 5.

Smatraćemo, da je uticaj bočne refrakcije jednak nuli, pošto je bilo izvršeno opažanje pod takvim vremenskim uslovima, da te refrakcije zapravo nema.

Ad 6.

Ličnu grešku opažača smo mogli odrediti analogno postupku kako se to praktikuje kod merenja baza sa invarskim žicama, tj. da opažać I izvrši opažanja na stajalištu I, opažać na stajalištu II, a posle toga da se izvrši zamena mesta i ponovno opažanje.

Ličnu grešku bi onda dobili sa

$$\frac{(I_R - I_S) + (II_R - II_S)}{4}$$

Međutim zbog ograničenog vremena opažanja otpalo je to ispitivanje.

Tabelarni pregled grešaka za pojedine kontrolne tačke.

Vizura na	Greška viziranja $\pm m_v$	Greška čitanja $\pm m_e$	Greška zbog nevert. (z-z) osi $\pm m_z$	Ukupna greška $\pm M$
I, II	0,12 mm	—	—	—
1	—	0,21	0,00	0,24 mm
2	—	0,13	0,01	0,18
3	—	0,21	0,00	0,24
4	—	0,29	0,17	0,36
5	—	0,24	0,28	0,39
6	—	0,29	0,17	0,36

Ukupnu grešku za pojedinačne kontrolne tačke dobijemo po teoriji grešaka sa formulom:

$$M = \pm \sqrt{m_v^2 + m_e^2 + m_z^2} \quad (6)$$

Greška viziranja kod vizura na kontrolne tačke zapravo ne postoji, ali u račun ukupne greške ulazi i greška viziranja početnog pravca.

Konačne vrednosti deformacija dobili smo očitavanjem grafičkim putem na grafikonu, gdje su pomeranja bila nanešena u razmeri 10 : 1, pa je prema tome greška grafičkog očitavanja potpuno beznačajna. Ove su konačne vrednosti određene sa greškom, koja proističe iz grešaka tačaka 1, 2, 3 odnosno 4, 5, 6.

Za gornji deo zapornice sledi onda:

$$M_g = \pm \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2} = \pm \sqrt{0,24^2 + 0,18^2 + 0,24^2} = \pm 0,38 \text{ mm}$$

a za donji deo zapornice:

$$M_d = \pm \sqrt{M_4^2 + M_5^2 + M_6^2} = \pm \sqrt{0,35^2 + 0,39^2 + 0,36^2} = \pm 0,64 \text{ mm}$$

Prema tome možemo zaključiti, da je deformacija zapornice određena

za gornji deo sa tačnošću $\pm 0,38 \text{ m/m}$,
a za donji deo sa tačnošću $\pm 0,64 \text{ m/m}$

i konačno dobijemo kao rezultat 1. i 2. merenja, da je:

1. Deformacija donjeg dela zapornice:
 $+7,0 \text{ m/m} \pm 0,64 \text{ m/m}$

1. Deformacija gornjeg dela zapornice:
 $+3,5 \text{ m/m} \pm 0,38 \text{ m/m}$

i to kod stanja »zapornica opterećena« kada je vodostaj u akumulacijskom bazenu dopro do vrha zapornice.

»MESSUNGEN ZUR ERMITTLUNG DER DEFORMATION DER EISERNEN
SCHLEUSE DES WASSERKRAFTWERKES MEDVODE.«

Bevor das erste Agregat des Wasserkraftwerkes Medvode in Betrieb gesetzt wurde, musste eine Prüfung der Deformation der eisernen Schleuse bei vollen Druck, d. h. beim Wasserstand des Staubassins gleich der Höhe der Schleuse durchgeführt werden.

Angewandt wurde die Allignementmethode und zwar musste man zwei Präzisionstheodolite einsetzen, da man von einem Standpunkte auch nicht alle, an der Schleuse angebrachten Kontrollpunkte anvisieren konnte.

Als Nullrichtung, auf welche alle Beobachtungen (Messungen) rückgeführt wurden, wurde die Richtung I—II, bzw. II—I genommen, und von beiden Standpunkten wurden zwei gemeinsame Kontrollpunkte (2 und 5) beobachtet.

Die Verbindung, bzw. Ausgleichung beider Beobachtungsgruppen wurde nach der Methode von Prof. Krassowski durchgeführt. Die Messungen wurden zweimal am selben Tage durchgeführt.

Die Deformation der oberen und unteren Schleusenmitte wurde dann mittels Grafikons ermittelt, in welchen die einzelnen Verschiebungen der Kontrollpunkte im Masstabe 10:1 aufgetragen waren.

Zugleich wurde eine Fehleranalyse durchgeführt und als Resultat beider Messungen wurde eine Deformation der oberen Schleusenmitte mit $3,5 \text{ m/m} \pm 0,38 \text{ m/m}$ und der unteren Schleusenmitte mit $7,0 \text{ m/m} \pm 0,64 \text{ m/m}$ ermittelt.

RUDNIK I ŽELJEZARA VAREŠ

Pošta Vareš - Telefoni: 12, 23,
36, i 80 - Teleprinter: 04-123

PROIZVODI:

ŽELJEZNU RUDU: hematit, limonit, siderit

MANGANOVU RUDU - BARIT SIROVI ULJNI

SIROVO ŽELJEZO: bijelo, sivo, fosforno, i zrcala,
sto.

VODOVODNE CIJEVI: vertikalno ljevane vodovodne cijevi promjera 50 — 1300 m/m po Din 2432 i IN, sa svim pripadajućim fazonskim komadima.

ARMATURE: sve vrste vodovodnih armatura promjera 50 — 1300 m/m

KOKILNI LIM: sve vrste kokila, i kokilnih ploča za čeličane.

MAŠINSKI LIV: sve vrste mašinskog, građevinskog kanalizacijskog liva. i

CENTRIFUGALNE PUMPE: nisko tlačne učinka 70 — 8000 lit/min, visina dizanja 5 — 49 met i visokotlačne učinka 190 — 3000 lit/min, visina dizanja 8 — 272 metra sa i bez el. motera.

OSTALI PROIZVODI: zidni elementi za građevinarstvo, visokopečna granulirana troska i kvarciti kamen.