

Mr Faruk Selesković  
Gradjevinski fakultet Sarajevo

## JEDNA METODA ODREĐJIVANJA VISINSKOG POMJERANJA OBJEKATA

Praćenje pomjerenja objekata, kao što su visokogradnje, mostovi, kranovi, različite konstrukcije i sl. najčešće se, kod velikih zahtjeva tačnosti, vrši preciznim nivelirom i invarskim nivelmanskim letvama za određivanje vertikalnih pomjerenja, a preciznim sekundnim teodolitom, za određivanje položajnih pomjerenja objekta. Odmah treba istaći da ovi radovi na različitim tipovima objekata imaju svoje specifičnosti, da svaki konkretan zadatak iziskuje konkretno rješenje, kako po načinu mjerenja tako i po izboru optimalne tačnosti, pa prema tome i pribora za mjerenje.

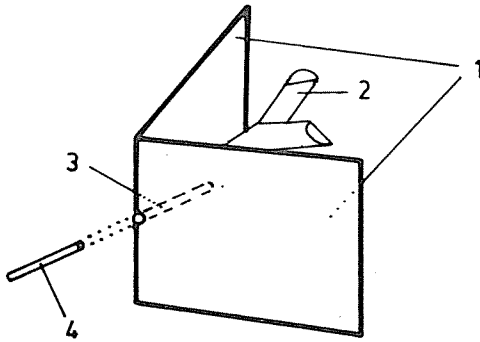
Kod ovih radova, gdje se radi o potrebi postizanja velike tačnosti mjerenja, posebna pažnja se mora posvetiti eliminaciji pogrešaka koje proističu iz neispravnosti instrumentarija i pribora za mjerenje. Drugim riječima, potrebno je instrumentarij i pribor u potpunosti ispitati i rektifikovati i na taj način i praktično eliminisati pogreške koje proističu iz neispravnosti instrumentarija i pribora.

Medjutim, i pored posvećivanja pune pažnje ispravnosti instrumentarija i pribora za mjerenje, ipak sama upotreba istog često izaziva pogreške koje je teško uvijek anulirati, te moramo ih smatrati neizbježnim, nedefinisane su po veličini, a njihovo postojanje je evidentno obzirom na tačnost mjerenja koja se postiže. Dio pribora, koji i pored potpune nektifikovanosti samom upotrebom izaziva određene pogreške, su nivelmanske letve. Te pogreške nastaju usljed boljeg ili lošijeg postavljanja letve na reper, vertikaliziranja letve u momentu čitanja, a kod preciznijih mjerenja često utječaja ima i očišćenost repera na koji se postavlja letva, pa i eventualna korozija repera.

Da bi se eliminisale ove nedefinisane, a ipak neizbježne pogreške, na Odsjeku za geodeziju Gradjevinskog fakulteta u Sarajevu, kod oskultacija, odnosno mjerenja u svrhu određivanja visinskih pomjerenja visokogradnji (zgrada) ili nekih sličnih objekata, u toku izgradnje i nakon izgradnje u toku eksploatacije, razradjen je metod rada iz kojeg je u dobroj mjeri ili potpuno isključena upotreba nivelmanskih letava.

Za ovaj postupak izradjen je poseban reper koji je prikazan na slici 1\*. Gradjen je od željeza u obliku L-profila. Moguće ga je ugraditi u ugao zgrade, tako da su plohe repera<sup>1)</sup> u istoj ravnini sa ploham zidova zgrade, tj. da reper ne strši izvan ploha zidova zgrade. U prostoru pravog

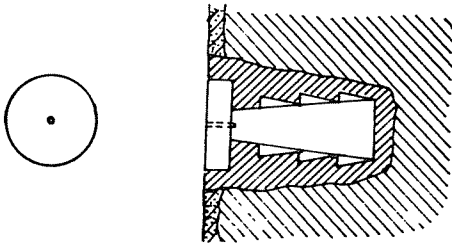
Reper izradjen po ideji prof. I. Aganovića



Slika 1.

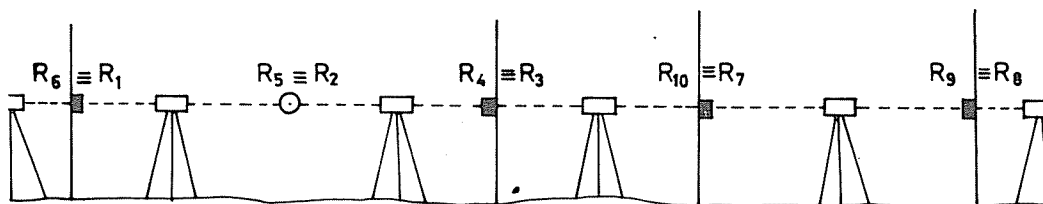
Ugla između ploha repera zavaren je anker koji se na svom kraju račva <sup>2)</sup> što omogućuje čvrstinu ugradjenog repera i onemogućava njegovo vadienje. U pravcu simetrije pravog ugla isbušena je rupica promjera 2 mm i dubine 10 mm<sup>3)</sup>. U rupicu, u toku mjerenja, ulaže se iglica istog promjera, koja služi kao visinski vizurni signal.<sup>4)</sup>

Ako postoji potreba za ugrađivanjem repera i u zidove između dvaju uglova zgrade obično se koristi reper prikazan na slici 2, tzv. visoki reper sa rupicom, koji se posebno za svrhu oskultacija rade nešto manjih dimenzija od uobičajenih.



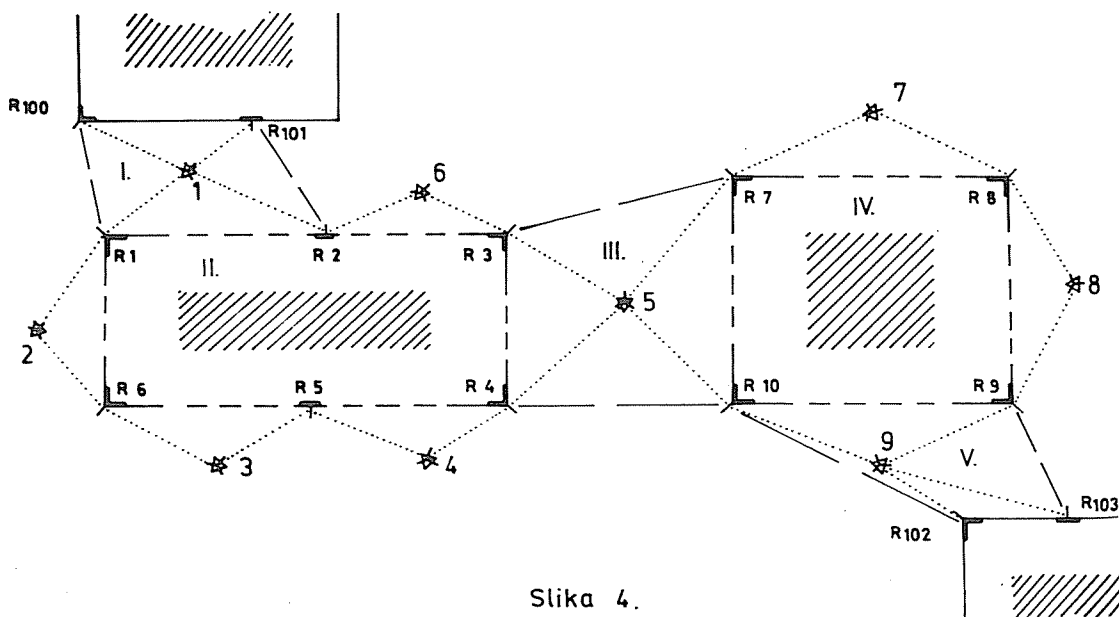
Slika 2.

Ovakvi repéri ugrađuju se na jednom ili više objekata, na mjestima koje odgovarajući stručnjak odredi, ali svi na istoj visini sa tolerancijom od 2 - 3 mm (slika 3). To je moguće postići pošto se prethodno izvrši niveliranjem obilježavanje horizontalnih linija (riseva) na svim mjestima, jednog ili više objekata, gdje je predviđeno da se ugrade repéri, s tim da su



Slika 3.

svi oni u jednoj horizontalnoj ravnini sa tolerancijom od 2 - 5 mm.



Slika 4.

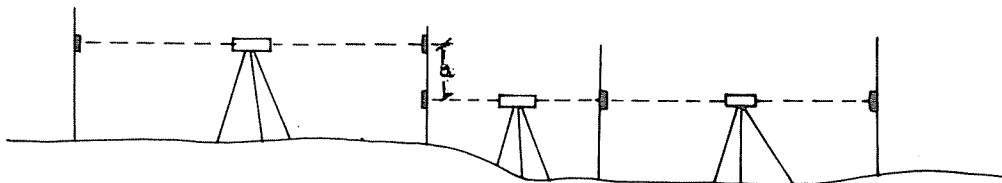
Isto tako, gdje god je to moguće treba i vezne repere koje postavljamo na čvrste objekte takodje ugraditi u približno istoj visini sa oskultacionim reperima na objektima čije visinsko ponašanje pratimo.

Ovi vezni reperi treba da su tako postavljeni da im je visinski položaj konstantan i da postoji mogućnost permanentne kontrole stabilnosti tih repera (udvojeni reperi i mogućnost odredjivanja, prilikom svakog mjerenja, visinskih razlika izmedju veznih repera, čija konstantnost nam svjedoči o njihovoj stabilnosti).

Ova kontrola se povremeno vrši i od bliskih državnih repera, od kojih je inače nivelano u okviru nultog mjerenja u svrhu odredjivanja nadmorske visine početnog veznog repera.

Na slici 4. prikazan je slučaj gdje je moguće visinske razlike izmedju veznih udvojenih repera ( $R_{100}$  i  $R_{101}$ ;  $R_{102}$  i  $R_{103}$  i izmedju veznih i repera na objektu koji se oskultira dobiti jednom nivelmanskom stranom (stajalištem) što je obzirom na potrebnu tačnost veoma poželjno).

Ako nije moguće obezbijediti da svi vezni i oskultacioni reperi budu u jednoj ravnini, nego se nalaze u dva ili više nivoa poželjno je, da po mogućnosti, ostvarimo situacijom kao na slici 5, tj. da na dijelu gdje se mijenja kaskadno nivo repera imamo udvojene repere na jednom zidu po vertikali na razmaku "a" koju je veličinu dovoljno precizno izmjeriti pantljkikom kod prvog mjerenja i tu veličinu usvojiti kod svih narednih mjerenja, obzirom da se ona ne može mijenjati.

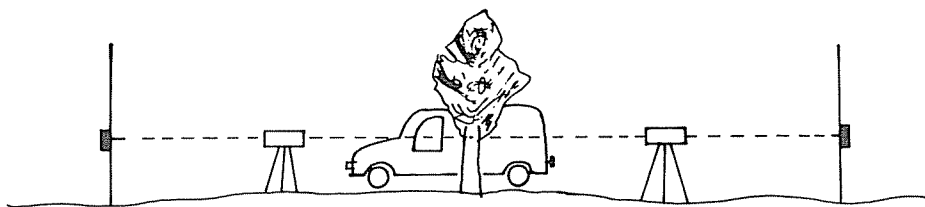


Slika 5

Ukoliko su vezni reperi podalje od objekta koji oskultiramo, pa nije moguće jednom nivelmanskom stanicom odrediti visinsku razliku izmedju veznog i oskultiranog repera, ipak vezni oskultirani reperi treba da su približno u jednoj horizontalnoj ravnini, a nivelanje treba izvršiti preko vezne (veznih) tačaka obilježanih privremeno na nekom postojećem objektu (zgrada, bandera, drvo ili slično) ili samo za tu priliku postavljenom objektu (stub, neko vozilo ili slično) (slika 6.).

Ako stalni (čvrsti) reperi ipak nisu u istom nivou sa oskultacionim mogu se ugraditi i kod uspostavljanja veze od stalnih do oskultacionih repera, udvojeni po vertikalni, vezni reperi na jednom objektu, kao što je prikazano na slici 5.

Na slici 4. prikazan je raspored stajališta nivelira u svrhu odredjivanja visinskih razlika izmedju susjednih veznih i oskultacionih repera (stajališta 1 do 9).



Slika 6.

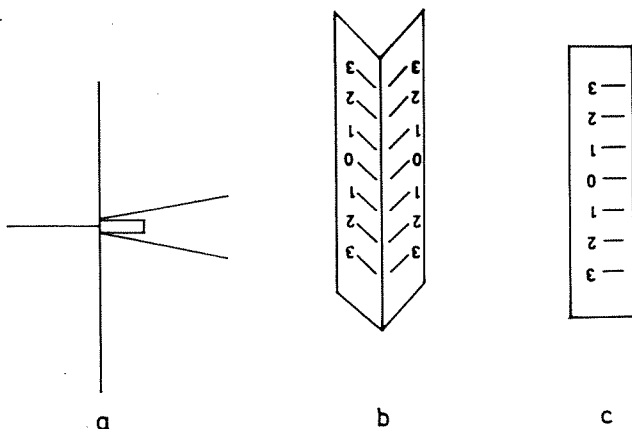
Obzirom da su svi ili grupa veznih i oskultacionih repera približno u istoj ravnini potrebno je nivelir izdizati ili spuštati, sve dok se dva susjedna repera ne nadju (po visini) u zahvatu mikrometra sa planparalelnom pločom preciznog nivelira (10 mm kod W-3 Wild, odnosno 5 mm kod Koni oo7 Zeiss Jena).

Izdizanje i spuštanje nivelira za veće iznose vršimo promjenom dužine nogu stativa, (koristeći stativ sa promjenljivom dužinom), a za manje vrijednosti istosmjernim okretanjem položajnih vijaka za iste iznose.

U momentu kada se reperi, koje želimo sa te stanice opažati, nadju u zahvatu mikrometra sa planparalelnom pločom može se preći na mjerenje raklječi iglice uložene u rupice repera (slika 7.a).

Medjutim, u toku vremena dolazi do promjene visine svih repera za približno iste veličine kod ravnomjernog slijeganja objekta ili za različite vrijednosti kod neravnomjernog slijeganja. U tom slučaju reperi mogu "izaći" iz zahvata mikrometra na niveliru pa će biti onemogućeno direktno nivelanje, direktno raklječi iglice na reperu.

U tom slučaju se koriste, specijalno za ovu svrhu izradjeni lenirići prikazani na slici 7.b) i c). Naravno, u nedostatku ovih lenirića moguće je izvršiti mjerenje i uz pomoć bilo kakve centimetarske, odnosno polucimetarske podjele.



Slika 7.

Kod mjerenja direktno na repere čitanja su u milimetrima i desetim dijelovima milimetra, a pri korišćenju lenirića u centimetrima, milimetrima i desetim dijelovima milimetra.

Zapisnik očitavanja u skladu sa slikom 4. bić bi:

	I mjerenje	II mjerenje	Sredina	Primjedba
	( u 1/10 milimetra )			
1. $R_{100}$	x 4,80	x 4,79	x 4,80	lenirić
2. $R_{101}$	x 4,37	x 4,40	x 4,39	lenirić
3. $R_1$	28	26	27	-
4. $R_2$	54	52	53	-

Kada se izvrši čitanje svih repere sa jedne stanice, u mogućnosti smo izvršiti izvjesno izdizanje i spuštanje instrumenta (vizure) položajnim vijcima pa nakon toga ponoviti očitavanje na svim reperima. Pri ovom treba izdići ili spustiti vizuru toliko da i nakon toga svi repere ostanu u zahvatu mikrometra. Na ovaj način dolazimo do drugog čitanja što nam eliminiše mogućnost grube greške, a povećava općenito tačnost.

Na uobičajeni način se izvrši računanje visinskih razlika i kontrolno zatvaranje poligona (na slici 4. označeni sa I do V), što je dato u slijedećoj tabeli.

Vrijednosti date u 1/10 mm

I		II		III		IV		V	
R <sub>102</sub>		R <sub>1</sub>		R <sub>3</sub>		R <sub>7</sub>		R <sub>102</sub>	
R <sub>101</sub>	+41	R <sub>2</sub>	-26	R <sub>7</sub>	+5	R <sub>8</sub>	-7	R <sub>10</sub>	+1
R <sub>2</sub>	-614	R <sub>3</sub>	-28	R <sub>10</sub>	-100	R <sub>9</sub>	-17	R <sub>9</sub>	-5
R <sub>1</sub>	+26	R <sub>4</sub>	-119	R <sub>4</sub>	-21	R <sub>10</sub>	+5	R <sub>103</sub>	+17
R <sub>100</sub>	+547	R <sub>5</sub>	+28	R <sub>3</sub>	+119	R <sub>7</sub>	+23	R <sub>102</sub>	-15
		R <sub>6</sub>	-5						
		R <sub>1</sub>	+14,8						
$[\Delta h]_{R=00}$			-02		+03		+04		-02

Izravnanje se izvrši na najprikladniji način.

Rezultati se daju u posebnoj tabeli prikazanoj na slijedećoj strani, a sadrži slijedeće podatke: broj repera, nadmorske visine sa naznakom datuma mjerenja, razlike nadmorskih visina dobivenih iz posljednjeg i pretposljednog mjerenja, te iz posljednjeg i nultog (prvog) mjerenja, tj. ukupna promjena visine od nultog mjerenja.

Ova metoda mjerenja pokazala se veoma pogodna i nakon dugogodišnjeg iskustva može se reći da ima nad uobičajenim načinom praćenja visinskog pomjeranja objekata slijedeće prednosti.

PREGLED VISINA I VISINSKIH POMJERANJA

Objekat: Južni neboder

(kote date u metrima)

razlike date u milimetrima)

Broj tačke	0			I	II	I-0	II-I	II-0
	24.4.80.	25.5.80.	23.6.80					
R <sub>100</sub>	534, 8236	,8236	,8236			0,0	0,0	0,0
R <sub>101</sub>	534, 8277	,8277	,8277			0,0	0,0	0,0
R <sub>102</sub>	534, 7536	,7536	,7536			0,0	0,0	0,0
R <sub>103</sub>	534, 7551	,7551	,7551			0,0	0,0	0,0
.1	534, 7689	,7680	,7671			- 0,9	- 0,9	- 1,8
.2	534, 7663	,7652	,7643			- 1,1	- 0,9	- 2,0
.3	534, 7635	,7625	,7615			- 1,0	- 1,0	- 2,0
.4	534, 7516	,7507	,7496			- 0,9	- 1,1	- 2,0
.5	534, 7544	,7536	,7525			- 0,8	- 1,1	- 1,9
.6	534, 7539	,7730	,7720			- 0,9	- 1,0	- 1,9
.7	534, 7640	,7629	,7620			- 1,1	- 0,9	- 2,0
.8	534, 7633	,7620	,7609			- 1,3	- 1,1	- 2,4
.9	534, 7616	,7604	,7596			- 1,2	- 0,8	- 2,0
.10	534, 7621	,7610	,7600			- 1,1	- 1,0	- 2,1

1) u većoj mjeri ili potpuno isključuje se korišćenje nivelmanske letve a samim tim mjerenja se oslobadaju pogrešaka koje proističu iz tog korištenja, što znači da je moguće postići veću tačnost;

2) rad postaje višestruko ekonomičniji i to:

- kod stručnjaka sa određenim iskustvom na ovim poslovima proces rada postaje brži u odnosu na uobičajeni način mjerenja;
- obzirom na red veličine čitanja na optičkom mikrometru računanje visinskih razlika, zatvaranje poligona, kao i računanje kota osmatranih tačaka (repera) je jednostavnije i zahtijeva manje vremena;
- obzirom da se u većoj mjeri ili potpuno isključuje korištenje nivelmanskih letava uobičajeni broj pomoćnih radnika se smanjuje i svodi na jednog do dva pomoćna radnika i
- u slučaju da se nivelmanske letve potpuno isključuju iz korišćenja, te uz smanjen broj pomoćnih radnika, ekipa za mjerenje postaje mobilnija, a sveukupan posao ugodniji.

Cilj ovog članka je upoznavanje geodetskih stručnjaka sa još jednim načinom mjerenja visinskih pomaka objekata, u toku i nakon izgradnje, koji u odnosu na uobičajeni način ima evidentnih prednosti.