

ISPITIVANJE PODJELE LETAVA ZA NIVELMAN VISOKE TAČNOSTI POMOCU SPECIJALNOG KOMPARATORA

Tomislav Šimuncvić, dipl.inž.

Danas se od nivelmana zahtijeva da mjeri vecma male visinske promjene, čiji rezultati služe u razne naučne i tehničke svrhe. Dugo se imalo povjerenja u invarske mjerne letve, koje služe za radove nivelmana visoke tačnosti. Međutim, podjela na njima se u prvom redu pogrešno nanosi, a i vremenom se može promijeniti, te je neophodno utvrditi odstupanja i u izmjerene visinske razlike uvoditi sračunate popravke dobijene na osnovu komparisanja letava. Nekada su letve komparisane pomoću invarskog lenjira, zvanog "ženevski lenjir", danas, zahvaljujući napredku nauke i tehnike one se komparišu pomoću posebnog uređaja nazvanog "specijalni komparator". Par letava sa komparisac pomoću specijalnog komparatora koji se nalazi u preduzeću "Zrak" u Sarajevu.

Specijalni komparator ili, kako ga još nazivaju, "Univerzalni dužinomjer" služi za mjerenje dužina više tačnosti, prije svega na predmetima dužine do 3 m kao npr.:

Mjerilima sa crticama, na mjernicima, mjernim trakama, mjernim letvama i sl. Njegova primjena je višestruka. Sa tim instrumentom se mogu mjeriti kalibri svih vrsta, kao na primjer: kontrolni prstenci, kontrolni trncvi, kontrolni trncvi za navođ i slični predmeti, te ispitivati gabariti kalupa. Osim toga se može mjeriti porast na vretenima navoja i vodećim vretenima, kao razmak podjela na letvama.

Instrument se sastoji iz: mjernog postolja, mjernog nosača, mjernog uređaja, mjernog mikroskopa, te malih ravnih stolova za mjerenje podjela.

Mjerno postolje služi kao nosač za mjerila, mjerni uređaj i predmete ispitivanja. Mjerni nosač se nalazi na prednjoj površini vođenja mjernog postolja i pomoću dva zavrtnja je čvrsto povezan sa mjernim postoljem. Mjerni uređaj se sastoji iz dvaju mjernih saonica: donjih i gornjih. Donje saonice nose mikroskop za čitanje sa kojim se posmatraju podjele mjerila, kao i jedne 100 mm dugi staklenc mjerilo sa 0,1 mm vrijednosti skale. Mikrometar sa obrtnom ručicom je čvrsto postavljen na donjim saonicama. Ručica se okreće pomoću dugmeta za podešavanje, a čitanje skale u mikroskopu za čitanje. Time se 0,1 mm-ska podjela mjerila dijeli na stote i hiljadite dijelove milimetra. Za optička mjerenja podjela upotrebljava se mjerni mikroskop za mjerenje podjela. On u normalnoj izvedbi ima ukupno povećanje za 30 X. Mali ravni stolovi za mjerenje podjela služe za ispitivanje dugaćkih ravnih predmeta, kao na primjer: mjerne letve, razmjernike itd.

Kod mjerenja crtne podjele kao što je podjela na letvama, mjerena se vrijednost dobiva kao razlika dvaju čitanja. Donje saonice se prvo pričvrste prema indeksnoj crti na mjernom postolju. Tada

se gornje saonice pomjeraju dotle, dok se ne pojavi mjerno mjesto u vidnom polju mikroskopa. U tom položaju, gornje saonice se pritegnu prema donjim saonicama. Okretanjem odgovarajućeg prstena za podešavanje mjerni mikroskop se podesi tačno na podjelu koju treba mjeriti. Sada se opet pomoću odgovarajućeg dugmeta za podešavanje, donje saonice pomjeraju tako daleko, dok na mikroskopu za čitanje crta mjerila u gornjem isječku vidnog polja ne bude stajala simetrično između čuple crte (bisektora). Okretanjem dugmeta za podešavanje mjerni mikroskop se podesi tako da jedan par crta (dupla crta) revolverskog okulara simetrično zatvara podjelnu crtu koja se mjeri.

Mjerne vrijednosti se čitaju nakon što se sa dugmetom za podešavanje najbliža crta desetinskog milimetarskog mjerila, simetrično podesi prema svijetlećoj crti.

Prema tome, zadana mjerna vrijednost od mjernog mjesta I do II dobiva se kao razlika dvaju čitanja.

Letve sam komparisao na opisani način, s tim da sam mjerio stvarne dužine decimetara i određivao razlike δ između nominalne i izmjerenih vrijednosti decimetarske podjele i ustanovio karakter tih razlika računskim i grafičkim putem.

Računski sam postupio tako što sam formirao tabelu za svaku podjelu na letvi u koju sam unosio podatke dobivene kompariranjem, da bi kasnije obradom tih podataka utvrdio odstupanja i sračunao popravke.

Nakon što sam u tabeli formirao odstupanja δ i utvrdio da su u granicama dozvoljenog, prešao sam na određivanje dužine srednjeg metra za zadani par letava. Prvo sam našao "popravku za srednji metar" za svaku podjelu na letvama, koju sam sračunao po formuli $Q = 10 (\Delta)$ gdje je (Δ) srednja popravka decimetra. Potom sam našao "srednju popravku" za par letava koja je jednaka aritmetičkoj sredini iz popravki pojedinih letava. Popravke se lakše uvode ako se nadje "srednja dužina metra" kao koeficijent sredina iz sve četiri podjele. Prema tome je:

$$k = \frac{\text{izmjerena dužina podjele}}{4}$$

Ja sam za svoj par letava dobio koeficijent $k = 0,999968$. Velika prednost je u tome, što se njime direktno mjeri visinska razlika i ne treba uopće voditi računa o predznaku.

Grafički način se sastojao u tome da sam na apcisanu os nanio vrijednosti decimetara, a na ordinatnu-greške pojedinih decimetara, te na kraju, spajanjem početnog i zadnjeg decimetra, dobio srednju popravku podjele.

Letva je u dosta visem stanju, prilično ispravnica i savršena po svu mjerenu m. pojedina mjestima zbog nejednake izlaga praljena.

700	00 00.059 00 00.063 00 84.527	00 00.061						
710	00 84.533 01 84.536	00 84.530	00 84.469	84.469	- 0.031	- 0.028	0.0002	
720	01 84.536 02 84.519	01 84.536	01 00.006	184.475	+ 0.006	+ 0.009		
730	02 84.515 03 84.508	02 84.517	00 99.981	284.456	- 0.019	- 0.016	0.0003	
740	03 84.515 04 84.504	03 84.512	00 99.995	384.451	- 0.005	- 0.002		
750	04 84.506 05 84.502	04 84.505	00 99.993	484.444	- 0.007	- 0.004		
760	05 84.512 06 84.500	05 84.507	01 00.002	584.446	+ 0.002	+ 0.005		
770	06 84.497 07 84.494	06 84.499	00 99.992	684.438	- 0.008	- 0.005		
780	07 84.496 08 84.483	07 84.495	00 99.996	784.434	- 0.004	- 0.001		
790	08 84.494 09 84.489	08 84.488	00 99.993	884.427	- 0.007	- 0.004		
800	09 84.496 10 84.500	09 84.493	01 00.005	984.432	+ 0.005	+ 0.008		
810	10 84.511 11 84.505	10 84.505	01 00.012	1084.444	+ 0.012	+ 0.015	0.0001	
820	11 84.499 12 84.499	11 84.502	00 99.997	1184.441	- 0.003	± 0.000		
830	12 84.504 13 84.501	12 84.502	01 00.000	1284.441	± 0.000	+ 0.003		
840	13 84.500 14 84.502	13 84.500	00 99.998	1384.439	- 0.002	+ 0.001		
850	14 84.495 15 84.498	14 84.498	00 99.998	1484.437	- 0.002	+ 0.001		
860	15 84.492 16 84.492	15 84.495	00 99.997	1584.434	- 0.003	± 0.000		
870	16 84.487 17 84.485	16 84.490	00 99.995	1684.429	- 0.005	- 0.002		
880	17 84.479 18 84.486	17 84.482	00 99.992	1784.421	- 0.008	- 0.005		
890	18 84.479 19 84.475	18 84.483	01 00.001	1884.422	+ 0.001	+ 0.004		
900	19 84.475 20 84.474	19 84.475	00 99.992	1984.414	- 0.008	- 0.005		
910	20 84.477 21 84.471	20 84.477	01 00.002	2084.416	+ 0.002	+ 0.005		
920	21 84.471 22 84.470	21 84.475	00 99.998	2184.414	- 0.002	+ 0.001		
930	22 84.478 23 84.484	22 84.478	01 00.006	2284.414	- 0.002	+ 0.009		
940	23 84.472 24 84.475	23 84.481	00 99.998	2384.420	+ 0.006	+ 0.001		
950	24 84.472 25 84.473	24 84.479	00 99.995	2484.418	- 0.002	- 0.002		
960	25 84.473 26 84.476	25 84.475	01 00.001	2584.413	- 0.005	+ 0.004		
970	26 84.476 27 84.460	26 84.476	01 00.001	2684.414	+ 0.001	+ 0.004		
980	27 84.460 28 84.459	27 84.476	00 99.983	2784.415	+ 0.001	- 0.014	0.0002	
990	28 84.458 29 84.458	28 84.459	01 00.003	2884.398	- 0.017	+ 0.006		
600	29 84.458 29 84.458	29 84.462	00 99.996	2984.401	+ 0.003	- 0.001		
		29 84.458		2984.397	- 0.004			

Temperatura: u početku kompariranja 21,6
pri kraju 21,2

Dužina letve: 2999.897 mm

$$(\Delta) = \frac{-0.103}{70} = -0.00147$$

$$m = \pm 0.019$$

Na kraju sam ocijenio tačnost mjerenja za sve četiri podjele na obje letve. Na osnovu rezultata koje sam dobio zaključio sam da su sve četiri serije opažanja podjednake tačnosti. Poslije toga sam ispitao da li se greške decimetarske podjele pokrivaju normalnom zakonu razdiobe. Došao sam do rezultata da postoje neka mala odstupanja od normalnog zakona razdiobe, te da su rezultati i sa te strane uglavnom zadovoljavajući.

Želio bih na kraju naglasiti da sam letve komparisao u horizontalnom položaju, a to nije njihov radni položaj. Stoga smatram da bi trebalo razraditi metodu za komparisanje letava kada su one postavljene u vertikalni položaj pa bi se na ovaj način eventualno uspješno mogle izbjeći greške koje se odnose na njen položaj prilikom komparisanja.

Iz tabele se vide tačnosti navodjenja sektora na crticu. Razlike navodjenja u dva položaja, naprijed - nazad kreću se od $0-6\mu$, što se ne postiže nikakvim drugim priborom kojim raspolažemo. To je tim značajnije što su podjele na letvama dosta oštećene.

Rad koji sam obavio imao je ispitivački karakter. Pokazalo se da u SRBiH raspolažemo sa visokokvalitetnim komparatorom letava i sve letve za NVT i PN bi ubuduće trebalo komparisati na ovom komparatoru.