

Nivelmanski instrument »ZRAK«

— Ispitivanje tačnosti —

Preduzeće »Zrak« u Sarajevu izradilo je jedan vrlo prikladan nivelmanski instrument sa elevacionim zavrtnjem, namijenjen za tehnički i detaljni nivelman. Grupa niže navedenih stručnjaka izvršila je ispitivanje prikladnosti za rad kao i tačnosti dvaju ovakvih instrumenata, koje im je tvornica stavila na raspolaganje za tu svrhu. U daljem izlaganju prikazan je cijeli tok toga ispitivanja.

I. TERENSKI RAD

U svrhu ispitivanja tačnosti odabrana je nivelmanska mreža, koja je prikazana na priloženoj skici. Ona se sastoji iz 16 nivelmanskih vlakova sa 35 nivelmanskih strana, ukupne dužine 11 km. Ovih 16 vlakova obrazuju 7 zatvorenih poligona. Prosječna dužina nivelmanskih strana iznosi 0,307 km, a nivelmanskih vlakova 0,672 km.

Stalne visinske tačke ove mreže sačinjavaju 22 nivelmanska repera gradske nivelmanske mreže i 6 poligonih tačaka poligone mreže grada Sarajeva. Nivelmanski reperi su stabilizovani na uobačijeni način; i to 21 reper horizontalno ugrađen u zidove zgrada a 1 reper vertikalno ugrađen u betonskom stupcu. Tri poligone tačke stabilizovane su betonskim stubovima sa željeznim šipkama kao centrom, dok su tri obilježene sa željeznim klipovima zabijenim u betonsku i asfaltnu posteljicu ulica.

Niveliranje je vršeno u vremenu od 7 do 28 maja 1956 godine sa nekoliko prekida radi kiše, koja je u to vrijeme često padala.

Cjelokupna mreža iznivelirana je u dva pravca tako, da je u stvari iznivelirano 21,46 km vlakova. Prosječan broj upotrebljenih stajališta instrumenta iznosi 500 tako, da je prosječna dužina vizure iznosila 21,5 m. Prethodno je bilo na temelju ispitivanja ustanovljeno, da dužina vizure ne treba da prelazi 35 m.

Niveliranje su vršila tri opservatora sa tri instrumenta, nezavisno jedan od drugoga, kako slijedi:

1. *Muhamedagić Husein*, sa preciznim nivelmanskim instrumentom *Wild N 3 br. 31731* i invarskim letvama broj 81 i 82 sa dvostrukom centimetarskom podjelom. Instrument i letve su vlasništvo Geodetske uprave NR BiH,

2. *Ing. Faruk Filipović*, sa nivelmanskim instrumentom »Zrak« br. 125 i invarskim letvama *Wild* broj 81 i 82.

3. *Ing. Ismet Aganović*, sa nivelmanskim instrumentom »Zrak« br. 120 i Wildovim invarskim letvama broj 55 i 56, vlasništvo Tehničkog fakulteta u Sarajevu.

U svakoj radnoj ekipi radili su pored opservatora još i po 1 pisar i 3 figuranta (2 za nošenje letava a 1 za nošenje suncobrana). Figuranti su bili učenici Geodetske srednje tehničke škole, dok su pisari bili studenti Tehničkog fakulteta.

Prije početka rada instrumenti su bili ispitani i rektifikovani na poznat način. Invarske letve nisu za ovaj rad posebno ispitivane, pošto nismo raspolagali sa odgovarajućim uređajem za ispitivanje. Oslonili smo se na ispitivanja vršena dvije

godine ranije, jer smo smatrali, da na rezultat ispitivanja ovog instrumenta, koji nije namijenjen za nivelman visoke tačnosti, eventualna minimalna netačnost Wildovih invarskih letava neće imati nikakvog uticaja.

Za opservatore su odabrani stručnjaci sa velikim terenskim iskustvom iz radova na nivelmanu. Stoga nije vršeno nikakvo prethodno uvježbavanje. Očitavanja su vršena na obje podjele na letvi.

Za rad je odabirano vrijeme povoljno za niveliranje. Niveliranje je izvedeno na uobičajeni način onako, kako se to vrši u praksi, bez neke naročite »ispitivačke« pažnje. Prosječno je opažano po 10 stajališta na radni sat.

Rezultati neposrednog niveliranja upisivani su u nivelmanski formular broj 1. Obrazovanje sredina izvršeno je u nivelmanskom obrascu broj 2. Podaci iz obrasca broj 2 prepisani su u priloženu *Tabelu 1*, za svaki od navedena 3 instrumenta odvojeno; i to za 35 nivelmanskih strana, a u *Tabelu 2* za 16 nivelmanskih vlakova.

U tabelama 1 i 2 upisani su:

u stupcu 1 redni brojevi nivelmanskih strana odnosno vlakova

u stupcima 2 i 3 brojevi repera odnosno poligonih tačaka

u stupcu 4 dužine S nivelmanskih strana odnosno vlakova u km

u stupcu 5 drugi korijeni \sqrt{S} dužina u km

u stupcima 6, 10 i 14 visinske razlike Δh , prepisane iz nivelanskog formulara broj 2, u metrima

u stupcima 7, 11 i 15 razlike d u milimetrima između visinskih razlika dobivenih niveliranjem naprijed i nazad

$$d = \Delta h_{\text{naprijed}} - \Delta h_{\text{nazad}}$$

u stupcima 8, 12 i 16 sračunate su veličine $\frac{d}{s}$

u stupcima 9, 13 i 17 sračunate su veličine $\frac{d}{\sqrt{s}}$

Pri dnu tabela sračunati su zbrojevi u stupcima 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16 i 17

Ispod ovih zbrojeva sračunate su ukupne srednje i sistematske greške, za svaki instrument posebno.

II. ODREĐIVANJE SREDNJE GREŠKE m_0 NA 1 KM NIVELANJA U DVA PRAVCA

Određivanje srednje greške m_0 na 1 km nivelanja u dva pravca izvršeno je na o načinu i to:

1. Iz razlika d između visinskih razlika Δh dobivenih nivelanjem naprijed i nazad
2. Iz razlika d' između visinskih razlika Δh dobivenih nivelanjem instrumentima Wild N 3 i »Zrak« i to:
 - a) Sa neizravnatim visinskim razlikama $\Delta h'$ dobivenim pomoću oba instrumenta
 - b) Sa izravnatim visinskim razlikama dobivenim instrumentom Wild N 3 i neizravnatim dobivenim instrumentom »Zrak«
 - c) Sa izravnatim visinskim razlikama dobivenim sa oba instrumenta.
3. Iz popravaka v dobivenih izravanjem mreže.
Za prva dva načina srednja greška m_0 sračunata je po dva puta: jedanput za 35 nivelmanskih strana, drugi put za 16 nivelmanskih vlakova.

1. Iz razlika d između visinskih razlika dobivenih nivelanjem naprijed i nazad

Ukupna srednja greška m_0 na 1 km nivelanja u dva pravca, sračunata je po poznatoj formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{d}{s} \right]}$$

u kojoj oznake predstavljaju:

n = broj visinskih razlika

S = dužina nivelmanskih strana odnosno vlakova u km

d = razlike između visinskih razlika dobivenih nivelanjem naprijed i nazad, izražene u mm, t. j.

$$d = \Delta h_{\text{naprijed}} - \Delta h_{\text{nazad}}$$

U tabeli 1 izvršeno je računanje za 35 nivelmanskih strana, a u tabeli 2 za 16 nivelmanskih vlakova. Rezultati računanja iskazani su u slijedećoj tabeli:

<i>Wild N 3</i>	<i>Zrak br. 125</i>	<i>Zrak br. 120</i>
$\pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{144,73}{35}} = \pm 1,01 \text{ mm}$	$\pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1662,97}{35}} = \pm 3,45 \text{ mm}$	$\pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1706,86}{35}} = \pm 3,48 \text{ mm}$
$\pm \frac{1}{1} \cdot \sqrt{\frac{39,58}{16}} = \pm 0,79 \text{ mm}$	$\pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{567,02}{16}} = \pm 2,98 \text{ mm}$	$\pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{549,03}{16}} = \pm 2,93 \text{ mm}$

Ukupne srednje greške, sračunate na ovaj način, sadrže u sebi kako slučajne, tako i sistematske pogreške. Da bi se iz njih isključio uticaj sistematskih pogrešaka, potrebno je ove sračunati.

Sistematska pogreška σ na 1 km nivelanja računa se po poznatoj formuli:

$$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \left(\left[\frac{d}{\sqrt{S}} \right] : \left[\sqrt{S} \right] \right)$$

Računanje sistematskih grešaka izvršeno je također u priloženim tabelama 1 i 2. Za pojedine instrumente dobijeni su ovi iznosi:

<i>Wild N 3</i>	<i>Zrak br. 125</i>	<i>Zrak br. 120</i>
$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+ 11,50}{18,67} = + 0,32 \text{ mm}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{+ 13,72}{18,62} = + 0,37 \text{ mm}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{+ 13,89}{18,62} = + 0,37 \text{ mm}$
$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+ 6,87}{18,67} = + 0,18 \text{ mm}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{+ 5,38}{18,67} = + 0,14 \text{ mm}$	$\frac{1}{2} \cdot \frac{+ 5,69}{18,67} = + 0,15 \text{ mm}$

Kao što se vidi, sistematske greške σ na 1 km nivelanja su vrlo malene u odnosu na ukupne srednje greške m_0 . Stoga se one mogu potpuno da zanemare. Veličine sistematskih grešaka za sva tri instrumenta gotovo su potpuno jednake za svaku grupu podataka.

Srednje greške m_0 za oba instrumenta »Zrak« također su gotovo potpuno jednake. Za instrument *Wild N 3* one su znatno manje, što je i razumljivo. One su za taj instrument nešto i prevelike. Ovo je nastalo radi toga, što su neke nivelmanske strane dosta nepovoljne za niveliranje (jako strm i mekan teren), pa su neke razlike d prevelike i znatno su uticale na veličinu srednje greške. Osim toga, kako je to ranije napomenuto, samo niveliranje nije vršeno sa pretjeranom »ispitivačkom« tačnošću. Donekle je to i uticaj dosta starih invarskih letava broj 81 i 82, kod kojih su neka podjeljenja oštećena.

Veličine srednjih grešaka za svaki instrument, prvi put sračunate iz 35 nivelmanskih strana, a drugi put iz 16 nivelmanskih vlakova međusobno se za male iznose razlikuju. Druge su manje od prvih, što se moglo i očekivati, jer se spajanjem nekoliko nivelmanskih strana u jedan vlak, slučajne greške donekle poništavaju.

Veće razlike između sistematskih grešaka za prvu i drugu skupinu podataka mogu se objasniti nesigurnošću formule za određivanje sistematske greške, kao i relativno malim brojem opažanja.

2. Iz razlika d između visinskih razlika dobivenih instrumentima Wild N 3 i »Zrak«

a) Računanje sa neizravnatim visinskim razlikama dobivenim pomoću oba instrumenta

Visinske razlike $\Delta H'$ dobivene niveliranjem sa instrumentom Wild N 3 mnogo su tačnije od onih dobivenih sa instrumentom »Zrak« radi toga, što je Wildov instrument N 3 nivelir prvoga reda, sa ugrađenom plan-paralelnom pločom i mikrometrom za očitavanje najmanjih dijelova centimetra, namijenjen za nivelman visoke tačnosti. Stoga se može sa vrlo velikom vjerovatnošću smatrati, da su visinske razlike dobivene ovim instrumentom, u odnosu na visinske razlike dobivene niveliranjem »Zrak«, bez pogrešaka. Sa usvojenom ovom pretpostavkom, srednja greška m_0 na 1 km nivelanja u dva pravca računa se po formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \left[\frac{d'd'}{S} \right]}$$

U ovoj formuli oznake n i S imaju isto značenje kao i u prethodnoj formuli, dok oznake d' predstavljaju razlike između visinskih razlika $\Delta H'$ dobivenih instrumentom Wild N 3 i visinskih razlika $\Delta h'$ dobivenih instrumentom »Zrak«, dakle

$$d' = \Delta H' - \Delta h'$$

Računanje srednjih grešaka m_0 iz 35 nivelmanskih strana izvršeno je u priloženoj tabeli 3, a iz 16 nivelmanskih vlakova u tabeli 4, i to za svaki instrument posebno. Dobijeni su ovi rezultati:

Zrak br. 125	Zrak br. 120
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{928,1}{35}} = \pm 5,13 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1223,9}{35}} = \pm 5,92 \text{ mm}$
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{243,5}{16}} = \pm 3,90 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{472,9}{16}} = \pm 5,44 \text{ mm}$

Ovako sračunate srednje greške znatno su veće od onih, koje su sračunate po načinu 1. Ovo je potpuno i razumljivo s obzirom da usvojena pretpostavka nije potpuno tačna.

Sistematska greška σ na 1 km nivelanja sračunata je i ovdje po istoj formuli:

$$\sigma = \frac{1}{2} \left(\left[\frac{d}{\sqrt{S}} \right] : \left[\sqrt{S} \right] \right)$$

Računanje je izvršeno u istim tabelama i dobijeni su ovi rezultati:

Zrak br. 125	Zrak br. 120
$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+22,6}{18,62} = +0,61 \text{ mm}$	$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+21,0}{18,62} = +0,56 \text{ mm}$
$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+29,63}{18,67} = +0,79 \text{ mm}$	$\sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{+23,23}{18,67} = +0,62 \text{ mm}$

Sada su veličine sistematskih grešaka veće nego ranije, što je razumljivo iz navedenih razloga. Stoga je sračunata srednja greška m_0 sa isključenim uticajem sistematske greške po formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \left[\frac{d''}{S} \right]}$$

u kojoj oznake d'' predstavljaju iznose:

$$d'' = d' - 2\sigma S$$

U priloženim Tabelama 3 i 4 sračunati su iznosi $-2\sigma \cdot S$ u stupcima 8 i 15, a veličine d'' u stupcima 9 i 16, dok su u stupcima 10 i 17 sračunate vrijednosti $\frac{d''}{S}$. Za oba instrumenta Zrak dobiveni su ovi rezultati:

Zrak br. 125	Zrak br. 120
$M_0 = \pm \frac{914,3}{35} = \pm 5,11 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \frac{1212,1}{35} = \pm 5,89 \text{ mm}$
$m_0 = \pm \frac{192,3}{16} = \pm 3,47 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \frac{461,6}{16} = \pm 5,37 \text{ mm}$

Ovako sračunate srednje greške bez sistematskih pogrešaka, kako se vidi, vrlo malo razlikuju od onih ranije sračunatih, sa sistematskom pogreškom.

b) Računanje sa izravnatim visinskim razlikama dobivenim instrumentom Wild N 3 i neizravnatim dobivenim instrumentom »Zrak«

Cjelokupna nivelmanska mreža, koja se sastoji iz 7 zatvorenih nivelmanskih poligona, kako se to vidi iz priložene skice, izravnata je po metodi uslovnih opažanja, načinom postepenog približavanja, i to za sve tri serije opažanja posebno. Visinske razlike dobivene instrumentom Wild N 3 izravnate su u priloženoj tabeli 9.0 samom izravnavanju biće riječi kasnije.

Izravnate visinske razlike ΔH dobivene instrumentom Wild N 3 mogu se sa još većom vjerovatnošću smatrati da su bez pogrešaka, u odnosu na visinske razlike dobivene instrumentom »Zrak«. Stoga smo izvršili ponovno računanje srednje greške m_0 na 1 km nivelanja u dva pravca, po istoj formuli kao i u prethodnom poglavlju, t. j. po formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \left[\frac{d''}{S} \right]}$$

U ovoj formuli d' sada pretstavljaju razlike između izravnatih visinskih razlika ΔH dobivenih instrumentom Wild N 3 i opažanih visinskih razlika $\Delta h'$ dobivenih instrumentom »Zrak«, t. j.

$$d' = \Delta H - \Delta h'$$

U priloženim Tabelama 5 i 6 obrazovane su razlike d u stupcima 5 i 8, a u stupcima 6 i 9 sračunati su iznosi $\frac{d'd'}{S}$, dok su pri dnu tabela sračunate srednje greške m_0 . Dobiveni su ovi iznosi:

Zrak br. 125	Zrak br. 120
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{922,8}{35}} = \pm 5,14 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1224,1}{35}} = \pm 5,92 \text{ mm}$
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{225,5}{16}} = \pm 3,76 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{405,5}{16}} = \pm 5,04 \text{ mm}$

c) Računanje sa izravnatim visinskim razlikama dobivenim sa oba instrumenta

Visinske razlike dobivene sa oba instrumenta »Zrak« također su izravnate po metodi uslovnih opažanja, isto kao i visinske razlike dobivene instrumentom Wild N 3. Izravnavanje je prikazano u priloženim Tabelama 7 i 8. Pomoću razlika između izravnatih visinskih razlika dobivenih instrumentima Wild N 3 i »Zrak« sračunali smo također neku vrstu srednje greške m_0 po formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \left[\frac{\epsilon \epsilon}{S} \right]}$$

U ovoj formuli oznake ϵ predstavljaju razlike

$$\epsilon = \Delta H - \Delta H'$$

gde ΔH označava izravnatu visinsku razliku dobivenu sa instrumentom Wild N 3 a $\Delta H'$ izravnatu visinsku razliku dobivenu sa instrumentom »Zrak«.

Računanje razlika ϵ izvršeno je u stupcima 5 i 8, dok je računanje veličina $\frac{\epsilon \epsilon}{S}$ izvršeno u stupcima 6 i 9 u tabelama 7 i 8. Računanje srednjih grešaka m_0 izvršeno je pri dnu tabela 7 i 8. Dobijeni su ovi rezultati:

Zrak br. 125	Zrak br. 120
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{829,5}{35}} = \pm 4,87 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1048,4}{35}} = \pm 5,48 \text{ mm}$
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{159,1}{16}} = \pm 3,15 \text{ mm}$	$m_0 = \pm \sqrt{\frac{373,9}{16}} = \pm 4,84 \text{ mm}$

Moglo se je očekivati, da će ovako određene srednje greške biti znatno manje od onih, koje su sračunate u glavi b). One su ispale nešto manje, ali ne mnogo manje. Ova činjenica može se donekle protumačiti time, da se izravnanjem neke visinske razlike malo iskvaru uslijed uticaja većih pogrešaka drugih visinskih razlika.

3. Iz popravaka v dobivenih izravnavanjem mreže

Cjelokupna nivelmanska mreža, koja je prikazana na priloženoj skici, izravnata je po metodi uslovnih opažanja — načinom postepenog približavanja, kako je to već ranije pomenuto, i to posebno za svaku seriju podataka (za svaki instrument posebno). Izravnavanje je prikazano u Tabelama 9, 10 i 11. U stupcima 13 ovih tabela iskazane su veličine popravaka v dobivenih izravnavanjem, dok su u stupcima

14 sračunati iznosi $\frac{v \cdot v}{S}$

Srednja greška m_0 na 1 km nivelanja u dva pravca računa se po poznatoj formuli:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v \cdot v]}{r}} = \pm \sqrt{\frac{l}{r} \cdot \left[\frac{v \cdot v}{S}\right]}$$

U ovoj formuli oznaka p predstavlja težinu, koja se kod nivelmana računa po formuli

$$p = \frac{l}{S}$$

S predstavlja dužinu pojedinog poligona u km
 v predstavlja popravke pojedinih visinskih razlika sračunate izravnavanjem
 r predstavlja broj uslovnih jednadžbi. Za naš slučaj $r = 7$

Računanje srednjih grešaka izvršeno je pri dnu tabela. Dobiveni su slijedeći rezultati:

Wild N 3	Zrak br. 125	Zrak br. 120
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{4,847}{7}} = \pm 0,83 \text{ mm}$	$\pm \sqrt{\frac{87,0}{7}} = \pm 3,53 \text{ mm}$	$\pm \sqrt{\frac{204,3}{7}} = \pm 5,40 \text{ mm}$

Upoređenje sračunatih srednjih grešaka

Instrument	Wild N 3	Zrak br. 125	Zrak br. 120
1. Način	1,01 0,79	3,45 2,98	3,48 2,93
a)		5,13 3,90	5,82 5,44
2. Način		5,14 3,76	5,92 5,04
b)		4,87 3,15	5,48 4,84
3. Način	0,83	3,53	5,40
c)			
Prosječno	1,01 0,81 0,88	4,65 3,46 4,00	5,20 4,73 4,94

U priloženi uporedni pregled nisu unešene srednje greške sračunate po načinu 2, tačka a) drugi dio (sa eliminisanim uticajem sistematskih grešaka).

Iz ovog pregleda vidi se:

1. Veličine srednjih grešaka sračunatih za 16 nivelmanskih vlakova (desni stubac pregleda) manje su od srednjih grešaka za 35 nivelmanskih strana (lijevi stubac pregleda), i to za sva tri instrumenta. Ovo se ja moglo i očekivati s obzirom da se spajanjem više nivelmanskih strana u manje nivelmanskih vlakova slučajne pogreške djelimično poništavaju zbog mogućnosti pojave različitih predznaka.

2. Veličine srednjih grešaka za instrument Zrak br. 125 manje su od onih za instrument Zrak br. 120 (izuzev samo jedne). Za ovo postoje uglavnom dva razloga:

a) Niveliranje sa instrumentom Zrak br. 125 vršeno je sa istim invarskim letvama, sa kojima je nivelirano sa instrumentom Wild N 3. Osim toga za oko jednu polovinu mreže niveliranje sa ova dva instrumenta vršeno je istovremeno, pri čemu su očitavane letve na istim veznim tačkama. Pri tome su oba instrumenta postavljena u neposrednoj blizini. Niveliranje sa instrumentom Zrak br. 120 vršeno je u sasvim drugo vrijeme i sa drugim parom letvama.

b) Prilikom ispitivanja instrumenata »Zrak« ustanovljeno je, da su konci kod instrumenta br. 125 tanji nego kod instrumenta br. 120. Isto tako ustanovljeno je da su općenito konci na oba instrumenta pretanki i nisu intenzivno crni. Vrlo vjerovatno nisu ni trajni.

Libele na oba instrumenta nisu potpune jednake osjetljivosti. Za instrument br. 125 ispitivanjem je ustanovljena osjetljivost $\epsilon = 32''$, dok je za instrument br. 120 $\epsilon = 37''$ na 2 mm podjele.

Napomena:

Veličine srednjih grešaka ispale bi sigurno još i manje, da je niveliranje vršeno sa letvama, koje imaju polucentimetarsku podjelu. Naime kod kratkih vizura otežano je procjenjivanje millimetara unutar jednog centimetarskog polja, naročito onda, kad konac pada na prvu ili treću četvrtinu centimetarskog polja. Radi toga su se i pojavila veća odstupanja na kraćim nivelmanskim stranama, a ova su baš i imala veliki uticaj na veličinu srednje greške. Namjerno nismo htjeli ponavljati niveliranje sem samo na jednoj nivelmanskoj strani zbog pojave grube greške.

Na tačnost očitavanja letava uticala je i okolnost, da je dovođenje pretanke končanice na daljinu jasnog viđenja otežano, naročito kod dužih vizura. Naime pretanak konac se slabo vidi na udaljenoj letvi, pa opservator misleći da končanica nije dobro izoštrena, okreće nepotrebno okularno sočivo a time kvari tačnost očitavanja, jer se radi netačnog centriranja okulara vizurna os pomjera u vertikalnoj ravnini za male iznose.

Centriranju sočiva u durbinu kao i centriranju končanice, tvornica bi morala, po našem mišljenju, posvetiti još veću pažnju. Nije nam poznato koliko tvornica posvećuje pažnje laboratorijskom ispitivanju i justiranju svakog instrumenta prilikom montaže. Mi navedenu primjedbę zasnivamo na terenskim zapažanjima prilikom ovog rada.

III. ZAKLJUČAK

Na temelju izvršenog ispitivanja i rezultata koje smo tom prilikom postigli, može se izvesti ovaj zaključak:

1. Nivelmanski instrument »Zrak« vrlo je praktičan i podoban za rad. Čvrsto je građen i stabilan, a pri tome lagan i lako prenosiv. Upakovan je vrlo solidno u metalnu kutiju, slično kao kod najpoznatijih svjetskih tvornica. Drveni stativ mu je lagan, a noge mu se mogu izvlačiti. Mišljenja smo da bi se stativ po obujmu mogao još da smanji. Isto tako mogao bi da se smanji i donji trokraki dio instrumenta (postolje), što bi uslovalo i smanjenje metalne kutije za pakovanje.

2. Oba instrumenta imaju približno ujednačenu tačnost, pa se na temelju toga može zaključiti da to vrijedi i za cijelu seriju. Smatramo da bi trebalo podebljati konce na končanici, ili još bolje intenzivnije ih pocrniti i bolje fiksirati, jer se stiče dojam, da će se konci tokom vremena izbrisati. (Kasnije se je to u praksi i pokazalo).

3. Srednja greška m_0 na 1 km niveliranja u dva pravca iznosi od 4 do 5 mm, pod uslovom da dužina vizure ne prelazi 35 metara.

4. Na temelju dobivene srednje greške m_0 na 1 km niveliranja, proizilazi da su nivelmanski instrumenti »Zrak« potpuno upotrebljivi, kako za *detaljni*, tako i za *tehnički nivelman*, jer njihova tačnost odgovara uslovima koje propisuje pravilnik i instrukcija za tehnički nivelman.

5. Potrebe preduzeća i ustanova za ovakvim tipom nivelmanskih instrumenata, koje izvode detaljni i tehnički nivelman, moći će od sada da se podmiruju na domaćem tržištu, sa proizvodom tvornice »Zrak« u Sarajevu, koja pored nivelmanskih instrumenata izrađuje i druge geodetske instrumente i pribor.

6. Nivelmanski instrument »Zrak« pretstavlja vrlo značajan uspjeh, ne samo preduzeća koje ga je izradilo, nego i uspjeh naše zemlje. Ovo pod uslovom da se pitanje izrade intenzivno crne i trajne končanice bolje riješi.

Literatura:

1. NIVELIR ZEISS — OPTON Ni 2 mit automatischer Horizontierung, Leistungsfähigkeit und Genauigkeit. Mitteilung von prof. dr. M. Kneissl, München, (allgemeine Vermessungs-Nachrichten 1952, Heft 7«.
2. DAS NIVELLIER NI 2 DER FIRMA ZEISS — OPTON, Erfahrungen und Ergebnisse sowie Vergleiche mit dem Zeiss-Nivellier B mit Planplatte. Von Ewald Wagoner, Helmstedt. »Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 1951, Heft 5«.

RESUMÉ: L'usine »Zrak« (Air) de Sarajevo produit un niveau à lunette très avantageux, à vis de fin basculement, destiné aux travaux de nivellements généraux, à tous travaux d'ingénieur, construction des routes et des chemins de fer etc.

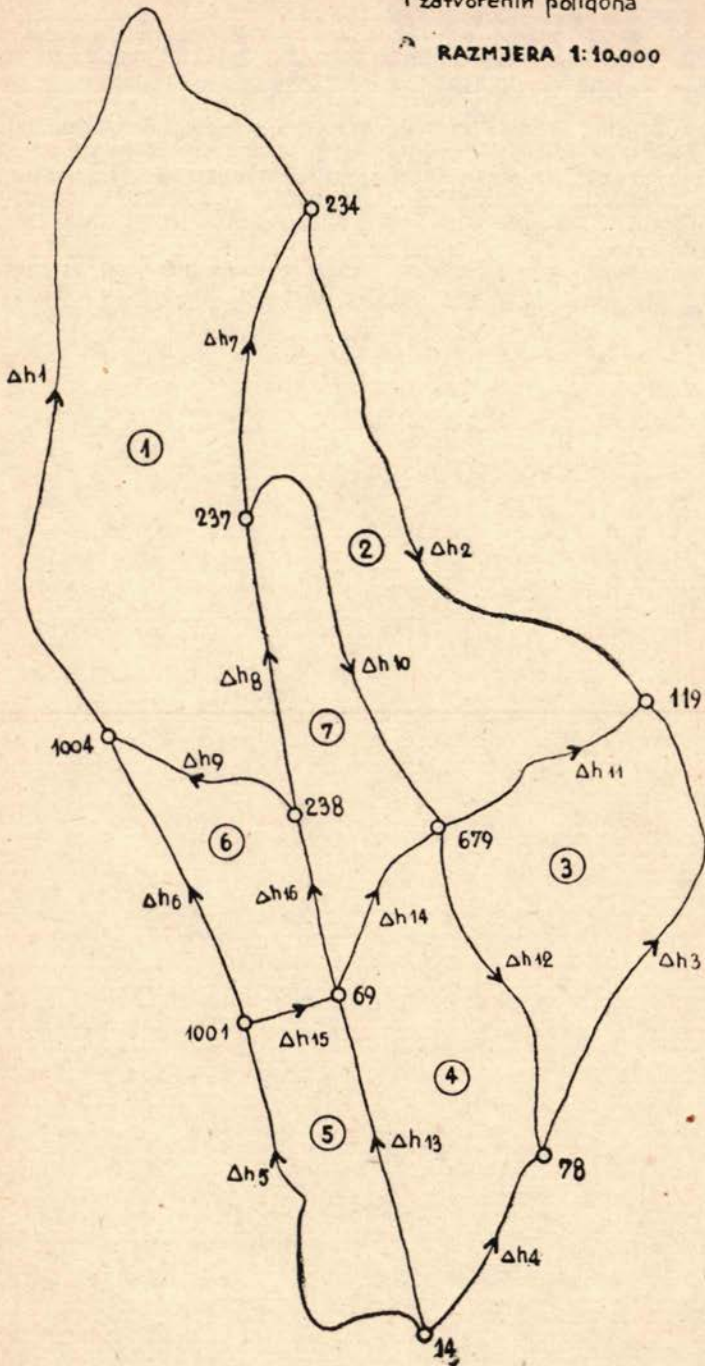
Dans l'article ci-dessus l'auteur nous donne les résultats d'un nivellement (f. 1 et 2) obtenus à l'aide de deux instruments »Zrak«, et à l'aide d'un niveau de précision Wild 3.

Les résultats obtenus, ainsi que leur évaluation de précision, ensuite la comparaison de ces résultats avec ceux de niveau Wild sont indiqués sur les tableaux 1-11.

SKICA NIVELMANSKE MREŽE

Pregled nivelnanskih vlakova
i zatvorenih poligona

RAZMJERA 1:10.000



SKICA NIVELMANSKE MREŽE

Pregled nivelmanskih strana

Razmjera 1:10.000

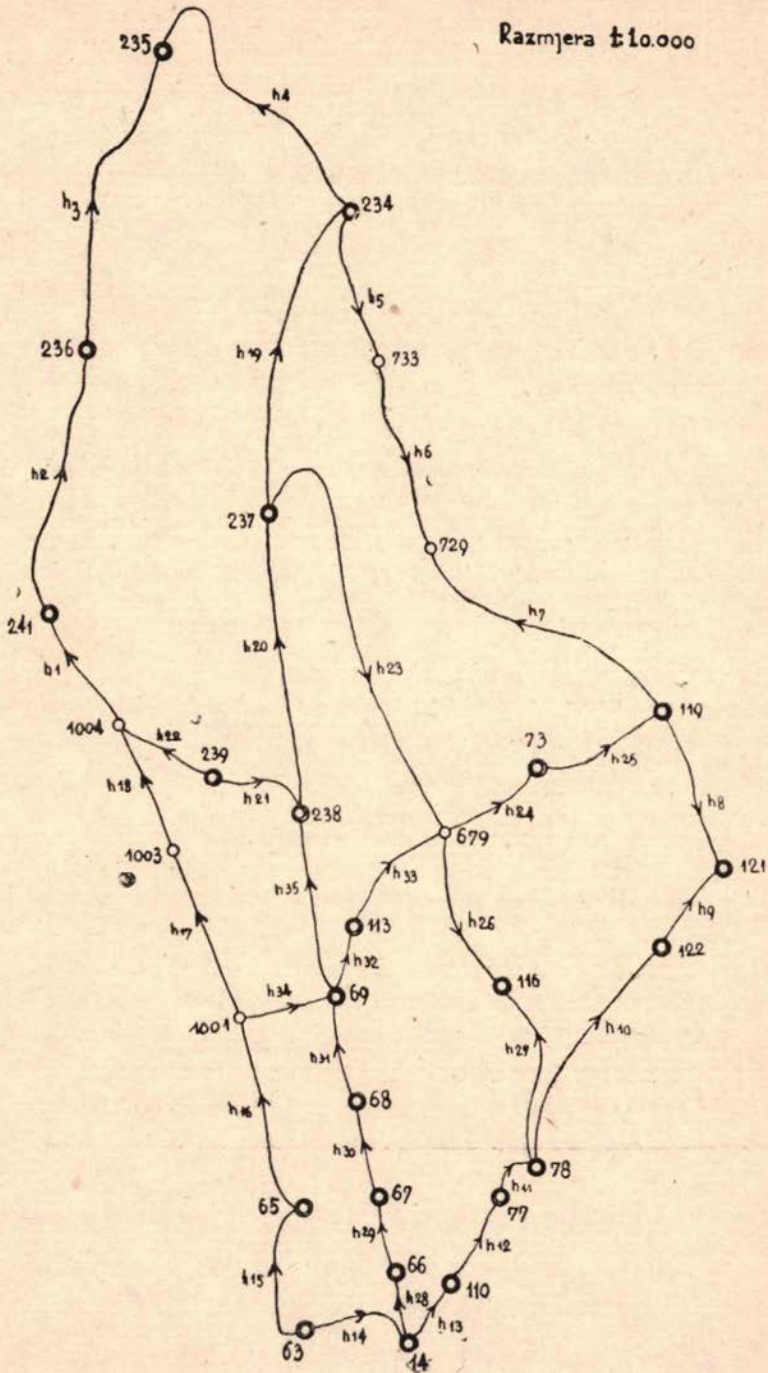


Tabela 1

Određivanje srednje greške m_0 na 1 km niveliranja iz razlika d između niveliranja naprijed-nazad

Br.	Instrument					Wild N 3 br: 31731					Zrak br: 125					Zrak br: 120						
	od	do	s	\sqrt{s}	Δh	d	$\frac{d}{s}$	8	9	$\frac{\Delta h}{\sqrt{s}}$	Δh	d	11	12	$\frac{d}{s}$	13	Δh	d	15	16	$\frac{d}{s}$	17
1	1004	241	0,21	0,46	19,9762	0,5	1,19	0,70	-	19,982	1,6	4,77	2,17	19,977	1	4,76	19,977	1	5	4,76	19,977	2,17
2	241	236	0,20	0,71	5,4723	1,0	2,00	1,41	-	5,470	1,6	72,00	8,46	5,474	1	50,00	5,474	1	5	50,00	8,46	7,07
3	236	235	0,56	0,75	20,2604	1,02	0,07	0,27	-	20,259	1,5	64,30	7,46	20,265	1	1,78	20,265	1	4	1,78	7,46	1,93
4	235	733	0,45	0,67	76,8859	1,0	8,36	0,86	-	76,891	6	55,50	8,46	76,900	1	3,56	76,900	1	6	3,56	8,46	1,80
5	733	729	0,31	0,56	1,4578	1,6	8,36	2,13	-	1,4617	1,7	3,23	1,64	1,4617	1	9,30	1,4617	1	6	9,30	1,64	1,80
6	729	119	0,44	0,61	4,7868	1,02	0,33	0,20	-	4,7891	1,6	11,35	10,60	4,7887	1	108,00	4,7887	1	7	108,00	10,60	10,44
7	119	122	0,36	0,60	13,8660	1,15	3,05	2,33	-	13,867	3	42,97	6,66	13,865	1	11,12	13,865	1	6	11,12	6,66	3,33
8	122	121	0,20	0,45	12,5942	1,12	3,27	2,52	-	12,593	3	72,00	8,46	12,593	1	18,00	12,593	1	6	18,00	8,46	3,33
9	121	77	0,44	0,66	26,8986	1,12	4,08	2,98	-	26,8947	1,7	72,00	8,46	26,8991	1	3,27	26,8991	1	1	3,27	8,46	3,33
10	77	110	0,12	0,35	4,9499	1,13	7,68	2,70	-	4,947	1,7	72,00	8,46	4,951	1	49,90	4,951	1	3	49,90	8,46	2,50
11	110	14	0,22	0,36	11,6000	1,19	6,23	3,78	-	11,601	3	69,128	8,33	11,597	1	7,70	11,597	1	3	7,70	8,33	2,50
12	14	65	0,20	0,49	0,0565	1,17	14,45	1,43	-	0,057	2	20,100	4,44	0,057	1	180,00	0,057	1	6	180,00	4,44	12,17
13	65	1001	0,43	0,66	6,2207	1,14	2,81	1,57	-	6,2275	2	9,30	3,03	6,2271	1	37,50	6,2271	1	2	37,50	3,03	3,54
14	1001	1003	0,32	0,57	5,7554	1,14	6,12	2,45	-	5,727	2	0	0	5,722	1	140,00	5,722	1	2	140,00	2,45	1,30
15	1003	2097	0,59	0,77	7,3398	1,18	5,44	2,44	-	7,356	3	40,92	6,39	7,354	1	1,69	7,354	1	1	1,69	6,39	1,44
16	2097	238	0,49	0,62	1,6878	1,01	1,31	1,09	-	1,680	1,4	84,27	8,09	1,688	1	2,04	1,688	1	1	2,04	8,09	1,29
17	238	239	0,21	0,46	3,9416	1,01	0,05	0,43	-	3,939	1,4	29,42	5,49	3,940	1	5,26	3,940	1	1	5,26	5,49	1,17
18	239	1004	0,21	0,46	3,3244	1,02	0,19	0,43	-	3,322	1,4	29,42	5,49	3,324	1	119,00	3,324	1	1	119,00	5,49	1,17
19	1004	679	0,85	0,92	2,432	1,16	3,57	1,95	-	2,445	1,7	12,91	3,57	2,432	1	58,20	2,432	1	3	58,20	3,57	3,80
20	679	73	0,16	0,40	1,9985	1,11	0,29	0,34	-	1,9929	2	13,33	3,64	1,9924	1	3,23	1,9924	1	6	3,23	3,64	1,80
21	73	119	0,31	0,55	14,7883	1,03	0	0	-	14,789	6	100,00	10,00	14,792	1	49,44	14,792	1	2	49,44	10,00	1,80
22	119	78	0,30	0,55	1,5823	1,03	0	0	-	1,580	6	6,35	2,50	1,580	1	225,00	1,580	1	6	225,00	2,50	15,00
23	78	66	0,16	0,40	4,5802	1,03	0,11	0,33	-	4,579	1	10,00	3,13	4,580	1	10,00	4,580	1	2	10,00	3,13	3,13
24	66	67	0,17	0,32	2,6041	1,11	12,10	3,44	-	2,650	1	64,30	8,11	2,649	1	88,90	2,649	1	2	88,90	8,11	9,44
25	67	68	0,14	0,32	6,6142	1,01	0,06	0,27	-	6,616	3	80,00	9,15	6,617	1	0	6,617	1	4	0	9,15	9,44
26	68	113	0,05	0,22	1,5895	1,01	7,20	2,73	-	1,593	6	90,00	9,52	1,594	1	0	1,594	1	6	0	9,52	9,44
27	113	69	0,40	0,63	7,4101	1,09	3,03	2,23	-	7,407	6	90,00	9,52	7,407	1	2,30	7,407	1	2	2,30	9,52	9,44
28	69	238	0,35	0,59	2,7664	1,04	0,46	0,68	-	2,764	4	45,74	6,78	2,762	1	25,00	2,762	1	3	25,00	6,78	5,07
29	238	238	0,35	0,59	144,73	11,50	144,73	11,50	-	144,73	11,50	1662,97	13,72	1662,97	1	1706,86	1662,97	1	3	1706,86	13,72	13,89
30	238	238	0,35	0,59	1,0188	1,01	1,0188	1,01	-	1,0188	1,01	1,662,97	3,45	1,662,97	1	3,45	1,662,97	1	3	3,45	3,45	3,48
31	238	238	0,35	0,59	1,144,73	35	1,144,73	35	-	1,144,73	35	1,662,97	3,45	1,662,97	1	1,662,97	1,662,97	1	3	1,662,97	3,45	3,48
32	238	238	0,35	0,59	1,11,50	2	1,11,50	2	-	1,11,50	2	0,37	0,37	1,11,50	1	13,89	1,11,50	1	2	13,89	0,37	0,37
33	238	238	0,35	0,59	18,62	2	18,62	2	-	18,62	2	0,37	0,37	18,62	1	18,62	18,62	1	2	18,62	0,37	0,37
34	238	238	0,35	0,59	18,62	2	18,62	2	-	18,62	2	0,37	0,37	18,62	1	18,62	18,62	1	2	18,62	0,37	0,37
35	238	238	0,35	0,59	18,62	2	18,62	2	-	18,62	2	0,37	0,37	18,62	1	18,62	18,62	1	2	18,62	0,37	0,37

$$m_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{144,73}{35} = \pm 1,0188 \text{ mm} = \pm 1,0188 \text{ mm} = \pm 1,0188 \text{ mm} = \pm 1,0188 \text{ mm} = \pm 1,0188 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{11,50}{18,62} = + 0,31 \text{ mm} \quad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{13,89}{18,62} = + 0,37 \text{ mm}$$

Tabela 2
 Određivanje srednje greške m_0 na 1 km niveliranja iz razlika d između niveliranja naprijed-nazad

Instrument		Wild N 3 br: 31731					"Zrak" br: 125					"Zrak" br: 120				
1	Od	do	s	\sqrt{s}	$\Delta h'$	d	$\frac{d}{s}$	$\frac{d}{\sqrt{s}}$	$\Delta h'$	d	$\frac{d}{s}$	$\frac{d}{\sqrt{s}}$	$\Delta h'$	d	$\frac{d}{s}$	$\frac{d}{\sqrt{s}}$
1	1004	234	1,72	1,31	19,6236	+ 0,3	0,05	+ 0,23	19,626	= 18	188,35	- 13,74	19,620	- 1	0,58	- 0,76
2	234	119	1,12	1,06	22,0673	- 0,5	0,22	- 0,47	22,060	+ 5	22,30	+ 4,72	22,066	+ 2	3,54	+ 1,89
3	119	78	1,00	1,00	23,6255	+ 1,0	1,00	+ 1,00	23,620	- 8	64,00	- 8,00	23,620	+ 3	9,00	+ 3,00
4	78	14	0,47	0,69	38,1448	+ 0,3	0,19	+ 0,64	38,148	- 2	8,51	- 2,90	38,146	- 3	19,16	- 4,35
5	14	1001	0,87	0,93	8,4816	- 0,2	0,05	- 0,22	8,486	0	0	0	8,482	- 7	56,32	- 7,52
6	1001	1004	0,54	0,74	11,5972	+ 1,8	6,00	+ 2,43	11,597	- 3	16,67	- 4,05	11,599	- 5	46,30	- 6,76
7	234	237	0,59	0,77	7,3596	- 1,8	5,49	- 2,34	7,356	+ 3	15,26	+ 3,90	7,354	- 1	1,69	- 1,30
8	237	238	0,49	0,70	13,6841	+ 0,8	1,31	+ 1,14	13,680	+ 1	2,04	+ 1,43	13,688	- 1	2,04	- 1,43
9	238	1004	0,40	0,63	1,4210	- 0,1	0,02	- 0,16	1,423	+ 4	40,00	+ 6,35	1,423	+ 4	40,00	+ 6,35
10	237	679	0,85	0,92	5,4457	- 1,8	3,81	- 1,96	5,445	- 5	29,40	- 5,44	5,449	- 2	4,70	- 2,17
11	679	119	0,47	0,69	23,9813	+ 0,8	1,36	+ 1,16	23,980	+ 3	19,05	+ 4,35	23,974	- 2	8,51	- 2,90
12	679	78	0,66	0,81	0,3578	- 0,2	0,06	- 0,25	0,360	+ 7	74,28	+ 8,64	0,360	+ 11	183,33	+ 13,58
13	14	69	0,58	0,76	15,8932	- 0,6	0,62	- 0,79	15,892	- 2	6,90	- 2,63	15,896	+ 5	43,11	+ 6,58
14	69	679	0,45	0,67	21,8953	+ 2,5	13,88	+ 3,73	21,893	+ 4	35,56	+ 5,97	21,890	- 6	80,00	- 8,85
15	1001	69	0,16	0,40	7,4101	+ 0,9	5,06	+ 2,25	7,410	0	0	0	7,407	+ 2	25,00	+ 5,00
16	69	238	0,35	0,59	2,7667	+ 0,4	0,46	+ 0,68	2,764	+ 4	45,70	+ 6,78	2,762	+ 3	25,72	+ 5,08
		Σ	10,72	18,67			39,58	+ 6,87			567,02	+ 5,38			549,03	+ 5,69

$$m_0 = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{39,58}{16}} = \pm 0,79 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{567,02}{16}} = \pm 2,98 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{549,03}{16}} = \pm 2,93 \text{ mm}$$

$$G = \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{6,87}{18,67} = \pm \frac{0,366}{2} = + 0,18 \text{ mm} \quad G = \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{5,38}{18,67} = + 0,14 \text{ mm} \quad G = \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{5,69}{18,67} = + 0,15 \text{ mm}$$

Tabela 3
 Određivanje srednje greške m_0 na 1 km niveljanja iz razlika d između nivoelanja Wild - Zrak

Instrument		Wild		Zrak broj 125						Zrak broj 120							
Br.	S	ΔH	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'}{S}$	$\frac{d'}{\sqrt{S}}$	-26.S	d''	$\frac{d''}{S}$	$\frac{d''}{\sqrt{S}}$	d'	$\frac{d'}{S}$	$\frac{d'}{\sqrt{S}}$	-26.S	d''	$\frac{d''}{S}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,21	19,9761	19,982	-5,9	165,6	-12,8	-0,3	-6,1	177,1	19,977	-0,9	3,9	-2,0	-0,24	-1,14	6,2	
2	0,50	2,423	2,470	+2,3	10,6	+3,2	-0,9	+1,7	5,0	5,474	-1,7	5,8	-2,4	-0,57	-2,27	10,3	
3	0,56	26,084	26,091	+1,4	3,5	+1,9	-0,7	+0,5	0,9	26,085	+1,6	3,8	-6,1	-0,63	-4,61	48,2	
4	0,45	15,259	15,234	-1,9	57,8	-7,6	-0,4	+0,16	69,6	15,235	+0,9	3,3	-6,1	-0,51	-4,61	47,2	
5	0,31	1,6178	1,617	+0,8	11,7	+3,4	-0,4	+0,4	7,3	11,235	+0,9	2,6	-1,6	-0,35	-1,0	1,0	
6	0,37	4,7866	4,791	+0,4	11,7	+6,7	-0,4	+0,4	0,4	15,217	+0,8	1,7	-1,3	-0,42	-0,38	0,4	
7	0,44	15,860	15,867	+0,7	4,8	+1,7	-0,4	+0,6	54,6	15,865	+3,0	0,4	-0,6	-0,51	-0,90	1,8	
8	0,36	1,5842	1,5893	+1,2	2,8	+2,7	-0,2	+1,9	1,0	12,2	+3,0	25,0	-0,2	-0,41	-0,59	18,6	
9	0,24	2,8866	2,892	+1,2	48,2	+7,0	-0,2	+1,9	5,0	26,393	+7,6	13,2	-1,5	-0,23	-0,97	5,0	
10	0,12	4,949	4,947	+2,9	70,2	+8,3	-0,1	+2,8	38,2	4,948	+1,9	3,0	-1,5	-0,14	-1,76	14,3	
11	0,22	2,3950	2,394	-6,0	163,7	-12,0	-0,2	-6,3	65,2	21,081	+0,8	16,2	-1,8	-0,25	-6,25	17,5	
12	0,13	1,6000	1,600	0	0	-1,6	-0,2	-0,7	180,3	11,997	+0,5	1,2	-1,1	-0,23	-0,73	2,7	
13	0,20	0,0565	0,057	0,5	1,2	-1,6	-0,2	-0,7	2,4	0,057	-0,5	2,7	-1,1	-0,27	-1,07	4,8	
14	0,24	2,2672	2,268	-0,8	2,7	-1,6	-0,2	-0,7	5,0	2,268	-0,8	0,2	-0,5	-0,49	-0,79	1,8	
15	0,43	6,275	6,275	-4,3	4,3	-0,2	-0,2	-0,7	52,5	6,271	+3,4	15,2	-1,6	-0,36	-5,04	26,0	
16	0,32	5,754	5,727	-1,6	8,0	+4,0	-0,3	-2,6	17,6	5,722	+3,4	11,8	-1,0	-0,25	-5,35	16,4	
17	0,22	5,870	5,870	+3,9	16,1	+4,0	-0,3	+2,6	17,6	5,874	+5,0	11,8	-1,0	-0,25	-5,35	16,4	
18	0,59	1,3590	1,356	+3,9	25,8	+6,1	-0,7	+3,2	20,9	1,357	+5,0	36,0	-6,0	-0,55	-4,75	16,0	
19	0,49	3,6030	3,600	+3,8	29,4	+5,9	-0,6	+2,2	20,9	3,600	+5,2	36,0	-6,0	-0,55	-4,75	16,0	
20	0,19	3,9416	3,939	-2,6	35,5	+0,2	-0,2	-0,8	30,2	3,940	+1,6	1,3	-1,3	-0,21	-1,39	10,2	
21	0,21	5,3624	5,362	+0,4	0,8	+0,2	-0,2	-0,8	0,8	5,363	-0,6	1,7	-1,3	-0,24	-0,84	3,4	
22	0,21	5,442	5,445	+0,2	0,8	+0,2	-0,2	-0,8	0,8	5,449	-0,8	1,0	-1,0	-0,18	-4,76	26,6	
23	0,16	8,0533	8,051	+2,3	3,3	+1,0	-0,2	+2,1	27,6	8,050	+3,3	65,1	+8,2	-0,35	-4,15	60,8	
24	0,31	15,9225	15,920	-0,5	0,8	-0,9	-0,4	-1,1	4,6	15,924	+4,5	65,3	+8,1	-0,35	-4,15	55,5	
25	0,31	14,7893	14,780	-0,7	1,4	-1,3	-0,4	-1,1	4,6	14,782	-3,7	42,6	-6,8	-0,34	-4,04	55,3	
26	0,16	14,4333	14,429	-2,3	14,7	+3,8	-0,4	+1,9	10,9	14,432	-0,2	4,4	-2,5	-0,41	-1,21	0,1	
27	0,16	4,5074	4,507	+1,1	9,0	+3,0	-0,2	+1,0	6,9	4,508	+0,2	0,2	-0,3	-0,18	-0,12	0,1	
28	0,10	2,6504	2,650	+1,1	0,1	+0,2	-0,2	+1,0	0,6	2,650	+0,1	0,1	-0,3	-0,11	-0,01	0,1	
29	0,14	2,0480	2,047	+1,0	7,1	+2,7	-0,2	+0,8	0,46	2,049	-2,0	7,2	-2,7	-0,16	-3,0	50,0	
30	0,14	6,614	6,616	+1,8	18,0	+4,3	-0,2	+1,8	22,2	6,617	-2,0	4,6	-6,6	-0,20	-0,16	0,5	
31	0,05	2,5059	2,504	-0,9	72,2	+0,8	-0,1	+1,8	64,8	2,506	-0,1	0,2	-0,3	-0,06	-0,05	63,7	
32	0,40	19,3895	19,389	+0,5	0,6	+0,8	-0,1	-0,1	0,6	19,384	+3,1	75,5	+8,7	-0,45	-5,05	53,2	
33	0,16	7,4101	7,410	+0,1	16,4	+4,1	-0,2	-0,4	11,4	7,407	+4,1	62,0	+7,7	-0,18	-4,18	4,7	
34	0,35	2,7664	2,764	-2,4	16,4	+4,1	-0,4	+2,0	11,4	2,762	+4,1	53,3	+7,4	-0,40	-4,00	45,7	
35	0,35	2,7664	2,764	-2,4	16,4	+4,1	-0,4	+2,0	11,4	2,762	+4,1	53,3	+7,4	-0,40	-4,00	45,7	
				Σ	923,1	+22,6			914,3			1223,9	+21,0			1212,1	

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{923,1}{35}} = \pm \sqrt{26,36} = \pm 5,13 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1223,9}{35}} = \pm \sqrt{34,96} = \pm 5,92 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{22,6}{18,62} = \pm 0,606 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{914,3}{35}} = \pm \sqrt{26,12} = \pm 5,11 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1212,1}{35}} = \pm \sqrt{34,64} = \pm 5,89 \text{ mm}$$

Tabela 4
 Određivanje srednje greške m_0 na 1 km iz razlika d' između visina nivelanih inšt. Wild-Zrak.

Instrument		Wild		"Zrak" broj: 125										"Zrak" broj: 120									
Br.	S	$\Delta h'$	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$	$\frac{d'}{\sqrt{S}}$	-2G.S	d"	$\frac{d''d''}{S}$	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$	$\frac{d'}{\sqrt{S}}$	-2G.S	d"	$\frac{d''d''}{S}$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17							
1	1,72	19,6236	19,620	+ 3,6	7,5	+ 2,75	-2,7	+ 0,9	0,5	19,626	-2,4	3,3	- 1,83	-2,14	-4,5	11,8							
2	1,12	22,0673	22,060	+ 7,3	47,6	+ 6,89	-1,8	+ 5,5	27,0	22,066	+1,3	1,5	+ 1,23	-1,39	-0,1	0,0							
3	1,00	23,6255	23,620	+ 5,5	30,2	+ 5,50	-1,6	+ 3,9	15,2	23,620	+5,5	30,3	+ 5,50	-1,24	+1,3	18,5							
4	0,47	38,1448	38,148	- 3,2	21,8	- 4,67	-0,8	- 4,0	34,0	38,146	-1,2	3,1	- 1,75	-0,58	+1,8	6,9							
5	0,87	8,4816	8,486	+ 4,4	22,2	+ 4,72	-1,4	- 5,8	38,6	8,482	-0,4	0,2	- 0,43	-1,08	-1,5	2,6							
6	0,54	11,5972	11,597	+ 0,2	0,1	+ 0,27	-0,9	- 0,7	0,9	11,599	-1,8	6,0	- 2,45	-0,67	-2,5	11,6							
7	0,59	7,3597	7,356	+ 3,7	23,1	+ 4,81	-0,9	+ 2,8	13,3	7,354	+5,7	55,1	+ 7,42	-0,74	+5,0	42,3							
8	0,49	13,6841	13,680	+ 4,1	34,3	+ 5,86	-0,8	+ 3,3	22,2	13,688	-3,9	31,0	- 5,57	-0,61	-4,5	41,3							
9	0,40	1,4210	1,423	+ 2,0	10,0	+ 3,17	-0,6	+ 1,4	4,9	1,423	-2,0	10,8	- 3,16	-0,50	-2,5	15,6							
10	0,85	5,4457	5,445	+ 0,7	0,6	+ 0,76	-1,4	- 0,7	0,6	5,449	-3,3	12,8	- 3,58	-1,06	-4,4	22,7							
11	0,47	23,9813	23,980	+ 1,3	3,6	+ 1,90	-0,7	+ 0,6	0,8	23,974	+7,3	113,2	+10,64	-0,59	+6,7	95,4							
12	0,66	0,3578	0,360	- 2,2	7,3	- 2,71	-1,0	- 3,2	15,5	0,360	-2,2	7,3	- 2,71	-0,82	-3,0	13,6							
13	0,58	15,8932	15,892	+ 1,2	2,5	+ 1,58	-0,9	+ 0,3	0,2	15,896	+5,8	13,5	- 3,68	-0,72	-3,5	21,1							
14	0,45	21,8953	21,893	+ 2,3	11,8	+ 3,43	-0,7	+ 1,6	5,7	21,890	+5,3	62,4	+ 7,90	-0,56	+4,7	49,1							
15	0,16	7,4101	7,410	+ 0,1	0,1	+ 0,25	-0,3	- 0,2	0,3	7,407	+3,1	60,0	+ 7,76	-0,12	+3,0	56,3							
16	0,35	2,7667	2,764	+ 2,7	20,8	+ 4,56	-0,6	+ 2,1	12,6	2,762	+4,7	53,1	+ 7,94	-0,44	+4,3	52,8							
			Σ		243,5	+29,63			192,3			472,8	+23,23			461,6							

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{243,5}{16}} = \pm \sqrt{\frac{15522}{16}} = \pm 3,90 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1}{2} \frac{+29,63}{18,67} = \frac{+1,586}{2} = + 0,79 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{192,3}{16}} = \pm \sqrt{\frac{42,02}{16}} = \pm 3,47 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{472,8}{16}} = \pm \sqrt{\frac{29,54}{16}} = \pm 5,44 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1}{2} \frac{+23,23}{18,67} = \frac{+1,244}{2} = + 0,62 \text{ mm}$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{461,6}{16}} = \pm \sqrt{\frac{28,85}{16}} = \pm 5,37 \text{ mm}$$

Određivanje srednje greške m_0 na 1 km nivelanja iz razlika d' između izravnatih visina dobivenih Wildom i neizravnatih Zrakom

Tabela 5

Instrument		Wild N3	Zrak br: 125			Zrak br: 120		
Br.	S	ΔH	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,21	19,9761	19,982	- 5,9	165,4	19,977	- 0,9	3,9
2	0,50	5,4723	5,470	+ 2,3	10,6	5,474	- 1,7	5,8
3	0,56	20,2604	20,259	+ 1,4	3,5	20,265	- 4,6	37,8
4	0,45	26,0859	26,091	- 5,1	57,7	26,090	- 4,1	37,4
5	0,31	11,2359	11,234	+ 1,9	11,6	11,235	+ 0,9	2,6
6	0,37	15,6178	15,617	+ 0,8	1,7	15,617	+ 0,8	1,7
7	0,44	4,7866	4,791	- 4,4	44,0	4,787	- 0,4	0,4
8	0,36	15,8680	15,867	- 1,0	2,8	15,865	+ 3,0	25,0
9	0,20	12,5942	12,593	+ 1,2	7,2	12,593	+ 1,2	7,2
10	0,44	26,8986	26,893	+ 4,6	48,0	26,891	+ 7,6	131,3
11	0,12	4,9499	4,947	+ 2,9	70,1	4,948	+ 1,9	30,1
12	0,22	21,5950	21,601	- 6,0	163,6	21,601	- 6,0	163,6
13	0,13	11,6000	11,600	0,0	0,0	11,597	+ 3,0	69,3
14	0,20	0,0565	0,057	- 0,5	1,2	0,057	- 0,5	1,2
15	0,24	2,2672	2,268	- 0,8	2,7	2,268	- 0,8	2,7
16	0,43	6,2707	6,275	- 4,3	43,0	6,271	- 0,3	0,2
17	0,32	5,7254	5,727	- 1,6	8,0	5,722	+ 3,4	36,1
18	0,22	5,8719	5,870	+ 1,9	16,4	5,877	- 5,1	118,3
19	0,59	7,3599	7,356	+ 3,9	25,7	7,354	+ 5,9	59,0
20	0,49	13,6835	13,680	+ 3,8	29,4	13,688	- 4,2	35,9
21	0,19	3,9416	3,939	+ 2,6	35,5	3,940	+ 1,6	13,5
22	0,21	5,3624	5,362	+ 0,4	0,8	5,363	- 0,6	1,7
23	0,85	5,4452	5,445	+ 0,2	0,0	5,449	- 3,8	17,0
24	0,16	8,0533	8,051	+ 2,3	33,1	8,050	+ 3,3	68,1
25	0,31	15,9285	15,929	- 0,5	0,8	15,924	+ 4,5	65,3
26	0,30	14,7683	14,789	- 0,7	1,6	14,792	- 3,7	45,6
27	0,36	14,4313	14,429	+ 2,3	14,7	14,432	- 0,7	1,4
28	0,16	4,5802	4,579	+ 1,2	9,0	4,580	+ 0,2	0,3
29	0,10	2,6501	2,650	+ 0,1	0,1	2,650	+ 0,1	0,1
30	0,14	7,0480	7,047	+ 1,0	7,2	7,049	- 1,0	7,2
31	0,18	6,6142	6,616	- 1,8	18,0	6,617	- 2,8	43,5
32	0,05	2,5059	2,504	+ 1,9	72,2	2,506	- 0,1	0,2
33	0,40	19,3895	19,389	+ 0,5	0,6	19,384	+ 5,5	75,6
34	0,16	7,4101	7,410	+ 0,1	0,1	7,407	+ 3,1	60,1
35	0,35	2,7664	2,764	+ 2,4	16,5	2,762	+ 4,4	55,2

$$\left[\frac{d'd'}{S} \right] = 922,8$$

$$\left[\frac{d'd'}{S} \right] = 1224,3$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{922,8}{35}} = \pm 5,14 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{1224,3}{35}} = \pm 5,92 \text{ mm}$$

Određivanje srednje greške m_0 na 1 km iz razlika d' između izravnatih visina dobivenih instrumentom Wild i neizravnatih dobivenih instrumentom Zrak.

Tabela 6

Instrument		Wild	Zrak br: 125			Zrak br: 120		
Br.	S	ΔH	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$	$\Delta h'$	d'	$\frac{d'd'}{S}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,72	19,6229	19,6200	+ 2,9	4,9	19,626	- 3,1	5,6
2	1,12	22,0571	22,060	+ 7,1	45,0	22,066	+ 1,1	1,0
3	1,00	23,6248	23,620	+ 4,8	23,0	23,620	+ 4,8	23,0
4	0,48	38,1449	38,148	- 3,1	20,0	38,146	+ 1,1	2,5
5	0,88	8,4824	8,486	- 3,6	14,7	8,482	+ 0,4	0,2
6	0,54	11,5973	11,597	+ 0,3	0,2	11,599	- 1,7	8,5
7	0,59	7,3599	7,356	+ 3,9	25,8	7,354	+ 5,9	59,0
8	0,49	13,6838	13,680	+ 3,8	29,4	13,688	- 4,2	36,0
9	0,40	1,4208	1,423	- 2,2	12,1	1,423	- 2,2	12,1
10	0,85	5,4452	5,445	+ 0,2	0,0	5,449	- 3,8	17,0
11	0,47	23,9818	23,980	+ 1,8	6,9	23,974	+ 7,8	129,4
12	0,66	0,3570	0,360	- 3,0	13,7	0,360	- 3,0	13,7
13	0,58	15,8925	15,892	+ 0,5	0,4	15,896	- 3,5	21,1
14	0,45	21,8954	21,893	+ 2,4	12,8	21,890	+ 5,4	64,8
15	0,16	7,4101	7,410	+ 0,1	0,1	7,407	+ 3,1	56,5
16	0,35	2,7664	2,764	+ 2,4	16,5	2,762	+ 4,4	55,2

$$\left[\frac{d'd'}{S} \right] = 205,5$$

$$\left[\frac{d'd'}{S} \right] = 405,6$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{205,5}{16}} = \pm 3,76 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{405,6}{16}} = \pm 5,04 \text{ mm}$$

Udredivanje srednje greške m_0 iz razlika ξ između izravnatih visina dobivenih instrumentima Wild N 3 i "Zrak"

Tabela 7

Instrument		Wild N 3		Zrak br: 125			Zrak br: 120		
Br.	S	ΔH	$\Delta H'$	ξ	$\frac{\xi \xi}{S}$	$\Delta H'$	ξ	$\frac{\xi \xi}{S}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0,21	19,9761	19,982	- 5,9	165,78	19,976	+ 0,1	0,0	
2	0,50	5,4723	5,470	+ 2,3	10,6	5,471	+ 1,3	3,4	
3	0,56	20,2604	20,258	+ 2,4	10,2	20,262	- 1,6	4,6	
4	0,45	26,0859	26,091	+ 5,1	57,8	26,092	+ 6,1	82,7	
5	0,31	11,2359	11,235	+ 0,9	2,6	11,235	+ 0,9	2,6	
6	0,37	15,6178	15,619	- 1,2	3,9	15,617	+ 0,8	1,7	
7	0,44	4,7866	4,789	- 2,4	13,1	4,787	+ 0,4	0,4	
8	0,36	15,8680	15,868	0	0,0	15,866	+ 2,0	11,1	
9	0,20	12,5942	12,593	- 1,2	7,2	12,592	- 2,2	24,2	
10	0,44	26,8986	26,893	- 5,6	71,3	26,890	- 8,6	168,0	
11	0,12	4,9499	4,947	- 2,9	70,2	4,948	- 1,1	10,1	
12	0,22	21,5950	21,600	+ 5,0	113,6	21,602	+ 7,0	222,7	
13	0,13	11,6000	11,600	0	0,0	11,597	- 3,0	69,2	
14	0,20	0,0565	0,057	+ 0,5	1,2	0,056	- 0,5	1,2	
15	0,24	2,2672	2,267	+ 0,2	0,2	2,269	- 1,8	13,5	
16	0,43	6,2707	6,274	- 3,3	23,7	6,273	- 2,3	12,3	
17	0,32	5,7254	5,727	- 1,6	8,0	5,720	+ 5,4	91,0	
18	0,22	5,8719	5,870	+ 1,9	16,4	5,875	- 3,1	43,7	
19	0,59	7,3599	7,359	- 0,9	1,4	7,355	- 4,9	40,7	
20	0,49	13,6838	13,682	- 1,8	6,6	13,686	+ 2,2	9,9	
21	0,19	3,9416	3,939	- 2,6	35,6	3,940	- 1,5	13,5	
22	0,21	5,3624	5,361	+ 1,4	9,3	5,364	- 1,6	12,2	
23	0,85	5,4452	5,445	+ 0,2	0,0	5,444	+ 1,2	1,7	
24	0,16	8,0533	8,051	+ 2,3	33,1	8,051	+ 2,1	27,5	
25	0,31	15,9285	15,928	+ 0,5	0,8	15,925	+ 3,5	39,5	
26	0,30	14,7883	14,789	- 0,7	1,6	14,792	- 3,7	45,6	
27	0,36	14,4313	14,428	- 3,3	30,3	14,432	+ 0,7	0,6	
28	0,16	4,5802	4,580	+ 0,2	0,2	4,580	+ 0,2	0,3	
29	0,10	2,6501	2,650	+ 0,1	0,1	2,650	+ 0,1	0,1	
30	0,14	2,0480	2,047	+ 1,0	7,1	2,048	0	0,0	
31	0,18	6,6142	6,617	- 2,8	43,6	6,616	- 1,8	18,0	
32	0,05	2,5059	2,504	+ 1,9	72,2	2,506	- 0,1	0,2	
33	0,40	19,3895	19,388	+ 1,5	5,6	19,387	+ 2,5	15,6	
34	0,16	7,4101	7,410	+ 0,1	0,6	7,408	+ 2,1	27,6	
35	0,35	2,7664	2,765	+ 1,4	5,6	2,763	+ 3,4	33,0	

$\left[\frac{\xi \xi}{S} \right] = 829,5$ $\left[\frac{\xi \xi}{S} \right] = 1048,4$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{829,5}{35}} = \pm \sqrt{23,7} = \pm 4,87 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{1048,4}{35}} = \pm \sqrt{30,0} = \pm 5,48 \text{ mm}$$

Udredivanje srednje greške m_0 iz razlika ξ između izravnatih visina dobivenih instrumentima Wild N 3 i "Zrak"

Tabela 8

Instrument		Wild		Zrak br: 125			Zrak br: 120		
Br.	S	ΔH	$\Delta H'$	ξ	$\frac{\xi \xi}{S}$	$\Delta H'$	ξ	$\frac{\xi \xi}{S}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1,72	19,6229	19,619	- 3,9	8,9	19,617	- 5,9	20,2	
2	1,12	22,0671	22,065	- 2,1	3,9	22,065	- 2,1	3,9	
3	1,00	23,6248	23,618	- 6,8	46,2	23,616	- 8,8	77,4	
4	0,48	38,1449	38,147	+ 2,1	9,2	38,147	+ 2,1	9,2	
5	0,88	8,4824	8,484	+ 1,6	2,9	8,486	- 3,6	14,7	
6	0,54	11,5973	11,597	- 0,3	0,2	11,595	- 2,3	9,8	
7	0,59	7,3599	7,359	- 0,9	1,4	7,355	- 4,9	40,7	
8	0,49	13,6838	13,682	- 1,8	6,6	13,686	+ 2,2	9,9	
9	0,40	1,4208	1,422	+ 1,2	3,6	1,424	+ 3,2	25,6	
10	0,85	5,4452	5,445	- 0,2	0,0	5,444	- 1,2	1,7	
11	0,47	23,9818	23,979	- 2,8	16,7	23,976	- 5,8	71,6	
12	0,66	0,3570	0,361	+ 4,0	24,2	0,360	+ 3,0	13,6	
13	0,58	15,8925	15,894	+ 1,5	3,9	15,894	+ 1,5	3,9	
14	0,45	21,8954	21,892	- 3,4	25,7	21,893	- 2,4	12,8	
15	0,17	7,4101	7,410	- 0,1	0,1	7,408	- 2,1	25,9	
16	0,35	2,7664	2,765	- 1,4	5,6	2,763	- 3,4	33,0	

$\left[\frac{\xi \xi}{S} \right] = 159,1$ $\left[\frac{\xi \xi}{S} \right] = 373,9$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{159,1}{16}} = \pm \sqrt{9,94} = \pm 3,15 \text{ mm} \quad m_0 = \pm \sqrt{\frac{373,9}{16}} = \pm \sqrt{23,36} = \pm 4,84 \text{ mm}$$

Tabela 9
Izravnavanje nivelmanske mreže za Instrument Wild broj 31731 načinom postopenog približavanja

Br. pol.	h _n		1. približenje			2. približenje			3. približenje			v	v/g		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12	13
1	+ h1	1,72	+19,6232	-4	+19,6232	+19,6232	-2	+19,6232	+19,6232	-1	+19,6229	+19,6229	v1 = -0,7	0,276	
	+ h7	0,59	-7,3599	-2	-7,3599	-7,3599	-2	-7,3599	-7,3599	0	-7,3599	-7,3599	v7 = +0,2	0,068	
	+ h8	0,40	-13,6841	-1	-13,6842	-13,6841	0	-13,6838	-13,6838	0	-13,6838	-13,6838	v8 = -0,3	0,184	
	+ h9	0,40	+1,4209	-1	+1,4209	+1,4209	0	+1,4207	+1,4207	0	+1,4208	+1,4208	v9 = -0,2	0,100	
	Σ	3,20	0	+ 8	-8	0	0	+ 2	-2	0	+ 1	-1	0		
2	+ h2	1,12	+22,0672	-1	+22,0672	+22,0672	-1	+22,0671	+22,0671	0	+22,0671	+22,0671	v2 = -0,2	0,036	
	+ h10	0,47	-23,9813	-2	-23,9813	-23,9813	0	-23,9818	-23,9818	0	-23,9818	-23,9818	v10 = -0,5	0,533	
	+ h7	0,59	-5,4457	-1	-5,4458	-5,4457	0	-5,4452	-5,4452	0	-5,4452	-5,4452	v7 = -0,5	0,894	
	+ h7	0,59	+7,3599	0	+7,3599	+7,3599	0	+7,3599	+7,3599	0	+7,3599	+7,3599			
	Σ	3,03	0	+ 2	-2	0	0	+ 1	-1	0	0	0	0		
3	+ h3	1,00	-23,6246	+9	-23,6246	-23,6246	-2	-23,6246	-23,6246	0	-23,6248	-23,6248	v3 = -0,7	0,490	
	+ h12	0,66	-0,3572	+6	-0,3572	-0,3572	-1	-0,3570	-0,3570	0	-0,3570	-0,3570	v12 = -0,8	0,972	
	+ h11	0,47	+23,9813	+5	+23,9818	+23,9818	0	+23,9818	+23,9818	0	+23,9818	+23,9818			
	Σ	2,13	-20	+20	0	0	+ 3	-3	0	0	0	0	0		
	4	+ h4	0,48	-38,1448	-2	-38,1448	-38,1448	+1	-38,1449	-38,1449	0	-38,1449	-38,1449	v4 = +0,1	0,921
+ h13		0,58	+15,8925	-2	+15,8925	+15,8925	0	+15,8925	+15,8925	0	+15,8925	+15,8925	v13 = -0,7	0,245	
+ h14		0,45	+21,8954	-3	+21,8951	+21,8954	0	+21,8954	+21,8954	0	+21,8954	+21,8954	v14 = +0,1	0,022	
+ h12		0,66	+0,3572	-3	+0,3569	+0,3570	0	+0,3570	+0,3570	0	+0,3570	+0,3570			
Σ		2,17	0	+ 9	-9	0	0	- 1	+1	0	0	0	0		
5	+ h5	0,88	+ 8,4823	+7	+ 8,4823	+ 8,4823	+1	+ 8,4823	+ 8,4824	0	+ 8,4824	+ 8,4824	v5 = +0,8	0,730	
	+ h15	0,27	+ 7,4101	+1	+ 7,4102	+ 7,4101	0	+ 7,4101	+ 7,4101	0	+ 7,4101	+ 7,4101	v15 = 0	0,000	
	+ h13	0,58	-15,8925	+5	-15,8925	-15,8925	0	-15,8925	-15,8925	0	-15,8925	-15,8925			
	Σ	1,63	-13	+13	0	0	- 1	+1	0	0	0	0	0		
	6	+ h6	0,54	+11,5974	+2	+11,5974	+11,5974	-1	+11,5973	+11,5973	0	+11,5973	+11,5973	v6 = +0,1	0,018
+ h9		0,40	-1,4209	+2	-1,4207	-1,4207	-1	-1,4208	-1,4208	0	-1,4208	-1,4208	v9 = -0,3	0,258	
+ h16		0,35	-2,7667	+1	-2,7666	-2,7666	0	-2,7664	-2,7664	0	-2,7664	-2,7664	v16 = -0,3	0,258	
+ h15		0,17	+7,4102	+1	+7,4101	+7,4101	0	+7,4101	+7,4101	0	+7,4101	+7,4101			
Σ		1,46	- 6	+6	0	0	+ 2	-2	0	0	0	0	0		
7	+ h8	0,49	+13,6838	-3	+13,6838	+13,6838	0	+13,6838	+13,6838	0	+13,6838	+13,6838			
	+ h10	0,85	+ 5,4452	-6	+ 5,4452	+ 5,4452	0	+ 5,4452	+ 5,4452	0	+ 5,4452	+ 5,4452			
	+ h14	0,45	-21,8954	-3	-21,8954	-21,8954	0	-21,8954	-21,8954	0	-21,8954	-21,8954			
	+ h16	0,35	+2,7666	-2	+2,7664	+2,7664	0	+2,7664	+2,7664	0	+2,7664	+2,7664			
	Σ	2,14	+ 14	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

$\left[\frac{v \cdot v}{n} \right] = 4,847$
 $m_0 = \pm \sqrt{\frac{1,847}{7}}$
 $m_0 = \pm 0,83 \text{ mm}$

Tabela 10
Izravnavanje nivelmanske mreže za Instrument "Zrak" broj 125 načinom postepenog približavanja

Broj pol.	h _n	1. približanje			2. približanje			3. približanje			y	$\frac{y}{s}$
		S	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	2											
1	+ h ₁	1,22	+19,620	-4	+19,616	+2	+19,616	+1	+19,618	+1	+19,619	v ₁ = +1
	- h ₇	0,59	-7,358	-1	-7,357	+1	-7,358	+1	-7,359	0	-7,359	v ₇ = +3
	- h ₈	0,49	-13,680	-1	-13,681	+1	-13,682	+1	-13,682	0	-13,682	v ₈ = +2
	+ h ₉	0,40	+1,423	-1	+1,422	+1	+1,422	0	+1,422	0	+1,422	v ₉ = -1
	Σ	3,20	+7	-7	0	-3	+3	0	-1	+1	0	
2	+ h ₂	1,12	+22,060	+3	+22,063	+1	+22,064	+1	+22,064	+1	+22,065	v ₂ = +5
	- h ₁₁	0,47	-23,980	+1	-23,979	0	-23,979	0	-23,979	0	-23,979	v ₁₁ = -1
	- h ₁₀	0,85	-5,445	+2	-5,443	+1	-5,445	+1	-5,445	0	-5,445	v ₁₀ = 0
	+ h ₇	0,59	+7,357	+2	+7,359	+2	+7,359	+1	+7,359	0	+7,359	
	Σ	3,03	-8	+8	0	-3	+3	0	-1	+1	0	
3	- h ₃	1,00	-23,620	+1	-23,619	+1	-23,618	+1	-23,618	0	-23,618	v ₃ = -2
	- h ₁₂	0,66	-0,360	0	-0,360	0	-0,361	0	-0,361	0	-0,361	v ₁₂ = +1
	+ h ₁₁	0,47	+23,979	0	+23,979	+23,979	+23,979	0	+23,979	0	+23,979	
		Σ	2,13	-1	+1	0	-1	+1	0	0	0	
4	- h ₄	0,48	-38,148	+1	-38,147	0	-38,147	0	-38,147	0	-38,147	v ₄ = -1
	+ h ₁₃	0,58	+15,892	+1	+15,893	+15,894	+15,894	0	+15,894	0	+15,894	v ₁₃ = +2
	+ h ₁₄	0,45	+21,893	0	+21,893	+21,892	+21,892	0	+21,892	0	+21,892	v ₁₄ = -1
	+ h ₁₂	0,66	+0,360	+1	+0,361	0	+0,361	0	+0,361	0	+0,361	
	Σ	2,17	-3	+3	0	0	0	0	0	0	0	
5	+ h ₅	0,88	+8,486	-2	+8,484	0	+8,484	0	+8,484	0	+8,484	v ₅ = -2
	- h ₁₅	0,17	-7,410	0	-7,410	+7,410	+7,410	0	+7,410	0	+7,410	v ₁₅ = 0
	- h ₁₃	0,58	-15,893	-1	-15,894	-15,894	-15,894	0	-15,894	0	-15,894	
		Σ	1,63	+3	-3	0	0	0	0	0	0	
6	+ h ₆	0,54	+11,597	-1	+11,596	+1	+11,597	+1	+11,597	+1	+11,597	v ₆ = 0
	- h ₉	0,40	-1,422	0	-1,422	0	-1,422	0	-1,422	0	-1,422	
	- h ₁₆	0,55	-2,764	0	-2,764	-2,765	-2,765	0	-2,765	0	-2,765	v ₁₆ = +1
	- h ₁₅	0,17	-7,410	0	-7,410	-7,410	-7,410	0	-7,410	0	-7,410	
	Σ	1,46	+1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
7	+ h ₈	0,49	+13,681	+1	+13,682	+13,682	+13,682	0	+13,682	0	+13,682	
	- h ₁₀	0,85	-5,443	+2	-5,445	+5,444	+5,444	+1	+5,445	0	+5,445	
	- h ₁₄	0,45	-21,893	+1	-21,892	-21,892	-21,892	0	-21,892	0	-21,892	
	+ h ₁₁	0,55	+2,764	+1	+2,765	+2,765	+2,765	0	+2,765	0	+2,765	
	Σ	2,14	-5	+5	0	1	+1	0	0	0	0	
$[\sum y] = 87,0$												
$m_0 = \pm \sqrt{\frac{87,0}{7}}$												
$m_0 = \pm 3,53 \text{ mm}$												

Tabela II

Izravnavanje nivelmanske mreže za Instrument "Zrak" broj 120 načinom postepenog približavanja

Broj poi.	h _n	1. približenje				2. približenje				3. približenje				v	v/v
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	+ h ₁ - h ₇ - h ₈ + h ₉ Σ	1,72 0,59 0,49 0,40 3,20		+19,622 -7,354 -13,688 +1,423 +7	-4 -1 -1 -7	+19,619 -7,355 -13,688 +1,422 0	-3 -3 -1 +5	+19,619 -7,355 -13,688 +1,424 0	-2 0 0 0 +2	+19,617 -7,355 -13,686 +1,424 0	-2 0 0 0 0	v ₁ = -9 v ₇ = +1 v ₈ = -2 v ₉ = +1		50,5 1,7 8,2 2,9	
2	+ h ₂ - h ₁₁ - h ₁₀ + h ₇ Σ	1,12 0,47 0,85 0,59 3,03		+22,067 -23,974 +5,449 +7,355 -2	+1 0 +1 +1 +2	+22,067 -23,976 +5,448 +7,355 0	-1 -1 -1 -1 -4	+22,066 -23,976 +5,444 +7,355 0	-1 0 0 0 +1	+22,065 -23,976 -5,444 +7,355 0	-1 0 0 0 0	v ₂ = -1 v ₁₁ = +2 v ₁₀ = -5		0,9 8,0 29,2	
3	- h ₃ - h ₁₂ + h ₁₁ Σ	1,00 0,66 0,47 2,13		-23,620 -0,360 +23,974 -6	+3 +2 +1 +6	-23,617 -0,358 +23,975 0	0 0 0 0	-23,617 -0,359 +23,976 0	+1 0 0 +1	-23,616 -0,360 +23,976 0	+1 0 0 0	v ₃ = -4 v ₁₂ = 0		17,4 0,0	
4	- h ₄ + h ₁₃ + h ₁₄ + h ₁₂ Σ	0,48 0,58 0,45 0,66 2,17		-38,146 +15,896 +21,890 +0,358 -2	0 +1 0 +1 +2	-38,146 +15,894 +21,892 +0,359 0	0 0 0 +1 +1	-38,146 +15,894 +21,892 +0,360 0	0 0 0 0 +1	-38,147 +15,894 +21,893 +0,360 0	-1 0 0 0 0	v ₄ = +1 v ₁₃ = -2 v ₁₄ = +3		2,2 6,9 20,0	
5	+ h ₅ + h ₁₅ - h ₁₃ Σ	0,88 0,17 0,58 1,63		+8,482 +7,407 -15,897 -8	+4 +1 +3 +8	+8,486 +7,408 -15,894 0	0 0 0 0	+8,486 +7,408 -15,894 0	0 0 0 0	+8,486 +7,408 -15,894 0	0 0 0 0	v ₅ = +4 v ₁₅ = +1		16,4 6,2	
6	+ h ₆ - h ₉ - h ₁₆ - h ₁₅ Σ	0,54 0,40 0,35 0,17 1,46		+11,599 -1,422 -2,762 -7,408 +7	-3 -2 -2 -7 -11	+11,596 -1,424 -2,764 -7,408 0	-1 0 -1 0 +2	+11,595 -1,424 -2,763 -7,408 0	0 0 0 0 0	+11,595 -1,424 -2,763 -7,408 0	0 0 0 0 0	v ₆ = -4 v ₁₆ = +1		30,3 2,6	
7	+ h ₇ - h ₁₀ - h ₁₄ + h ₁₆ Σ	0,49 0,65 0,45 0,35 2,14		+13,689 +5,448 -21,890 +2,764 +11	-3 -2 -4 -2 -11	+13,686 +5,444 -21,892 +2,762 0	-1 -1 -1 0 +3	+13,686 +5,444 -21,893 +2,763 0	0 0 0 0 0	+13,686 +5,444 -21,893 +2,763 0	0 0 0 0 0	[Σv] = 204,3 m ₀ = ± √(204,3/7) m ₀ = ± 5,40 mm			