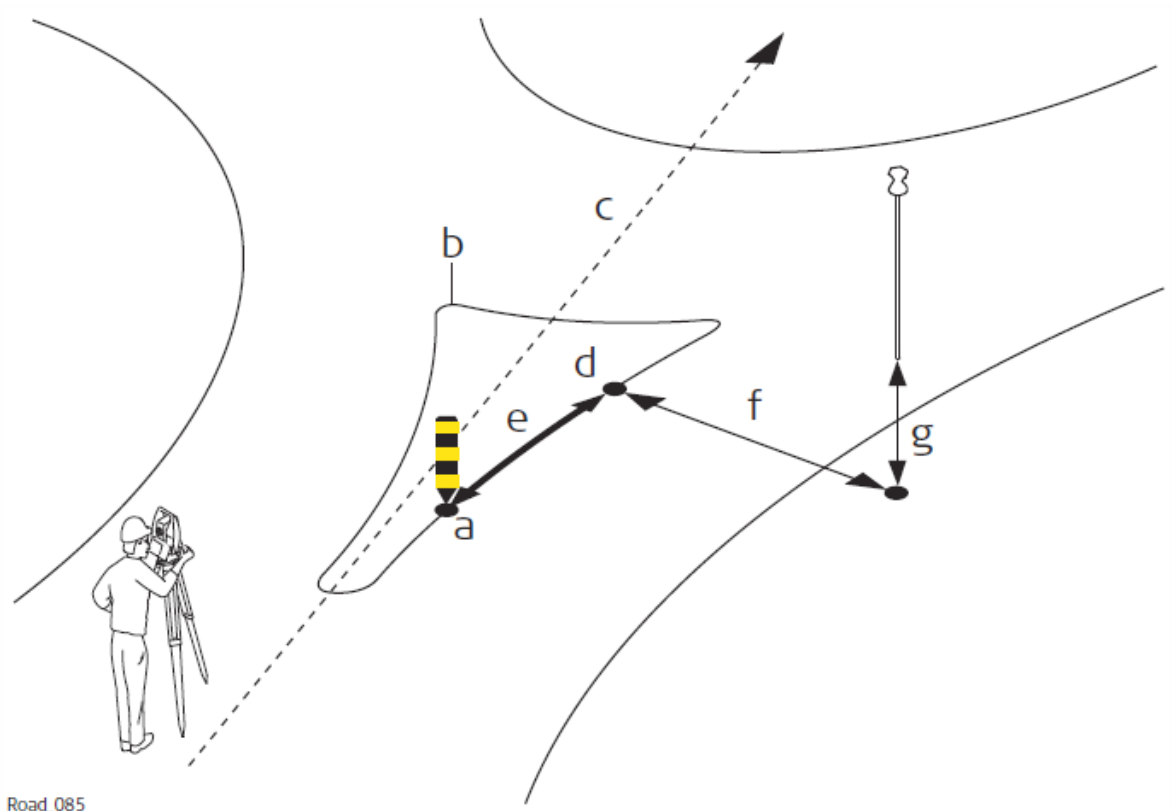


Prvi koraki pri delu z merskimi instrumenti

Kratka navodila



V tem sestavku boste spoznali glavne lastnosti nivelirja in tahimetra, način merjenja z instrumentoma in stvari, na katere morate biti pri delu z njima pozorni. Seznanili se boste s pogreški, ki se pojavljajo pri meritvah, kako jih lahko odkrijete, določite in eliminirate ter končno, kako lahko opravite enostavna geodetska opravila. Nivelir in tahimeter se uporabljata za vsa rutinska merjenja v geodeziji, gradbeništvu, projektiranju in pri izdelavi konstrukcij.

Uporaba nivelirja in tahimetra je opisana na številnih praktičnih primerih. Poleg tega so opisani tudi uporabniški programi, ki so vgrajeni v večino sodobnih tahimetrov Leica Geosystems in vam omogočajo, da geodetska dela in naloge opravljate še hitreje, lažje in predvsem brez napak.

Ustrezna merska oprema je pri vašem delu prav tako pomembna kot ostalo orodje ali stroji, ki jih uporabljate. Ker je od le-te odvisna kvaliteta opravljenega dela, še posebej pozorno skrbite, da ustreza deklarirani natančnosti, da je brezhibna ter redno servisirana. Vendar pa še tako dobra in zmogljiva oprema ni nadomestilo za usposobljenega, vestnega in natančnega operaterja.

(c) Copyright Geoservis, d.o.o., v2.0, 06.08.2010

Prevod in priredba originalnega besedila Surveying Made Easy, Karl Zeiske, Leica Geosystems AG, Švica.

Brez pisne privolitve podjetja Geoservis, d.o.o. je razmnoževanje in spreminjanje celote ali delov navodil ter uporaba besedilnega in slikovnega gradiva iz navodil prepovedana!

Nivelir in tahimeter

Nivelir

Glavni del nivelirja je daljnogled, vrtljiv okrog navpične osi. Njegova funkcija je, da zagotavlja horizontalno vizurno os. Z njim določate višinske razlike, prenašate višine ali opravite višinsko zakoličbo.

Nivelirji Leica Geosystems so opremljeni tudi s horizontalnim krogom. To je zelo uporabno za enostavno merjenje kotov ali zakoličbo pravih kotov. Nivelirje lahko uporabite tudi za optično merjenje razdalj z natančnostjo 0.1m do 0.3 m.

Natančnost nivelirjev se skladno s standardom ISO 17123-2 podaja na dva načina: kot standardni odklon kilometra dvojnega nivelmana (npr. Leica Geosystems NA724: 2 mm; NA2 s planparalelno ploščo: 0.3 mm) ter kot standardni odklon prenosa višine na 30 m (npr. Leica Geosystems NA724: 1.2 mm).



Tahimeter

Tahimeter je zgrajen iz teodolita z vgrajenim razdaljemerom, tako da lahko hkrati meri kote in razdalje (teodolit samo kote). Današnji sodobni elektronski tahimetri imajo vgrajen elektrooptični razdaljemer (EDM) in sistem za elektronsko čitanje krogov. Na horizontalni in vertikalni krog sta nanešeni kodirani razdelbi, ki ju instrument odčita. Odčitane vrednosti Hz in V kota ter razdaljo prikaže na zaslonu. Horizontalna razdalja, višinska razlika in koordinate se samodejno izračunajo ter shranijo skupaj z meritvami in dodatnimi informacijami.

Leicini tahimetri imajo vgrajene številne programe in funkcije, ki omogočajo, da opravite večino geodetskih del hitro, enostavno in elegantno. Najpomembnejši programi so predstavljeni v poglavju "Uporabniški programi".

Tahimetri se uporabljajo povsod, kjer je potrebno določiti položaj ali pa položaj in višino točk.

Natančnost merjenja kotov pri teodolitih in tahimetrih se podaja skladno s standardom ISO 17123-3 (npr. Leica Geosystems TS02: 7", TS30: 0.5").

Kako se odraža kotna natančnost pri določitvi položaja, prikazuje tabela.

A	B (m)	C (m)
0.5"	0.0001	0.0002
1"	0.0001	0.0005
3"	0.0004	0.0014
5"	0.0007	0.0024
9"	0.0013	0.0044
30"	0.0044	0.0145

A – pogrešek pri merjenju kotov,
B – položajni pogrešek pri oddaljenosti tarče 30 m,
C – položajni pogrešek pri oddaljenosti tarče 100 m.

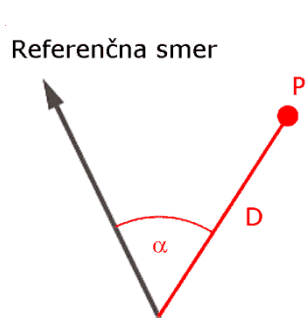
Natančnost merjenja razdalj z elektrooptičnimi razdaljemerji se podaja skladno s standardom ISO 17123-4 (npr. Leica Geosystems TS02: 1.5 mm + 2 ppm).



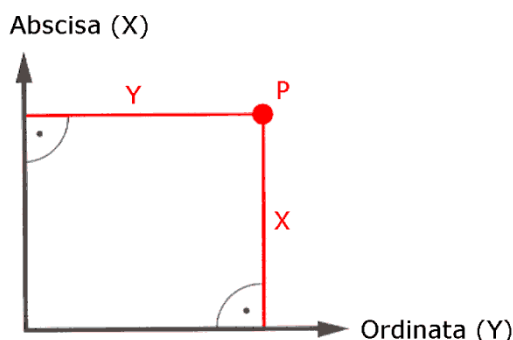
Koordinate

Da bi lahko opisali položaj točke v ravnini, je potrebno poznati dve koordinati. Polarne koordinate zahtevajo poznavanje kota in oddaljenosti od izhodišča, kartezične pa dveh odmikov znotraj ortogonalnega sistema.

Tahimetri merijo polarne koordinate; te se nato preračunajo v kartezične v danem ortogonalnem sistemu – bodisi v samem instrumentu ali kasneje v pisarni z namensko programsko opremo.



POLARNE KOORDINATE



KARTEZIČNE KOORDINATE

Pretvorba:

Dano: D, α
 Zahtevano: X, Y

$$Y = D \times \sin \alpha$$

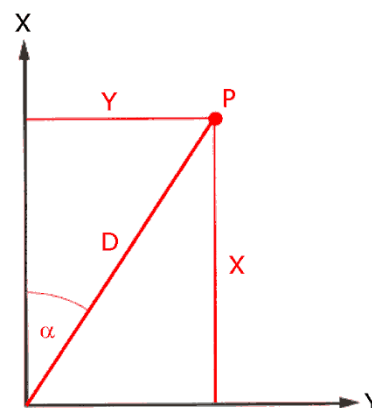
$$X = D \times \cos \alpha$$

Dano: X, Y
 Zahtevano: D, α

$$D = \sqrt{Y^2 + X^2}$$

$$\sin \alpha = Y/D$$

$$\cos \alpha = X/D$$



Merjenje kotov

Kot predstavlja razliko dveh smeri.

Horizontalni kot α med smerema proti točkama P_1 in P_2 je neodvisen od višinske razlike med njima, če se le daljnogled pri zvrčanju vrtili v popolnoma vertikalni ravnini, in ne glede na horizontalno orientacijo. Temu pogoju je zadoščeno le v idealnih razmerah.

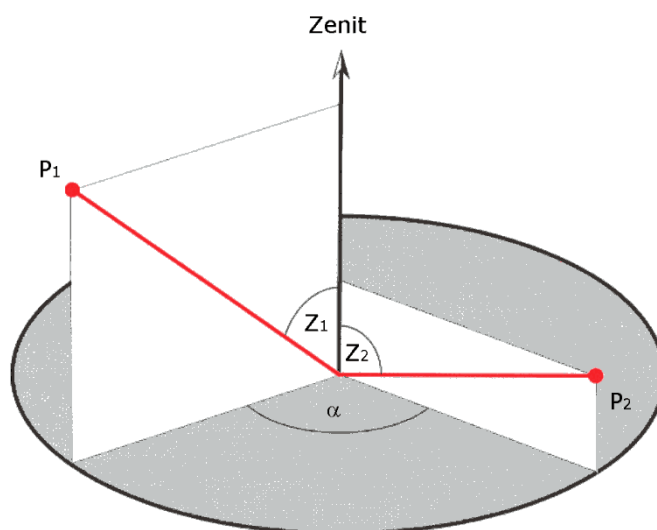
Vertikalni kot je razlika med horizontalno smerjo in smerjo proti merjeni točki.

Zenitna razdalja je kot (ne razdalja) med smerjo proti zenitu in smerjo proti merjeni točki.

Vertikalni kot (zenitna razdalja) je zato pravilna samo v primeru, ko je odčitek na vertikalnem krogu ob popolnoma horizontalni vizuri natanko 0° (90°). Tudi temu pogoju je zadoščeno le v idealnih razmerah.

Vzroki za odmike od idealnega primera so nepravokotnosti osi instrumenta ali neustrezno horizontiranje (glejte poglavje "Pogreški instrumentov").

Z_1 = zenitna razdalja do P_1
 Z_2 = zenitna razdalja do P_2
 α = horizontalni kot med smerema proti točkama P_1 in P_2



Priprave na merjenje

Postavitev nivelirja

1. Raztegnite noge stativa, kolikor je potrebno in čvrsto privijte vijake.
2. Stativ postavite tako, da bo glava stativa čim bolj horizontalna in bodo noge čvrsto v tleh.
3. Šele sedaj postavite instrument na stativ in ga pritrdite s srčnim vijakom.
4. Bodite pozorni, da bo instrument postavljen na čim bolj stabilnem terenu, tako da se med meritvami ne bo premikal.

Horizontiranje instrumenta

Ko instrument postavite, ga grobo horizontirajte s pomočjo dozne libele.

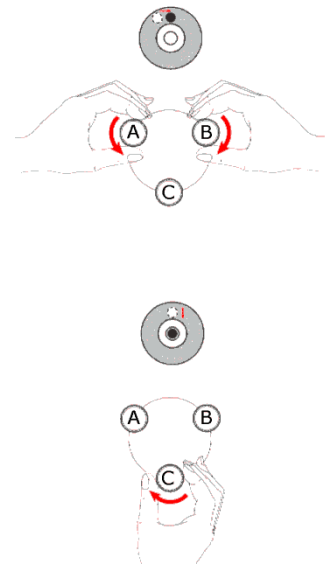
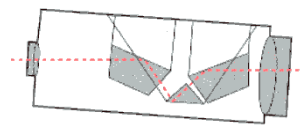
Vrtite dva podnožna vijaka v nasprotni smeri. Smer, v katero se bo premaknil mehurček, je enaka smeri gibanja kazalca vaše desne roke (slika desno zgoraj). Sedaj s tretjim vijakom horizontirajte mehurček (slika desno spodaj).

Da preverite libelo, zavrtite instrument za 180°. Libela mora še vedno vrhuniti. V nasprotnem primeru je potrebna nastavev le-te.

Pri nivelirju skrbite za fino horizontiranje kompenzatorja.

Kompenzator v osnovi sestavlja viseča prizma, ki horizontalni žarek usmeri na srednjo nit nitnega križa tudi ob nepopolni horizontalnosti nivelirja.

Če sedaj narahlo zatresete nogo stativa, boste videli, da slika late zaniha, vendar se vedno ustali v isti legi. To je enostaven način, da preizkusite delovanje kompenzatorja. Ta mora biti prosto gibljiv.

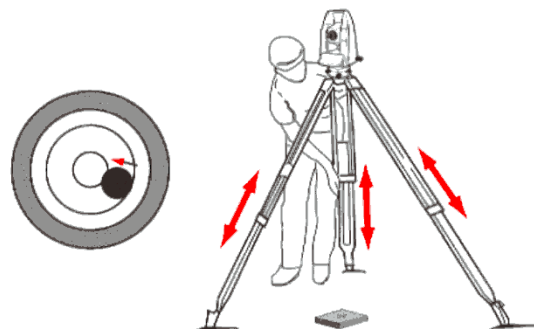
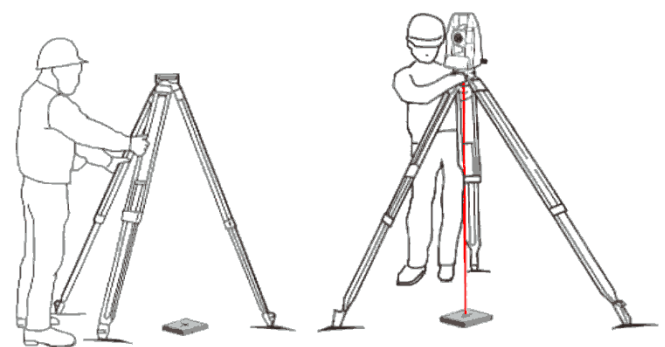


Postavitev tahimetra nad talno točko

1. Stativ postavite približno nad točko na tleh.
2. Preverite stativ iz različnih smeri in ga naravnajte tako, da bo glava stativa približno horizontalna in nad točko na tleh (slika zgoraj levo).
3. Noge stativa učvrstite v tla. Instrument pritrdite na stativ s srčnim vijakom.
4. Vključite lasersko grezilo (ali - za starejše instrumente - poglejte skozi optično grezilo). Vrtite podnožne vijake tako, da je laserska pika ali optično grezilo centrirano na talno točko (slika zgoraj desno).
5. Z nastavitvijo dolžine nog stativa horizontirajte dozno libelo (slika spodaj).
6. S podnožnimi vijaki fino horizontirajte instrument tako, da cevna / elektronska libela vrhuni.
7. Ko je instrument natančno horizontiran, popustite srčni vijak. Sedaj ga z majhnimi vzporednimi premiki natančno postavite nad talno točko.
8. Ponovno privijte srčni vijak.
9. Ponovno fino horizontirajte instrument in preverite, če je instrument natančno nad talno točko. Če ni, ponovite točki 7 in 8. Ko je instrument horizontiran in centriran, je pripravljen na delo.



Če ima instrument vgrajeno elektronsko libelo, za horizontiranje vedno uporabite le-to.



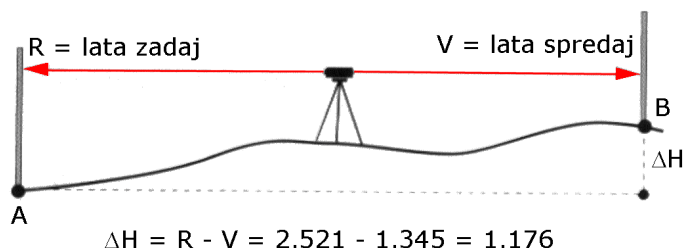
Merjenje z nivelirjem

Višinska razlika med dvema točkama

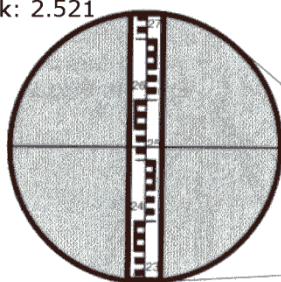
Osnovni princip niveliranja vključuje določanje višinskih razlik med dvema točkama.

Višinska razlika se izračuna kot razlika občitkov lat na točkah A in B.

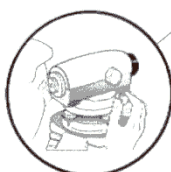
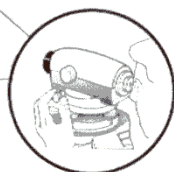
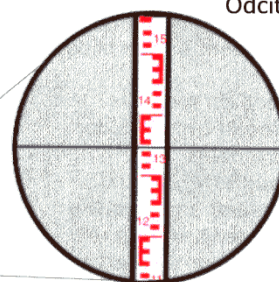
Za eliminiranje sistematičnih pogreškov zaradi atmosferskih pogojev ali preostalih pogreškov zaradi nepopolne horizontalnosti smeri vizure naj bo instrument postavljen približno na sredini med dvema točkama.



Odčitek: 2.521



Odčitek: 1.345



Optično merjenje razdalj z nivelirjem

Nitni križ je sestavljen iz dveh medsebojno pravokotnih niti. Simetrično na vodoravno nit sta postavljeni še dve krajši niti. Njun razmak je takšen, da odsek na lati (razlika med odčitkoma na zgornji in na spodnji niti) pomnožen s 100 predstavlja razdaljo do late (100 je t.i. multiplikacijska konstanta nivelirja).

Natančnost merjenja razdalj na tak način je od 10 cm do 30 cm.

Primer:

Odčitek na zgornji niti

$B = 1.829$

Odčitek na spodnji niti

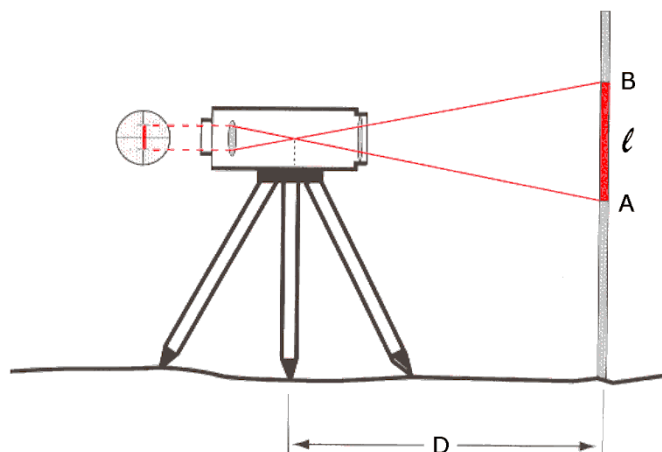
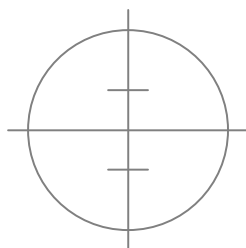
$A = 1.603$

Odsek na lati

$l = B - A = 0.226$

Razdalja

$D = 100 * l = 22.6 \text{ m}$

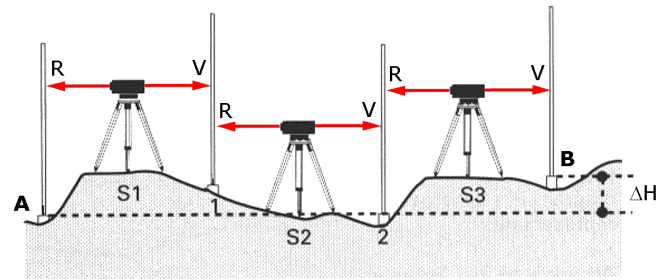


Niveliranje linij

Če sta točki A in B daleč narazen, se višinska razlika med njima določi po odsekih. Nivelir vedno postavite tako, da bosta razdalji do dveh sosednjih točk približno enaki, in sicer med 30 in 50 m.

1. instrument postavite na točko S_1 .
2. Na točko A postavite lato in jo držite popolnoma navpično. Odčitajte in zabeležite višino (lata zadaj, R).
3. Lato postavite na prvo vmesno točko 1 (ki je lahko trajno ali začasno stabilizirana na tleh, npr. z žabo). Odčitajte in zabeležite višino (lata spredaj, V).
4. instrument postavite na točko S_2 . Lato pustite na prvi vmesni točki.
5. Lato na točki 1 previdno obrnite proti instrumentu.
6. Odčitajte in zabeležite višino (lata zadaj, R) in po istem postopku nadaljujte.

Višinska razlika med točkama A in B je vsota razlik odčitkov lat zadaj in odčitkov lat spredaj.



Stojišče	Točka	R	V	Višina	Opombe
	A			420.300	
S_1	A	2.806			
	1		1.328	421.778	= višina A + R - V
S_2	1	0.919			
	2		3.376	419.321	
S_3	2	3.415			
	B		1.623	421.113	
Vsota		7.140 -6.327	6.327	0.813	= višina B - višina A
ΔH		+0.813			= višinska razlika AB

Višinska zakoličba

Pri izkopavanjih je na primer potrebno zakoličiti višino $\Delta H = 1.00$ m pod nivojem cestišča (točka A).

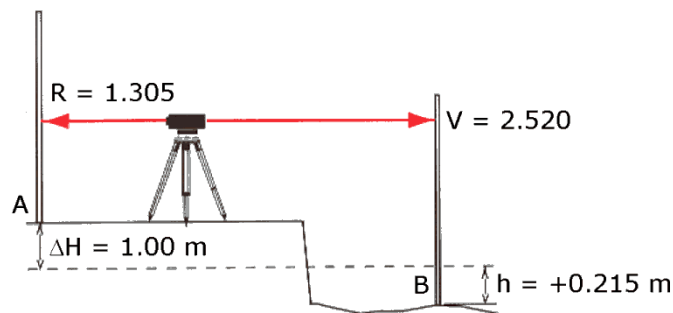
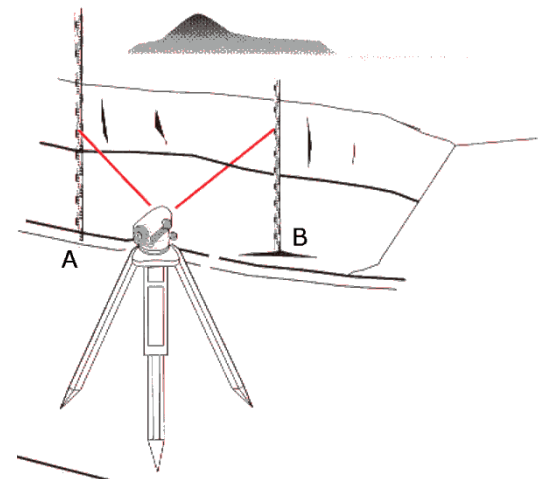
1. Postavite nivelir tako, da sta razdalji do točk A in B približno enaki.
2. Postavite lato na točko A in odčitajte lato zadaj, R = 1.305 m.
3. Postavite lato na točko B in odčitajte lato spredaj, V = 2.520 m.

Razliko h med zahtevano višino na točki B izračunate kot: $h = V - R$
 $\rightarrow \Delta H = 2.520 - 1.305 - 1.00 = +0.215$ m.

4. Zahtevano višino (0.215 m nad tlemi) na točki B primerno označite.

Pogosto uporabljen način je tudi, da zahtevano odčitek late izračunate vnaprej:
 $V = R - \Delta H = 1.305 - (-1.000) = 2.305$ m.

Lato sedaj dvigajte ali spuščajte toliko časa, da lahko z nivelirjem odčitate zahtevano vrednost V.

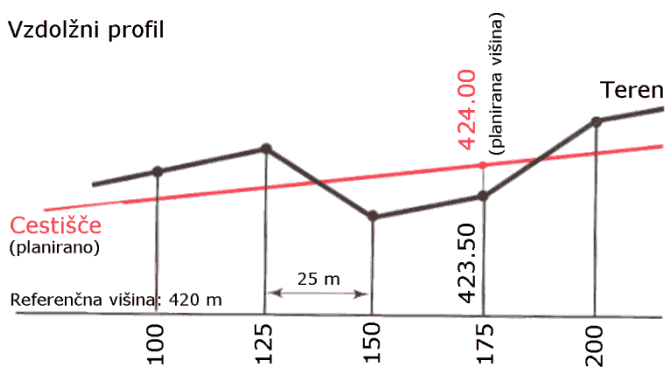


Vzdolžni in prečni profili

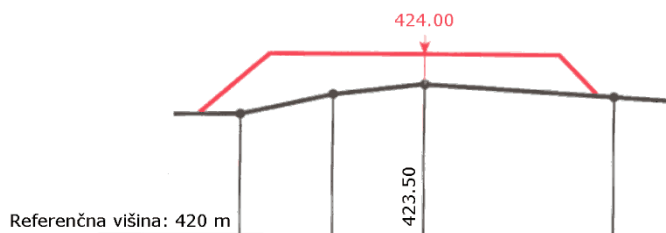
Vzdolžni in prečni prerezi predstavljajo osnovo za detajlno planiranje in zakoličbo komunikacijskih povezav (npr. cest), za izračun izkopov ter za čim boljše prilaganje ceste s terenom. Najprej se zakoliči vzdolžna os (os cestišča) ter na enakomernih odsekih označijo stacionaže. Vzdolžni osi cestišča se nato določi vzdolžni profil – z niveliranjem se določijo višine stacionaž. Pri vsaki stacionaži ter pri pomembnih topografskih značilnostih se posname prečni profil (pravokotno na os cestišča). Višine točk na prečnih profilih se določijo na osnovi znane višine instrumenta.

Postavite lato na znano stojišče. Višina instrumenta je sestavljena iz vsote odčitka late in višine stojišča. Višine točk na prečnih profilih izračunate tako, da odštejete odčitek late (na točkah prečnega profila) od višine instrumenta. Razdalje med stojišči in posameznimi točkami na prečnem profilu se določijo z merskim trakom ali optično z nivelirjem. Kadar so vzdolžni profili predstavljeni grafično, so prikazane višine stojišč v močno povečanem merilu (npr. 10x) glede na vzdolžni profil, ki je prikazan glede na referenčno višino (slika zgoraj).

Vzdolžni profil

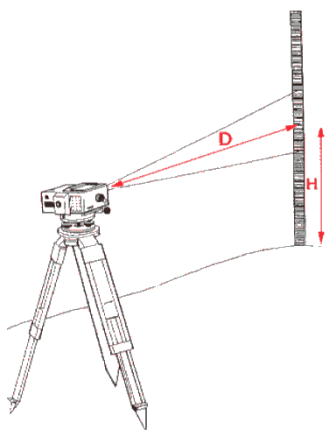


Prečni profil 175



Digitalni nivelir

Digitalni nivelirji Leica Geosystems so prvi na svetu, ki so bili opremljeni z elektronskim sistemom za obdelavo slik za določitev višine in razdalje. Instrument samodejno odčita črtno kodo na lati (slika).



Odčitek late in razdalja sta na zaslonu numerično prikazana in ju lahko shranite; odčitki na lati se sproti izračunavajo, tako da ne more priti do napak zaradi čitanja, shranjevanja ali izračunavanja.

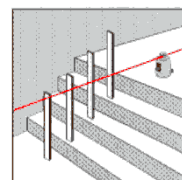
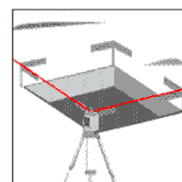
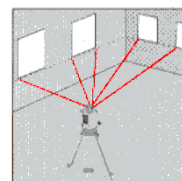
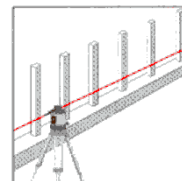
Z ustrezno programsko opremo (npr. Leica Geo Office) lahko shranjene podatke kasneje obdelate.

Uporaba digitalnega nivelirja je priporočljiva povsod, kjer je potrebno opraviti veliko niveliranja; v takšnem primeru lahko privarčujete tudi več kot 50% časa.

Laserski nivelir

Če je na primer na večjem gradbišču potrebo določiti višine ali opraviti višinsko zakoličbo velikega števila točk, je smiselna uporaba laserskega nivelirja. Pri tem instrumentu ozek rdeč laserski žarek (pri nekaterih modelih tudi viden) rotira okrog navpične osi in vizualizira horizontalno ravnino. Le-ta vam služi kot referenca za zakoličevanje, merjenje ali opazovanje višin.

Sprejemnik laserskega žarka premikate vzdolž late, dokler ne zazna laserskega žarka. Višino sedaj odčitata neposredno z late. Operater pri instrumentu ni potreben.



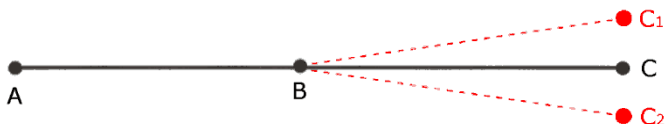
Merjenje s tahimetrom

Ekstrapoliranje ravne linije

1. Instrument postavite na točko B.
2. Vizirajte na točko A in zvrnite daljnogled preko zenita ter označite točko C_1 .
3. Instrument zavrtite za 180° (v drugo krožno lego) in ponovno vizirajte na točko A.
4. Zopet zvrnite daljnogled preko zenita in označite točko C_2 . Točka C v sredini med C_1 in C_2 leži natančno na podaljšku zveznice AB.

Vzrok za odstopanje med C_1 in C_2 je kolimacijski pogrešek instrumenta.

Kadar je smer vizure brezhibna, je pogrešek le še kombinacija pogreška viziranja, nepravokotnosti vrtilne osi daljnogleda in nezadostne horizontiranosti instrumenta.

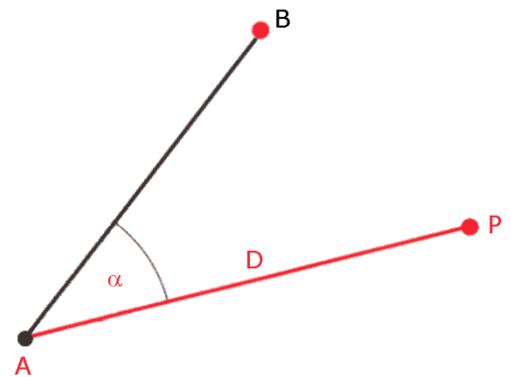


Polarna zakoličba

Elementi zakoličbe (kot in razdalja) se pri zakoličbi nanašata na znano točko A in znano začetno smer od A proti B.

1. Postavite instrument na točko A in vizirajte na točko B.
2. Odčitek na horizontalnem krogu postavite na 0° .

3. Instrument obrnite tako, da je na zaslonu prikazan kot α .
4. Vodite figuranta z reflektorjem vzdolž vizure in merite horizontalno razdaljo, dokler ne doseže točke P.



Projekcija višje točke na tla

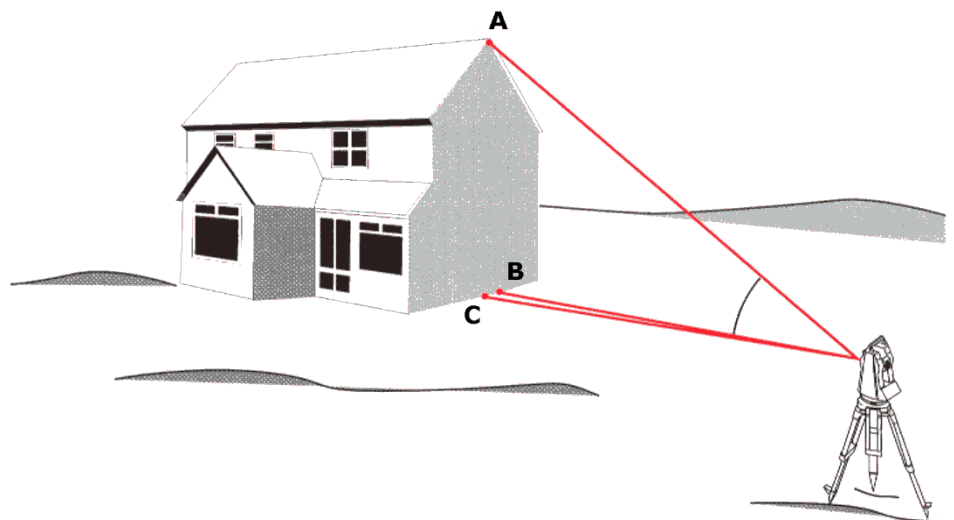
Projeciranje višje točke na tla, projekcija talne točke navzgor, ali preverjanje navpičnih stranic različnih objektov lahko opravite v eni sami krožni legi, vendar le pod pogojem, da daljnogled pri zvrčanju opiše natančno vertikalno ravnino. Za preizkus trditve opravite naslednje:

1. Vizirajte na višjo točko A, nato zvrnite daljnogled navzdol in na tleh označite točko B.
2. Obrnite instrument v drugo krožno lego in ponovite postopek ter na tleh označite točko C.

Točka v sredini med B in C leži natančno pod točko A.

Vzrok razlike med točkama B in C je nepravokotnost vrtilne osi daljnogleda in navpične osi instrumenta in/ali nezadostna horizontiranost instrumenta.

Pri takšnem opravilu bodite pozorni, da je tahimeter precizno horizontiran, tako da bo vpliv nagiba navpične osi instrumenta čim manjši.

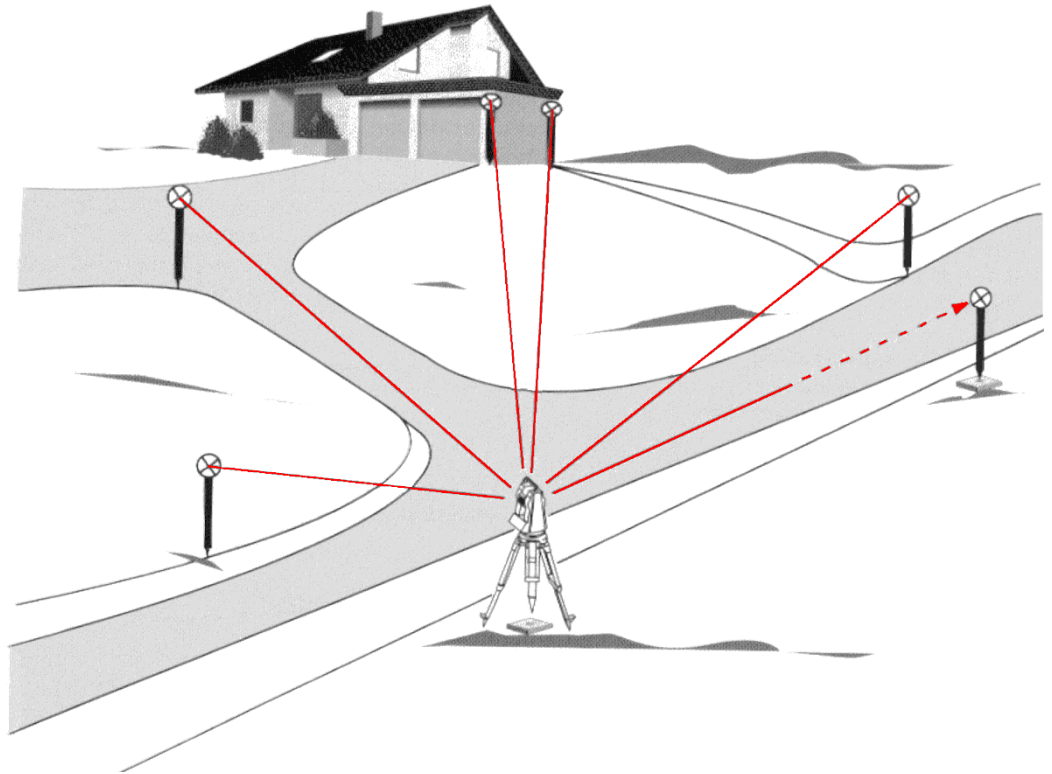


Merjenje (polarna metoda)

Če želite opraviti posnetek terena, je potrebno določiti položaj in višino točk na osnovi merjenja kotov in razdalj. V ta namen je instrument postavljen na ustrezno točko v ustreznem (državnem, lokalnem...) koordinatnem sistemu. Drugo ustrezno točko potrebujete za orientiranje. Ko jo navizirate, postavite horizontalni krog na 0° .

Če je koordinatni sistem že vzpostavljen, postavite instrument na znano točko in orientirajte horizontalni krog z merjenjem na drugo znano točko.

Nato izmerite detaljne točke.



Merjenje razdalj brez reflektorja

Vsi Leicini tahimetri imajo poleg klasičnega razdaljemera za merjenje na reflektor vgrajen tudi razdaljemer za merjenje razdalj brez reflektorja (običajno z vidnim rdečim laserskim žarkom). Kadarkoli lahko z eno samo tipko preklopite med načinoma delovanja razdaljemera.

Ta možnost ima številne prednosti povsod, kjer so točke težko- ali nedostopne, npr. pri snemanju fasad, polaganju cevovodov, merjenju preko ograj, mej, prometnic in podobno.

Vidni rdeč laserski žarek je primeren tudi za označevanje tarč, npr. pri merjenju v temnih prostorih, merjenju profilov v predorih ali merjenju v zgradbah, še posebno pa tudi pri zelo strmih vizurah.

Prav tak rdeč laserski žarek uporablja tudi Leicin ročni razdaljemer DISTO, s katerim lahko merite razdalje brez reflektorja. Idealen je za merjenje v zgradbah, za hitro določevanje površin in volumnov.

Sodobni ročni laserski razdaljemerji imajo vgrajen tudi digitalni vizir s povečavo za lažje viziranje in pa senzor nagiba.



Samodejno viziranje in sledenje prizme

Nekateri tahimetri Leice Geosystems imajo vgrajen sistem za samodejno prepoznavanje reflektorja ATR (Automatic Target Recognition). Z njim je viziranje hitrejše, mnogo lažje in s konstantno natančnostjo. Zadostuje že, da daljnogled približno usmerite proti tarči, nato pa s pritiskom na gumb sprožite precizno viziranje, merjenje in shranjevanje kotov ter razdalje. Tehnologija omogoča tudi popolnoma avtomatizirano merjenje z računalnikom.

Sistem ATR lahko v sledilnem načinu samodejno sledi gibanju reflektorja. Vi morate v željenem trenutku samo sprožiti meritev in shranjevanje izmerjenih vrednosti v pomnilnik instrumenta ali neposredno na priključen terenski računalnik.

Tahimetre TCA lahko uporabite povsod, kjer je potrebno izmeriti veliko število točk, kadar je potrebno periodično snemanje istih točk (merjenje deformacij), s sistemom za daljinsko upravljanje pa lahko manjša dela opravite sami – brez pomočnika.

Prednost sistema ATR:

Velika hitrost merjenja in konstantna natančnost meritev, saj viziranje ni odvisno od usposobljenosti in zmožnosti operaterja.



Zakoličevanje profilov pri gradnji objektov

Pred izkopom gradbene jame je smotno stranice objekta podaljšati preko njegovih razsežnosti, tam namestiti profile, natančne dimenzije objekta pa označiti z žebli. Le-te lahko povežete z vrstico ali žico, ki omejuje dejansko velikost objekta, kadarkoli med izkopavanjem ali gradnjo.

V naslednjem primeru je potrebno postaviti profile vzporedno s predvidenimi zidovi večje zgradbe na oddaljenosti a in b od meje (slika levo).

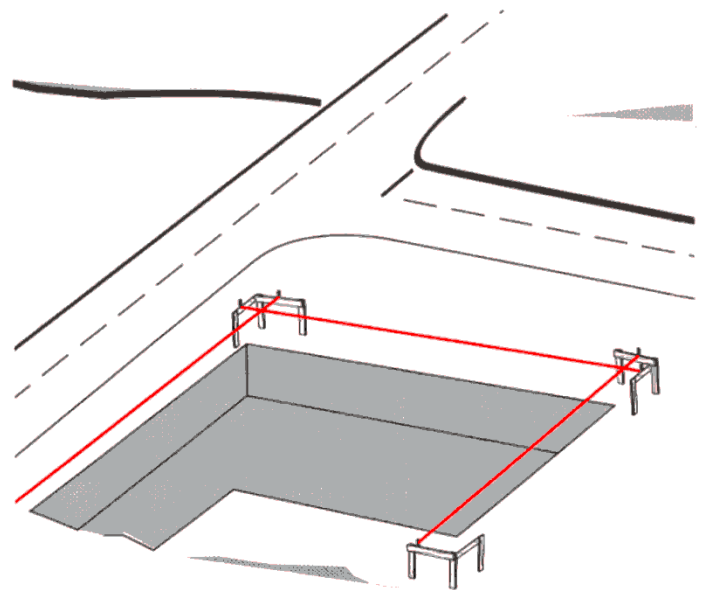
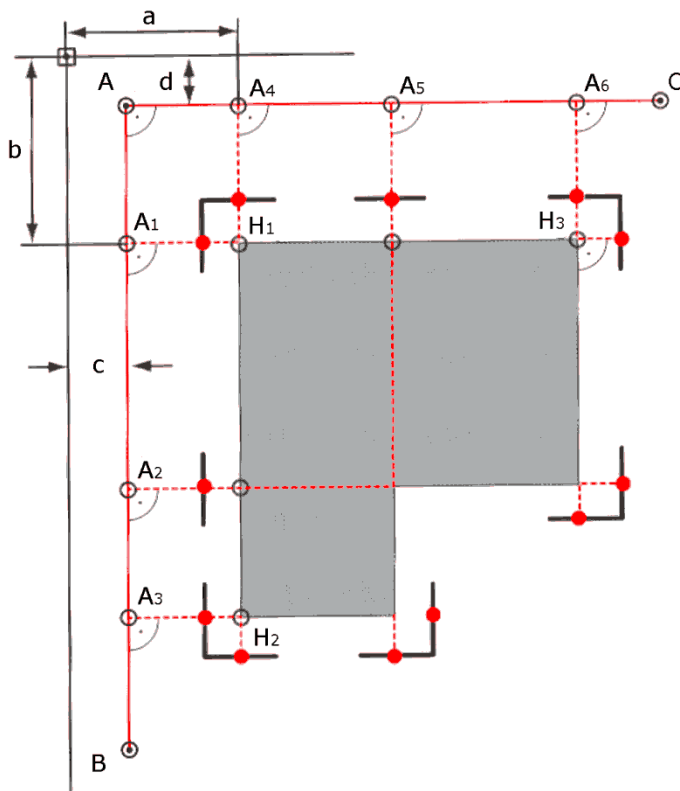
1. Vzpostavite osnovnico AB vzporedno z levo mejo na poljubni oddaljenosti c .
2. Točko A označite na oddaljenosti d od zgornje meje. To bo prvo stojišče tahimetra.
3. S trasirko označite točko B na koncu osnovnice.
4. Tahimeter postavite na točko A, vizirajte na točko B in zakoličite točke A_1 , A_2 in A_3 vzdolž osnovnice glede na načrtovane dimenzije zgradbe.

5. Ob navzirani točki B postavite horizontalni kot na 0° . Zavrtite tahimeter za 90° in zakoličite linijo AC s točkami A_4 , A_5 in A_6 .
6. Točke na profilih zakoličite na enak način s stojišči instrumenta na točkah od A_1 do A_6 .

Če izkop še ni bil opravljen, lahko zakoličite stranici zgradbe H_1H_2 in H_1H_3 ter jih uporabite kot osnovo za določitev točk na profilih.

Pri manjših zgradbah je za zakoličbo profilov primerneje uporabiti pentagon prizmo in merski trak.

Uporabniški program, vgrajen v večino Leicinih tahimetrov, omogoča neposredno zakoličbo profilov pri poljubnem stojišču instrumenta.



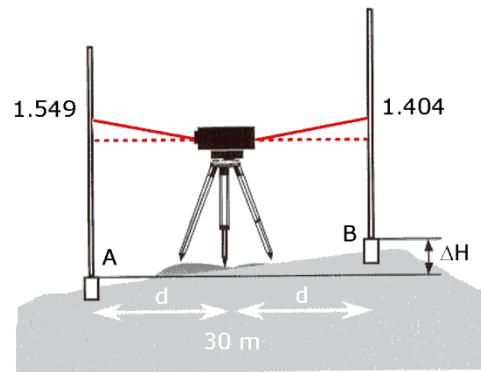
Pogreški instrumentov

Preizkus nivelirja

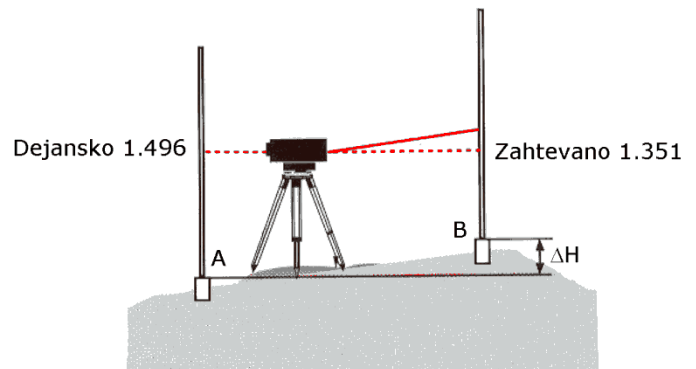
Pri novih nivelirjih je bil kompenzator nastavljen pri sobni temperaturi, tako da je smer vizure horizontalna, tudi če instrument ni popolnoma horizontalan. Razmere so spremenjene, če se temperatura spremeni za več kot 10 °C do 15 °C, po daljšem transportu, ali če je bil instrument izpostavljen močnim vibracijam. Potem je smiselno preveriti horizontalnost vizure, še posebej, če merite pri različnih oddaljenostih do tarče.

1. Na ravnem terenu postavite dve lati ne več kot 30 m narazen.
2. Približno na sredini med njima postavite nivelir.

3. Odčitajte obe lati in izračunajte višinsko razliko (slika zgoraj).
Odčitek late A = 1.549
Odčitek late B = 1.404
 $\Delta H = A - B = 0.145$



4. Sedaj postavite instrument približno 1 m od late A in jo odčitajte (slika spodaj).
Odčitek late A = 1.496
5. Izračunajte zahtevan odčitek late B.
Zahtevan odčitek late B = odčitek late A – višinska razlika = 1.496 – 0.145 = 1.351
6. Odčitajte lato B. Če se odčitek razlikuje od zahtevanega za več kot 3 mm, je potrebno nastaviti vizuro.

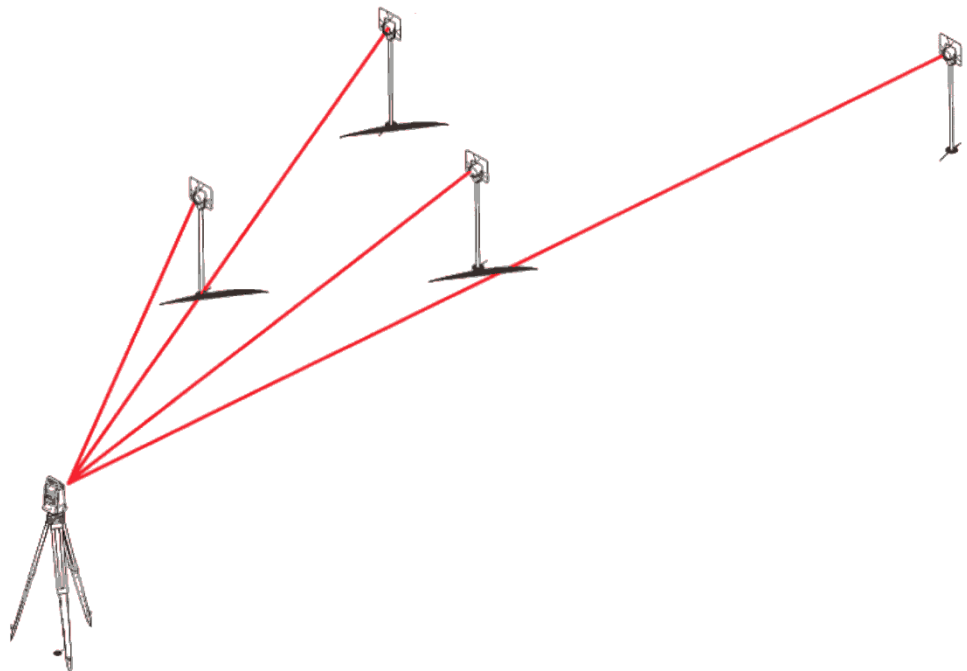


Preizkus razdaljemera tahimetra

Trajno stabilizirajte štiri točke na oddaljenosti, tipični za uporabnika, npr. 20 m do 200 m.

Z novim ali kalibriranim razdaljemerom trikrat pomerite vse štiri razdalje. Srednje vrednosti, popravljene za atmosferske vplive, lahko smatrate za prave vrednosti.

Z vsakim razdaljemerom vsaj štirikrat letno izmerite te štiri razdalje. Ob predpostavki, da ni sistematičnih napak, večjih od pričakovane merilne negotovosti, je razdaljemer brezhiben.



Pogreški instrumentov pri tahimetrih

V idealnih razmerah za tahimeter velja, da je:

1. smer vizure pravokotna na vrtilno os daljnogleda,
2. vrtilna os daljnogleda pravokotna na navpično os instrumenta,
3. navpična os instrumenta stogo vertikalna in
4. odčitek vertikalnega kroga v zenitu natanko 0.

V nasprotnem primeru pride do odstopanj, ki jih opišemo s sledečimi pojmi.

1. Kolimacijski pogrešek c (kot nepravokotnosti med smerjo vizure in vrtilno osjo daljnogleda).
2. Pogrešek nepravokotnosti vrtilne osi daljnogleda in navpične osi instrumenta a (kot nepravokotnosti omenjenih osi).

3. Pogrešek zaradi nagiba navpične osi instrumenta (kot med navpičnico in navpično osjo instrumenta) (l, t).

Vplivi teh treh pogreškov na meritve horizontalnih kotov naraščajo z višinsko razliko med tarčnimi točkami.

Kolimacijski pogrešek in pogrešek nepravokotnosti vrtilne osi daljnogleda ter navpične osi instrumenta se lahko eliminirata z merjenjem v dveh krožnih legah. Prvi (in pri najnatančnejših tahimetrih tudi drugi, ki pa je v splošnem zelo majhen) pogrešek se lahko določi in shrani v pomnilnik instrumenta. Pogreška se pri merjenju kotov samodejno upoštevata, tako da lahko nekatere meritve praktično brez pogreška opravljate tudi v eni sami

krožni legi. Za določitev in shranjevanje teh pogreškov glejte ustrezna uporabniška navodila.

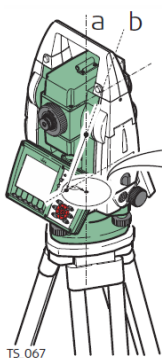
Nagib navpične osi instrumenta se ne smatra za pogrešek instrumenta, ampak je posledica neustreznega oziroma nezadostnega horizontiranja instrumenta. Ne da se ga odpraviti z merjenjem v dveh krožnih legah. Vpliv tega pogreška na merjenje vertikalnih in horizontalnih kotov se samodejno popravlja z dvoosnim kompenzatorjem.

4. Indeksni pogrešek i (kot med smerjo proti zenitu in ničelno smerjo vertikalnega kroga – pri popolnoma horizontalni vizuri odčitek vertikalnega kroga ne kaže 90° ampak $90^\circ + i$).

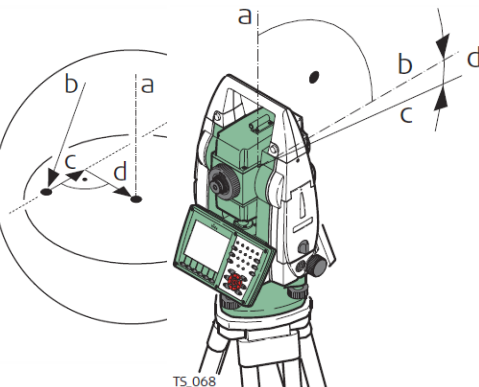
Z merjenjem v dveh krožnih legah in povprečenjem rezultatov se indeksni pogrešek eliminira. Lahko ga tudi določite in shranite v pomnilnik instrumenta.

Opozorilo:

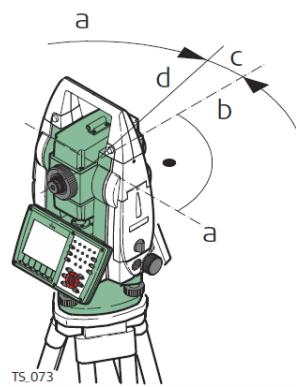
Pogreški instrumentov se spreminjajo s temperaturo, pod vplivom vibracij, po daljših transportih in tudi po daljšem času neuporabe. Če želite meriti le v eni krožni legi, morate pred meritvijo določiti in shraniti pogreške instrumenta.



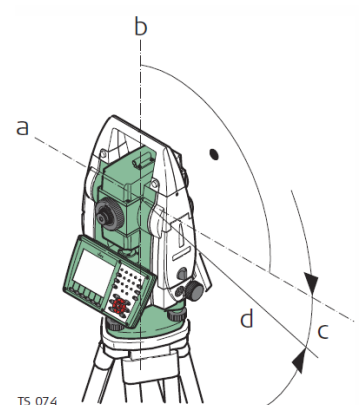
TS.067



TS.068



TS.073



TS.074

Pogrešek zaradi nagiba navpične osi instrumenta oz. pogrešek kompenzatorja (l, t)

Indeksni pogrešek (i)

Kolimacijski pogrešek (c)

Pogrešek nepravokotnosti vrtilne osi daljnogleda in navpične osi instrumenta (a)

Na sliki:

- a – mehanska navpična os instrumenta
- b – lokalna navpičnica
- c – vzdolžna komponenta pogreška kompenzatorja
- d – prečna komponenta pogreška kompenzatorja

Na sliki:

- a – mehanska navpična os instrumenta
- b – pravokotnica na navpično os instrumenta
- c – vizura pri odčitku vertikalnega kroga 90°
- d – indeksni pogrešek

Na sliki:

- a – vrtilna os daljnogleda
- b – pravokotnica na vrtilno os daljnogleda
- c – kolimacijski pogrešek
- d – smer vizure

Na sliki:

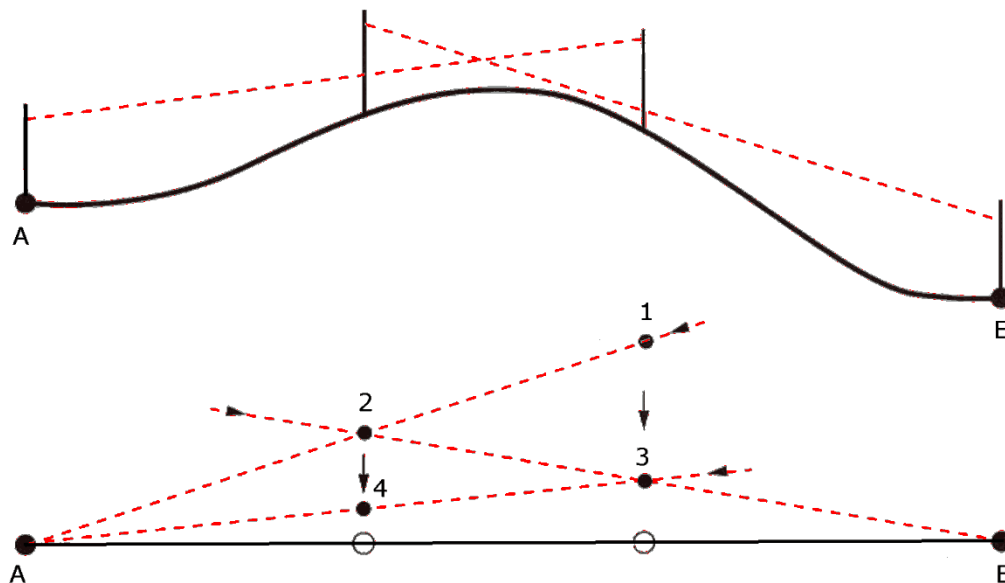
- a – pravokotnica na navpično os instrumenta
- b – mehanska navpična os instrumenta
- c – pogrešek nepravokotnosti
- d – vrtilna os daljnogleda

Enostavna geodetska opravila

Poravnava s sredine

Če je potrebno na zveznici med točkama A in E, ki se med seboj ne vidita, postaviti vmesne točke, postopajte takole:

1. Izberite dve točki 1 in 2 približno na zveznici, s katerih vidite obe krajni točki A in E.
2. Iz točke 1 poravnajte točko 2 na linijo 1-A.
3. Iz točke 2 poravnajte točko 3 na linijo 2-E.
4. Iz točke 3 poravnajte točko 4 na linijo 3-A in nadaljujte po istem postopku, dokler na vmesnih točkah ni več opaznih odklikov od zveznice A-E.



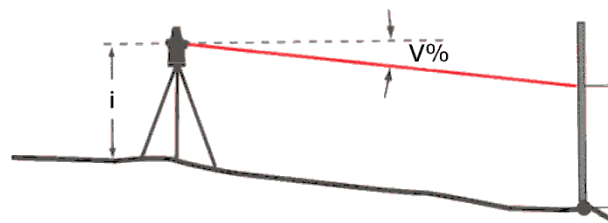
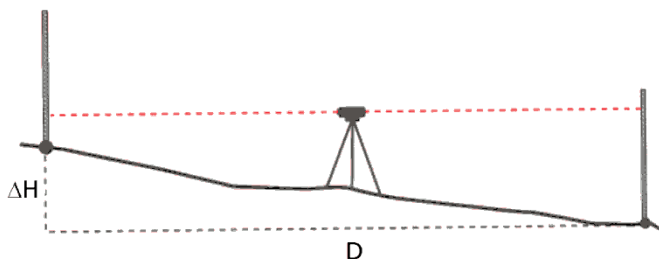
Merjenje nagibov

Če je potrebno določiti ali zakoličiti nagibe v %, npr. za cevovode, sta vam na voljo dve različni metodi.

1. Z nivelirjem
Izmerite višinsko razliko in razdaljo (bodisi optično s prečnima nitma nitnega križa ali z merskim trakom). Nagib se izračuna po formuli $100 \times \Delta H / D = \text{nagib v \%}$.
2. S teodolitom ali tahimetrom
instrument postavite na točko vzdolž linije, katere nagib določate. Lato postavite na drugo točko vzdolž iste linije.

Z instrumentom odmerite na lati višino instrumenta i . Če imate enote za prikaz zenitne razdalje oziroma vertikalnega kota namesto v gonih ali stopinjah nastavljene na %, lahko vrednosti nagiba odčitane z zaslona neposredno v %. Razdalja pri tem ni pomembna.

Namesto late lahko uporabite tudi togo grezilo z reflektorjem. Togo grezilo raztegnite na višino instrumenta in z instrumentom vizirajte v center reflektorja.



Merjenje pravih kotov

Najnatančnejši način za zakoličevanje pravih kotov je uporaba teodolita ali tahimetra. Instrument postavite na točko vzdolž linije, na katero želite določiti pravokotnico, postavite horizontalni kot na 0° in zavrtite instrument tako, da je odčitek na horizontalnem krogu 90° .

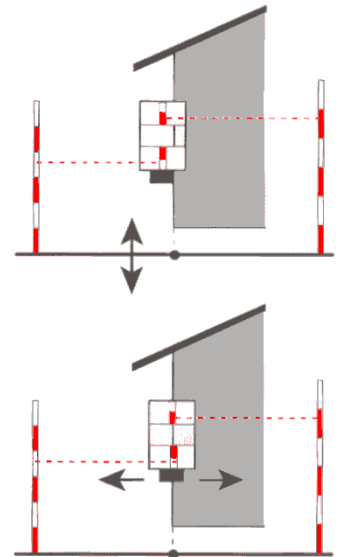
Kadar so zahteve po natančnosti manjše, npr. pri manjših objektih ali določitvi vzdolžnih in prečnih profilov, lahko uporabite tudi horizontalni krog nivelirja. Instrument postavite nad

točko vzdolž linije s pomočjo grezila, ki ga pritrdite na srčni vijak stativa. Nato z roko zavrtite horizontalni krog na 0° v smeri vzdolž linije. Sedaj zavrtite nivelir tako, da horizontalni krog kaže 90° in zakoličite pravokotnico.

Pri kratkih razdaljah je idealni pripomoček za ortogonalne meritve in zakoličevanje pravih kotov pentagon prizma. Svetlobni žarek z objekta se na prizmi odbije pod kotom 90° predno doseže

operaterja. Dvojno pentagon prizmo sestavljata dve takšni prizmi, ena obrnjena v levo in druga v desno stran.

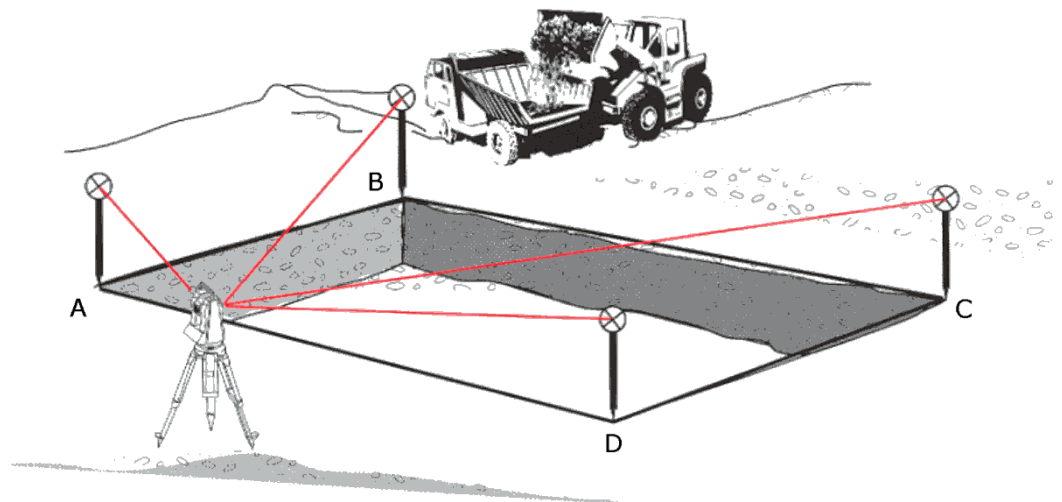
Med njima je polje za viziranje na objekt. Na zveznico, ki je določena z dvema vertikalnima trasirkama se postavite tako, da se premikate pravokotno nanjo, dokler ne vidite slik obeh trasirk natanko eno nad drugo. Nato se premikate vzdolž linije, dokler se slika objekta in trasirk natanko ne prekrivajo.



Uporabniški programi

Izračun površine

1. Tahimeter postavite tako, da je s stojišča vidno celotno območje. Orientacija horizontalnega kroga ni pomembna.
2. Posnemite vse karakteristične točke, ki omejujejo območje, v smeri urinih kazalcev. Vedno morate izmeriti tudi razdaljo.
3. Površina se nato izračuna in izpiše na zaslonu s pritiskom na tipko.



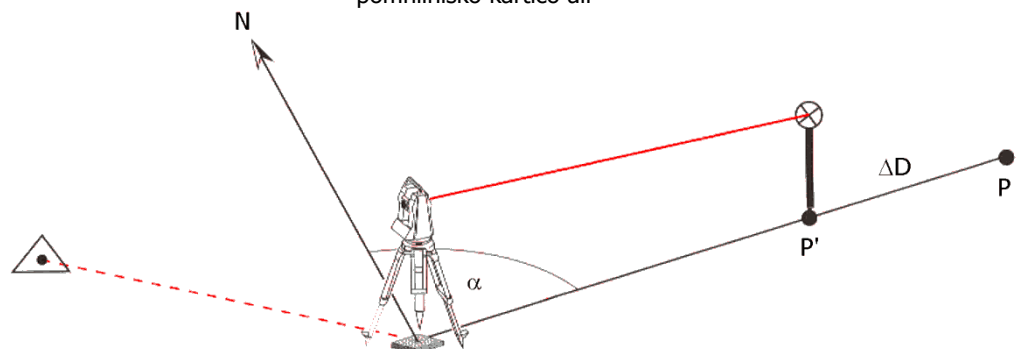
Zakoličevanje

1. Instrument postavite na znano točko in orientirajte horizontalni krog.
2. Ročno vnesite koordinate točke za zakoličbo. Program samodejno izračuna elemente zakoličbe (smer in razdaljo).
3. Tahimeter obrnite tako, da je odčitek horizontalnega kroga 0° .
4. V tej smeri postavite reflektor (točka P').

5. Izmerite razdaljo. Program samodejno izračuna odmik ΔD do točke P.

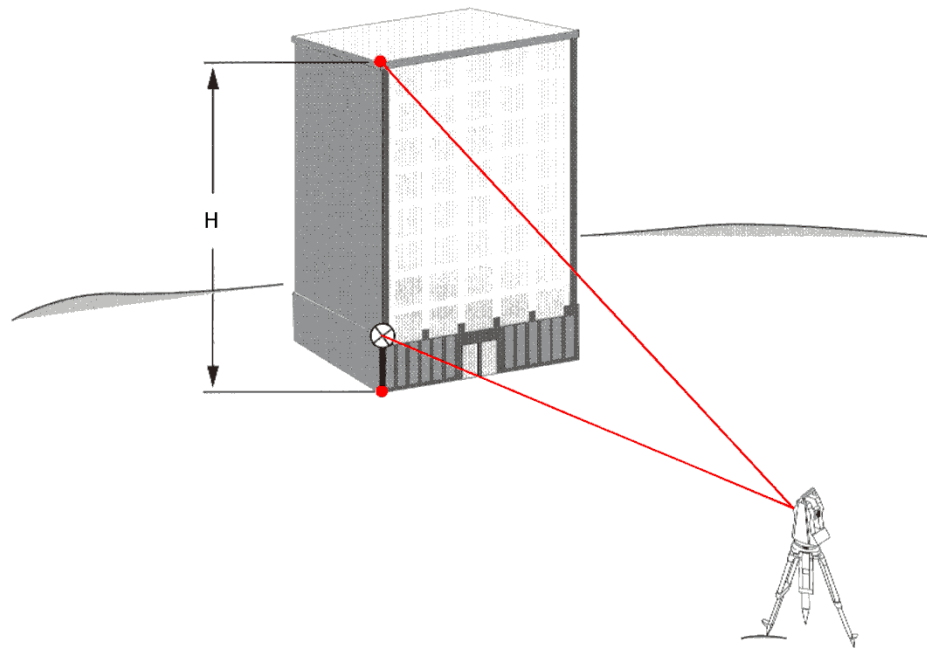
Koordinate točk za zakoličbo si lahko predhodno pripravite na osebнем računalniku in jih nato prenesete v tahimeter s kablom, USB ključem, pomnilniško kartico ali

brezžično preko bluetooth vmesnika ali preko interneta. V tem primeru na terenu samo izberete številko točke za zakoličbo.



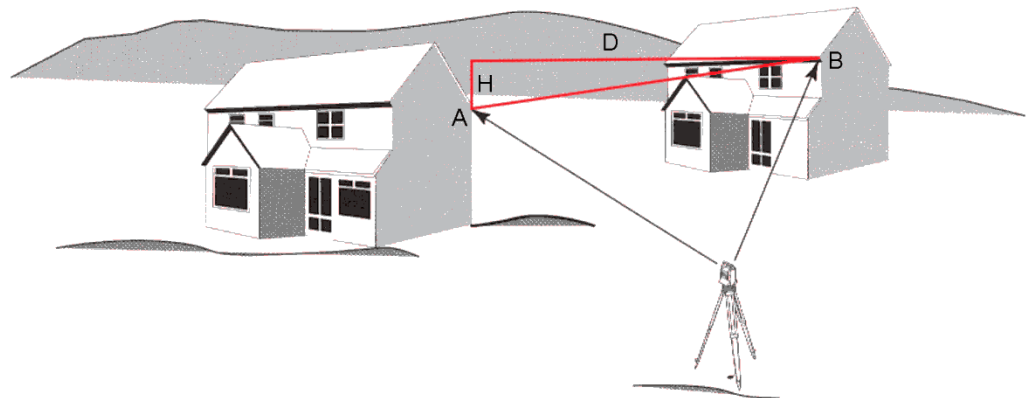
Nedostopna višina

1. Reflektor postavite navpično pod točko, katere višino želite določiti. Tahimeter je lahko postavljen kjer koli.
2. Izmerite razdaljo do reflektorja.
3. Vizirajte na nedostopno točko tako, da postopno dvigujete vizuro.
4. Višinska razlika H med talno točko in nedostopno točko se izračuna in izpiše na zaslonu instrumenta s pritiskom na eno samo tipko.

**Vezna razdalja**

Program izračuna razdaljo in višinsko razliko med dvema točkama.

1. Postavite instrument na poljubno točko.
2. Izmerite polarne elemente do obeh točk A in B.
3. Horizontalna razdalja D in višinska razlika H sta izračunani in prikazani s pritiskom na eno samo tipko.

**Notranji urez**

Program izračuna položaj in višino stojišča instrumenta skupaj z orientacijo horizontalnega kroga na osnovi meritev na vsaj dve točki (če poleg kotov merite vsaj še eno razdaljo; oziroma na vsaj 3 točke, če merite samo kote) z znanimi koordinatami.


Koordinate znanih točk lahko vnesete ročno ali preberete iz pomnilnika v instrumentu.

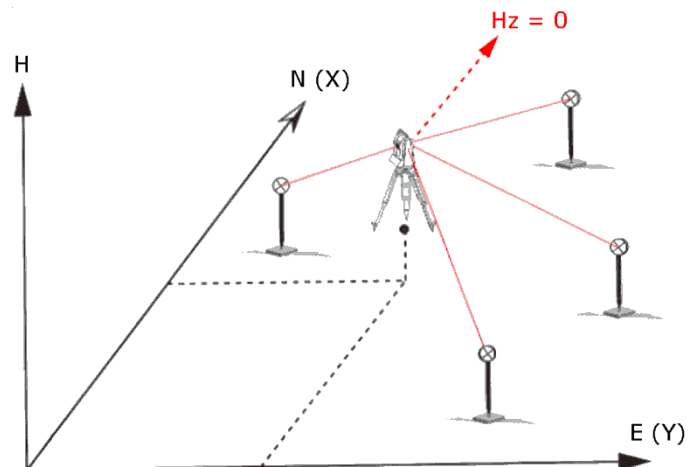
Notranji urez uporabite povsod tam, kjer želite instrument postaviti na novo (neznano) točko, ki je za nadaljnje

meritve ali zakoličbo najprimernejša.

Tako s stojiščem niste omejeni le na točke z znanimi koordinatami, ki so lahko za vaše delo manj- ali celo neprimerne.

Postopek določitve stojišča je podrobno opisan v uporabniških navodilih instrumenta.

 Kadar opravljate meritve, ki vključujejo tudi merjenje ali zakoličevanje višin, vedno upoštevajte tudi višino instrumenta in reflektorja.

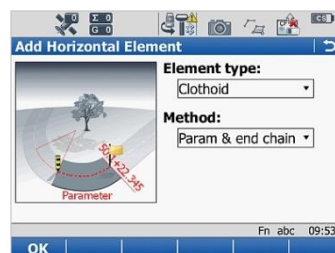
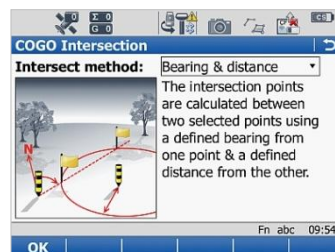
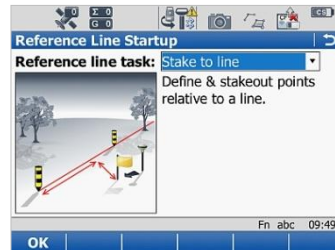
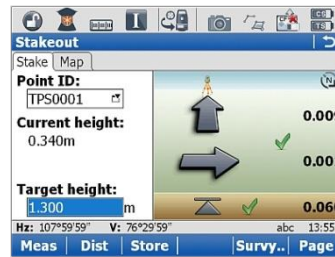


Dodatni programi

Celo najboljše instrumenti dobijo pravo vrednost šele s pravo programsko opremo. Aplikativna programska oprema na instrumentu mora biti zmožljiva, na terenu preizkušena, pa vendar enostavna za resnično učinkovitost vašega dela. Leica Geosystems vam ponuja široko paleto programov za najrazličnejša opravila, s pomočjo najrazličnejših programskih orodij pa lahko zahteven uporabnik pripravi tudi lastne specifične rešitve.

Primeri programov:

- Snemanje detajlnih točk, linij in področij
- Kodiranje in atributiranje
- Orientacija in prenos višine
- Preseki
- Vezna razdalja
- Zakoličevanje
- Nedostopne višine
- Notranji urez
- Referenčna linija in krožni lok
- Skrita točka
- Zakoličba na osnovi digitalnega modela reliefa
- Snemanje in zakoličba profilov v tunelih
- Izračun površin in volumnov
- Girusna metoda
- Poligonimetrija
- Koordinatna geometrija
- Samodejno shranjevanje
- Skeniranje območij (samodejno merjenje z nastavljenim rastrom)
- Odmiki
- Zakoličba vzdolžnih in prečnih profilov cest
- Opazovanje premikov in deformacij
- Transformacije koordinatnih sistemov



Merjenje z GNSS

Na kratko o satelitskih navigacijskih sistemih

V splošnem metoda izmere GNSS temelji na signalih, ki jih oddajajo sateliti GNSS in jih obdela sprejemnik GNSS. Z GNSS lahko določite položaj kjerkoli na Zemlji, ne glede na čas in vremenske razmere. Dosežena natančnost je odvisna od vrste in zmogljivosti sprejemnika, od načina opazovanja in od izbrane merske metode.

Prednost pred merjenjem s tahimetri je predvsem ta, da ni pomembno, da se merjene točke med seboj vidijo. Danes lahko večino geodetskih del, ki

so bila do nedavnega izključno v domeni tahimetrov, opravite v celoti z GNSS, če le teren ni preveč zaprt (drevesa, visoke zgradbe, ki bi lahko motile sprejem signalov GNSS).

Geodetski sprejemniki GNSS (npr. Leica Viva, GS09...) omogočajo najrazličnejše meritve s centimetrsko natančnostjo v realnem času, z naknadno obdelavo izmerjenih podatkov pa tudi določitev koordinat točk s podmilimetrsko natančnostjo. Podpirajo množico merilnih načinov in različne konfigu-

racije: na stativu, na togem grezilu, v nahrbtniku, na vozilu ali gradbenem stroju, ali na plovilu.

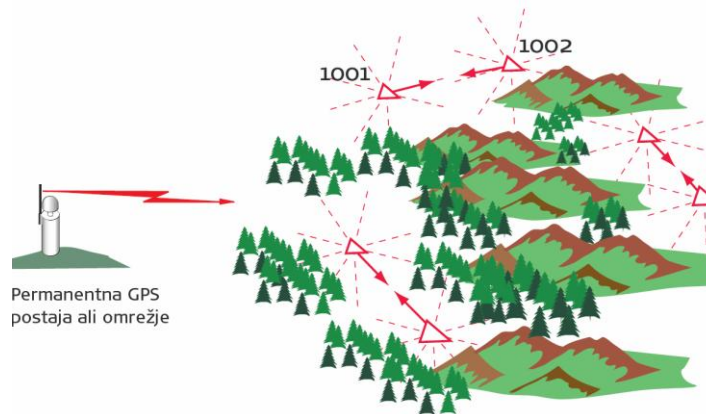
Instrumenti Leica Geosystems omogočajo tudi hkratno uporabo tehnologij GNSS in TPS. Razpon aplikacij sega od merjenja detajlnih točk in zakoličevanja, pa vse do merjenja lokalnih in državnih mrež, vodenja strojev, stalnih referenčnih postaj, terenskega zajema podatkov za GIS, hidrografskih meritev, opazovanju premikov in deformacij itd.

Visoka natančnost GNSS sprejemnika za merjenje v realnem času je dosežena s pomočjo stalnih referenčnih postaj, ki svoj natančno določen položaj oddajajo v eter (npr. radio, GSM, internet). GNSS sprejemnik hkrati sprejema podatke iz referenčne postaje ter signale satelitov GNSS in tako lahko natančno izračuna bazni vektor med svojim položajem in referenčno postajo. Ta vektor služi za natančno določitev položaja vašega sprejemnika GNSS.

Določitev koordinat stojišč za nadaljnjo izmero detajla

Če na delovišču nimate vzpostavljenih geodetskih točk, jih lahko določite z merjenjem poligona iz oddaljenih točk (zամսսոո in lahko tudi nenatančno), lahko pa točke izmerite s sprejemnikom GNSS. V realnem času jih lahko določite s centimetrsko natančnostjo. Prvo točko stabilizirajte tako, da bo lokacija ugodna za sprejem GNSS signala in da se bo iz nje videl opazovani objekt. Točko izmerite s sprejemnikom GNSS. Drugo točko stabilizirajte tako, da se iz nje

vidi prva točka, da je ugodna za sprejem signala GNSS in da je dovolj oddaljena od prve točke (glede na zahteve natančnost detajlnih točk bo daljša razdalja med danima točkama omogočila večjo natančnost orientacije tahimera). Tudi to točko izmerite s sprejemnikom GNSS, nato pa koordinate obeh točk prenesite v podatkovno bazo na tahimetru. Tahimeter nato postavite na prvo GNSS točko, ga orientirajte na drugo točko GNSS točko in nato pričnite z merjenjem detajlnih točk.



Popolni geodetski sistemi

Povsem sočasno in usklajeno uporabo sprejemnika GNSS in tahimetra (na istem uporabniškem vmesniku) omogočata Leicina sistema SmartStation in SmartPole. SmartStation temelji na tahimetru, na katerem je nameščena antena GNSS za hitro določanje položaja stojišča. SmartPole pa sestavljajo daljinsko voden tahimeter, sprejemnik GNSS in terenski kontroler za upravljanje sprejemnika ter za daljinsko upravljanje tahimetra na togem grezilu. Tahimeter samodejno sledi 360° reflektor, ki je tudi nameščen na togem grezilu.

Pri tem sistemu lahko isto točko merimo z obema tehnologijama ali pa glede na razmere uporabimo samo tehnologijo GNSS ali TPS.



Pri kombiniranju meritev s tehnologijama GNSS in TPS morate za skladnost izmerjenih podatkov upoštevati določene parametre (koordinatni sistem, geometrične in atmosferske popravke). Za pravilno izvedbo kombiniranih meritev si oglejte kratka navodila "Kombiniranje terestričnih in GNSS opazovanj", ki smo jih napisali v podjetju Geoservis, d.o.o.



Leica SmartStation
(TS11 + GS12 GNSS)

Leica SmartPole
(Viva TS15 + Viva GS15 GNSS)

Kazalo

Nivelir in tahimeter	3
Nivelir	3
Tahimeter.....	3
Koordinate.....	4
Merjenje kotov.....	4
Priprave na merjenje.....	5
Postavitev nivelirja	5
Horizontiranje instrumenta	5
Postavitev tahimetra nad talno točko	5
Merjenje z nivelirjem.....	6
Višinska razlika med dvema točkama.....	6
Optično merjenje razdalj z nivelirjem.....	6
Niveliranje linij	7
Višinska zakoličba	7
Vzdolžni in prečni profili.....	8
Digitalni nivelir	8
Laserski nivelir	8
Merjenje s tahimetrom	9
Ekstrapoliranje ravne linije.....	9
Polarna zakoličba	9
Projekcija višje točke na tla.....	9
Merjenje (polarna metoda)	10
Merjenje razdalj brez reflektorja.....	10
Samodejno viziranje in sledenje prizme	10
Zakoličevanje profilov pri gradnji objektov	11
Pogreški instrumentov.....	12
Preizkus nivelirja	12
Preizkus razdaljemera tahimetra	12
Pogreški instrumentov pri tahimetrih	13
Enostavna geodetska opravila.....	14
Poravnava s sredine	14
Merjenje nagibov	14
Merjenje pravih kotov.....	15
Uporabniški programi	15
Izračun površine	15
Zakoličevanje.....	15
Nedostopna višina	16
Vezna razdalja	16
Notranji urez.....	16
Dodatni programi	17
Merjenje z GNSS.....	17
Na kratko o satelitskih navigacijskih sistemih	17
Določitev koordinat stojišč za nadaljnjo izmero detajla	18
Popolni geodetski sistemi.....	18



Geoservis, d.o.o.

Litijska cesta 45 | 1000 Ljubljana
(01) 586 38 30 | 041 663 802
www.geoservis.si | info@geoservis.si

■ Authorized **Leica Geosystems** Distributor

- when it has to be **right**



V podjetju Geoservis, d.o.o. poslujemo skladno s sistemom kakovosti po standardu ISO 9001

