

Nivelir teodolit i njegova primjena u topografskom premjeru Rusije

U prostranim ravnim oblastima Rusije u Evropi i Aziji, koje su pokrivene velikim šumskim i močvarnim kompleksima, sa vrlo rijetkim markantnim točkama — uzvisicama širokog vidika i dalekog dogledanja, postavljanje triangulacione mreže nižih redova bilo je skopčano sa velikim teškoćama, novčanim izdancima i velikim utroškom vremena.

Na takvim snimanjima, koja su obuhvatala hiljade i hiljade četvornih kilometara za određivanje točaka nižih redova, potrebnih za topografski premjer, uveden je od 1860 godine u upotrebu nivelir teodolit, koji je obzirom na ovakve terenske uslove ispoljavao mnogostranu primjenu i pretstavlja jedan specijalitet kod prijašnjih ruskih topografskih snimanja.

Određivanje stalnih točaka pomoću nivelir teodolita vršeno je poligonometrijskim putem pri čemu je svaki ovakav poligoni vlak, kontrole radi, bio vezan u svojoj početnoj i završnoj fiksnoj točki za drugu točku, određenu bilo trigonometrijski, bilo astronomski.

A) Nivelir teodolit i njegov postroj:

— gornji dio instrumenta sa durbinom i libelom, nalik na nivelir

a) durbin promjera 4.5 cm, uveličanje 30 puta, pokretan u vertikalnoj ravni i može se mijenjati u ležištima,

b) za mjerenje vertikalnih kuteva sa durbinom čvrsto su povezana dva kružna segmenta, promjera 15 cm, amplitude od po 50° sa podjelom na 5' i očitanjem od 4" pomoću dva noniusa,

c) vrijednost parsu visinske libele 1"5, kod isključivo nivelmanskog rada postavlja se na durbin i jahaća libela.

— Svakom nivelir teodolitu pridaju se 3 stativa, dvije drvene letve od 4.2 m dužine sa dvostranom podjelom i unakrsnim libelama za određivanje točne vertikalnosti, i čelična vrpca.

— Nivelir teodolit konstruisan je i izrađen u Pulkovu, konstruktor Brejer.

B) Princip rada sa teodolitom:

— udaljenost letve od stojne točke iznosi 400—500 m, koja se daljina mjeri čeličnom vrpcom,

— prije mjerenja horizontalnih kuteva, stativi i letve postavljaju se na izabranim mjestima na određenim udaljenostima,

— na svakoj stojnoj točki mjere se kutevi između postavljenih stativa i letava i to ovim redom

1. stražnji stativ — odnosno na početnoj i završnoj stojnoj točki poligona veznog kuta na trigonometrijski ili astronomsko određenu točku,
2. stražnja letva,
3. prednja letva,
4. prednji stativ.

Horizontalni kutevi mjere se najmanje na dva mjesta kružne podjele limba.

Posmatrani horizontalni kut i daljine određene čeličnom vrpcom služe za izračunavanje položaja svake stojne točke. Svaki trokut oblikovan je pomoću dva susjedna stativa — stojne točke i između njih mjerene letve, i iz njegovih podataka izvodi se i daljine između oba susjedna stativa. Ovim načinom dobije se udaljenost između drugog i trećeg stativa, trećeg i četvrtog i t. dalje, sve do završne stojne točke. Ovime su određene sve stojne točke poligonog vlaka a time i njihovi geografski položaji u odnosu na ostale trigonometrijske ili astronomski određene točke.

Za određivanje visinskih kuteva na svakoj stojnoj točki, određuju se visine stražnje i prednje letve u dva kruga položaja — posmatranja se vrše 2—4 puta. Ova se mjerenja vrše, kada je uzduh potpuno miran. Obzirom na male udaljenosti i neznatan uticaj refrakcije, visine određene nivelir teodolitom, mogu se po točnosti ravnati sa visinskim podatcima, određenim trigonometrijskim putem.

Svaka stojna točka poligonog vlaka vrijedi isto kao i stojna točka topografskog premjera. Na terenu one se obilježavaju drvenim kolčićima, i dobivaju naziv ili numeraciju. Osim toga u intervalima od 5—7 km, na markantnim ili uzvišenim položajima, stojne točke poligona uzimaju se kao glavne fiksne točke i obeležavaju se podzemnim i nadzemnim oznakama, a sa njih se kontrolni pravci na eventualne vidljive trigonometrijske točke, crkvene tornjeve i tome sl.čno: što češće se uspostavlja veza stojnih točaka poligonog vlaka sa trigonometrijskim ili astronomskim točkama, čime se postiže točnost u rezultatima radova sa nivelir teodolitom.

Naročitu pažnju treba posvetiti mjerenjima daljina čeličnom vrpcom, jer što su točnija mjerenja to se postižu i točniji podatci.

Ako se nivelir teodolitom određuju stojne točke za topografsko snimanje, i ako poligoni vlakovi u intervalima najviše 40—60 km ne mogu biti povezani sa trigonometrijski ili astronomski određenim točkama, to onda ovi vlakovi moraju biti postavljeni tako, da pretstavljaju zatvorene poligone vlakove, kako bi se dobila kontrola njihovog pravilnog određivanja.

Točnost određivanja položaja stojnih točaka pomoću nivelir teodolita iznosi 1/10.000—1/20.000 udaljenosti između trigonometrijsko-astronomski određenih točaka, što je dovoljna točnost za potrebe topografskog snimanja i u krupnijim razmjerima.

Ogromna prostranstva ruske države i njena postepena proširivanja vojnim pohodima u zagraničnim oblastima, kroz historijski razvoj kartografije, bile su kartografski različito prikazivane po postroju, u raznim projekcijama i raznim koordinatnim sistemima i t. d., što je tada prouzročilo velike poteškoće pri upotrebi ovog materijala.

Ruski Generalni Štab 1847 godine donosi rješenje, da se svi ovi kartografski radovi objedine tako, što će se preraditi u jedinstveni sistem *Vojno topo-*

graske karte, ispočetka za Evropsku Rusiju, kasnije i za Azijsku Rusiju i to u mjerilu 1 : 126.000 (3 vjorsna karta).

Otpočeo je novi topografski premjer i reambulacija već postojećeg kartografskog materijala, koji se je postepeno paralelno razvijao i sa ostalim uvjetima razvoja trigonometrijske i nivelacione mreže.

Razumljivo je, da se u toku daljih topografskih radova nisu mogle podjednako tretirati sve oblasti ovog ogromnog prostranstva i to ne samo po vojno-političkoj važnosti, nego i u provođenju trigonometrijske mreže raznih stupnjeva i nivelmana svih redova, kao i upotrebe postojećih parcijalnih dijelova katastra.

Od 1863 godine na ovamo, (do 1. svjetskog rata, odnosno Oktobarske revolucije 1917 godine) topografska snimanja poprimaju konkretnije uslove tačnosti i prema njihovim načinima izrade, dijelili su se na:

1. *Topografska snimanja* na temelju trigonometrijske mreže normalnih geodetskih uvjeta sa priključenjem na precizni nivelman, cjelokupni detalj snimljen instrumentalno u mjerilu 1 : 21.000 ($\frac{1}{2}$ vjorsta) — zapadna i sjev. zap. evrop. Rusija, Krim, veći dio Kaukaza, Transkaspija i pojedini dijelovi Azijske Rusije, Dalekog Istoka;

2. *Vojno (topografsko) snimanje* zasniva se na istoj osnovici, kao i ovo prvo, topografski premjer u mjerilu 1 : 42.000 (1 vjorsta), veće varoši i važniji položaji u mjerilu 1 : 21.000: ovako je snimljen veći dio evropske Rusije i Balkanskog poluostrva 1877—1879 godine;

3. *Instrumentalno i poluinstrumentalno snimanje*:

a) *instrumentalno snimanje* na temelju djelomično rijetke trigonometrijske mreže i točaka određenih pomoću *nivelir teodolita* u mjerilima 1 : 42.000 i 1 : 84.000 (2 vjorsne), snimanja pri udaljenim, ali još uvijek kultiviranim i plodnim oblastima,

b) *poluinstrumentalno snimanje* oslanja se na istu osnovicu kao i instrumentalno snimanje, no provodi se tako, da se glavni vođeni tokovi, političke granice i naselja snimaju insarumentalno, a sav ostali dio i detalj poluinstrumentalno.

Po ovim dvema metodama do I. svjetskog rata snimljeno je $\frac{2}{3}$ evropske Rusije, dio Kaukaza, dio Transkaspije, široke obradive oblasti Turkeстана, plodne oblasti Akmoliske i Semipalatinska u južnom Sibiru, pojedini dijelovi Amurske oblasti Blagoveščenska i Habarovska, plodna oblast Usuri do Vladivostoka i dijelovi Turske u Maloj Aziji.

4. *Rekognoscirana snimanja* — snimanja manje važnosti i tačnosti, temelje se na astronomski određenim točkama i djelomično točkama određenim pomoću nivelir teodolita, detalj i teren ucrtava se od oka, visine se određuju pomoću aneroida, u mjerilima 1 : 126.000 i 1 : 210.000 (5 vjorsta): snimljene su sjeveroistočne i istočne oblasti evropske Rusije, Kirgiske Stepe, Jurgansk, Turkestan, zapadni i centralni Sibir. Unutar ovih oblasti plodni i naseljeni krajevi snimljeni su katastarski u mjerilu 1 : 8.400 taj je materijal korišćen za izradu karata označenih mjerila.

5. *Snimanja maršruta* (Itinereri) bez osnovno određenih točaka, sa djelomičnom upotrebom nivelir teodolita, snimano u mjerilima 1 : 84.000, 1 : 126.000, 1 : 210.000, 1 : 420.000, visine su određivane aneroidom : vršeno je u glavnome u Azijskoj Rusiji, kao i na svima važnim komunikacionim pravcima Mongolije i sjeverne Kine.

6. Najvažnija i najšira primjena nivelir teodolita bila je u pregradnjama za izgradnju velike *transibirske željeznice*.

Od 1885 godine Vojno Topografske sekcije, odnosno od 1887 godine Vojno Topografska odjeljenja Glavnih Štabova Bajkalske i Amurske oblasti, vršile su topografska snimanja u pojasevima kroz centralnu i istočnu Sibiriju, kasnije u produženju kroz sjevernu Mandžuriju u mjerilima 1:21.000, 1:42.000 i 1:84.000. Ova su snimanja vršena na temelju astronomski određenih točaka uz korišćenje tada postojećih izoliranih trigonometrijskih mreža, između čijih su trigonometrijskih točaka određivanje fiksne (stojne) točke pomoću nivelir teodolita i dalje produženo topografsko snimanje.

Ova su topografska snimanja u dužini od 8.000 vjorsta, širine pojaseva do 40 vjorsta, poslužila u glavnome, da se odredi definitivni pravac trase velike transibirske željeznice, tehničkog remek djela tadašnjeg vremena.

Nivelir teodolit, kao i načina rada njime, pretstavlja jednu specijalnost ruske topografije, koja je stvorena mjesnim uvjetima i općim okolnostima ogromnih ruskih prostranstava u prošlom vijeku i do početka I. svjetskog rata, dao je veliki doprinos pri stvaranju osnovnog kartografskog materijala za Rusiju u Evropi i Aziji.

L I T E R A T U R A

Zapisi Topografičeskogo Odjela Glavnog Generalnoga Štaba.

R é s u m é :

Le theodolit-nivellatrice. Dans les vastes régions boisées et marécageuses de la Russie en Europe et en Asie, il est très difficile d'établir les points fix, qui survient pour les mesures topographiques.

Le theodolite-nivellatrice, depuis 1860 (jusq'a la I. guerre mondiale en 1914—1918) était un tel instrument special, qui à permit dans une manière assez simple la détermination des ces points nécessaires. Par la mesurages des angles et les distances sur les points auxilliaires, on a déterminé les points polygonometriques, qui servent comme points fix pour les travaux topographiques. Cette manière est employée au près des mesures topographiques en échelle 1:42.000 et 1:84.000 en Russie centrale et nord-est de l'Europe, et en Sibirie centrale et orientale, et puis en Mandjourie pour exécuter les cartes nécessaires, qui on servi a déterminer la trace définitive de la grande voie ferrée trans-sibirienne.