

## Geodetski instrumenti na Elektru Gorenjska

Geodezija je tehnična veda o merjenju, dimenziji in določitvi oblike Zemlje ali njenega dela. Njena osnovna naloga je izmera zemeljskega površja in pravi prikaz tega na načrtih in kartah.

Ker je za Elektro Gorenjska pomembna evidenca o lokacijah infrastrukture, je geodezija in evidentiranje prostorskih podatkov pomemben del podjetja.

Da lahko na karti ali načrtu ustrezno prikažemo podatke, potrebujemo ustrezne geodetske merilne instrumente.

V osnovi geodetske instrumente delimo glede na vrsto merjene količine:

- instrumenti za merjenje višinskih razlik,
- instrumenti za merjenje kotov,
- instrumenti za merjenje dolžin in
- instrumenti za določanje položaja.

V Elektru Gorenjska geodetske instrumente uporabljamo predvsem za določanje položaja naše infrastrukture, da so v bazah prostorskih podatkov (GIS) pravilno locirani. Uporabljajo pa se tudi za geodetske tehnične in upravne postopke (zakoličenje objektov, geodetske načrte, izmere objektov za vpis v kataster nepremičnin in v kataster GJI, spremljanje pomikov objektov in drugo).

Ob 60 letnici podjetja, smo pripravili kratek pregled merskih instrumentov, ki so se uporabljali v preteklosti in tistih, ki jih uporabljamo danes.

### Instrumenti za merjenje višinskih razlik

Gre za skupino instrumentov, ki jih na Elektru Gorenjska, zaradi narave dela, ne uporabljamo. Instrumentu za merjenje višinskih razlik v geodeziji pravimo nivelir. Za določanje višin se z nivelirjem uporablja še nivelmansko lato, na kateri je razdelba za odčitavanje višine. Gre za najnatančnejši tip instrumenta, ki ga uporabljamo v geodeziji. Moderni elektronski nivelirji ob uporabi ustrezne opreme zagotavljajo natančnosti 0,2 mm.

### Instrumenti za merjenje kotov

Instrument za merjenje horizontalnih in vertikalnih kotov imenujemo teodolit. Gre za instrument z daljnogledom z nitnim križem (podobno strelnemu daljnogledu), s katerim ciljamo željeno točko. Nato iz razdelbe horizontalnih in vertikalnih kotov preberemo vrednosti, ki jih uporabimo za nadaljnje izračune vrednosti koordinat točk.

Na Elektru Gorenjska se je tak instrument v preteklosti uporabljal. Gre za teodolit THEO 010B, švicarskega proizvajalca WILD.



*Slika 1: teodolit Wild THEO 010B*

### Instrumenti za merjenje dolžin

Prvi načini merjenja dolžine so bili približni in nestandardizirani, recimo s korakanjem ali z enotami delov telesa (stopalo, prst, pest...). Kasneje so se dolžinske enote standardizirale, s tem pa so se pojavila tudi orodja za merjenje dolžin (mersko kolo, verige, vrvi; kasneje merski trakovi). V moderni geodeziji pridejo moramo za zagotovitev kakovostnih podatkov zagotoviti natančne meritve, tudi daljših razdalj – več sto metrov. To nam omogočajo elektronski razdaljemer. Ti delujejo na principu oddajanja elektromagnetnega valovanja – laserskega žarka, ter merjenja časa potovanja žarka od instrumenta do tarče in nazaj. Sodobni razdaljemer običajno merijo dolžine z natančnostjo okoli 1 mm. Bolj natančni pa tudi do 0,2 mm.

V našem podjetju je bil v uporabi elektronski razdaljemer Wild DISTOMAT DI1000, ki se je pritrdil na teodolit. Z njim je bilo mogoče meriti razdalje do 800 m, z natančnostjo do 5 mm.

### Instrumenti za določanje položaja točk

Poznamo tri osnovne vrste instrumentov za določanje položaja točk:

- Tahimeter
- GNSS (ang. Global Navigation Satellite System) - svetovni navigacijski satelitski sistem, pogovorno GPS
- Laserski skener
- Fotogrametrični instrumenti – določanje položaja točk s pomočjo zajema fotografij

V nadaljevanju so predstavljeni instrumenti za določanje položaja točk, ki smo jih, ali jih še uporabljamo na Elektru Gorenjska.

### Tahimeter

Tahimeter je kombinacija dveh, nekdanj ločenih merskih instrumentov, teodolita in razdaljemera. Meritev kotov in razdalje do detajlne točke se izvede hkrati.

Sodobni tahimeter je sposoben sam najti v tarčo, ki jo namestimo na točko, ki jo želimo izmeriti, ji sam slediti in sam opravljati določene meritve. Lahko ima vgrajeno kamero, katere slika se prenaša na dlančnik operaterja, ki lahko meritve opravlja na daljavo, s pomočjo radijsko vodenega instrumenta.

Na Elektru Gorenjska smo imeli v uporabi več tahimetrov, različnih generacij.

Prvi je bil že zgoraj opisani teodolit Wild THEO 010B, v kombinaciji s razdaljemerom DISTOMAT DI1000.

Kasneje je bil v uporabi tahimeter japonskega proizvajalca Sokkia SET3000. Gre za elektronski tahimeter, z natančnostjo merjenja kotov 3" (" je znak za kotno sekundo) in dolžin do 2 mm.

Uporabljali smo tudi robotiziran instrument Leica iz serije 1200. Gre za instrument TCRM 1205 R300 iz leta 2007. Instrument je bil sposoben meritev z natančnostjo 5" in 2 mm. Meril je dolžine do 300 m, z uporabo tarče z reflektorjem pa do 3000 m.

Še vedno je v uporabi Leica TS09PLUS 5" R500. Gre za instrument, ki je podoben zgornjemu. Natančnost merjenja kotov je 5", dolžin pa 2 mm. Meri dolžine z reflektorjem do 3500 m, brez reflektorja pa do 500 m. Gre za sodobnejši instrument od serije 1200, je letnik 2014. Ima sodobnejši grafični vmesnik in programsko opremo.

Od septembra 2023 pa uporabljamo nov instrument Leica TS13. Gre za instrument, ki meri kote z natančnostjo 2". Z uporabo reflektorja meri dolžine do 3500 m, z natančnostjo do 1 mm. Tahimeter je nadgrajen z opremo za daljinsko upravljanje, kar pomeni, da je sposoben sam iskati tarčo in ji slediti. Geodet lahko instrument upravlja z dlančnikom preko radijske povezave.



**Slika 2: tahimeter Sokkia SET3000**



**Slika 3: tahimeter Leica TS09PLUS**

## Instrumenti GNSS

Z vzpostavitev GPS sistema satelitov, ki so ga ZDA začele vzpostavljati v 50. letih 20. stoletja v vojaške namene, se je kasneje razvila tudi uporaba za civilno rabo. Eden izmed načinov uporabe je raba za geodetske namene. V širšo uporabo v geodeziji je GNSS sistem vstopil v 90. letih, po tem, ko je svoj sistem satelitov, imenovan GLONASS, vzpostavila tudi Sovjetska zveza. Danes imamo v zemljini orbiti vsaj 6 GNSS sistemov, ki se lahko uporabljajo v civilne namene:

- GPS (ZDA), 30 satelitov;
- Galileo (EU), 24 satelitov, načrtovanih še dodatnih 6;
- GLONASS (Rusija), 24 satelitov;
- BeiDou (Kitajska), 28 satelitov;
- QZSS (Japonska), 4 sateliti, načrtovanih še dodatnih 7;
- NaviC (Indija), 8 satelitov.

Japonski in indijski sistem sta regionalna, za Azijo in Oceanijo, ostali štirje pa so za globalno uporabo.

Za natančne GNSS meritve, s centimetrsko natančnostjo potrebujemo poleg sprejema signala iz zadostnega števila satelitov tudi GSM oz. 4G mobilni signal, kjer dobivamo popravke položaja, ki se izračunava na podlagi meritev na baznih postajah omrežja. V Sloveniji sta operativni dve večji omrežji. Državni Signal, ki ga tvori 16 postaj in 14 postaj v sosednjih državah. Obstaja pa tudi komercialno omrežje SmartNet, ki ima v Sloveniji 13 postaj, je pa vključeno v omrežje, ki pokriva celotno Evropo.

Karakteristike, zmogljivosti, uporabnost in natančnosti instrumentov so se s časom izboljševale. Temu je sledila tudi oprema GNSS instrumentov na Elektru Gorenjska.

Instrumenti, ki so bili, ali so še v uporabi na Elektru Gorenjska:

- 2005 je bil kupljen prvi GNSS instrument Leica 500
- 2007 Leica 1250, iz serije Leica 1200
- 2008 dva instrumenta Leica 900
- 2013 dva instrumenta Leica GS08
- 2017 Leica Zeno
- 2017 Leica Viva GS16
- 2023 dva instrumenta Leica GS18I

## Kombinirana uporaba instrumentov

V letu 2023 smo v uporabo dobili najnovejšo opremo za namen izvajanja geodetskih meritev, ki omogočajo hitro, točno, kvalitetno in učinkovito izvajanje meritev. Tahimeter Leica TS13 in GNSS instrument Leica GS18I je mogoče upravljati z istega dlančnika. Ker je tahimeter robotiziran, lahko sam sledi tarči, na katero je lahko pritrjena tudi GNSS antena. Tako je možno hkrati opravljati tako klasične tahimetrične kot GNSS meritve.

Ker ima GNSS GS18I vgrajeno kamero, omogoča zajem terena slikovno oz. fotogrametrično metodo. S kasnejšo obdelavo lahko iz zajetih slik odčitamo koordinate točk na posnetkih ali pa dobimo oblak točk zajetega območja.