

# DAŽĀDAS PRECIZITĀTES KLASĒS NIVELIERU TESTĒŠANA LAUKU MĒRIJUMOS

**Kristaps Šteins<sup>1</sup>, Armands Celms<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Profesionālā bakalaura studiju programmas Zemes ierīcība 4.kursa students

<sup>2</sup>LLU VBF Zemes pārvaldības un ģeodēzijas katedras asociētais profesors, Dr.sc.ing.

## **Kopsavilkums**

Darbā tika aprakstīts analītiskais literatūras apskats par nivelēšanas pirmsākumiem, ģeometriskā nivelēšanu, nivelieri un to iedalījums, I, II un III klases nivelēšana, ģeodēzisko instrument pārbaudes, nivelēšanas latu pārbaude. Lauka darbos tika veikta punktu paaugstinājumu noteikšana ar dažādas klases nivelieriem, lai savstarpēji varētu salīdzināt iegūtos datus un noteiktās tendencijas. Pēc iegūstamajiem datiem I un III klases nivelieri atbilda savām nivelēšanas prasībām.

**Atslēgas vārdi:** ģeometriskā nivelēšana, dažādas precizitātes klases nivelieri, I un III klases nivelēšana.

## **Ievads**

Latvijas teritorijā nivelēšanas darbi sākti jau 19.gadsimta otrajā pusē un turpinās vēl arvien [1]. Mūsdienās pakāpeniski pieaug izpildīto mērījumu precizitāte, ar ko arī ir augusi nepieciešamības pēc augstākas un precīzākas klases nivelieriem [2]. Nivelieris savā būtībā ir ģeodēzisks instruments, ar kura palīdzību var noteikt paaugstinājumu. Pastāv dažādas precizitātes nivelieri, kuri piemēroti dažādiem darbiem atkarībā no nepieciešamas precizitātes. Gadiem ejot nivelieru precizitāte ir augusi kas sekmējis to ka viņu loma tautsaimniecībā attīstībā ir krietni kļuvusi būtiskāka [3]. Nivelierus un nivelēšanas veidus mūsdienās izvēlās no vajadzīgās precizitātes, un no katras nozares specifiskajam vajadzībām. Nivelēšanas darbi var būt saistīti gan valstiskā līmenī, gan arī būvniecības, arhitektūras un citiem darbiem privātajā sektorā.

Darba mērķis: Dažādu precizitātes klases nivelieru paaugstinājuma salīdzināšana.

Darba uzdevumi:

- literatūras izpēte par nivelēšanu, ģeodēziskajām zīmēm, dažādu precizitātes nivelieriem un zemes garozas vertikālajām kustībām;
- veikt I un III klases nivelēšanas gājienus, izmantojot dažādu precizitātes nivelierus,
- apsekot trīs ģeodēziskās zīmes;
- nivelieru mērījumu datu apstrāde;
- iegūto paaugstinājumu mērījumu salīdzināšana;
- analizēt dažādu nivelieru precizitāte klases mērījumus.

## **Pētījuma metodes un izmantotie materiāli**

Pētījuma analīzei tik pielietotas trīs metodes – matemātiskā metode, apkopotu nivelētos rezultātus, datu apstrādes statistiskās metodi, apstrādātu nivelēšanā iegūtos datus, kā arī eksperimenta metodi, kad tika veikta nivelēšanas rezultātus salīdzināšana.

Izmantotie matreāli. Izmantota zinātniskā literatūra par nivelēšanu un pieejamie brīvpieejas interneta resursi.

## Diskusija un rezultāti

Izstrādātā pētījumi rezultāti ir uzskatāmi, par nivelēšanu, ko izpilda ar visaugstāko precizitāti, kādu var sasniegt, izmantojot mūsdienu instrumentus un metodes, pētījumā pēc iespējas tika samazinātas nivelēšanas kļūdas, bet kļūdas vienmēr pastāvēs. Pētījuma veikšanai tika izmantoti trīs nivelieri – digitālie Trimble DiNi, Leica Sprinter un optiskais Sokkia B-40. Šiem precīzajiem nivelieriem, kuri paredzēti I un II klases nivelēšanai un inžinierģeodēziskajiem darbiem, paaugstinājuma standartnovirze nepārsniedz 0,5 mm, kuri paredzēti III klases nivelēšanai, – 3 mm [4]. Lai tiktu sasniegta šāda precizitāte, pētījums tika veikts 3 dienu laikā agri no rīta un pēcpusdienā uz samērā līdzena reljefa, kur nivelēšanas darbus neietekmēja liela satiksme ar garāmbraucošajām automašīnām un gājējiem. Datu apstrādei punktu paaugstinājumi tika noteikti abos virzienos – turp un atpakaļ, ievērojot nivelēšanai piemērotus laika apstākļus un laiku. Visiem trim nivelieriem tika salīdzināti iegūto paaugstinājumu atšķirības starp stacijām, lai noteiktu vai nivelieris atbilst nivelēšanas klasēm. Esošo rezultātu apkojums liecina par to ka iecerētais rezultāts ir sasniegts. Lai sasniegtu pētījuma mērķi, tika salīdzināti visi iegūtie paaugstinājumi ar nivelieriem savā starpā (sk. 1.tab.)

**1.tabula**

Iegūto paaugstinājumu salīdzinājums starp nivelieriem

Stacijas Nr.	Izmantotais instruments								
	Trimble DiNi			Leica Sprinter			Sokkia B-40		
	turp	atpakaļ	Vidējie	turp	atpakaļ	Vidējie	turp	atpakaļ	Vidējie
1	0,3423	0,3423	0,3423	0,3420	0,3422	0,3421	0,342	0,341	0,342
2	0,3835	0,3837	0,3836	0,3834	0,3832	0,3833	0,384	0,382	0,383
3	-0,1921	-0,1921	-0,1921	-0,1921	-0,1921	-0,1921	-0,192	-0,192	-0,192
4	-1,2920	-1,2919	-1,2920	-1,2924	-1,2923	-1,2924	-1,290	-1,289	-1,290
5	-1,2983	-1,2983	-1,2983	-1,2985	-1,2987	-1,2986	-1,297	-1,299	-1,298
6	0,9028	0,9027	0,9027	0,9027	0,9029	0,9028	0,904	0,906	0,905
7	-0,4190	-0,4188	-0,4189	-0,4189	-0,4190	-0,4190	-0,418	-0,420	-0,419
8	0,3975	0,3973	0,3974	0,3974	0,3974	0,3974	0,399	0,397	0,398
9	0,5106	0,5106	0,5106	0,5106	0,5104	0,5105	0,510	0,511	0,511
10	0,6546	0,6547	0,6546	0,6547	0,6549	0,6548	0,655	0,655	0,655
11	-0,5000	-0,5000	-0,5000	-0,5000	-0,5002	-0,5001	-0,501	-0,503	-0,502
12	0,0864	0,0866	0,0865	0,0863	0,0863	0,0863	0,085	0,087	0,086
13	0,3238	0,3238	0,3238	0,3236	0,3238	0,3237	0,325	0,325	0,325
14	0,0779	0,0778	0,0778	0,0778	0,0781	0,0780	0,078	0,078	0,078
15	0,0268	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,0269	0,028	0,026	0,027
16	0,0701	0,0700	0,0701	0,0701	0,0699	0,0700	0,068	0,070	0,069
17	0,2564	0,2564	0,2564	0,2564	0,2565	0,2565	0,257	0,258	0,258
Σ	0,3314	0,3316	0,3315	0,3300	0,3302	0,3301	0,337	0,333	0,335

Pēc noteiktajiem datiem tiek secināts ka ar nivelieri Leica Sprinter noteiktie paaugstinājumi ir visprecīzākie. To pierāda ne tikai turp un atpakaļgājēju starpība, bet arī iegūtās gājēju standartnovirzes. Salīdzinot rezultātus starp punktiem salīdzinājumā ar Sprinter noteiktajiem, vislielākā atšķirība ir starp paaugstinājumiem, kas noteikti ar optisko

nivelieris Sokkia B-40. Tie vidēji atšķiras no 0,0 – 2,9 mm no paaugstinājumiem, kas noteikti ar nivelieri Leica Sprinter. Salīdzinot nivelierus Trimble DiNi un Leica Sprinter, var teikt, ka iegūtie rezultāti ir ļoti līdzīgi un vienādi. Vienā stacijā atšķirība ir 0,4mm, tas, iespējams, skaidrojams ar kādu no nivelēšanas kļūdām – latas sašķiešanās, vai nolāsījuma kļūdas. Citos noteiktajos punktu paaugstinājumos tik lielas atšķirības nav novērojamas. Lai pārlicinātos par mērījumu precizitāti tiek aprēķinātas standartnovirzes visiem nivelieriem. Rezultāti ir apkopoti 2. tabulā.

**2.tabula**

Aprēķinātās standartnovirzes turp un atpakaļgājienā

Ģeodēziskais instruments	Standartnovirze stacijā, mm	Standartnovirze starp paaugstinājumiem, mm	Standartnovirze uz km gājienu, mm
Leica Sprinter	0,08	0,06	0,12
Trimble DiNi	0,11	0,08	0,16
Sokkia B-40	0,69	0,49	0,97

Salīdzinot noteikto paaugstinājumu starpības un standartnovirzes, var droši teikt, ka visi trīs instrumenti ir izmantojami atbilstoši saviem mērķiem. Leica Sprinter un Trimble DiNi – I un II klases nivelēšanā, Sokkia B-40 – III klasē. Tas nozīmē ka šie nivelieri ir ļoti precīzi un, ka atšķirības starp dažādu firmu nivelieriem nav un katrs atbilst savai precizitātei.

### Secinājumi

1. Nivelēšana ir laikietilpīgs process, kas prasa lielu uzmanību un precizitāti.
2. Precīzajā nivelēšanā, lai iegūtu augstvērtīgu rezultātu, ir jāievēro pēc iespējas vairāk precīzās nivelēšanas norādījumi kā samazināt iespējamās kļūdas nivelēšanas darbos.
3. Iegūtie rezultāti ar nivelieri Leica Sprinter un Trimble DiNi atbilst I klases nivelēšanai un Sokkia B-40 atbilst III klases nivelēšanai.
4. Eksperimentālie pētījumi pierādīja, ka izmantojot ģeometrisko nivelēšanas metodi, nivelēšana no vidus var iegūt ļoti precīzus rezultātus izmantojot jebkādu no mūsdienu esošajiem nivelieriem.
5. Darba mērķis tiek uzskatīts par sasniegtu, jo izmantojot dažādas precizitātes klases nivelieru testēšanu lauku mērījumos atbilst mūsdienu nepieciešamajai precizitātei lauku darbos.

### Literatūra

1. Л. П. Озолс. Возможности использования Латвийских нивелировок для определения вертикальных движений земной коры. Сб. Неотектонические движения в Прибалтике. Тарту, 1960
2. GIS Resources. Gisresources mājaslapa, 2015 [skatīts 2018. gada 5. martā]. Pieejams: <http://www.gisresources.com/what-is-geodesy/>

3. С. Д. Рылке. Каталог высот Русской нивелирной сети с 1871 – 1893 год. Петербург, 1894.
4. Н. П. Грушинский. Теория фигуры земли. Москва, 1963. -446. 1pp.