

**ANALYSIS OF MEASUREMENTS OF THE FIRST ORDER
REFERENCE FRAME OF REPUBLIC OF LATVIA****LATVIJAS REPUBLIKAS PIRMĀS KLASES ĢEODĒZISKĀ TĪKLA
MĒRĪJUMU ANALĪZE****Atis Vallis**

LGIA, Ģeodēzijas departamenta.
Horizontālo tīklu daļas vadītājs.
O. Vācieša 43, Rīga LV-1004
Atis.vallis @lgia.gov.lv

Jānis Kaminskis

LGIA, Ģeodēzijas departamenta direktors.
O. Vācieša 43, Rīga LV-1004
Janis.kaminskis @lgia.gov.lv

Atslēgas vārdi: Ģeodēziskais tīkls, atbalsttīkls, Ģeodēzija, Valsts ģeodēziskais pamattīkls

Ievads.

Latvijas ģeodēziskā atbalsta tīkla izveide ir sākta no deviņdesmitajiem gadiem. To pilnveidošana un pārbaude turpinās ar 10 gadu garu laika periodu, kopš pārejas uz jaunu koordinātu sistēmu LKS92, kura tiek balstīta uz Eiropā pieņemto ETRS89 atbalsta sistēmu [1, 2].

Par LKS92 sākuma punktu ar Latvijas Republikas Ministru Padomes 1992. gada 4. jūnija lēmumu Nr. 213 izvēlēta LU Astronomiskās observatorijas Mākslīgo Zemes pavadoņu novērošanas stacijas Rīga marka M1884. Sākuma punktam Rīga un vēl trijiem starptautiskā bāzes tīkla punktiem (Arājs, Indra, Kangari) ETRS89 koordinātas noteiktas pēc globālās pozicionēšanas (GPS) kampaņas EUREF BAL92 rezultātiem. LKS92 sistēmā punktu precizitāte tiek vērtēta attiecībā pret Latvijas valsts ģeodēzisko sākuma punktu Rīga, kuram vienīgajam šajā sistēmā koordinātu kļūdu novērtējums ir vienāds ar 0 [1, 2].

Pamattīklā ietilpst 44 atbalstpunkti, kuru sasaistei ar starptautiskā bāzes tīkla punktiem izmantoti ASV GPS kampaņas DMA LATVIJA93 mērījumi, turpretim pārbaudes mērījumiem 2005. un 2006. gadā izmantoti 2003. gada 0. klases tīkla mērījumu rezultātus, kas iegūti pēc Ziemeļvalstu ģeodēziskās komisijas rīkotās kampaņas [3].

Pamattīklā galvenokārt izmantoti agrākie valsts 1. klases triangulācijas punktu centri, kas nostiprināti gan ar betona monolītiem un markām, gan ar krustakmeņiem.

Valsts ģeodēziskais pamattīkls.

Kopš Valsts ģeodēziskā pamattīkla izveides 1993. gadā un Latvijas koordinātu sistēmas LKS92 ieviešanas Valstī jau ir pagājuši 14 gadi. Lai novērtētu Valsts ģeodēziskā

pamattīkla stāvokli ir nepieciešams sistemātiski veikt tīkla uzturēšanas pasākumus un regulārus kontroles mērījumus.

Atkārtotie novērojumi G0 klases tīkla punktos tika veikti laikā no 2003. gada 28. septembra līdz 4. oktobrim Ziemeļvalstu ģeodēziskās komisijas rīkotās mērījumu kampaņas ietvaros. Šajā kampaņā Latvijā pavisam tika novēroti 6 punkti – 4 Latvijas G0 klases tīkla punkti (Rīga, Arājs, Indra un Kangari) un 2 pastāvīgo GPS staciju punkti (Rīga un Irbene) [3].

G1 klases tīkla punktos veikti mērījumi 2005. un 2006. gadā. 22 punkti ir sasaistīti kopējā tīklā 2005. gadā un atlikušie 22 punkti attiecīgi 2006. gadā.

Sagatavošanas darbu laikā veikta punktu sagatavošana mērījumiem - apsekošana ar centru atrakšanu un apauguma attīrīšanu.

Punktā Kalnišķi konstatēts, ka punkts nav izmantojams tiešiem novērojumiem ar GPS, jo uz punkta ir uzbūvēts koka tornis, tāpēc mēnesi pirms novērojumiem punkta Kalnišķi tuvumā tika ierīkoti divi papildus nonestie centri, kuros veikt GPS novērojumus un īsto centru vēlāk piesaistot ar totālās stacijas mērījumu palīdzību.

Par pamatu Valsts ģeodēziskā pamattīkla analīzei ir izmantoti G1 klases punktu mērījumi 2005. un 2006. gadā. Par izejas punktiem ir izvēlēti Latvijas Republikas Valsts ģeodēziskā tīkla 0. klases punkti Rīga, Arājs, Indra un Kangari, ar koordinātām, kas noteiktas pēc 2003. gada mērījumu kampaņas un publicētas atskaitē[3].

Mērījumu metodika.

Mērījumi veikti ar Trimble 4000SSE un 4700 uztvērējiem. Novērošanas sesijas garums G1 tīklā aprēķināts teorētiski – 3 līdz 5 stundas, atkarībā no mērāmā vektora garuma[4-8]:

- punktu novērošanas secība un maršruts ir izplānots 2005. gadā sākot no Latgales, tālāk pa Vidzemi līdz Zemgalei un 2006. gadā no Zemgales Austrumiem uz Kurzemi;
- katrs punkts projektā tiek novērots vismaz divās dažādās sesijās centrēšanas un antenas augstuma mērīšanas kļūdas izslēgšanas nolūkā;
- antenas augstumi mērīti 2 reizes - sesijas sākumā un sesijas beigās, katru reizi mērot no trim pusēm. Ja antenas augstums svārstās vairāk par 6 mm, tad antena tiek pārcentrēta;
- sesiju novērošanas labvēlīgie laiki plānoti pieņemot sekojošos nosacījumus:
- redzami vismaz 4 pavadoņi;
- elevācijas maska 15°;
- PDOP ir mazāks par 4.0;
- gadījumā ja tiek plānota pamattīkla aizauguša punkta novērošana kritēriji ir paaugstināti līdz;
- redzami vismaz 5 pavadoņi;
- elevācijas maska 20 - 25°;
- PDOP ir mazāks par 4.0 [1].

Datu apstrāde.

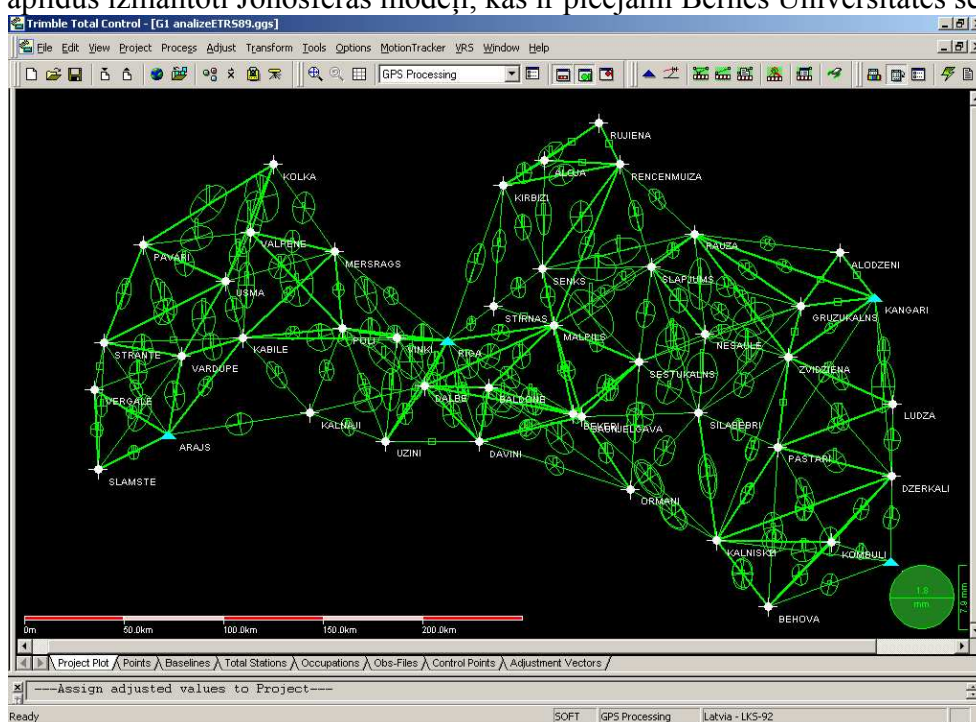
G1 tīkla datu apstrāde ir veikta ar Trimble Total Control programmu versija 1.73.

Šajā programmā ir vairākas precizitāti uzlabojošas priekšrocības, īpaši, ja apstrādā ilglaicīgus, statistiskus mērījumus (1. attēls).

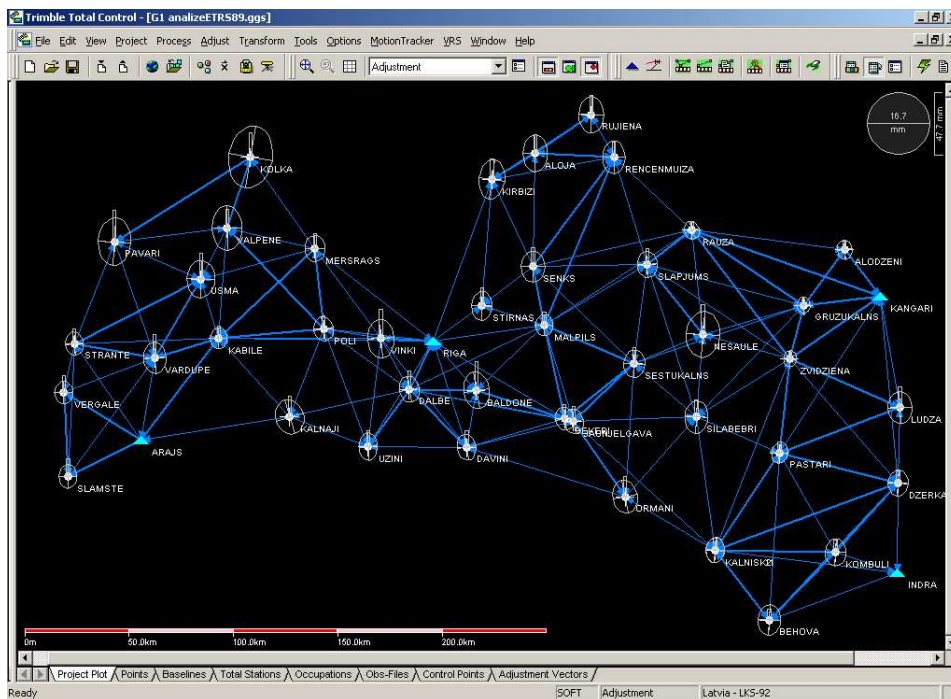
Vektoru apstrāde veikta visam tīklam kopā. Vektoru apstrāde veikta izmantojot 15, 20 un 25 grādu elevācijas masku, tomēr izmantojot 20 grādu elevācijas masku vektoru precizitātes rādītāji ir visoptimālākie. Izlīdzināšanā izmantoti vektori, kas apstrādāti izmantojot satelītu signālus augstāk par 20 grādiem virs horizonta. Tāpat programmas iestatījumos ir iestādīts ignorēt īslaicīgus failu pārrāvumus, kas var rasties vecu antenu vadu vai strāvas pārrāvuma dēļ.

Vektoru precizitātes uzlabošanai izmantoti satelītu precīzie efemerīdi, kas programmā tiek automātiski lejuļādēti no Starptautiskā GPS Servisa (IGS) servera attiecīgajam laika posmam [9]. Programmā iespējams importēt satelītu orbītu parametru failus kā *.sp3, tā arī *.e18 formātos. Apstrādājot G1 klases tīkla mērījumus programmā ir izmantoti *.sp3 formāta faili, tos iekšēji pārveidojot par *.e18 formāta failiem.

Papildus izmantoti Jonosfēras modeļi, kas ir pieejami Bernes Universitātes serverī



1.attēls. Izlīdzināšanā izmantotie vektori.

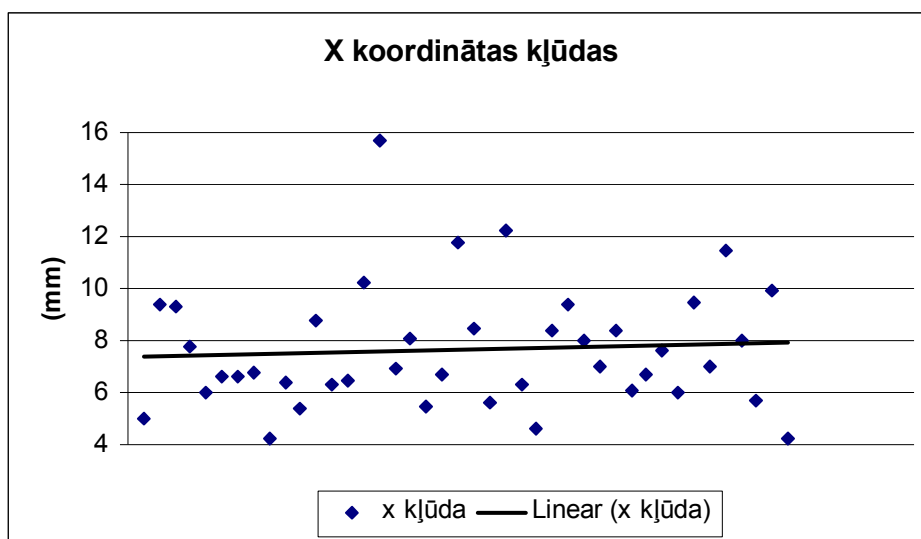


2.attēls. Izlīdzinātais ģeodēziskais pamattīkls.

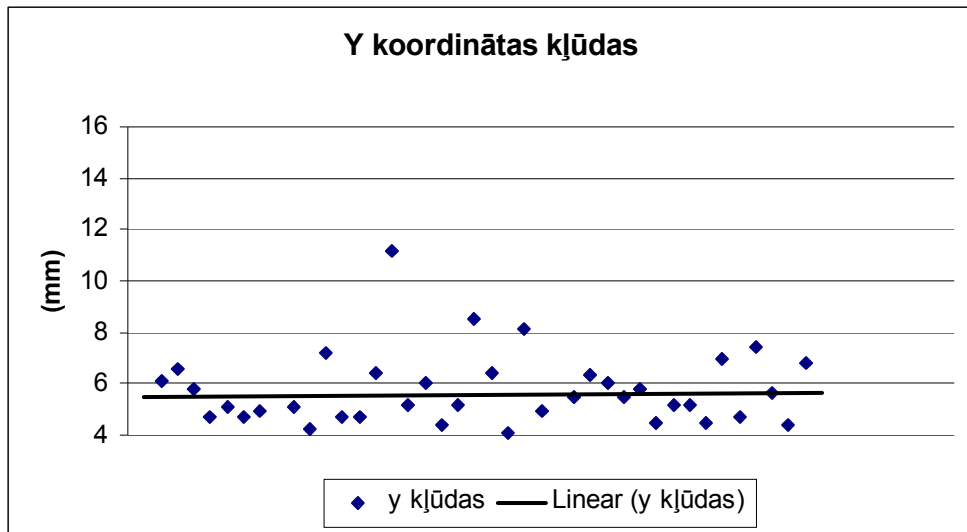
[10]. Jonosfēras modeļi 2 līdz 3 reizes paaugstina vektoru precizitātes novērtējumu. Veicot datu apstrādi, ir izmantoti CODG****.05I un CODG****.06I failu formāti attiecīgi 2005. un 2006. gadam.

Vektoru izlīdzināšana veikta ar Trimble Total Control programmu pēc vismazāko kvadrātu metodes (2.attēls). Par izejas punktiem ir izmantoti G0 klases punkti tos fiksējot ITRF 2000 koordinātu sistēmā ar vērtībām, kas ir noteiktas 2003. gada Ziemeļvalstu organizētajā mērījumu kampaņā [3].

G0 klases punktu koordinātu vidējās kvadrātiskās kļūdas pa x asi nepārsniedz 15,7 mm, bet pa y asi 11,2 mm, tomēr augstumā maksimālā kļūda ir 45,2 mm (3., 4. un 5. attēls).

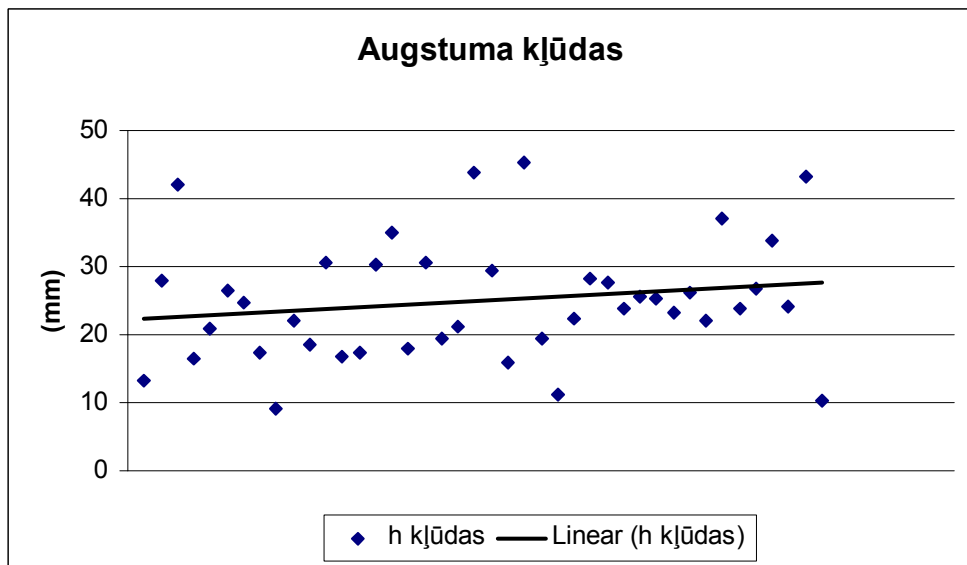


3.attēls. X koordinātas kļūdas.



4.attēls. Y koordinātas kļūdas.

Augstuma kļūdas virs 40 mm ir punktos Baldone, Nesaule, Pavāri, Viņķi – šajos punktos ir stipri aizsegts horizonts ar lieliem veciem kokiem, kurus bez saskaņošanas ar īpašnieku un citām institūcijām, kas izsniedz ciršanas atļaujas, nav iespējams likvidēt.



5.attēls. Augstuma kļūdas.

Tomēr caurmērā vidējā aritmētiskā kļūda ir 7,6 mm pa x asi, 5,5 mm pa y asi un 24,9 mm augstumā.

Secinājumi.

1. Lai novērtētu Valsts ģeodēziskā pamattīkla stāvokli nepieciešams salīdzināt koordinātu izmaiņas, samazinot visas iespējamās kļūdas līdz minimumam.

2. Lai samazinātu mērījumu kļūdu nepieciešams veikt plaša apjoma apauguma tīrīšanas darbus atsevišķos punktos - Baldone, Nesaule, Pavāri, Viņķi, Slapjums vai veidot ģeodēziskas konstrukcijas.
3. Lai novērstu datu trokšņainību, kas ir viens no kļūdu avotiem, mērījumus nepieciešams veikt ar jaunākā tipa ģeodēziskiem instrumentiem un antenām ar moderniem atstaroto signālu filtriem, labu zemo satelītu uztveramību.
4. Koordinātu salīdzināšanu nepieciešams veikt salīdzinot transformētās koordinātu vērtības vienotā epohā.
5. Nepieciešams pagarināt mērījumu ilgumu un uzlabot datu kvalitāti paaugstinot augstuma precizitāti.
6. Tuvāko gadu laikā ir nepieciešams atkārtoti novērot G1 klases punktus izslēdzot vai samazinot līdz minimumam visas iepriekšējās kampaņās konstatētās kļūdas.
7. Valsts ģeodēziskais pamattīkls ir raksturojams ar vidējo kvadrātisko kļūdu 7,6 mm pa x asi, 5,5 mm pa y asi un 24,9 augstumā.

Literatūra.

1. Lazdāns J., Kūkums K., Miķelsons R., Gremze V. 1994. Valsts ģeodēziskais pamattīkls. LR VZD, Rīga.
2. Madsen F., Madsen Finn Bo, 1993. A new GPS-network in the Baltic countries, National Survey and Cadastre – Denmark, Denmark.
3. Jivall L., Lidberg M., Norbech T., Weber M., 2005. Processing of the NKG 2003 GPS Campaign, Gavle. 102.
4. A. Vallis, R. U. Zuments 2006. Control and Prognosis of 0 and 1 order Geodetic Reference Frame of the State, Baltic Surveying 06 International Scientific – Methodical conference, Proceedings Estonian University of Life Sciences, Tartu. 86 – 90.
5. R. U. Zuments, A. Vallis, 2005. FUNDAMENTAL REFERENCE FRAME OF REPUBLIC OF LATVIA, Baltic Surveying 05 International Scientific – Methodical conference, Proceedings Latvia University of Agriculture, Jelgava. 144 – 148.
6. A. Vallis, 2005. ANALYSIS OF ERRORS AFFECTING GLOBAL POSITIONING, Baltic Surveying 05 International Scientific – Methodical conference, Proceedings Latvia University of Agriculture, Jelgava. 149 – 156.
7. R. U. Zuments, A. Vallis, 2005. ANALYSIS OF GPS SIGNALS OF 0 CLASS POINTS OF STATE GEODETICAL HORIZONTAL NETWORK, Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, Геодезія і геодинаміка, Національний університет Львівська політехніка. 76 – 79.
8. A. Vallis, 2005. ANALYSIS OF 0 ORDER POINT MEASUREMENTS IN 1992 AND 2003 OF REPUBLIC OF LATVIA, Геодезія, картографія і аерофотознімання, Український міжвідомчий науково-технічний збірник, Національний університет Львівська політехніка, 66'. 129 – 133.
9. Starptautiskā GPS servisa (IGS) mājas lapa http://igsb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html
10. Bernes Universitātes mājas lapa <http://www.aiub.unibe.ch/ionosphere.html>.

A. Vallis, J. Kaminskis Latvijas Republikas pirmās klases ģeodēziskā tīkla mērījumu analīze.

GPS mērījumu dati, kas iegūti no Valsts ģeodēziskā tīkla mērījumiem pēc ilgāka laika posma ir apstrādāti un analizēti. Apskatot GPS datus, izmantotos instrumentus un mērījumu metodes var veikt precīzu datu apstrādi, analizēt iegūtos rezultātus. Tāpat ir iespējams salīdzināt iegūtās ģeodēzisko mērījumu kļūdas.

A. Vallis, M. Knoks Analysis of measurements of the first order reference frame of republic of latvia

GPS data of measurements of the reference frame of republic of Latvia are collected and analyzed. It is possible to compare and estimate correlation of similar measurement method and similar instruments used. It is possible to compare and analyze affecting influences and errors of geodetic measurements.

A. Валлис, Я. Каминскис Анализ измерений геодезической сети первого класса Латвийской Республики.

Данные GPS собраны во время осуществления проекта измерений точек горизонтальной Государственной геодезической сети. Эти данные анализированы и оценены между использованными равнозначными инструментами. Таким же образом можно сравнивать и анализировать влияние и ошибки геодезических измерений.