

***EUPOS® - RĪGA 2008 AND ANALYSES OF ANTENNA SITES******EUPOS® - RĪGA 2008 UN ANTENU NOVIETOJUMA ANALĪZE***

**Gunārs Silabriedis**, Msc eng. Director of the Rigas GeoMetrs SIA. Address: Amatu iela 4, Riga LV-1050, Latvia.

*Atslēgas vārdi: GNSS, EUPOS®, ģeodēzija.*

**Ievads**

Globālās navigācijas satelītu sistēmu (GNSS) lietošana no agrāk plānotā militārā pielietojuma tagad plaši izvērsas civilā dzīvē. Droši vien, lielu nozīmību tam pievērsa Eiropas zinātnieki ar savu Galileo projektu un garajām diskusijām par to. Paša Galileo projekta plānotā projekta attīstība gan stipri aizkavējās laika ziņā, bet tas radās neveiksmīgi iecerētā PPP („Private Public Partnership”) finansēšanas modeļa dēļ. Bet kas lai to zina, varbūt te jau bija vainojamas banku krīzes priekšnojautas.

Tomēr galvenais GNSS plašās attīstības iemesls bija ļoti sekmīgais Navstar GPS lietošanas izplatījums 30 gadu periodā. Pirmais GPS satelīts tika ievadīts orbitā 1978.gada februārī. Salīdzinājumā ar krievu GLONASS līkloču sekmēm, GPS nekad nebija mazāk par 24 satelītiem orbitā un to sekmīga darbība tika nodrošināta nepārtraukti 30 gadu periodā.

Pēc GPS un GLONASS pirmie izvirzīja ideju par savas Galileo sistēmas izveidi Eiropieši, bet nupat mūs grasās apsteigt Ķīna ar savu COMPASS/BeiDou sistēmu. Reģionālās satelītu navigācijas sistēmas izveidotas Indijai (IRNSS) Japānai (QZSS) un Francijai (DORIS). Bez tam ir izzstrādātas arī kosmosā bāzētas (SBAS –Satellite Based Augmentation Systems) palīgsistēmas WAAS (ASV), EGNOS (Eiropa), WAGE (ASV), MSAS (Japāna), GAGAN (Indija), kā arī komerciālās SrarFire (John Deere), Starfix DGPS system (Fugro) [1].

Kosmosā bāzēto palīgsistēmu darbības pamatā ir uz zemes bāzētu GPS pastāvīgas darbības staciju kopa ar iepriekš precīzi noteiktām koordinātām, kas nosaka kļūdas savā ģeogrāfiskajā atrašanās vietā, kuras izraisa jonosfēra, troposfēra, kā arī GNSS satelītu orbitālās un pulksteņu novirzes. Šī informācija par visu areālu tiek apkopota un ar kosmosā bāzētu komunikācijas satelītu palīdzību tiek izplatīta lietotājiem.

Taču vēl precīzāku informāciju GNSS sistēmu lietotājiem sniedz uz zemi bāzētas GNSS palīgsistēmas (GBAS – Ground Based Augmentation Systems). Aviācijā EUROCONTROL saista nākotnes vīzijas ar GBAS pielietošanu, kā par drošāko lidmašīnu nosēdināšanas līdzekli lidostās.

Ģeodēzisti pastāvīgās darbības GPS staciju tīklus sāka lietot jau pagājušā gadsimta 90-tajos gados. 1991.gadā Starptautiskās ģeodēzijas asociācijas ietvaros tika nodibināts starptautiskais GPS dienests IGS (International GPS Serviss). Patreiz ap 380 GNSS (GPS vai GPS un GLONASS) pastāvīgās darbības stacijas regulāri nosūta savu GNSS novērojumu informāciju uz vienotu apstrādes centru Reaktīvo dzinēju laboratorijā ASV (JPL – Jet Propulsion Laboratory), kur tā tiek apstrādāta un publicēta internetā. Tomēr katrā Eiropas valstī ir savs nacionālais pastāvīgas darbības GNSS tīkls. Vācijā tāds ir SAPOS, bet Austrumeiropas valstīs ar kopējiem standartiem Berlīnes ģeodēzistu vadībā izveidots *EUPOS®* tīkls, kur kopējais bāzes staciju skaits jau pārsniedz 800 [ 2 ]. Šai kopā ietilpst arī LATPOS tīkls ar 19 stacijām Latvijā [ 3 ] un ievērojami blīvāks tīkls Rīgā *EUPOS® - RĪGA* [ 4 ]. Rīgā tas tiek izmantots ģeodēzijā un mērniecībā patreiz, bet tā lietošanas iespējas ir daudz plašākas. Šajā rakstā ir apkopoti *EUPOS® - RĪGA* lietošanas un precizitātes pētījumu rezultāti un ieskats tuvākā nākotnē.

## **EUPOS® - RĪGA precizitātes pētījumi**

*EUPOS® - RĪGA* pastāvīgās darbības GNSS staciju tīkls darbojas kopš 2006.gada. Tas sastāv no 5 bāzes stacijām ar centrālo staciju (Lu) un 4 pārējām stacijām, izvietotām pilsētas ziemeļos (Kre), dienvidos (Msk), austrumos (Van) un ritumos (Ann). Centrālā bāzes stacijas antena piestiprināta pie ķieģeļu ventilācijas skursteņa virs senas ēkas slīpas konstrukcijas skārda jumta (1.attēls). Pārējo 4 staciju antenas izvietotas uz 20-30 gadu senu māju plakaniem jumtiem, kuri noklāti ar bitumena tipa jumtu segumu. Uz šo un apkārtējo māju jumtiem nostiprināti dažāda rakstura sakaru kabeļi un antenas. Ar nolūku noskaidrot, kā apkārtējā vide un antenu nostiprinājuma veids ietekmē *EUPOS® - RĪGA* bāzes staciju GNSS signālu uztveršanu, tika veikta šai rakstā apkopotā aprēķināto antenu koordinātu izmaiņu analīze. Koordinātu aprēķinos tika lietota gan JAVAD firmas programmatūra PINACLE, gan Geo++ kompānijas laipni atvēlētā GNSMART programmatūra. Aprēķinu process bija visai darbietilpīgs un pieejamie darba un laika resursi visai limitēti. Tomēr domājam, ka izpildītais pētījums dod pietiekošu izvērtējumu par to, kas realizēts pietiekoši labi un, ko būtu vēlams mainīt vai uzlabot.



1.attēls. Bāzes stacija Lu.

Rakstā runāsim vienkārši par staciju koordinātām, ar to izsakot *EUPOS® - RĪGA* staciju antenu aprēķinātās koordinātas. Šai rezultātā ietilpst gan tie kļūdu avoti, kuri atrodas apkārtējā vidē, gan tie, kuru cēlonis ir antenu nostiprināšanas veids un vieta, gan arī tie, kurus lietotajai programmatūrai neizdodas novērst. Tādas, piemēram, ir kļūdu paliekošā daļa par satelītu orbītu precizitāti un pulksteņu korekcijām, par kļūdu paliekošo daļu jonosfēras un troposfēras ietekmes reducēšanā, kā arī tā potenciāli lielākā ietekme, ko izraisa GNSS radiosignālu daudzkārtējā atstarošanās apkārtējā vidē. Tieši pēdējais faktors parasti izraisa lielākās koordinātu fluktuācijas un daudzkārtējās atstarošanās efekta identificēšana un tas ietekmes kvalitatīvā izvērtēšana ir mūsu mērķis.

Otrs ļoti negatīvs efekts varētu būt tāds, ka kādas antenas tuvumā epizodiski vai regulāri parādās interference, t.i. stipri radiotroksņi tais pašās frekvencēs, kā GNSS raidītāju frekvences.

### **EUPOS® - RĪGA precizitātes pētījumu gaita un rezultāti**

Mums ir 5 GNSS staciju kopa  $S$ , kur katrai stacijai  $s_i \in S$  koordinātas rēķināsim kādu noteiktu dienu kopai  $D$  un katras dienas  $d_j \in D$  katrai diennakts  $k$ -tajai stundai  $h_{j,k} \in d_j$ . Koordinātas  $x, y, H$  rēķināsim Latvijas koordinātu sistēmā LKS92 un  $X, Y, Z$  globālā koordinātu sistēmā ITRF2005. Par diferenciālās pēcapstrādes metodes [5] bāzes staciju izvēlēta Latvijas Universitātes Astronomijas institūta GPS stacija, kura pieder IGS (International GNSS Service) staciju tīklam.

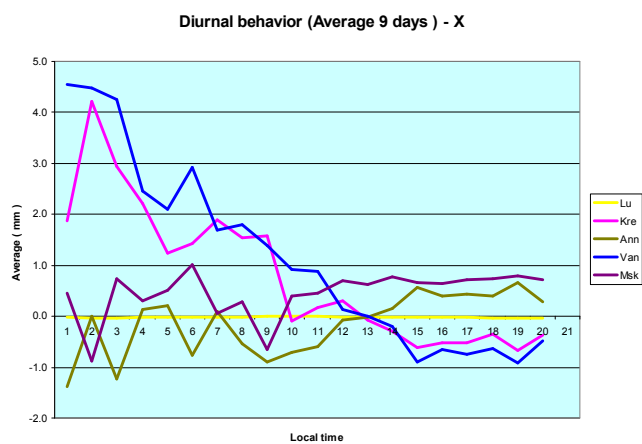
Lai novērtētu staciju antenu “uzvedību” diennakts laikā, tika aprēķinātas koordinātas  $X_{ijk}, Y_{ijk}, Z_{ijk}$  deviņām dienām  $j \in [1,9]$  Aprēķinājām koordinātu  $X_i$  vidējās vērtības  $S$  kopas stacijām, kā parādīts formulā (1) un (2). Tāpat tika aprēķinātas arī koordinātu  $Y$  un  $Z$  vērtības.

$$dX_{ik} = \sum_{j=1}^9 X_{ijk} - \overline{X}_i, \quad (1)$$

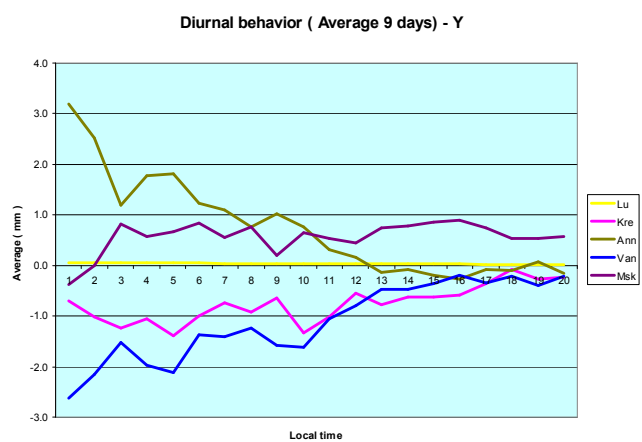
kur

$$\overline{X}_i = \sum_{k=1}^{24} \sum_{j=1}^9 X_{ijk}. \quad (2)$$

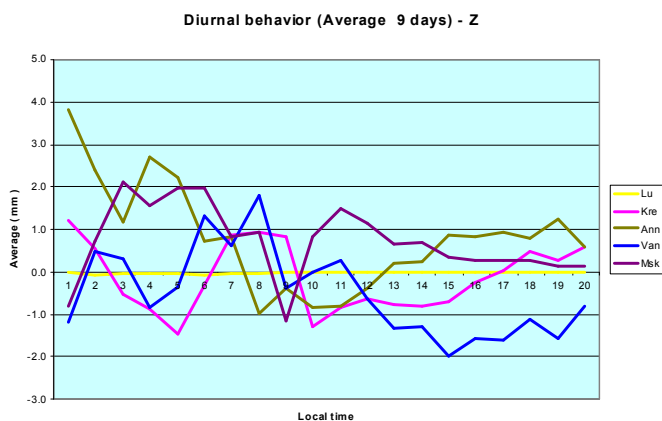
Turpmākajos trīs attēlos parādīta t.s. „diennakts uzvedība” visām 5 stacijām, attēlojot  $dX_{ij}$ ,  $dY_{ij}$ ,  $dZ_{ij}$  grafikus.



2.attēls. 9 diennakšu vidējo  $dX$  vērtību izmaiņas pa stundām.



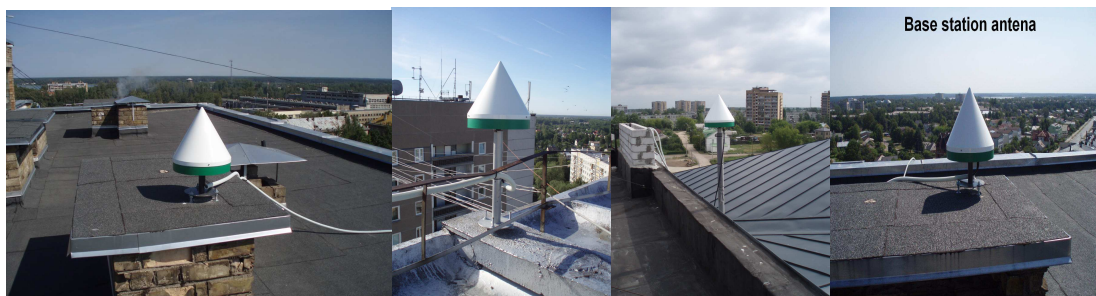
3.attēls. 9 diennakšu vidējo  $dY$  vērtību izmaiņas pa stundām.



4.attēls. 9 diennakšu vidējo  $dZ$  vērtību izmaiņas pa stundām.

Apskatot šos grafikus, varam secināt, ka neviena no koordinātu komponentēm praktiski nemainās vairāk par  $\pm 4$  mm. Vislielākās izmaiņas ir Van un Kre  $dX$  komponentēm.

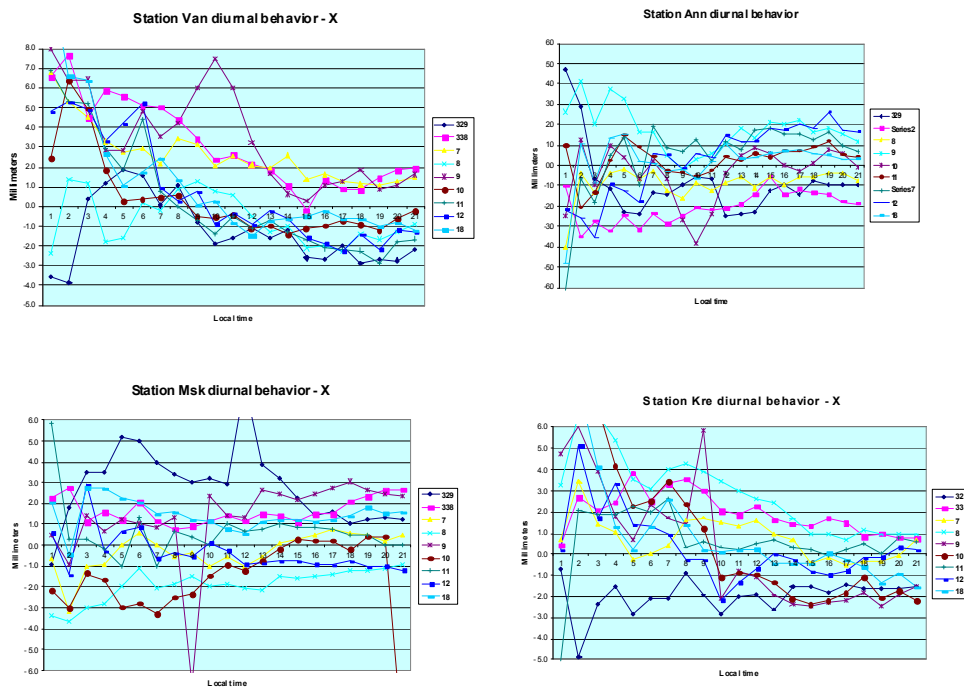
Ļoti minimālas izmaiņas ir Lu stacijai, nepārsniedzot  $\pm 0,1$  mm. Ap  $\pm 2$  mm izmaiņas ir Msk stacijai, bet Ann stacijai līdz 3 mm aizsniedzās  $dY$  komponentes izmaiņas. Vislielākās ir  $dX$  komponentes izmaiņas Kre un Van stacijām. Acīm redzot, šeit ir negatīva nozīme plakanā jumta izvēlei šo antenu novietošanai, kur daudzkārtējā atstarošanās no jumta ienes šīs izmaiņas. Msk un Ann antenas nostiprinātas pie jumtu malas – līdz ar to jumta atstarojums „spēlē” tikai no vienas malas atkarībā no šīs jumta malas azimutālās orientācijas. Bet LU slīpais jumts atstaro radio viļņus uz visām pusēm, bet ne uz antenu.



5.attēls. Van, Ann, Msk un Kre staciju antenu nostiprinājums.

Sakarā ar to, ka vislielākās izmaiņas ir  $dX$  komponentei, izvēlēsimies to detālākai apskatei. Ņemot vērā to, ka GPS zvaigznāji pie debess atkārtojas katru diennakti, vajadzētu noteiktās stundas radiosignālu atstarošanās efektam atkārtoties no dienas dienā .

$$dX_{ijk} = X_{ijk} - \overline{X}_i, \quad (3)$$



6. attēls. Van, Ann, Msk un Kre staciju  $dX$  vērtību izmaiņas pa stundām.

Apskatot 6.attēla grafikus, jāsecina, ka  $dX$  komponentes izmaiņas lielā mērā ietekmē arī citi faktori, ne tikai daudzkārtējā atstarošanās. Parasti viens no lielākajiem kļūdu avotiem ir jonosfēra. Jādomā, ka šeit ir novērojams sumārais atstarošanās un paliekošās jonosfēras kļūdas daļas efekts.

Šai nodaļā aprakstītie pētījumi tika veikti, koordinātu rēķiniem izmantojot GNSMART zinātnisko programmatūru.

### **EUPOS® - RĪGA precizitātes pētījumi mērniecībā**

Šai nodaļā pētījumiem lietosim PINACLE programmatūru. Tā ir firmas izstrāde ražošanai mērniecībā. Aprēķinājām vidējās diennakts koordinātas LKS92 sistēmā gandrīz divu mēnešu garumā. Vidējā katras stacijas koordinātu precizitāte parādīta 1.tabulā. Katras koordinātas vidējā kvadratiskā kļūda aprēķināta pēc formulas

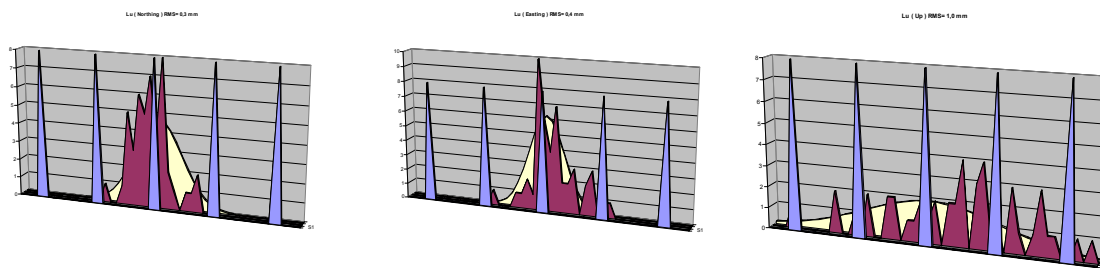
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (4)$$

1. tabula. Staciju koordinātu vidējās kvadratiskās kļūdas.

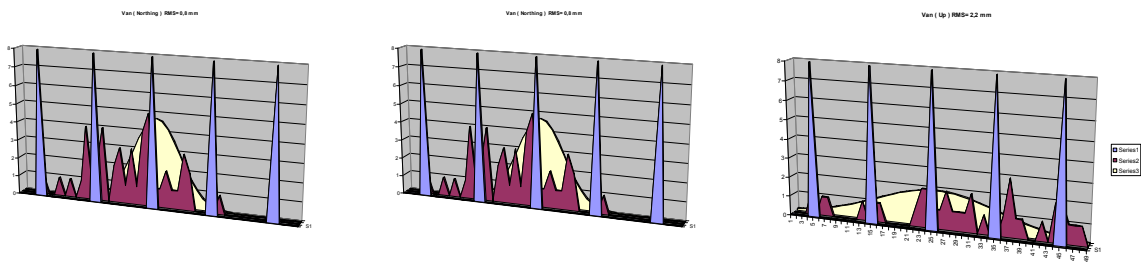
	Stacijas nosaukums	$\sigma_x$ mm	$\sigma_y$ mm	$\sigma_H$ mm
1	Lu	0,3	0,4	<b>1,0</b>
2	Van	0,8	0,3	<b>2,2</b>
3	Ann	0,5	0,4	<b>1,0</b>
4	Msk	0,9	0,6	<b>2,3</b>
5	Kre	0,9	0,5	<b>2,0</b>

Lietojot normālā sadalījuma standarta formulu (5), kur jāievieto argumentus  $x$ , vidējo aritmētisko un vidējo kvadrātisko kļūdu, aprēķinām un attēlojam normālā sadalījuma funkciju attēlos 7-11.. Uz šiem pašiem attēliem uzliekam arī mūsu rezultātu novirzes sadalījuma histogrammu, kura attēlota tumšo pīķu veidā. Rezultātu novirzes sadalījumu saskaitām ar soli pa 0,2 mm diapazonā no -2 mm līdz +2mm. Veselo mm attēlojums ir ar regulāri izvietotiem vertikāliem pīķiem.

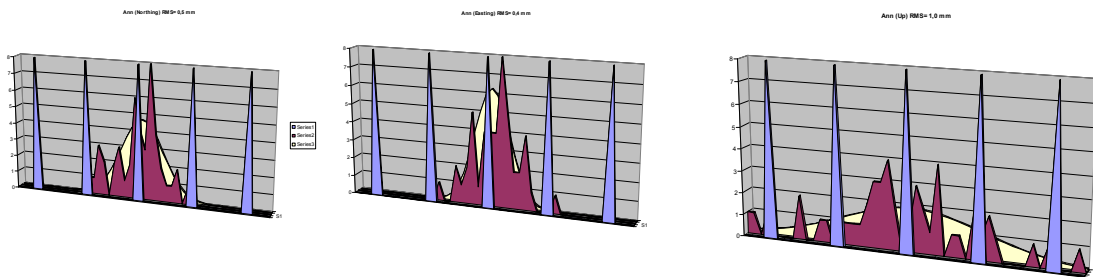
$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\left(\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (5)$$



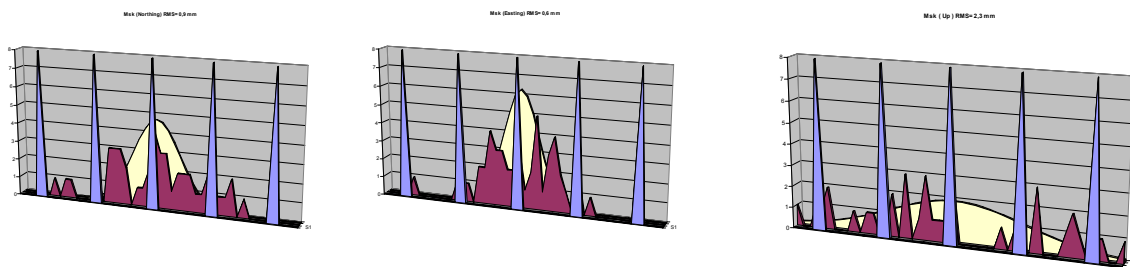
7.attēls. Stacijas Lu rezultātu sadalījums pa x, y un H.



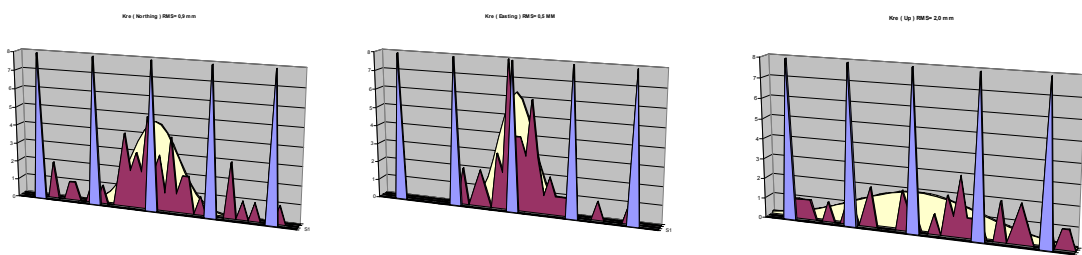
8.attēls. Stacijas Van rezultātu sadalījums pa x, y un H



9.attēls. Stacijas Ann rezultātu sadalījums pa x, y un H



10.attēls. Stacijas Msk rezultātu sadalījums pa x, y un H



11.attēls. Stacijas Kre rezultātu sadalījums pa x, y un H

Apskatot attēlus 7-11, redzam, ka horizontālo koordinātu x, y koordinātas pēc ražošanas programmatūras PINACLE aprēķiniem vistuvāk atbilst normālajam sadalījumam. Piezīmēsim, ka šie rēķini tika tuvināti reālam mērījumu procesam, kāds ir RTK režīmā – šoreiz neņemam IGS uzlabotās orbītas, satelītu pulksteņu korekcijas un informāciju par jonosfēru. Lietojām tikai reālo lauka mērījumu datus. Horizontālo koordinātu sadalījums vistālāk no normālā sadalījuma ir Van un Msk stacijām.

Ja apskatām vertikālās koordinātas rezultātu sadalījuma grafikus, tad jāsecina, ka tikai Ann stacijai rezultātu sadalījums ir daudz maz tuvu normālajam. Lu stacijai mediāna novirzīta no centra. Tālu no normālā sadalījuma ir Van, Msk un Kre staciju augstuma noteikšanas rezultāti.

Par augstuma koordinātu noteikšanas uzlabojumu iespējām tiek meklējumi turpināti un secinājumi būs tuvākā nākotnē. Pētījumu izklāsts par *EUPOS® - RĪGA* nodrošināto mērīšanas precizitāti diskutēti arī darbos [6-9].

## **GBAS lietošanas panākumi Eiropā**

*EUPOS® - RĪGA* pieder pie tās saucamās GBAS tipa palīgsistēmām (GBAS – Ground Based Augmentation System). Vācijā un Šveicē vienotu un plašu teritoriju nosedz ASCOS tīkls, kurš arvien vairāk sistēmā ietver arī SAPOS [11]. Jau ap 100 Vācijas lauksaimniecības uzņēmumos tiek lietota precīza, automatizēta lauksaimniecības tehnikas vadīšana. Tā izmanto ASCOS palīginformāciju GNSS pielietojumos. Eksperimenti lauksaimniecības mašīnu vadīšanā notiek arī Ungārijā un Polijā ar *EUPOS®* palīginformāciju [12,13]. Brēmenes lidostā (Vācija) pašu izveidota GBAS sistēma palīdz regulēt līdz 49 vienlaicīgi tuvojošos lidmašīnu nosēdināšanu [14].

Kā jau minējām iepriekš, *EUPOS®* staciju tīkls pārklājis lielāko Eiropas teritorijas daļu [2,15] un to lietošana ģeodēzijā, kosmonautikā, aviācijā, mērniecībā, transportā un citās nozarēs aizvien vairāk paplašinājas. [16-20]. Bet ASV Aizsardzības departamentā 2008.gada februārī ir pieņemta īpaša likumdošana par plašu pozicionēšanas, navigācijas un laika dienestu programmu.

Par *EUPOS® - RĪGA* lietošanas rezultātiem ortofoto kartes pārbaudē esam stāstījuši darbā [10], *EUPOS® - RĪGA* ļoti plaši tiek lietota Rīgas mēriņu darbā. Tomēr mums šķiet, ka *EUPOS® - RĪGA* priekšrocības varētu tikt pielietotas arī citās nozarēs. Piemēram, sabiedriskā transportā, būvniecībā, ceļu un ielu uzraudzības dienestā, navigācijā uz iekšzemes ūdeņiem, vides aizsardzībā, pilsētas informācijas sistēmas tematisko slāņu veidošanā.

## **Secinājumi par *EUPOS® - RĪGA* antenu novietojumu**

Saistībā ar šo pētījumu par *EUPOS® - RĪGA* antenu novietojumu un to ietekmi uz sistēmas precizitāti var izdarīt virkni secinājumus.

1. Visumā antenu novietojums ir pietiekoši labs, lai nodrošinātu 1-2 cm mērīšanas precizitāti horizontālajām koordinātām 90% gadījumu. Tas pilnībā atbilst Eiropas pozīciju noteikšanas sistēmas prasībām [22].
2. Nav identificēta radio trokšņu interference kādas no bāzes stacijām tuvumā.
3. Tomēr ir iespējas uzlabot precizitāti, ja izdotos novērst daudzkārtējas atsta rošanās no horizontālo jumtu virsmas. Varētu mēģināt ekranēt antenas turošās caurules tā, lai ekrāns noslēgtu ceļu no jumta līdz antenai. Piemēram, turētājam caurulei apkārt novietojot 20 cm diametra skārda cilindru.
4. Mazāk ietekmētas ir antenas Lu un Ann, vairāk – Van, Kre un Msk.
5. Ir domājams, ka uzlabojumi antenu ekranēšanā varētu par kārtu uzlabot augstuma noteikšanas precizitāti.

*EUPOS® - RĪGA* plaši tiek lietota Rīgas ģeodēzistu un mēriņu darbā. Tomēr *EUPOS® - RĪGA* priekšrocības varētu tikt pielietotas arī citās nozarēs. Šai nolūkā nepieciešams veidot sadarbību ar citiem potenciāliem lietotājiem un plašāk informēt sabiedrību par *EUPOS® - RĪGA* lietošanas priekšrocībām un par līdzīgu sistēmu lietošanām citās valstīs

## **Literatūra**

1. Hans Haubold Building a System of Systems and Services. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
2. Gerd Rosenthal. EUPOS: Reference System, Uniform GNSS Augmentation Infrastructure and International.. Cooperation in Central and Eastern Europe. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.

3. J.Zvirgzds. Geodetic Measurements In GPS Base Station Network Latpos of Latvia. // RTU Zinātniskie raksti, sērija 11, sējums 2. Rīga, 2007. RTU izdevniecība. Lpp.81.-89.
4. J.Balodis, G.Silabriedis. GOCE misija un EUPOS® devums.// RTU Zinātniskie raksti, sērija 11, sējums 2. Rīga, 2007. RTU izdevniecība. Lpp.11.-19. (angļu valodā)..
5. Martnez J.L.; Martnez M.A.; Garca-Cerezo A. Control Engineering Practice. Elsevier. Volume 8, Number 3, March 2000 , pp. 253-258
6. J.Balodis, S.Plotnikovs, G.Silabriedis. Analyses Of Real Time Measurement Precision In Riga. RTU Zinātniskie raksti, sērija 11, sējums 3. Rīga, 2008. RTU izdevniecība. Lpp.15.-21. (angļu valodā)..
7. M.Abele, J.Balodis, I.Mitrofanovs, A.Rubans, G.Silabriedis and A.Zarinsjh . EUPOS-RIGA and SLR. Geophysical Research Abstracts. Volume 10, 2008. EGU General Assembly 2008. ISSN: 1029-7006.
8. M.Abele, J.Balodis, K.Balodis, M.Caunite, I.Janpaule, I.Mitrofanovs, A.Rubans, G.Silabriedis and A.Zarinsjh . Implementation of New Positioning System in Riga. International Symposium EUREF – 2008. Brussels, June 18-20, 2008.(Iesniegts publicēšanai 6 lpp.). <http://www.euref-iag.net/symposia/2006Riga/Symposium2006-iga.html>
9. G.Silabriedis, J.Balodis, D.Baņuka. Analyses of the Positioning System EUPOS-RIGA Multipath. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008. (Poster).
10. G.Silabriedis, S.Plotnikov, J.Balodis, M.Caunite, E.Zelinska. THE EUPOS-RIGA APPLICATION FOR MAPPING CONTROL. 3rd International Conference and 3rd International Trade Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics GEOS 2008. Prague, 27<sup>th</sup>-28<sup>th</sup> February 2008. Conference Proceedings. Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography. Volume 54, Publication No.44. ISBN 978-80-5881-29-5. Abstract. P.5. Full text: [www.vugtk.cz/geos/2008](http://www.vugtk.cz/geos/2008)
11. S. Sassen, J. Refer. `Precise Farming under GPS, GLONASS and Galileo (AXIO-NET GmbH). International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
12. T.Horvath. Auto-Steering of Agricultural Tractors and Combine Harvesters Using EUPOS Network RTK Service. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
13. W.Graszka, J.Bosy, M.Leonczyk. ASG-EUPOS – the Polish Contribution to the EUPOS Project. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
14. G.Zaki.Operational Experience with a Ground-Based Augmentation System (GBAS) at Bremen Airport. . International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
15. Cord-Hinrich Jahn. SAPOS – Positioning Service and Geodetic Part of a Geosensor Network. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
16. R. Eisenberger. Public Transport Operation Management System (Berlin public transport company BVG, Germany). International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
17. S. Paelt. Waterway Monitoring and Techniques to Ensure Shipping on European Rivers; Real-Time Applications. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.

18. Olusegun Adeayga. Adoption of GNSS Technology in Flood Disaster Management and Response: A Case Study of Lagos Mega City. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
19. M.Govedarica. GNSS-Based Ground Penetration Radar Applications. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
20. R.Jäger. Deformation Integrity Monitoring for GNSS Positioning Services Including a Scalable Hazard Monitoring by the Karlsruhe Approach (MONIKA). International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
21. D. A. Turner. U.S. Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Policy, Programs, and International Activities. International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications. Berlin, Germany, 11 - 14 November 2008.
22. G.Rosenthal. European Position Determination System Status and Activities. Third Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems. Pasadena, U.S.A. 8-12 December 2008. <http://www.unoosa.org/pdf/icg/2008/icg3/14.pdf>

***Silabriedis G.. EUPOS® - RĪGA 2008 and analyses of antenna sites***

*The Rigas GeoMetrs SIA is a GNSS ground based augmentation system provider in Riga city. The brief report is presented on the tests carried out in order to check the system's technical characteristics and performance. Both the precision control and application results of the EUPOS® RĪGA ground based augmentation system has been approved to fit the technical requirements for land surveying. No interference or jamming has been identified in surroundings of base stations. No regular multipath identified. The GBAS application in Europe and in other countries shortly discussed. The conclusions are made on both the future improvement and future application possibilities.*

***Silabriedis G.. EUPOS® - RĪGA 2008 un antenu novietojuma analīze.***

*SIA Rīgas GeoMetrs ir GNSS uz zemes bāzētas palīgiztēmas uzturētājs Rīgas pilsētā. Rakstā sniegts īss apraksts par testiem, kuri veikti, lai pārbaudītu sistēmas tehniskos raksturojumus un tās darbību. Pierādīts, ka precizitātes kontrole un lietošanas rezultāti uz zemes bāzētajai palīgsistēmai EUPOS®-RĪGA atbilst tām tehniskajām prasībām, kādas nepieciešamas mērniecībā. Bāzes stacijas tuvumā nav fiksēta ne interference, nemākslīgi radītie traucējumi. Nav fiksētas arī regulāras daudzkārtējas signālu atstarošanās. Īsumā apskatīta GBAS lietošana Eiropā un citās valstīs. Izdarīti secinājumi par sistēmas uzlabošanas un perspektīvās lietošanas iespējām nākotnē.*

***Силабриедис Г. EUPOS® - RIGA 2008 и анализ размещения антенн***

*Компания „Ригас ГэоМетрс „ является держателем на земле базированной вспомогательной системы ГНСС. В статье описаны тесты, которые были проведены для проверки технических характеристик системы и ее функционирования. Доказано, что контроль точности и результаты пользования на земле базированной вспомогательной системы EUPOS®-RĪGA отвечает тем техническим требованиям, которые необходимы для землемерия. В близи базовых станций не фиксированы не интерференс, не искусственные помехи. Также не фиксированы регулярные многократные отражения сигналов. Вкратце рассмотрено использование системы базовых станций в Европе и других странах. Даны заключения о возможности улучшения системы и перспективе пользования ею.*