



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekts „Nevalstisko organizāciju aktīvas un kvalitatīvas līdzdalības nodrošināšana lēmumu pieņemšanai publiskajā sektorā un ES politikas īstenošanai mērniecības nozarē”.

(līguma Nr. 1DP/1.5.2.2.2/12/APIA/SIF/018/138)

92.07% no Projekta finansē Eiropas Savienība ar Eiropas Sociālā fonda starpniecību.

Apakšaktivitāti administrē Valsts kanceleja sadarbībā ar Sabiedrības integrācijas fondu

Vadlīnijas

Aeronavigācijas elementu uzmērīšanā, datu saglabāšanā un kvalitātes nodrošināšanā

Šīs vadlīnijas “Aeronavigācijas elementu uzmērīšanā, datu saglabāšanā un kvalitātes nodrošināšanā” ir veidoti ar Eiropas Savienības Eiropas Sociālā fonda finansiālu atbalstu. Par Metodisko norādījumu “Aeronavigācijas elementu uzmērīšanā, datu saglabāšanā un kvalitātes nodrošināšanā” saturu atbild Latvijas Mērnieku biedrība, Latvijas Kartogrāfu un ģeodēzistu asociācija.

Rīga – 2014

Saturs

Īsi par aeronavigācijas elementu uzmērīšanu, vadlīnijām un to lietošanu	4
1. Vispārējās prasības	6
Plaknes un augstuma sistēmas.....	6
Izmantotās mērvienības	6
Ģeodēzisko instrumenti un to pārbaudes	7
Datu saglabāšana.....	7
Datu apstrāde	8
Prasības pret datu radītāju	8
Prasības pret datu saglabāšanu	8
2. Lidlauka ģeodēziskais atbalsta tīkls, ierīkošana un uzturēšana.....	9
Vispārīgās prasības	9
Lidlauka ģeodēziskā tīkla punkti.....	9
Kvalitātes prasības	9
Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu konstrukcija	10
Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu numerācija	10
Punktu apraksts	10
Koordinātu noteikšana	10
Ģeodēzisko tīklu uzmērīšana ar GNSS metodi	11
Kvalitātes nodrošināšana un pārbaude	13
Gala rezultāta nofiksēšana	14
Ģeodēziskā tīkla validēšana	14
Ģeodēziskā tīkla ikgadējā pārbaude.....	14
Atsevišķu punktu iesiešana ģeodēziskā tīklā	15
Ģeodēziskā tīkla atskaite.....	15
3.Lidlaukā/ heliportā uzmērāmie elementi	17
3. Uzmērīšanas metodes	34
Objektu tieša uzmērīšana ar GNSS	34
Objektu uzmērīšana veicot ģeodēzisku iekrustošanu	36
Objektu tieša uzmērīšana ar datortahimetru.....	38
Ģeometriskā nivelēšana	39
4. Datu saglabāšana un izsekojamības nodrošināšana.....	40
Vispārējās prasības	40

Rekomendējamā datu glabāšanas struktūra.....	41
Gala rezultāta nofiksēšana	43
5. Datu saglabāšana nodošanai tālākai lietošanai	43
Latvijas 1992.gada ģeodēzisko koordinātu sistēmas sasaiste ar ITRF2000, transformācijas parametru noteikšana un to piemērošanas kārtība.....	46
Pielikums Nr.2.....	49
Augstumu pārrēķinu virsmas GNSS iegūšana.....	49

Īsi par aeronavigācijas elementu uzmērīšanu, vadlīnijām un to lietošanu

Aeronavigācijas darbi ir ļoti šaura nozare, kurā ieiet arī ģeodēzisti. Aeronavigācijas elementu uzmērīšana ir ļoti cieši saistīta arī ar koordinātu drošumu (ticamību un precizitāti). Rezultāts, ko iegūst izpildot mērījumus aeronavigācijas darbiem tiek ietverti aeronavigācijas datubāzēs, kas nodrošina drošu lidmašīnu nosēšanās un pacelšanās, kā arī manevrēšanas trajektoriju projektēšanu un izmantošanu. Tāpat arī aeronavigācijas dati, kas ietver arī šķēršļus nonāk arī publiskajās datubāzēs, kur jebkurš lietotājs, kam ir nepieciešami šie dati var piekļūt un izmantot.

Ietverot, ka aviācijai visās tās etapos tiek ievērtēta augsta drošība un standarta prasības (ICAO), tad arī darbiem, kas ir saistīti ar uzmērīšanu arī tiek pievērsta īpaša uzmanība. Izpildot ģeodēziskos darbus aviācijas vajadzībām ir jāievēro arī tur noteiktos standartus un prasības. Aviācijā uz ģeodēziskiem darbiem attiecinā daudzus dokumentus, zemāk uzskaitīti visbiežāk lietojamie:

- 1) 1944.gada 7.decembra konvencija „Starptautiskā konvencija par civilo aviāciju” (turpmāk – Konvencija) (tajā skaitā, Konvencijas 14.pielikums „Aerodromes”, 15.pielikums „Aeronautical Information Services”);
- 2) Komisijas Regula (ES) Nr.73/2010 „ar ko nosaka prasības attiecībā uz aeronavigācijas datu un aeronavigācijas informācijas kvalitāti vienotajā Eiropas gaisa telpā”
- 3) Starptautiskās civilās aviācijas organizācijas rokasgrāmata „1984.gada Pasaules ģeodēziskā sistēma – (WGS-84) (Doc.9674);
- 4) likums „Par aviāciju”;
- 5) Ministru kabineta 2006.gada 1.augusta noteikumi Nr.635 „Noteikumi par civilās aviācijas lidlauku izveidošanu, sertifikāciju un ekspluatāciju”;
- 6) ICAO dokumenti

Latvijai kā Eiropas Savienības dalībvalstij ir nepieciešams ievērot arī prasības, kas atsevišķi tiek noteiktas kopienas valstīm, lai būtu vienota droša gaisa telpa lidojumiem. Uz ģeodēziskiem darbiem Eiropas Savienība ir pieņēmusi regulas un specifikācijas, kas nosaka datu iegūšanu, apriti, monitoringu un datu kvalitātes kontoli. Uz ģeodēziskiem darbiem attiecināmie dokumenti aviācijā Eiropas Savienības kopienas valstīm :

- 1) Komisijas Regula (ES) Nr.73/2010 „ar ko nosaka prasības attiecībā uz aeronavigācijas datu un aeronavigācijas informācijas kvalitāti vienotajā Eiropas gaisa telpā”
- 2) EUROCONTROL specification for the Origination of Aeronautical Data
- 3) EUROCONTROL Specification for Data Quality Requirements
- 3) EUROCONTROL elektronisko reljefa un šķēršļu datu (eTOD) specifikācija „Terrain and Obstacle Data Manual”.

Iepriekš uzskaitāmie dokumenti ir galvenie, bet ne vienīgie, kas ir izdoti un var būt saistoši arī ģeodēzisko darbu veicējiem.

Ar šo specifisko profesionālo sfēru un veicamajiem attiecīgajiem darbiem saistīto personu loks nav visai plašs. Ar aeronavigācijas elementu koordinātām pamatā strādā ģeodēzisti un aeronavigācijas speciālisti.

Šo vadlīniju galvenais uzdevums ir dot īsu skaidrojumu kā pielietot ES regulu) Nr.73/2010 un kvalitatīvus datus iegūt un nodot nākamajam lietotājam.

Vadlīniju norādījumi veidoti labākas profesionālās sadarbības veicināšanai starp nozares profesionāļiem, valsts iestādēm, tādējādi veicinot un uzlabojot klientorientētu ģeodēzistu pakalpojumu pieejamību ar augstu kvalitātes un precizitātes, ticamības līmeni.. Norādījumi galvenokārt paredzēti speciālistiem, kuru profesionālā darbība saistīta ar aeronavigācijas elementu uzmērīšanu, to datu apriti un uzturēšanu.

Vadlīnijas ir veidots kā atvērtā tipa, respektīvi tie var tikt papildināti ar dziļākiem skaidrojumie, teorētiskiem pamatiem un praktiskiem piemēriem.

Vadlīnijas pašreizējā brīdī neaptver šķēršļu uzmērīšanu ārpus ar LIDAR vai fotogrammetrijas metodēm.

1. Vispārējās prasības

Plaknes un augstuma sistēmas

Aeronavigācijas darbiem izmanto starptautiskas koordinātu sistēmas. Par pamatu koordinātu sistēmu tiek izmantotas WGS-84 koordinātu sistēma un EGM-96 ģeoīda modeli augstuma sistēmas definēšanai. Koordinātu un augstuma sistēmas pielietošanā tiek izmantotas uzmērīšanas koordinātu sistēmas un publicēšanas koordinātu sistēma. Latvijas gadījumā kā uzmērīšanas plaknes koordinātu sistēmu ir iespējams izmantot LKS-92 koordinātu sistēmu, izmantojot RTK LATPOS tīklu. Rezultāts tiek publicēts WGS-84 plaknes koordinātu sistēmā ar realizāciju ITRF2000 atskaites sistēmā. Sasaistei starp WGS-84 un LKS-92 tiek izmantoti Helmerta transformācijas parametri. Latvijā šie parametri starp LKS-92 un WGS-84 ir noteikti 2014.gadā. Parametrus nepieciešams-rekomendējams pārrēķināt reizi piecos gados. Parametrus un aprēķina kārtību skatīt pielikumā Nr.1. Transformācijas parametri var tikt neaprrēķināti un nepielietoti, ja nacionālās koordinātu sistēmas atšķirība pret ITRF 2000 nav lielāka par 10 cm.

Visi uzmērītie vertikālos aeronavigācijas datu punktus izsaka augstumā, tos salīdzinot ar vidējo jūras līmeni (MSL). Lai veiktu salīdzināšanu ar MSL, jāizmanto ģeoīda modelis, kas ir pietiekams. Ieteicamais ģeoīda modelis ir EGM-96. Latvijas teritorijā tiek izmantots kvaziģeoīda augstuma modelis LV'98, kas ir sasaistīts ar EGM-96. Starp LV'98 un EGM-96 ir vistiešākā saite, jo tieši šis globālais modelis tika lietots aprēķiniem, kā labākais pieejamais 1998.gadā, kas dod pamata jeb globālo (arī skaitliski lielāko) gravitācijas lauka komponenti.

Tālāk izmantojot lokālo Latvijas gravimetriskā lauka informāciju (t.i. lokālās lauka anomālijas), tika aprēķinātas kvazi-ģeoīda modeļa lokālā komponente (saskaitāmais), ko kombinācijā ar globālo <no EGM-96> --> ieguva LV'98 vērtības un noslēgumā tika piesaistīts pie savietotajiem valsts tīkla GPS/nivelēšanas punktiem. Ja tiek izmantots cits ģeoīda modelis, tad ir nepieciešams zināt transformācijas parametri vai sasaiste ar EGM-96. Ir pieļaujams arī izmantot EGM-96.

Izmantotās mērvienības

Latvijā tiek izmantotas metriskā mērvienību sistēma un grādu nolasīšanas sistēma.

- a) Priekš pozīcijas reģistrē formātā Grādi Minūtes Sekundes un sekundes desmitdaļa
- b) Virzieni, azimuti un magnētiskā deklinācija reģistrē formātā grādu decimālformātā (grādi un grādu desmitdaļa
- c) Dimensijas un attālumi tiek norādīti metros.
- d) paaugstinājumi, lidojumu augstumi un augstumi tiek izteikti metros un pēdās. Un tie var būt izveikti kā MSL, AGL (ABOVE GROUND LEVEL) vai Flight level (FL)

Ģeodēzisko instrumenti un to pārbaudes

Ģeodēziskiem instrumentiem tiek izvēlēti tā, lai nodrošinātu kvalitātes prasības izpildi.

Ģeodēziskie instrumenti tiek izvēlēti, lai tie nodrošinātu nepieciešamās precizitātes un kvalitātes prasības, ko nosaka **EUROCONTROL Specification for Data Quality Requirements**.

Elektroniskiem tahimetriem nepieciešams definēt prasības virzienu un attālumu mērījumiem (rekomendējošas prasības 3" virzienu mērījumiem un 2 mm +ppm attālumiem)

GNSS mērījumiem gan statiskajā, gan RTK režīmā tiek nodrošināti divfrekvenču ģeodēziskie GNSS instrumenti.

Visiem instrumentiem ir jānodrošina elektroniskā datu saglabāšana, pārsūtīšana un datu ielasīšana. Tas nozīmē, ka instrumentiem ir jānodrošina datu uzkrāšana, saglabāšana un izvadīšana.

Latvijā instrumentu pilnās pārbaudes tahimetriem un nivelieriem tiek veikta ne retāk kā vienu reizi gadā, kas var tikt izpildīts pie dīleru servisa pārstāvjiem vai arī tikt veikti pēc ISO vai LVS standartiem.

GNSS instrumenti rekomendē vismaz reizi gadā veikt testu pēc ISO 17123-8:2007 Optics and optical instruments -- Field procedures for testing geodetic and surveying instruments -- Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK). Pēc testēšanas tiek sastādīts atbilstošs protokols un pierādījumu dati tiek saglabāti.

Pie instrumenta pārbaudēm nepieciešams arī veikt ikdienas pārbaudes, kas var būt gan vizuālas, gan mērījuma veidā, lai izslēgtu kļūdu rašanos mērījuma datos. Šāda veida pārbaudes var tikt izpildītas reizē ar mērījumiem, veicot gan pilna loka leņķa mērījumus un atkārtotus attāluma mērījumus, kā arī veicot mērījumus uz zināmiem punktiem (*Valsts tīkla punkti, Lidostas ģeodēziskā tīkla punkti*).

Datu saglabāšana

Ģeodēzists veic datu saglabāšanu digitālā formātā, tiek saglabāti arī visi izmantotie parametri. Veicot mērījumus ir nepieciešams saglabāt arī instrumentā iestatītos parametrus, kā piemēram atkārtoto mērījumu ciklu, attālumu un leņķu mērīšanas parametri, atstarotāja un stacijas augstumi u.c.). Neviens parametrs ir iespējams izvadīt, tapēc ir rekomendēts, ka tie parametri, kas var ietekmēt mērījumus apstrādes laikā ir nepieciešams saglabāt un izvadīt no instrumenta. (Piemēram, atstarotāja konstante, atstarotāja un stacijas augstumi, temperatūras, atmosfēras spiediena un ppm)

Informāciju, kas nav iespējams saglabāt digitālā veidā, ģeodēzists nodrošina rupjo kļūdu izslēgšanu. Šāda veida informācija ir iespējama, ja tiek veikti atkārtoti mērījumi ar ruleti vai atkārtoti parametri, ko tehniski nevar ierakstīt instrumentā pie parametriem. (Piemēram, atkārtoti atstarotāja un stacijas mērījumi, temperatūras mērījumi u.c.). Šāda veida informācija var tikt saglabāta instrumenta piezīmju laukos.

Datu apstrāde

Kontrolstacijas un atskaites punkti tiek digitāli nodoti un digitāli ielādēti instrumentos vai sensoros.

Raw datus digitāli lejuplādē no instrumenta un padod uz mērījumu pēcapstrādes programmatūru.

Visi parametrus, ko izmanto datu apstrādei iekļauj atskaitē kā metadatus

Parametrus, ko izmanto datu apstrādei un kas ietekmē rezultātu datu apstrādi, apstiprina neatkarīga pārbaude pirms datu apstrādes.

Par katru funkciju, kuru koordinē, attālums / garums, augstums / augstums vai leņķis vērtību nevar izmērīt tieši, bet var aprēķināt, starp izejas datu, parametru un starpposma izmantoto datu apstrādes apvienības reģistrē, lai nodrošinātu izsekojamību.

Par katru uzmērīto punktu ir jānodrošina datu izsekojamība.

Datu apstrādi izpilda ar tādu apstrādes programmām, kas nodrošina datu importu, eksportu un novērtējumu saglabāšanu. Latvijā izmantotās datu apstrādes programmas nevienmēr nodrošina datu importu tieši no instrumenta, bet tiek izmantotas starpprogrammas. Galvenais aspekts ir lai nenotiktu subjekta iejaukšanās datu pārvadē. Tāpat ir svarīgi, ka arī apstrādājot mērījumus, atbalsta punkti tiek automātiski augšuplādēti datu apstrādes programmās. To arī nenodrošina visas datu apstrādes programmas, tad ir nepieciešams izstrādāt kā tiek pārbaudīti dati un tie var tikt kopēti datu apstrādes programmās. Ieteicams izvairīties no roku ievades darba.

Prasības pret datu radītāju

Latvijā ir prasības ģeodēziskiem darbiem izpildīt sertificētiem speciālistiem ar ģeodēziskiem darbiem atbilstošu sertifikātu. Tāpat ir rekomendējošs iziet papildus apmācību tālākizglītībā par aeronavigāciju. Datu radītājam- ģeodēzistam reizi gadā ir rekomendējoši apmeklēt kādu no LGS vai CAA veidotie semināri par aktualitātēm ICAO un EUROCONTROL jomā. Kā arī reizi gadā jābūt apmeklētai vismaz vienai zinātniskai konferencei, un instrumentu izplatītāju veidotam semināram.

Prasības pret datu saglabāšanu

Datu saglabāšanu nepieciešams organizēt tā, lai būtu nodrošināta visu procesu izsekojamība un datu mūža ilguma izsekošana. Ieteicamā datu struktūra ir : RAW (izejas dati), Adjustment (apstrādes dati), Metadata (metadati), Report (atskaites), EXCHANGE (apmaiņas dati- dati kas tiek nodoti nākamajam posmam

2. Lidlauka ģeodēziskais atbalsta tīkls, ierīkošana un uzturēšana

Vispārīgās prasības

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punkti

Ģeodēziskais tīkls sastāv no vismaz četriem ģeodēziskiem punktiem. Starp blakus esošiem punktiem jānodrošina tieša redzamība. Ģeodēziskā tīkla punktus izvieto lai tie saglabātos un būtu maksimāli stabili un lietojami. Vietas izvēle tiek izvēlēta tā, lai tā būtu ilglaicīga un pieejama jebkurā brīdī. Tāpat arī vajadzētu ievērot arī nākotnes lidostas paplašināšanās iespējas.

Kvalitātes prasības

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktiem izvirza visstingrākās prasības. Tas ietver datu validāciju, elektronisko datu pārsūtīšanu, meta datus, u.c.)

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktiem izvirza prasības par:

- 1) Horizontālā (plaknes) precizitāte pret ITRF – 0.10 m;
- 2) Vertikālā precizitāte – 0.05 m;
- 3) ticamības līmenis 95% (*papildus skaidrojums par ticamības līmeni MK*)
- 4) Integritāte (veselums, nedalāmība) – 1×10^{-8} (kritiskā);
- 5) Horizontālā (plaknes) izšķirtspēja – DDD MM SS.SSSS (1/1000 sec);
- 6) Vertikālā izšķirtspēja: 0.01 m.

Lidlauka ģeodēziskā tīkla iekšējai saderībai jābūt augstākai par 0.05 m. Lidlauka ģeodēziskais tīkls tiek pārbaudīts ne retāk kā reizi gadā. Pārbaudes jeb kontroles darbības tiek veiktas sekojoši:

-Ģeodēziskā tīkla punkta pozīcijas tiek pārbaudīta vizuāli. Ja tiek konstatētas izmaiņas ģeodēziskā tīklā, jāveic tā pārbaude. Par izmaiņām var tikt uzskatīts bojāts punkts, iznīcināts punkts, koordinātu nesaderība uzsākot objektu uzmērīšanu.

Ja mazāk par četriem lidlauka tīkla punktiem ir saglabājusies savstarpējā saderība, tīkls uzskatāms par nederīgu un jāveic tā atjaunošana, pārmērīšana un koordinātu noteikšana par jaunu, atbilstoši šim dokumentam.

Ģeodēziskā tīkla pārbaude (validēšana) pamatojas uz vektoriem starp tīkla punktiem, valsts ģeodēzisko tīklu vai starptautiskā ģeodēziskā tīkla stacijām. (validācijas svarīgums)

Ierīkojot, atjaunojot ģeodēzisko tīklu, nosakot koordinātas no jauna veic tīkla pārmērīšanu un kvalitātes pārbaudi.

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu konstrukcija

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktus ierīko ar grunts zīmēm (skat. EUROCONTROL Specification for the Origination of Aeronautical Data, Pielikumā D).

Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu numerācija

Tīkla punkti tiek marķēti apvidū ar krāsojumu un identifikatora numuru uz lidlauka cietā seguma vai marķējums ar plāksnīti pie tīkla grunts zīmes. (skat. EUROCONTROL Specification for the Origination of Aeronautical Data, Pielikumā D).

Katram lidlauka ģeodēziskā tīkla punktam tiek piešķirts unikāls identifikators. Identifikatora numurs ietver ICAO lidlauka identifikatoru (LLLL), ģeodēziskā punkta numuru (NNNN) un tā ierīkošanas gadu (GGGG) [DO-SVY-530]. (skat. EUROCONTROL Specification for the Origination of Aeronautical Data, Pielikumā D)

Piezīme: Piemēram, **EVRS-01-2012**, kur EV-Latvijas starptautiskais kods aeronavigācijā, R – Rīga, S – lidlauks Spilve, 01 – ģeodēziskā tīkla numurs, 2012 – tīkla ierīkošanas gads. ICAO lidlauka identifikatoru pirms ģeodēzisko darbu uzsākšanas pasūtītājs norāda darba uzdevumā.

Punktu apraksts

Lidlauka ģeodēziskā tīkla katra punkta aprakstam pievieno tā fotoattēlus, tai skaitā punkta ierīkošanas attēlu

Punkts tiek nofotografēts, gan ierīkošanas brīdī, neiebetonējot, gan pēc ierīkošanas. Lidlauka ģeodēziskā tīkla pilns apraksts pieejams meta datos (atskaitē) Ģeodēziskā tīkla atskaite, fotogrāfijas u.c. informācija tiek izsniegta kopā ar koordinātām. Lidlauka ģeodēziskā tīkla plāns tiek sastādīts mērogā, kurā var attēlot visus uzmērīšanas tīkla punktus un svarīgos topogrāfiskos objektus.

Koordinātu noteikšana

Uzmērīšanu un sasaisti ar ITRF veic tā lai nodrošinātu nepieciešamo precizitāti. Lidlauka tīkla katrs punkts tiek mērīts ar GNSS statisko metodi no vismaz diviem atbilstoša ģeodēziskā tīkla punktiem. Vismaz trīs lidlauka ģeodēziskā tīkla punkti tiek izmantoti sasaistei ar ITRF.

Ģeodēzisko tīklu uzmērīšana ar GNSS metodi

Ģeodēzisko tīklu uzmērīšanu lidostā ar GNSS veic statiskā režīmā. Uzmērīšanu veic, uzstādot divfrekveču GPS uztvērējus vienlaicīgi vismaz uz 2 lidostas tīkla punktiem. Uzmērīšanu veic tā, lai pie apstrādes vismaz 3 lidostas ģeodēziskā tīkla punkti būtu saistīti ar ITRF. (Latvijas gadījumā ar LATPOS vai IGS stacijām ap Latviju, ieskaitot staciju Rīga).. Uzmērīšanu veic pa sesijām, uz katra punkta stāvēt vismaz 2 stundas pa divām sesijām. Pirms mērījumu izdarīšanas ar GNSS, nepieciešams veikt plānošanas darbus, lai iegūtu optimālos satelīta izvietojumu un arī pieejamus satelītus no 15 grādu slīpuma. Izdarot mērījumus uz lauka tiek piefiksēta temperatūra, atmosfēras spiediens, kā arī veikta antenas augstumu mērījumi pirms un pēc sesijas mērījumiem.

Pabeidzot darbus, tiek lejuplādēti RAW dati un RINEX dati no GNSS aparatūras un saglabāti atsevišķi. Datu pēcāpstrādei izmanto kopiju. Veicot datu pēcāpstrādi, ir nepieciešams lejuplādēt precīzās orbītas, pulksteņu korekcijas, jonosfēras un troposfēras modeļus, kas ir precizēti pēc 1—18 dienām pēc novērojumu veikšanas. Kā arī informāciju par bāzes stacijām – koordinātas uz konkrētu epochu un to pārvietojumu ātrumu (ja ir pieejams). http://igsb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html.

Datu pēcāpstrādei izmanto GNSS apstrāde programmatūru, kas nodrošina datu digitālo ielādi un izpilda kvalitātes prasības uz izlīdzināšanu, kā arī spēj izmantot (ieskaitot atbalstpunktu koordinātu un apstrādi). Apstrādi veic pēc vismazākās kvadrātu metodes, izlīdzināšanu veicot pa sesijām, izlīdzinot vektorus un aprēķinot punktu ģeocentriskās koordinātas un to novērtējumus. Pret ITRF sistēmu punktu standartklūdas nevar pārsniegt $1\sigma=10$ cm, $3\sigma=15$ CM AR 95% ticamību. Iekšējo vektoru kļūdas nevar pārsniegt 5 cm.

Visas piezīmes un atsauces par sasaisti ar ITRF iekļaujamas lidlauka ģeodēziskā tīkla ierīkošanas atskaitē. Kā galarezultāts tiek iedotas koordinātas WGS-84 koordinātu sistēmā un augstums uz EGM-96. (Latvijā uz LV'98 ģeoīda modeļa) un LKS-92 TM koordinātu sistēmā un BAS-77 augstumu sistēmā.

Lidostas ģeodēziskā atbalsta tīkla koordinātas

Ģeodēziskā tīkla punkta nr.	WGS-84 (ITRF____.____ ____ epohs)		LKS-92 TM		WGS-84 (ITRF____.____ ____ epohs)			Std.dev.			H elips	H Geoid (lv'98)	Ģeoīda vilknis	CR C kods	Uzmērīšanas datums
	LAT (o'")	LON (o'")	X m	Y m	X m	Y m	Z m	N (m)	E (m)	heli- s. (m)					

Kvalitātes nodrošināšana un pārbaude

Veicot ģeodēziskos darbus lidostas ģeodēziskā tīkla uzmērīšanā, apsekošanā un atjaunošanā jānodrošina sekojošas kvalitātes prasības, kam ir izstrādātas procedūras:

5.1. Ģeodēziskie instrumenti

- Jābūt izmantojamo instrumentu reģistram
- Jābūt instrumentu pārbaudes protokoliem
- Jābūt instrumentu pārbaudes veikšanas instrukcijām

5.2. Datu digitālā pārsūtīšana

- Apraksts kā tiek nodrošināta datu digitālā pārsūtīšana uz un no ģeodēziskiem instrumentiem
- Kā notiek atbalstpunktu koordinātu pārsūtīšana, ievade instrumentā
- Kā notiek datu apmaiņa starp datu apstrādes programmām

5.3. Datu savākšana un glabāšana digitālā veidā

- Apraksts kā notiek datu savākšana digitālā veidā (ģeodēziskie, fotogrāfijas u.c.)
- Apraksts kā dati tiek glabāti (visi dati) un nodrošināta izejas datu nemainība

5.4. Informācijas nofiksēšana, kas netiek ievākta digitālā veidā

- Kā tiek nofiksēts instrumenta augstums
- Kā tiek saglabāti lauku piezīmes un žurnāli

5.5. Metadati savākšana

Tiek aprakstīts metadatu sastāvs

5.6. Transformācijas parametru novērtēšana

- Tiek aprakstīts, kā tiek kontrolēta transformācijas parametru darbība, ja izmantojam pārrēķinus starp dažādām koordinātu sistēmām, kas tiek izmantotas datu apstrādes posmos.

5.7. Datu izsekojamības nodrošināšana starp izejas datiem un apstrādātiem datiem

- Tiek aprakstīts kā nodrošina datu izsekojamību punktam, failam, projektam

5.8. Rezultātā kombinētā novērtēšana

- Apraksta kā tiek novērtēts rezultāts un kļūdu summēšana, kādas kļūdas tiek iekļautas rezultātā

7.9. Datu apstrāde

- apraksta kā notiek datu apstrāde, pa galvenajiem soļiem un programmatūrām
- apraksta datu salīdzināšanu ar atkārtotiem mērījumiem

7.10. Atskaites izveidošana

- atskaites veidošanas princips un saturs.

7.11. Audits

- kā nodrošina iepriekš izpildīto procedūru kontroli un datu kvalitātes kontroli

Gala rezultāta nofiksēšana

Gala rezultāts tiek nofiksēts divējādi. Tabulas veidā atskaitē, kur ir redzami punkta numurs, koordinātas, augstums un to standartnovirzes, koordinātu noteikšanas datums, CRC kods

Otrs veids, lai nodrošinātu datu apmaiņu, iepriekš minētā informācija tiek saglabāta ASCII formātā, kur katra rindiņa satur informāciju par vienu ģeodēziskā tīkla punktu.

Pēc apstrādes tiek saglabāti un sakārtoti sekojoši dati:

- RAW dati
 - o Rinex dati (lidostas ģeodēziskā tīkla mērījumi un atbalstpunktu)
 - o Precizās orbītas, pulksteņi, jonosfēras un troposfēras modeļi
 - o Atbalstpunktu koordinātas un to novērtējumi
 - o Pēcspatrades projekts
- Pēcspatrades atskaite (Izlīdzināšana, vektoru novērtējums, labojumi, punktu koordinātas un to novērtējums)
- Kvalitātes kontrole – divu sesiju salīdzinājums
- Pieraksti (piem instrumentu augstumu mērījumu pieraksti)
- Izmantoto instrumentu pārbaudes protokoli
- Shēmā parāda punktu izvietojumu un sasaisti ar ITRF atbalstpunktiem
- Atskaite
- ASCII fails datu apmaiņai

Ģeodēziskā tīkla validēšana

Veicot ģeodēziskā tīkla validēšanu, tiek veikta neatkarīga izpildīto procesu un koordinātu pārbaude un kvalitātes kontrole. Validēšana var tikt veikta par visu tīklu pārbaudot izpildīto procesu un pierādījumu saglabāšanā. Savukārt koordinātu kontrole var tikt veikta izlases veidā. Koordinātu kontrole veic īsā laika periodā veicot neatkarīgus mērījumus un aprēķinus īsā periodā pēc izpildītāja koordinātu noteikšanas mērījumiem. Darbu izpildē var tikt izmantots izpildītāja rīcībā esošais programmnodrošinājums. Pēc validācijas tiek sastādīta atskaite, kur tiek parādīts mērķis, izpildītāji, izmantotās metodes, instrumenti, izejas koordinātas, izpildes laiks, fotogrāfijas, aprēķinātās koordinātas, to novērtējums koordinātām un novirzes no izpildītāja, kvalitātes nodrošināšana. Tāpat atskaitē tie ietverts pārskats par izpildītāja atskaites pilnību uz izsekojamību, kvalitāti un novērtējumu.

Ģeodēziskā tīkla ikgadējā pārbaude

Ģeodēziskā tīkla ikgadējā pārbaude ietver tīkla vizuālo pārbaudi, iekšējo vektoru saderību nepārsniedzot 0.05 m, kā arī absolūtās koordinātas pārbaudi. Ikgadējā pārbaudē tiek veikta

Ģeodēziskā tīkla pārmērīšana ar tahimetru ar dubltpaņēmienu metodi un 2 galējo punktu kontrole pret valsts ģeodēzisko tīklu vai ITRF. GNSS mērījumi tiek veikti 2 stundu sesijām. Pēc darbu veikšanas tiek sastādīta atskaite, kur tiek ietverts pārskats par darbu veicēju, datumu, vizuālām fotogrāfijām, izdarītiem mērījumiem, koordinātas, to novērtējums un to atšķirības no iepriekšnoteiktām koordinātām. Tāpat tiek sastādīts slēdziens par ģeodēziskā tīkla atbilstību EUROCONTROL Specification for the Origination of Aeronautical Data.

Atsevišķu punktu iesiešana ģeodēziskā tīklā

Atsevišķu punktu iesiešana ģeodēziskā tīklā ir iespējama tajā gadījumā, ja ir saglabājušies vairāk kā puse no ģeodēziskā tīkla. Atsevišķa punkta iesiešanai var tik izmantotas uzmērīšanas metodes kā GNSS vai tahimetriskā uzmērīšana ar dubltpaņēmienu mērījumiem. Iesienot jaunu punktu, tas tiek iesaistīts vismaz pie trim esošiem punktiem, kam ir veikta ikgadējā pārbaude. Pēc darbu veikšanas tiek sastādīta atskaite atbilstoši punktam Nr.9 un dati saglabāti atbilstoši punktam Nr.7.

Ģeodēziskā tīkla atskaite

Ģeodēziskā tīkla atskaite sastāv no metadatu informācijas un informācijas par punktu, tā koordinātām un tā atrašanās vietu.

Ieteicamais ģeodēziskā tīkla atskaites saturs:

1. *Vestures izziņa*
 - a. *Ierīkošanas mērķis*
 - b. *Lietotātās koordinātu sistēmas un augstumu sistēmas, sasaiste ar ITRF*
 - c. *Atbalstpunktu, to koordināta, novērtējums un izejas avoti*
 - d. *Ierīkotie ģeodēziskie tīkla punkti*
 - e. *Informācija par datu radītājiem, to sertifikāti*
2. *Merījumu metodes apraksts un kontrolmerījumi*
 - a. *Izmantotie instrumenti, pārbaudes protokoli*
 - b. *Izmantotās uzmērīšanas metodes*
 - c. *Mērījumu datu apstrāde*
 - d. *Rezultāti un to novērtējums*
 - e. *Mērījumu rezultāti un ticamības rādītāji*
3. *Sīkaka informācija par izdarītajiem merījumiem ar atsauci uz kontrolmerījumiem*
 - a. *Kontrolmērījumu veikšanas kārtība*
 - b. *Novērtējums*
4. *Mērījumu un aprēķinu precizitātes novērtējums.*
5. *Audits*
6. *Pielikumi*
 - *Shēma ar ģeodeziskā tīkla punktu projekta saskaņojumu*
 - *Ģeodēzistu sertifikāti.*
 - *Lidlauka ģeodeziskā tīkla konfigurācija.*
 - *Ģeodēzisko instrumentu protokoli*
 - *Ģeodeziska tīkla vektoru pieaugumi un to novērtējums.*

- Aprēķināto punktu koordinātas un to novērtējums.
- Lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu piesaistes

3.Lidlaukā/ heliportā uzmērāmie elementi

EUROCONTROL Specification for Data Quality Requirements (15/12/2012 Proposed Issue) ir tabulas, kurās norādītas uzmērījuma datu precizitātes un publicēšanas izšķirtspējas prasības. Visiem datiem jābūt ģenerētiem tādā veidā, kas ļauj sasniegt datu kvalitātes prasības katram datu veidam. Katram datu veidam ir identificētas tā precizitātes, izšķirtspējas un integritātes prasības, kas apkopotas tabulās Nr.1 un Nr.2.

Uzmērot lidlauka elementus, kā arī šķēršļus ir jābūt precīzi definētam uzdevumam, kas nosaka kurās vietas katram elementam ir jāuzmēra.

Precizitātes un publicēšanas izšķirtspējas prasības plaknē. (tabula Nr.2)

TEXT ID	Latitude and longitude				tulkojums latviešu valodā	INTEGRITY	Uzmērīšanas metode
	REF ID	RESOLUTION	ACCURACY	DATA TYPE			
Aerodrome reference point	LL007	1 sec	30m	surveyed/calculated	Lidlauka atskaite punkts	routine	GP, KR, DT
Heliport reference point	LL008	1 sec	30m	surveyed/calculated	Heliporta atskaite punkts	routine	GP, KR, DT
NAVAIDS located in aerodrome	LL009	1/10sec	3m	surveyed	lokācijas ierīce, kas atrodas lidlaukā	essential	GP, KR, DT
NAVAIDS located in heliport	LL010	1/10sec	3m	surveyed	lokācijas ierīce, kas atrodas heliportā	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area 3 (aerodromes)	LL011	1/10sec	0.5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 3. zonā (lidlaukiem)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area 3 (heliports)	LL012	1/10sec	0.5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 3. zonā (heliporti)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area2 (the part outside the aerodrome/heliport boundary)	LL013	1/10sec	5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodas ārpus lidlauka/heliporta robežas)	essential	GP, KR, DT

Obstacles in Area2 (the part within the aerodrome boundary)	LL014	1/10sec	5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodas lidlauka robežās)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area2 (the part within the heliport boundary)	LL015	1/10sec	5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodaheliporta robežās)	essential	GP, KR, DT
Runway treshold	LL017	1/100sec	1m	surveyed	Skrejceļa sliekšnis	critical	GP, DT
Runway end	LL018	1/100sec	1m	surveyed	Skrejceļa gals	critical	GP, DT
Runway holding position	LL019	1/100sec	0.5m	surveyed	Skrejceļa gaidīšanas pozīcija	critical	GP, DT
Ground taxiway centre line/ parking guidance line points	LL021	1/100sec	0.5m	surveyed	Zemes manevrēšanas ceļa centra līnija/	essential	GP, DT
Air taxiway and transit route points	LL022	1/100sec	0.5m	surveyed/c alculated	gaisa manevrēšanas ceļa un tranzīta maršruta punkts	essential	GP, DT
Taxiway intersection marking line (aerodromes)	LL023	1/100sec	0.5m	surveyed	Manevrēšanas ceļu krustojšanās marķējuma līnija (lidlaukos)	essential	GP, DT
Taxiway intersection marking line (heliports)	LL024	1/100sec	0.5m	surveyed	Manevrēšanas ceļu krustojšanās marķējuma līnija (heliportos)	essential	GP, DT
Exit guidance line (aerodromes)	LL025	1/100sec	0.5m	surveyed		essential	GP, DT
Exit guidance line (heliports)	LL026	1/100sec	0.5m	surveyed		essential	GP, DT

Aircraft stand points/INS checkpoints	LL027	1/100sec	0.5m	surveyed	Lidaparātu stāvvietu punkti/ INS pārbaudes punkti	routine	GP, DT
Helicopter stand points/INS checkpoints	LL028	1/100sec	0.5m	surveyed	Helikopteru stāvvietu punkti/ INS stāvvietu punkti	routine	GP, DT
Geometric centre of TLOF or FATO thresholds, heliports	LL029	1/100sec	1m	surveyed	Zemskares un atrašanās zonas vai pieejas pēdējā posma un pacelšanās zonas sliekšņa ģeometriskais centrs	critical	GP, DT
Apron boundaries (polygon) (aerodromes)	LL030	1/10	1m	surveyed	perona robežas (poligons)(lidlauki em)	routine	GP, KR, DT
Apron boundaries (polygon) (heliports)	LL031	1/10	1m	surveyed	perona robežas (poligons)(helipor tiem)	routine	GP, KR, DT
De-icing/ anti-icing facility (polygon) (aerodromes)	LL032	1/10	1m	surveyed	atledošanas laukums (poligons)(lidlauki em)	routine	GP, DT
De-icing/ anti-icing facility (polygon) (heliports)	LL033	1/11	1m	surveyed	atledošanas laukums (poligons)(helipor tiem)	routine	GP, DT

Precizitātes un publicēšanas izšķirtspējas prasības augstumiem. (tabula Nr.2)

TEXT ID	Elevation/ Altitude/ Height				tulkojums latviešu valodā	INTEGRITY	Uzmērīšanas metode
	REF ID	RESOLUTION	ACCURACY	DATA TYPE			
Aerodrome elevation	EH001	1m of 1ft	0.5m	surveyed	lidlauka pacēlums	essential	GP, DT, NIV
Heliport elevation	EH002	1m of 1ft	0.5m	surveyed	heliporta pacēlums	essential	GP, DT, NIV

WGS-84 geoid undulation at aerodrome elevation position	EH003	1m of 1ft	0.5m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis lidlauka pacēluma vietā	essential	GP, DT, NIV
WGS-84 geoid undulation at heliport elevation position	EH004	1m of 1ft	0.5m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis heliporta pacēluma vietā	essential	GP, DT, NIV
Runway treshold, non-precision approaches	EH005	1m of 1ft	0.5m	surveyed	Skrejceļa sliekšnis, neprecīzas pieejas	essential	GP, DT
FATO treshold, non-precision approaches	EH006	1m of 1ft	0.5m	surveyed	Pieejas pēdējā posma un pacelšanās zonas sliekšnis, neprecīzas pieejas	essential	GP, DT
WGS-84 geoid undulation at runway treshold, non-precision approaches	EH007	1m of 1ft	0.5m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis skrejceļa sliekšņa pacēluma vietā, neprecīzas pieejas	essential	GP, DT
WGS-84 geoid undulation at FATO threshold, TLOF geometric centre, non-precision approaches	EH008	1m of 1ft	0.5m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis FATO sliekšnim, zemskares-pacelšanās zonas ģeometriskajā centrā, neprecīzas pieejas	essential	GP, DT
Runway treshold, precision approaches	EH009	0.1m or 0.1ft	0.25m	surveyed	Skrejceļa sliekšnis, precīzas pieejas	critical	GP, DT, NIV
FATO treshold, precision approaches	EH010	0.1m or 0.1ft	0.25m	surveyed	FATO sliekšnis, precīzas pieejas	critical	GP, DT, NIV
WGS-84 geoid undulation at runway treshold, precision approaches	EH011	0.1m or 0.1ft	0.25m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis skrejceļa sliekšņa pacēluma vietā, precīzas pieejas	critical	GP, DT, NIV

WGS-84 geoid undulation at FATO threshold, TLOF geometric centre, precision approaches	EH012	0.1m or 0.1ft	0.25m	surveyed	WGS-84 ģeoīda vilnis FATO sliekšnim, zemskares-pacelšanās zonas ģeometriskajā centrā, precīzas pieejas	critical	GP, DT, NIV
Runway centre line points	EH013		0.25m	surveyed	Skrejceļa centra līnijas punkti	critical	GP, DT
Taxiway centre line/ parking guidance line points	EH014		1m	surveyed	Manevrēšanas ceļu centra līnijas/ stāvvietas līnijas punkti	essential	GP, DT
Ground taxiway centre line points, air taxiway and transit route points	EH015		1m	surveyed		essential	GP, DT
Threshold crossing height, precision approaches	EH016	0.1m or 0.1ft	3m	surveyed/ calculated	sliekšni	critical	GP, DT
Obstacles in Area2 (the part outside the aerodrome/heliport boundary)	EH017	1m of 1ft	3m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodas ārpus lidlauka/heliporta robežas)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area2 (the part within the aerodrome boundary)	EH018	1m of 1ft	3m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodas lidlauka robežās)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area2 (the part within the heliport boundary)	EH019	1m of 1ft	3m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 2. zonā (daļa, kas atrodas heliporta robežās)	essential	GP, KR, DT
Obstacles in Area 3 (aerodromes)	EH020	0.1m or 0.1ft	0.5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 3. zonā (lidlaukiem)	essential	GP, KR, DT

Obstacles in Area 3 (heliports)	EH021	0.1m or 0.1ft	0.5m	surveyed	Šķēršļi, kas atrodas 3. zonā (heliportiem)	essential	GP, KR, DT
Distance measuring equipment/ precision (DME/P) (aerodromes)	EH024	3m or 10ft	3m	surveyed	Aprīkojuma mērošā aprīkojums/ precizitāte (Lidlaukiem)	essential	GP, KR, DT
Distance measuring equipment/ precision (DME/P) (heliports)	EH025	3m or 10ft	3m	surveyed	Aprīkojuma mērošā aprīkojums/ precizitāte (heliportiem)	essential	GP, KR, DT

Datu uzturēšana

Uzmērītie, aprēķinātie un atvasinātie dati jāuztur visu uzmērīto datu vienības dzīves laiku un piecus gadus pēc šī perioda beigām vai līdz piecu gadu perioda beigām pēc aprēķinātās vai atvasinātās datu vienības, no kā tā atvasināta aprēķināta, derīguma beigām, vai arī kurš no periodiem iestājas pēdējais. Uzmērītie dati un to atskaites tiek glabātas pastāvīgi CAA, LGS un attiecīgajā lidosta (pie uzmērījuma darbu pasūtītāja).

Mērniekiem digitāli jāsasaista un jāuzglabā uzmērījumus (raw data), parametrus un pārejas datus. Pie mērnieka glabājas uzmērījuma dati un atskaites pastāvīgi. Gadījumā, ja mērniecības uzņēmums beidz savu pastāvēšanu- dati nododami arhīvā, kā tas paredzēts lietvedības normatīvajos aktos. Visai informācijai (parametri, starprezultāti u.c.) un uzmērījumiem (uzmērīšanas atskaite, iekļaujot datu kvalitātes novērtējumu, metadatus utt.), kas saistīta ar uzmērītiem, aprēķinātiem vai atvasinātiem aeronavigācijas datiem, jābūt saglabātai visu datu vienības dzīves laiku. (Uzmērītie dati un to atskaites tiek glabātas pastāvīgi CAA, LGS un attiecīgajā lidosta (pie uzmērījuma darbu pasūtītāja).

Visiem datiem, kam piešķirtais datu integritātes līmenis ir „critical” vai „essential”, būtu jāveic izmaiņu novērošana kā minimums ik gadu.

Šiem datiem veic vizuālu novērošanu, ar uzmērījumu veikšanu izlases kārtā. Pie jebkādu izmaiņu konstatēšanas (salīdzinot ar iepriekš veiktās pārbaudes atskaiti), visi dati jāpārmera pilnīgi. Par katru atkārtotu novērošanu jāsagatavo atskaite.

- Ja nav izmaiņu, salīdzinot ar iepriekšējo atskaiti, tad iesniedz arī tādu parakstītu atzinumu, kam pievienotas fotogrāfijas (ja vizuāla apskate) vai nu izlases kārtā veikto uzmērījumu salīdzinājumu ar iepriekš veiktajiem mērījumiem, kas pamato izmaiņu neesību.
- Ja ir izmaiņas, tad sagatavo atskaiti, kurā ietvertas fotogrāfijas, kas pamato izmaiņas vai izlases kārtā veikto uzmērījumu salīdzinājumu ar iepriekš veiktajiem mērījumiem, kas pamato izmaiņas. Šo aktu iesniedz ģeodēzisko darbu pasūtītājam, kas pasūta pilnu uzmērījumu. Šī izmaiņu atskaite ir pamatojums pilna uzmērījuma veikšanai.

Visiem datiem, kam piešķirtais datu integritātes līmenis ir „routine”, būtu jāveic izmaiņu novērošana kā minimums reizi piecos gados. Par katru atkārtotu novērošanu jāsagatavo atskaite. Tiek veikta pilna uzmērīšana.

Lidlaukā esošo elementu uzmērīšanas prasības un lidlaukā esošo elementu apraksts

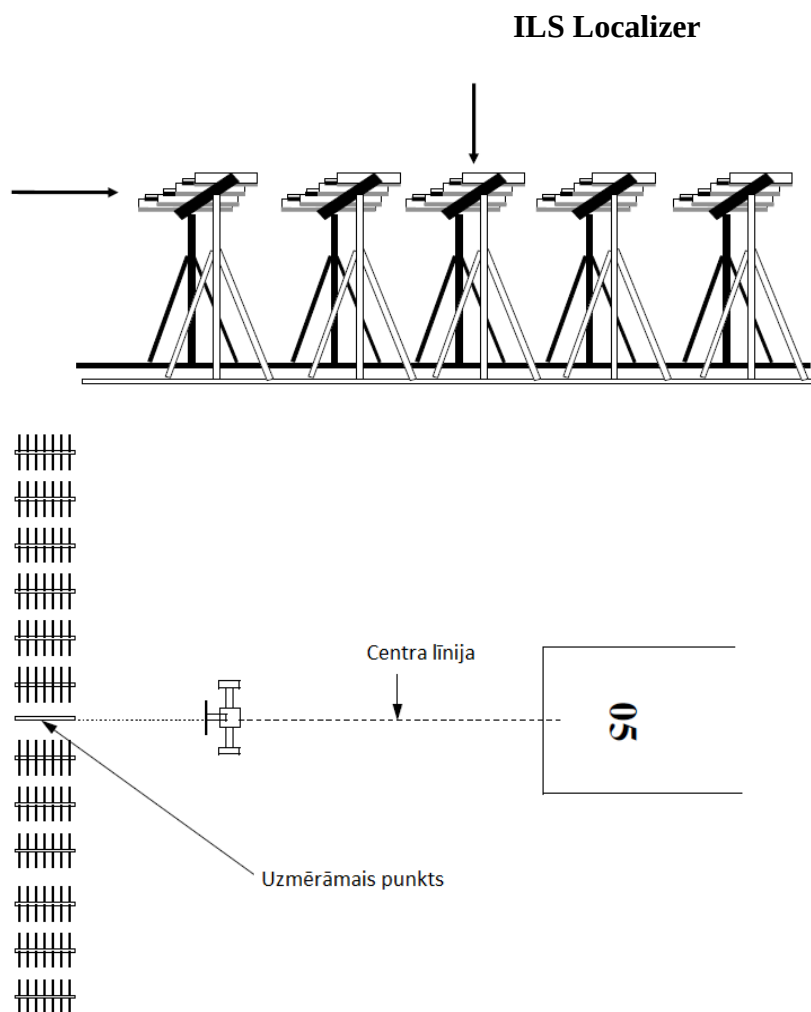
Radionavigācijas elementi.

Radionavigācijas elementiem uzmērāmajam orientierim jābūt pēc iespējas tuvu izstarojošās antenas fāzes centram.

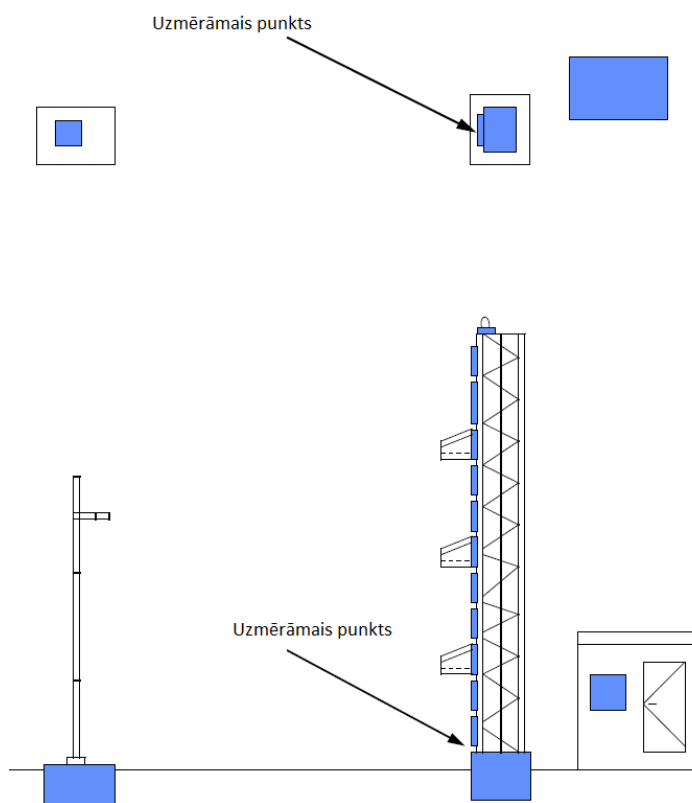
Gadījumos, kad nav skaidrs navigācijas elementu uzmērāmais punkts, kas norādīts sekojošos attēlos, uzmērījumus veicošajai organizācijai noteikti jāsazinās ar pasūtītāju.

VOR/DME iekārtai, kur attālums ir lielāks par 30m starp antenām, piemērāma katra no antenām. VOR/DME iekārtai, kur attālums ir vienāds vai mazāks par 30m starp antenām, DME elementa stāvoklis uzmērāms kā šī elementa izvietojuma informācija.

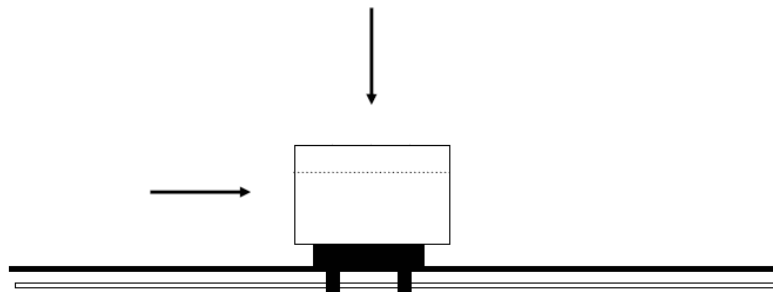
Gadījumos, kad nav iespējama tieša piesaiste ITRF, lokālās savienošanās metodei jābūt pierakstītai kā matedatiem.



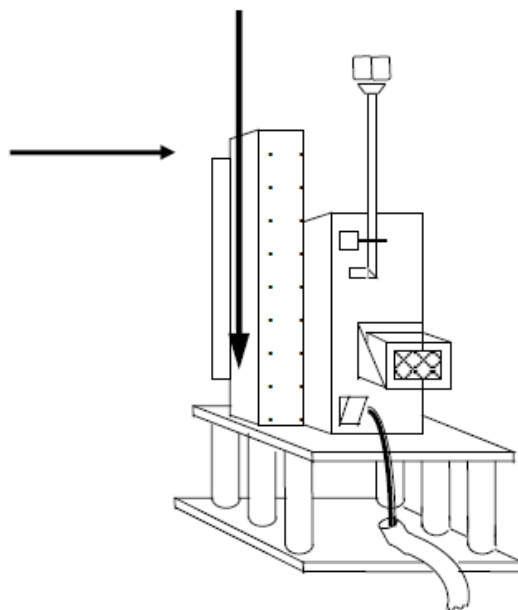
ILS Glide Path



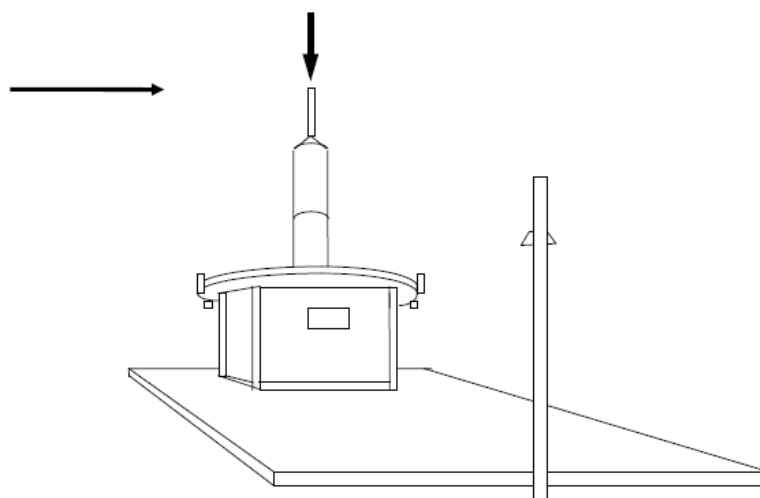
MLS Azimuth



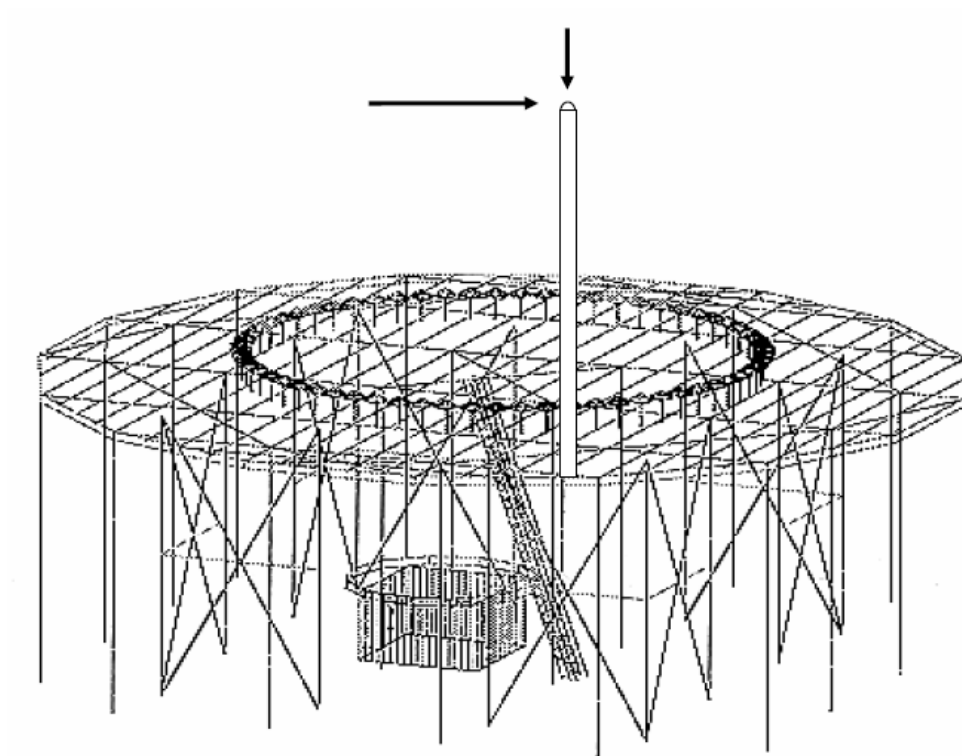
MLS Glide Path



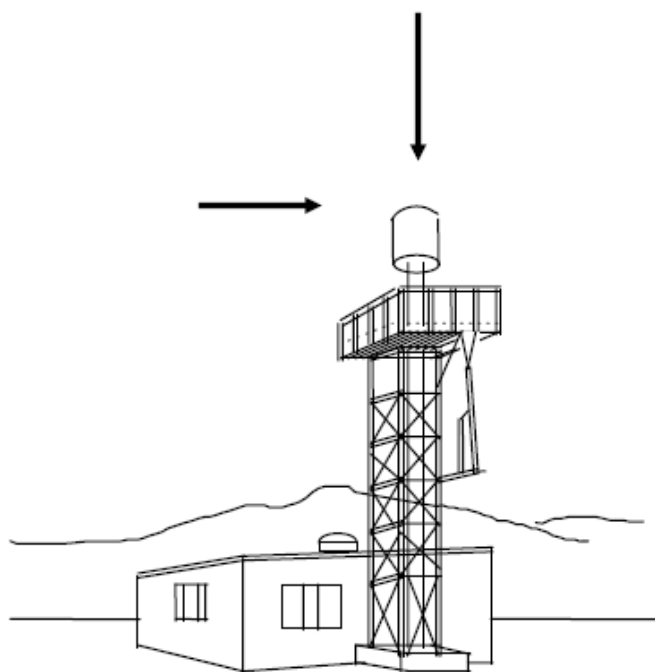
VOR/DME



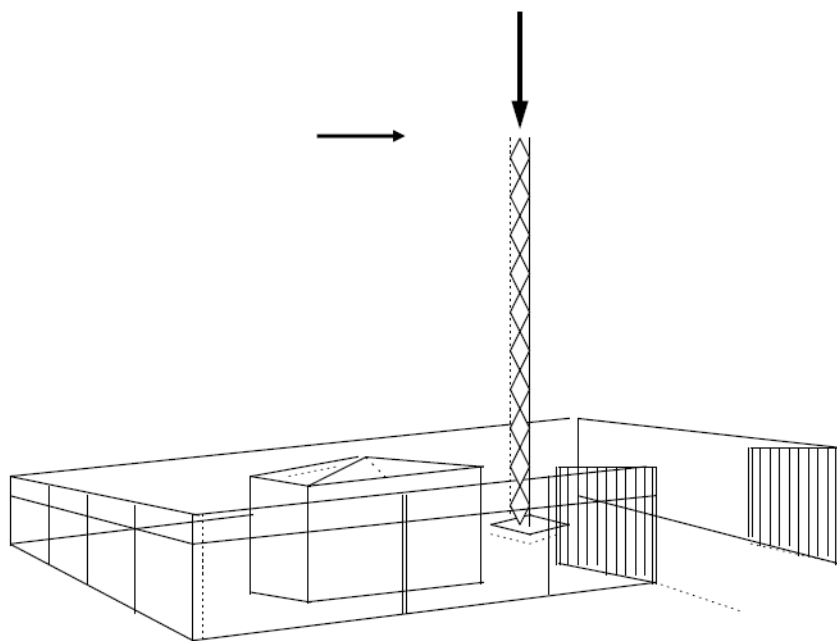
DVOR/DME



TACAN

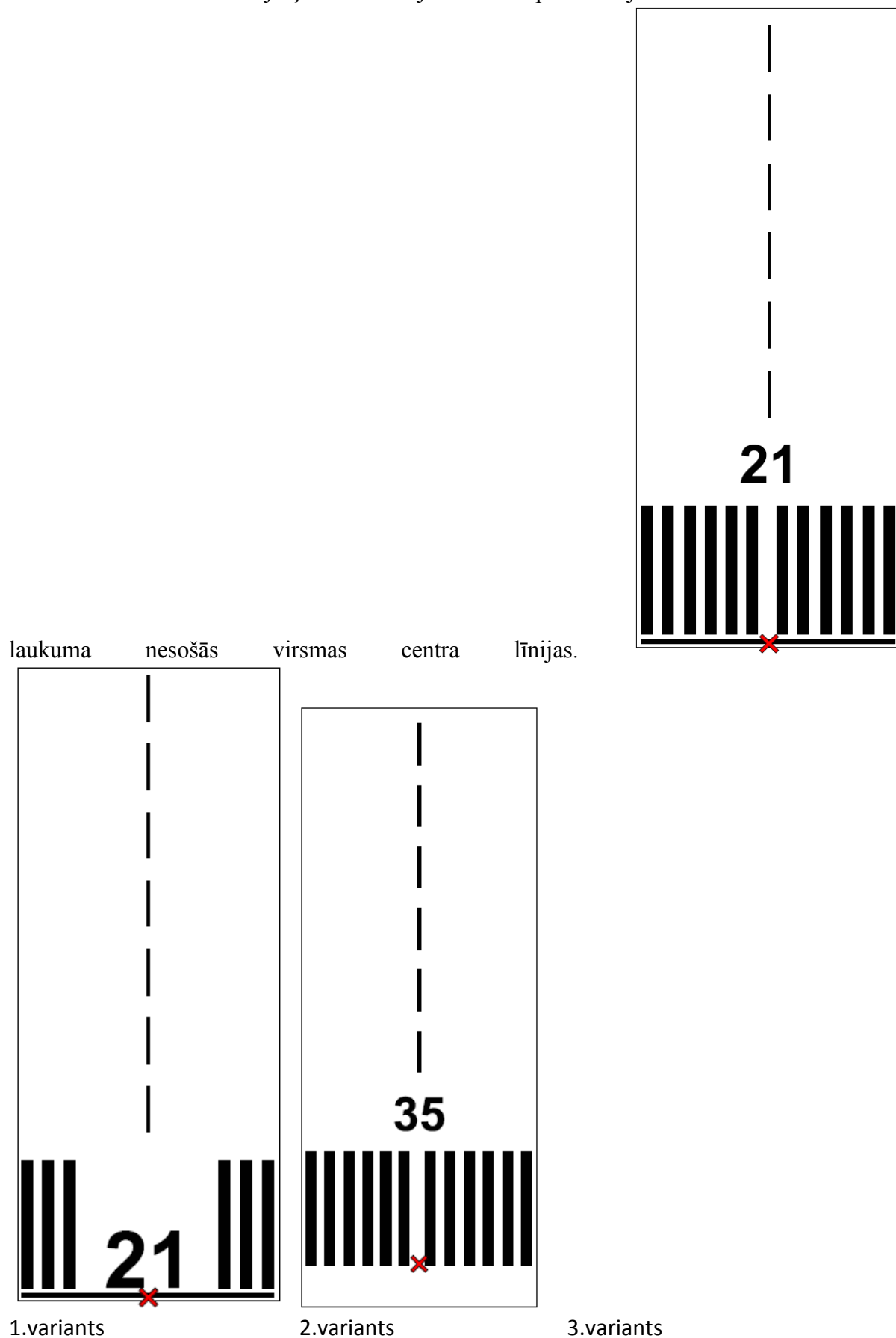


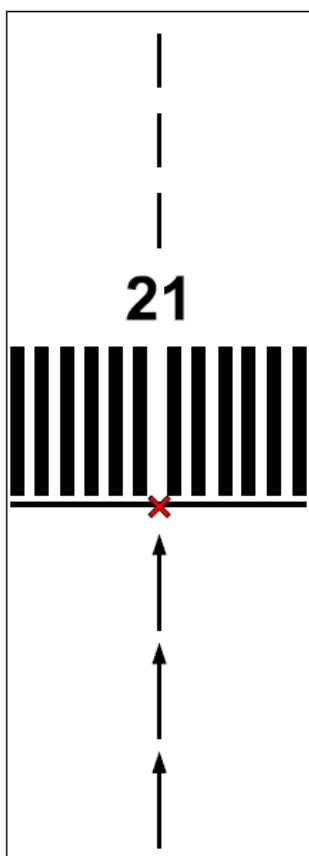
NDB, lokators



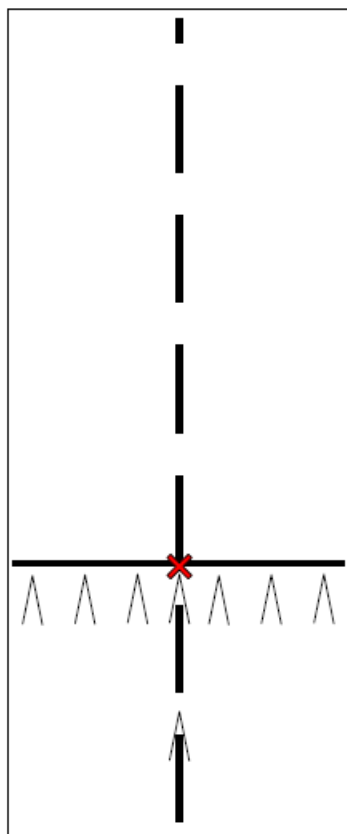
Skrejceļa centra līnijas un sliekšņi.

Uzmērīšanas nolūkos skrejceļa centra līnijas atbalsta punktam jābūt uz definētas nosēšanās

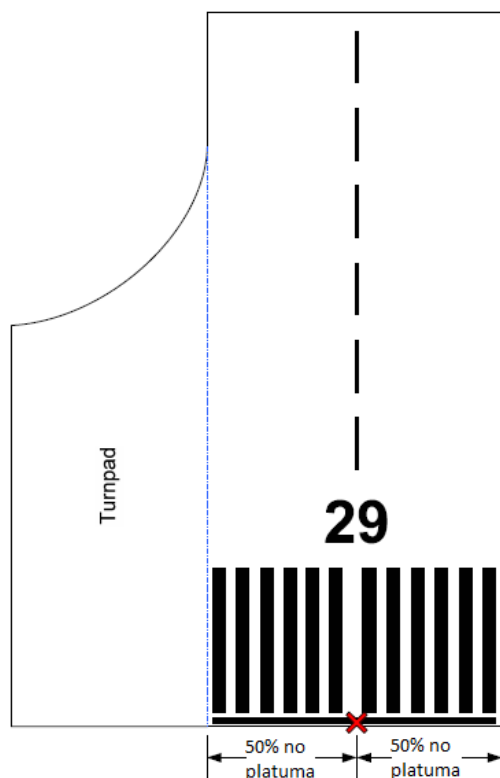




4.variants

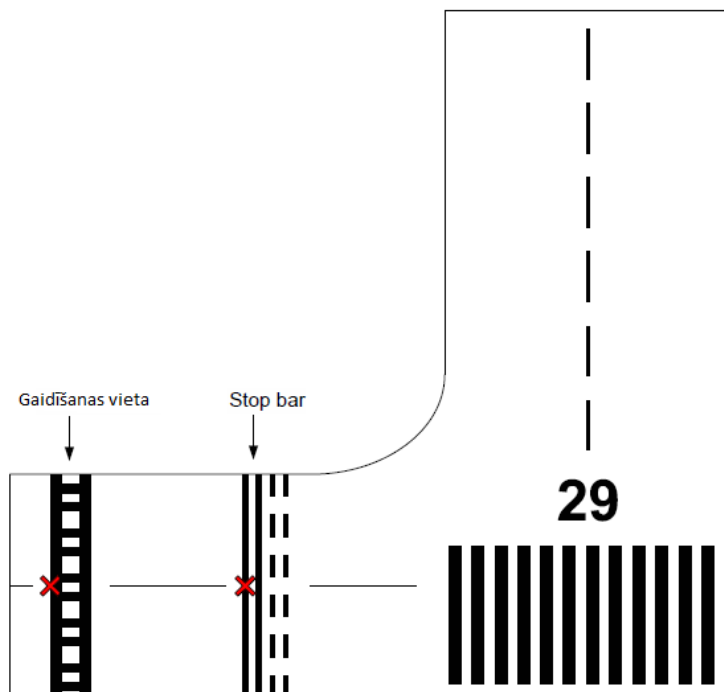


5.variants



6.variants Skrejceļa centra līnija ar apgriešanās laukumu

Ir iespējami vairāki skrejceļa sliekšņa marķējuma veidi, kuru uzmērāmie punkti ar sarkanu krustu norādīti grafiskajos attēlos (skat. 1., 2.,..... 6.variants).



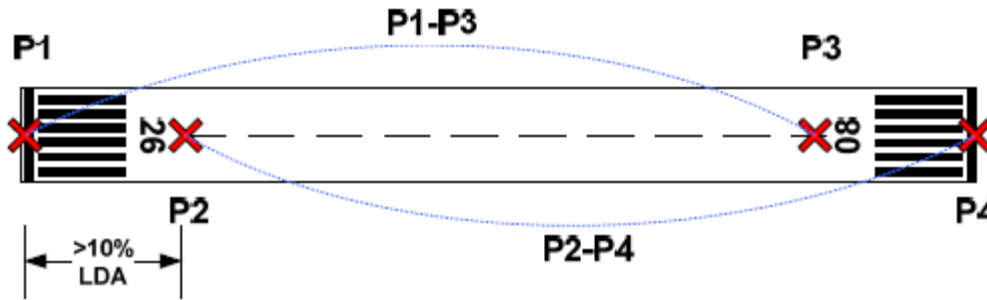
Gaidīšanas vieta un „Stop bar”

- Ja vismaz pie vizuālas pārbaudes vai pie iepriekš veikta uzmērījuma tiek identificēts, ka skrejceļa centra līnija nav taisna līnija, tad mērniekam būtu jāizmanto kolinearitātes pārbaude vai jāpārbauda skrejceļa sliekšņu koordinātu precizitāte. Ja mērnieks mērniecības darbu rezultātā secina, ka skrejceļa ass līnija nav taisna, tad iesniedz atskaiti par to ģeodēzisko darbu pasūtītājam. Ģeodēzisko darbu pasūtītājs izvērtē, kādi darbi turpmāk veicami. Šī izmaiņu atskaite ir pamatojums jaunas, taisnas ass līnijas noteikšanai, jaunu skrejceļa sliekšņu definēšanai (tai skaitā pilnas atskaites par skrejceļu sliekšņiem sagatavošanu).

Ja skrejceļam sliekšņi ir abos galos, tad skrejceļa sliekšņiem un diviem tālāk esošiem punktiem uz skrejceļa centra līnijas jābūt uzmērītiem.

Ja skaidri redzams, ka skrejceļa centra līnija nav taisna, tad nepieciešams veikt papildus punktu uzmērījumus, lai pārliecinātos par skrejceļa centra līnijas horizontālo precizitāti.

Kolinearitāte nosakāma ar četrpunktu grupas uzmērīšanu. (Skatīt attēlu Kolinearitātes pārbaude).



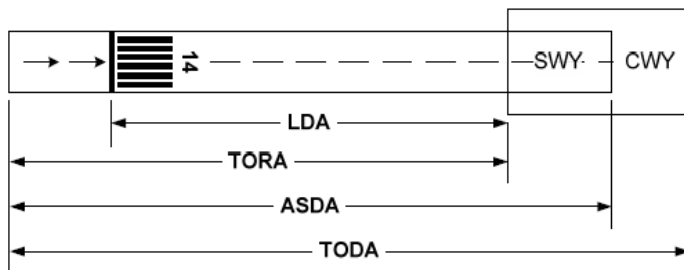
Kolinearitātes pārbaude

Deklarētie attālumi.

Lidlauka deklarētās distances (skat. attēlu *Skrejceļa distances*) nosaka būtiskos attālumus pēc gaisa satiksmes noteikumu prasībām attiecībā uz skrejceļa nestspēju un veiktspēju attiecībā uz sabiedriskā transporta funkciju pildošām lidmašīnām.

Lai noskaidrotu šo attālumu galapunktu atrašanās vietas, jāsazinās ar lidlauka administrāciju. Visas deklarētās distances ir aprēķināmi lielumi.

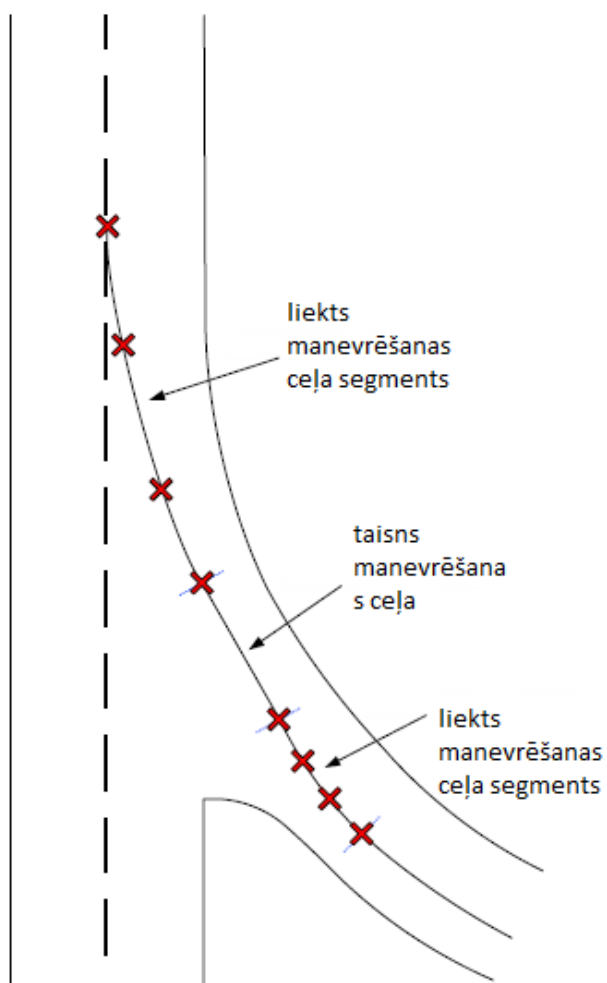
Ģeodēzisko darbu pasūtītājs norāda vietas, kas uzmērāmas, kas kalpos kā deklarēto attālumu nogriežņu galapunkti. Deklarētie attālumi tiek aprēķināti, izejot no iegūtiem to galapunktu uzmērījumiem.



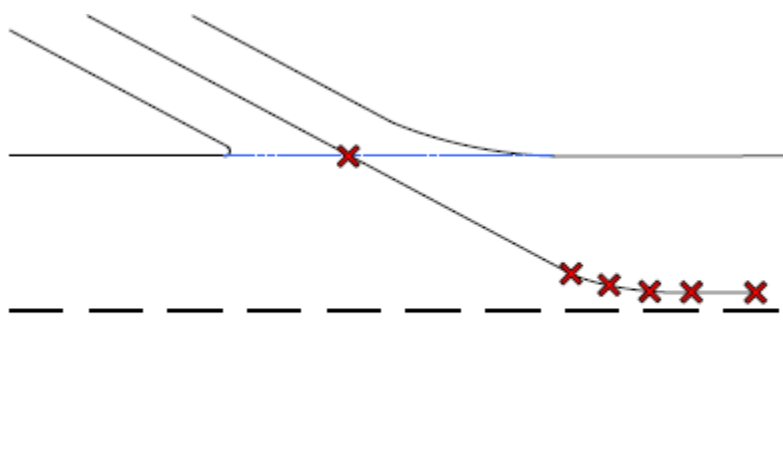
Skrejceļa distances

Manevrēšanas ceļu un stāvvietu punkti.

Uzmērot manevrēšanas ceļa centra līnijas marķējumu, perona manevrēšanas ceļa centra līnijas marķējumu vai lidmašīnu stāvvietas līniju marķējumu būtu jāpiemēra marķējuma līnijas vidū. Manevrēšanas ceļu līnijām uzmērāmi visi to sākumi un beigas taisniem posmiem, kā arī pagriezieniem to sākums, vidus un beigas, kā tas redzams attēlos zemāk, kur ar sarkanu krustu norādītas uzmērīšanai paredzētās vietas.



Manevrēšanas ceļa marķējumi



Manevrēšanas ceļa uz skrejceļa marķējums

Definējot lidmašīnu stāvvietas, punktiem jābūt piemērtiem marķētās līnijas viduspunktā tās taisno posmu galapunktos un pagriezienu vietās. Neskaidrību gadījumos jāsazinās ar lidostas administrāciju.

Zemskares un pacelšanās zona (TLOF).

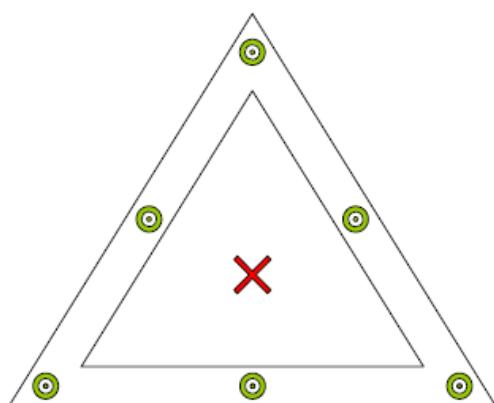
Jābūt veiktiem uzmērījumiem tā, lai to rezultātā iegūtās koordinātas būtu pietiekamas, lai veiktu aprēķinus sekojošiem lielumiem:

- a) ģeometriskais centrs;
- b) dimensijas;
- c) slīpums;
- d) pacēlums. (DO-SVY-1220)

Piezīme. TLOF marķējumu veido balta līnija vismaz 30cm biezumā.

Mērķa (Aiming) punkta marķējums.

Ja ir mērķa punkta marķējums, tad vienādsānu trīsstūra ģeometriskais centrs jāiegūst, veicot aprēķinus no šī trīsstūra uzmērītajām virsotnēm.



Mērķa punkts

Piezīme. Saskaņā ar Annex 14 mērķa punktam nav „mandatory” prasību.

Piezīme. Jebkurā neskaidrību gadījumā sazināties ar ģeodēzisko darbu pasūtītāju, lai noskaidrotu uzmērāmā lieluma parametrus, nepieciešamās uzmērāmās vietas un elementus.

3. Uzmērīšanas metodes

Objektu tieša uzmērīšana ar GNSS

Gadījumos, kad tas ir iespējams (piemēram, atklātās vietās uzmērāmi punkti zemes augstumā vai sasniedzamā augstumā, uzmērīšanas tīkla punkti), ekonomiski pamatota var būt objekta tieša uzmērīšana ar GNSS statiskā vai RTK režīmā. Izvēloties veikt uzmērīšanu ar GNSS jāizvērtē iespējamā daudzķārtējā signāla atstarošanās (multipath) nelabvēlīgā ietekme konkrētajā vietā.

Rupjas kļūdas izslēgšanai antenas slīpais augstums virs punkta mērāms vairākos antenas perimetra punktos vai pirms un atkārtoti pēc mērījumu veikšanas. Antenas vertikālo augstumu virs punkta aprēķina datu apstrādes programmā ievadot antenas modeli (definēts fāzes centrs un antenas radiuss).

Veicot mērījumus RTK režīmā kontrolei tiek veikti mērījumi uz punktiem ar zināmām koordinātām (piemēram, lidlauka ģeodēziskā tīkla punkti) pirms darbu uzsākšanas un nobeidzot. (G.5.2.2.4.)

GNSS stacionāro mērījumu sesijas laiks vai RTK mērījumu ilgums / fiksēto mērījumu skaits atkarīgs no sasniedzamās precizitātes. Pirms mērījumu veikšanas nepieciešams veikt plānošanu, lai iegūtu optimālo satelītu pieejamību un izvietojumu izvēlētajai vietai un laikam (atspoguļo DOP- Dilution of Precision). Minimālais pieļaujamais uztveramo satelītu skaits ir 6, iestādījums "uztveramo satelītu augstums virs horizonta" - 15°. (G.5.2.2.1.)

Izdarot mērījumus RTK režīmā, ne ātrāk kā pēc divām stundām jāveic kontrolmērījums, uzmērot attiecīgo objektu atkārtoti.

Izdarot lauka mērījumus tiek fiksēta temperatūra, atmosfēras spiediens un vēja ātrums.

Pabeidzot darbus, no GNSS iekārtas tiek lejuplādēti mērījumu RAW dati un stacionāru mērījumu gadījumā arī RINEX dati. Datu pēcapstrādei izmanto lauka mērījumu kopijas datni.

Stacionārā režīmā iegūto datu apstrādes apraksts skatāms atsevišķi (pie lidlauka ģeodēziskā tīkla ierīkošanas)

RTK mērījumu datu apstrādei, noformēšanai izmanto programmatūru, kas nodrošina datu elektronisku ielādi.

Mērījumu galarezultāts ir koordinātas WGS-84 koordinātu sistēmā, elipsoidālais augstums un LKS-92TM koordinātu sistēmā, BAS-77 normālais augstums (augstumu pārrēķināšanai tiek izmantots Latvijas kvaziģeoīda modelis LV'98, kurš izstrādāts uz ģeoīda modeļa EGM-96 bāzes).

Mērījumu galarezultāts ir koordinātas plaknes koordinātas koordinātu sistēmā LKS-92TM, BAS-77 normālo augstumu sistēmā (augstumu pārrēķināšanai tiek izmantots Latvijas kvaziģeoīda modelis LV'98, kurš izstrādāts uz ģeoīda modeļa EGM-96 bāzes) un ITRF2000 koordinātu sistēmā, EGM-96

augstumu sistēmā. GNSS mērījumu rezultātā noteikto WGS-84 koordinātu, tai skaitā elipsoidālo augstumu transformācijas uz ITRF2000 un EGM-96 tiek aprakstīta atsevišķi. (G.3.2., G.3.3.)

Uzmērāmā objekta vai tā elementu koordinātu absolūtā precizitāte aprēķināma kā kvadrātsakne no atsevišķo, precizitāt sastādošo komponentu kvadrātu summas. Rezultējošās precizitātes komponentes ir:

- 1) Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktu standartnovirzes attiecībā pret ITRF, EGM-96;
- 2) GNSS pastāvīgo bāzes staciju sistēmas (piemēram, Latpos) standartnovirzes attiecībā pret Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktiem;
- 3) attiecībā pret pastāvīgo bāzes staciju sistēmu vai valsts ģeodēzisko tīklu ar GNSS koordinēto atbalsta punktu standartnovirzes;

Precizitātes komponentes - standartnovirzes var tikt divkāršotas vai trīskāršotas atkarībā no darba uzdevumā noteiktās ticamības pakāpes .

Objektu uzmērīšana veicot ģeodēzisku iekrustošanu

Gadījumos, kad nav iespējama objekta tieša uzmērīšana ar GNSS (piemēram, masti), risinājums var būt objekta vai tā elementu ģeodēziskā iekrustojošana no vairākiem stāvpunktiem ar datortahimetru. Mērīšanas staciju skaits, no kurām tiek novērots uzmērāmais objekts, atkarīgs no iespējas veikt attāluma mērījumu uz nosakāmo objektu, no uzmērīšanas tīkla ģeometrijas un iekšējās saderības (homogenitātes). Ja attāluma mērījumi ir iespējami no visām stacijām, pietiek ar 3 mērīšanas stāvpunktiem. Ja attālums nav nomērāms ne no viena stāvpunkta, vajadzētu veidot uzmērīšanas tīklu ar vismaz 5 stāvpunktiem. Uzmērīšanas tīklu apkārt uzmērāmajam objektam vēlams veidot noslēgtu.

Tīkls balstāms uz punktiem, kas koordinēti ar GNSS (RTK vai stacionārā režīmā) vai uz lidlauka ģeodēziskā tīkla punktiem. Pieļaujama un lidlauka tiešā tuvumā iespējas gadījumā pat vēlams abu minēto veidu atbalsta punktu izmantošana.

Vizējot uz nosakāmo objektu tiek veikti horizontālo un vertikālo virzienu mērījumi un, iespēju robežās, attālumu mērījumi uz atstarotāju vai bez atstarotāja režīmā. Starp statīviem uz stāvpunktiem tiek veikti tieši mērījumi (mērīti horizontālie un vertikālie virzieni un attālumi uz atstarotājiem).

Izdarot lauka mērījumus, tiek ievērtēta temperatūras un atmosfēras spiediena ietekme, tiek fiksēts vēja ātrums.

Kontrolmērījumu mehānisms šajā gadījumā īstenots veidojot noslēgtu ģeodēzisko tīklu starp vairākiem ar GNSS koordinētiem punktiem, vienlaicīgi veicot objekta elementu uzmērīšanu (iekrustošanu) no uzmērīšanas tīkla virsotnēm. GNSS mērījumu datu precizitāte un savstarpējā saskaņa tika kontrolēta lauka apstākļos veicot attālumu un leņķu mērījumus ar datortahimetru starp ierīkš koordinētajiem stāvpunktiem.

Pabeidzot lauka darbus, tiek lejuplādēti datortahimetra mērījumu dati (RAW), no kuriem tiek veidota kopijas datne labojumu veikšanai un izlīdzināšanai. Datortahimetra mērījumu datus izlīdzina izmantojot programmatūru pēc vismazāko kvadrātu metodes.

Atkārtoti GNSS un datortahimetra mērījumu datu precizitātes un savstarpējās saskaņas kontrole tiek īstenota vienkopus izlīdzinot ar GNSS noteikto izejas punktu koordinātu un datortahimetra virzienu un attālumu mērījumu datus.

Lauka mērījumu datu izlīdzināšanas galarezultāts ir objekta vai tā elementu plaknes koordinātas, normālā augstuma atzīme un to standartnovirzes. Mērījumu galarezultāts ir koordinātas plaknes koordinātu sistēmā LKS-92TM, BAS-77 normālo augstumu sistēmā (augstumu pārrēķināšanai tiek izmantots Latvijas kvaziģeoīda modelis LV'98, kurš izstrādāts uz ģeoīda modeļa EGM-96 bāzes) un ITRF2000 koordinātu sistēmā, EGM-96 augstumu sistēmā. LKS-92TM un BAS-77 koordinātu transformācijas uz ITRF2000 un EGM-96 tiek aprakstīta atsevišķi.

Uzmērāmā objekta vai tā elementu koordinātu absolūtā precizitāte aprēķināma kā kvadrātsakne no atsevišķo, precizitāt sastādošo komponentu kvadrātu summas. Rezultējošās precizitātes komponentes ir:

- 1) Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktu standartnovirzes attiecībā pret ITRF, EGM-96;
- 2) GNSS pastāvīgo bāzes staciju sistēmas (piemēram, Latpos) standartnovirzes attiecībā pret Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktiem;
- 3) ar GNSS attiecībā pret pastāvīgo bāzes staciju sistēmu vai valsts ģeodēzisko tīklu koordinēto atbalsta punktu standartnovirzes;
- 4) izmantoto lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu absolūtā precizitāte attiecībā pret ITRF un EGM-96;
- 5) ar datortahimetru attiecībā pret atbalsta punktiem koordinēto objektu / elementu standartnovirzes.

Precizitātes komponentes - standartnovirzes var tikt divkāršotas vai trīskāršotas atkarībā no darba uzdevumā noteiktās ticamības pakāpes .

Objektu tieša uzmērīšana ar datortahimetru

Objektu tieša uzmērīšana ar datortahimetru (polārā metode) lietojama gan punktu koordinēšanai zemes līmenī (piemēram, skrejceļa marķējums, lidlauka raksturīgie punkti), gan nepieejamu punktu koordinēšanai (piemēram, veģetācija - augstu koku galotnes, kurām nav viennozīmīgi identificējams vizējamais punkts ģeodēziskajai iekrustošanai). Koordinējot objektu tieši ar polāro metodi kontrolmērījumu mehānisms tiek īstenots veicot trīs neatkarīgus mērījumus no atsevišķiem atbalsta punktu pāriem.

Atsevišķie objekta uzmērījumi balstāmi uz punktu pāriem, kas koordinēti ar GNSS (RTK vai stacionārā režīmā) vai uz lidlauka ģeodēziskā tīkla punktiem. Pieļaujama un iespējas gadījumā pat vēlama abu minēto veidu atbalsta punktu izmantošana.

Vizējot uz nosakāmo objektu tiek veikti horizontālo un vertikālo virzienu mērījumi un attālumu mērījumi uz atstarotāju vai bez atstarotāja režīmā. Starp statīviem uz stāvpunktiem tiek mērīti horizontālie un vertikālie virzieni un attālumi uz atstarotājiem. Koordinējot nepieejamu (augstu) objektu attālums uzmērāms pie tā pamatnes, bet horizontālā un vertikālā virziena nolasījums fiksējams uz objekta augstāko punktu (izmantojot datu kontrolierī iebūvēto "remote elevation" uzmērīšanas metodi).

Izdarot lauka mērījumus, tiek ievērtēta temperatūras un atmosfēras spiediena ietekme, tiek fiksēts vēja ātrums.

GNSS mērījumu datu precizitāte un savstarpējā saskaņa tika kontrolēta lauka apstākļos veicot attālumu mērījumus ar datortahimetru starp ierīkš koordinētajiem stāvpunktiem. Uzmērāmā objekta koordinātas tiek kontrolētas ar vairākos neatkarīgos mērījumos iegūtiem rezultātiem.

Pabeidzot lauka darbus, tiek lejuplādēti datortahimetra mērījumu dati (RAW), no kuriem tiek veidota kopijas datne, ja nepieciešams veikt mērījumu datu labojumus. Pēc mērnieka ieskatiem vai nepieciešamības iespējams veikt arī mērījumu datu izlīdzināšanu. Datortahimetra mērījumu datus izlīdzina izmantojot programmatūru pēc vismazāko kvadrātu metodes.

Izvērtējot atsevišķos mērījumos iegūtās objekta koordinātas par rezultējošām iespējams pieņemt vienā mērījumā noteiktās vai rēķinot vidējo vērtību (atmetot mērījumu rupjās kļūdas, ja tādas tiek konstatētas).

Lauka mērījumu datu aprēķinu / izlīdzināšanas galarezultāts ir objekta vai tā elementu plaknes koordinātas, normālā augstuma atzīme un to standartnovirzes. Ja mērījumu datu izlīdzināšana nav notikusi, noteikto uzmērāmā objekta koordinātu standartnovirzes attiecībā pret uzmērīšanas atbalsta punktiem aprēķina pamatojoties uz lietotā datortahimetra tehniskajā specifikācijā dotajām leņķu un attāluma mērījumu standartnovirzēm un mērīto attālumu no instrumenta līdz objektam. LKS-92TM un BAS-77 koordinātu transformācijas uz ITRF2000 un EGM-96 tiek aprakstīta atsevišķi. Uzmērāmā objekta vai tā elementu koordinātu absolūtā precizitāte aprēķināma kā kvadrātsakne no atsevišķo, precizitāt sastādošo komponentu kvadrātu summas. Rezultējošās precizitātes komponentes ir:

- 1) Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktu standartnovirzes attiecībā pret ITRF, EGM-96;
- 2) GNSS pastāvīgo bāzes staciju sistēmas (piemēram, Latpos) standartnovirzes attiecībā pret Latvijas ģeodēziskā tīkla pamatpunktiem;
- 3) ar GNSS attiecībā pret pastāvīgo bāzes staciju sistēmu vai valsts ģeodēzisko tīklu koordinēto atbalsta punktu standartnovirzes;
- 4) izmantoto lidlauka ģeodēziskā tīkla punktu absolūtā precizitāte attiecībā pret ITRF un EGM-96;
- 5) ar datortahimetru attiecībā pret atbalsta punktiem koordinēto objektu / elementu standartnovirzes.

Precizitātes komponentes - standartnovirzes var tikt divkāršotas vai trīskāršotas atkarībā no darba uzdevumā noteiktās ticamības pakāpes .

Ģeometriskā nivelēšana

Ģeometriskā nivelēšana pielietojama augstākas noteiktības augstuma atzīmju iegūšanai (piemēram, lidlauka ģeodēziskajam tīklam) vai kā kontrolmērījumi GNSS un datortahimetra mērījumiem. Ģeometriskās nivelēšanas darbiem lietojami digitāli instrumentu komplekti: digitālie nivelieri un mērlatas, digitāla lauka datu reģistrācijas ierīce. Pabeidzot lauka darbus, lejuplādē mērījumu datus (RAW), no kuriem tiek veidota kopijas datne labojumu veikšanai un izlīdzināšanai. Nivelēšanas mērījumu datus izlīdzina izmantojot programmatūru pēc vismazāko kvadrātu metodes. Ģeometriskās nivelēšanas darbu rezultāts ir aprēķinātas augstuma atzīmes, to standartnovirzes un paaugstinājumu labojumi.

4. Datu saglabāšana un izsekojamības nodrošināšana

Vispārējās prasības

Datu saglabāšana un izsekojamības nodrošināšana ir viena no būtiskākām prasībām. Eurocontrol specifikācijas nosaka sekojošas galvenās prasības uz datu saglabāšanu.

Veicot ģeodēziskos darbus aeronavigācijas elementu uzmērīšanā, apsekošanā jānodrošina sekojošas kvalitātes prasības, kas ir iestrādātas procedūrās::

- 1) Ģeodēziskie instrumenti
 - Jābūt izmantojamo instrumentu reģistram
 - Jābut instrumentu pārbaudes protokoliem
 - Jābūt instrumentu pārbaudes veikšanas instrukcijām
- 2) Datu digitālā pārsūtīšana
 - Apraksts kā tiek nodrošināta datu digitālā pārsūtīšana uz un no ģeodēziskiem instrumentiem
 - Kā notiek atbalstpunktu koordinātu pārsūtīšana, ievade instrumentā
 - Kā notiek datu apmaiņa starp datu apstrādes programmām
- 3) Datu savākšana un glabāšana digitālā veidā
 - Apraksts kā notiek datu savākšana digitālā veidā (ģeodēziskie, fotogrāfijas u.c.)
 - Apraksts kā dati tiek glabāti (visi dati) un nodrošināta izejas datu nemainība
- 4) Informācijas nofiksēšana, kas netiek ievākta digitālā veidā
 - Kā tiek nofiksēts instrumenta augstums
 - Kā tiek saglabāti lauku piezīmes un žurnāli
- 5) Metadati savākšana

Tiek aprakstīts metadatu sastāvs
- 6) Transformācijas parametru novērtēšana
 - Tiek aprakstīts, kā tiek kontrolēta transformācijas parametru darbība, ja izmantojam pārrēķinus starp dažādām koordinātu sistēmām , kas tiek izmantotas datu apstrādes posmos.
- 7) Datu izsekojamības nodrošināšana starp izejas datiem un apstrādātiem datiem
 - Tiek aprakstīts kā nodrošina datu izsekojamību punktam, failam, projektam
- 8) Rezultāta kombinētā novērtēšana

- Apraksta kā tiek novērtēts rezultāts un kļūdu summēšana, kādas kļūdas tiek iekļautas rezultātā

9) Datu apstrāde

- apraksta kā notiek datu apstrāde, pa galvenajiem soļiem un programmatūrām
- apraksta datu salīdzināšanu ar atkārtotiem mērījumiem

11) Audits

- kā nodrošina iepriekš izpildīto procedūru kontroli un datu kvalitātes kontroli

Rekomendējamā datu glabāšanas struktūra

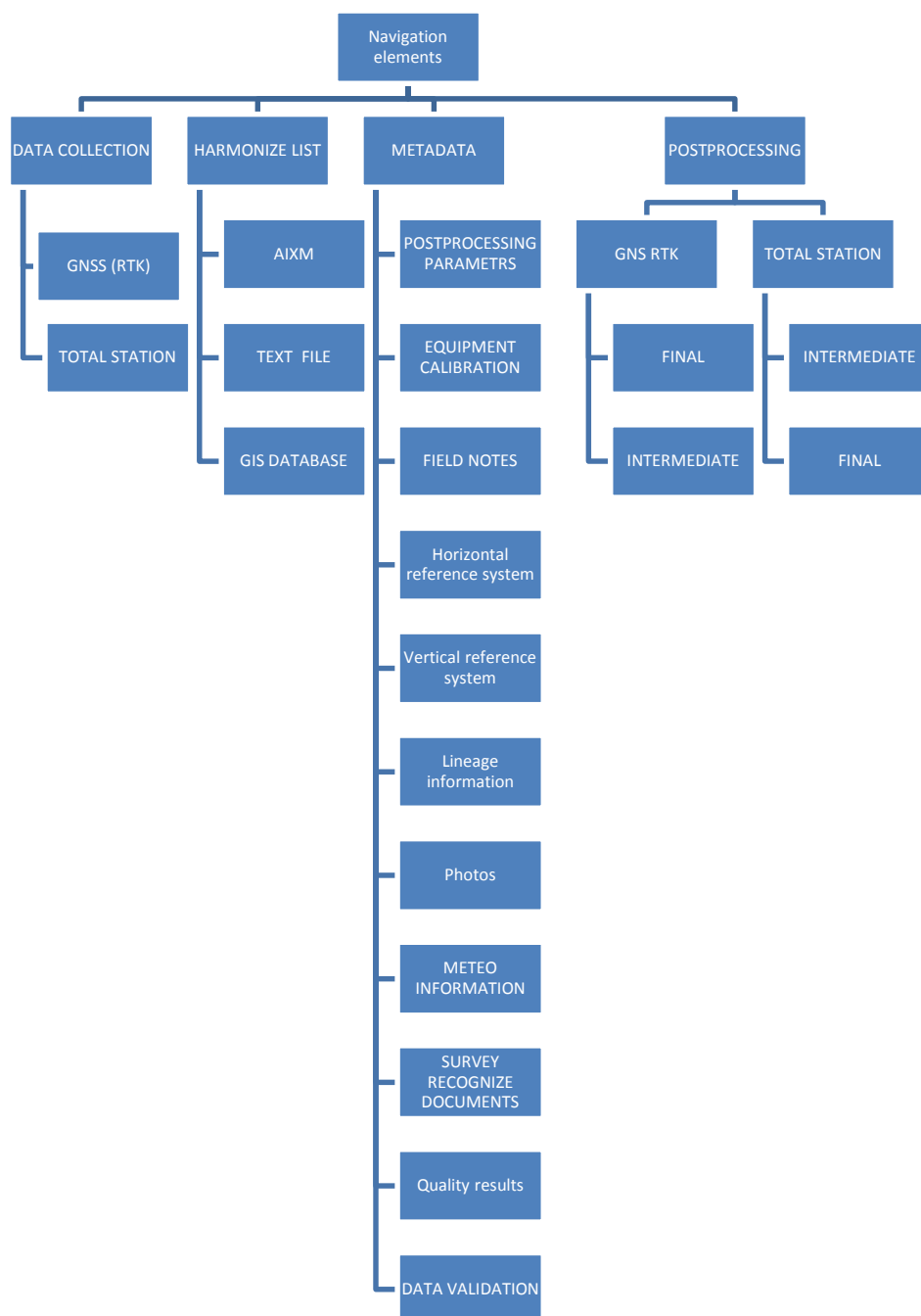
Pēc apstrādes rezultāti tiek saglabāti un sakārtoti ietverot sekojošus datus:

- RAW dati
 - o Mērījuma dati lejuplādēti no instrumenta
- Metadati
 - o Datu apstrādes parametri (parametri izlīdzināšanai u.c.)
 - o Instrumentu un sensoru pārbaudes protokoli (GNSS, tahimetriem, nivelieriem)
 - o Lauku piezīmes –protokoli(instrumentu augstumu mērījumi. U.c.)
 - o Horizontālā atskaides sistēma (sistēmas parametri)
 - o Vertikālā atskaides sistēma
 - o Metodes un instrumentu reģistrs (uzmērīšanas instrumentu uzskaitē, izmantoto uzērišanas un apstrādes metožu apraksti)
 - o Iesaistīto personu reģistrs
 - o Meteo dati
 - o Fotogrāfijas
 - o Kvalitātes kontroles rezultāti
 - o Uzmērījuma pamatojuma dokumenti
- Pēcapstrādes dati
 - o GNSS atskaite (Izlīdzināšana, vektoru novērtējums, labojumi, punktu koordinātas un to novērtējums)
 - o Nivelēšana
 - o Kontrolmērījumi
 - o Pēcapstrādes projekts
- ASCII fails datu apmaiņai
- Validēšanas atskaite

0

Datu saglabāšanas struktūra ir iespējam dažāda. Tā var tikt glabāta failu veidā vai datubāzes veidā, vai izmantojot kādu no biznesa vadības sistēmā. Zemāk redzamajā struktūrā ir shēma, kā datus un rezultātus var glabāt pārskatāmā veidā. Šī struktūra ir adaptēta gan Latvijā pie šķēršļu informācijas

iegūšanas Rīgas lidostai, gan aeronavigācijas un šķēršļu informācijas iegūšanai Kazahstānas Republikā.



Gala rezultāta nofiksēšana

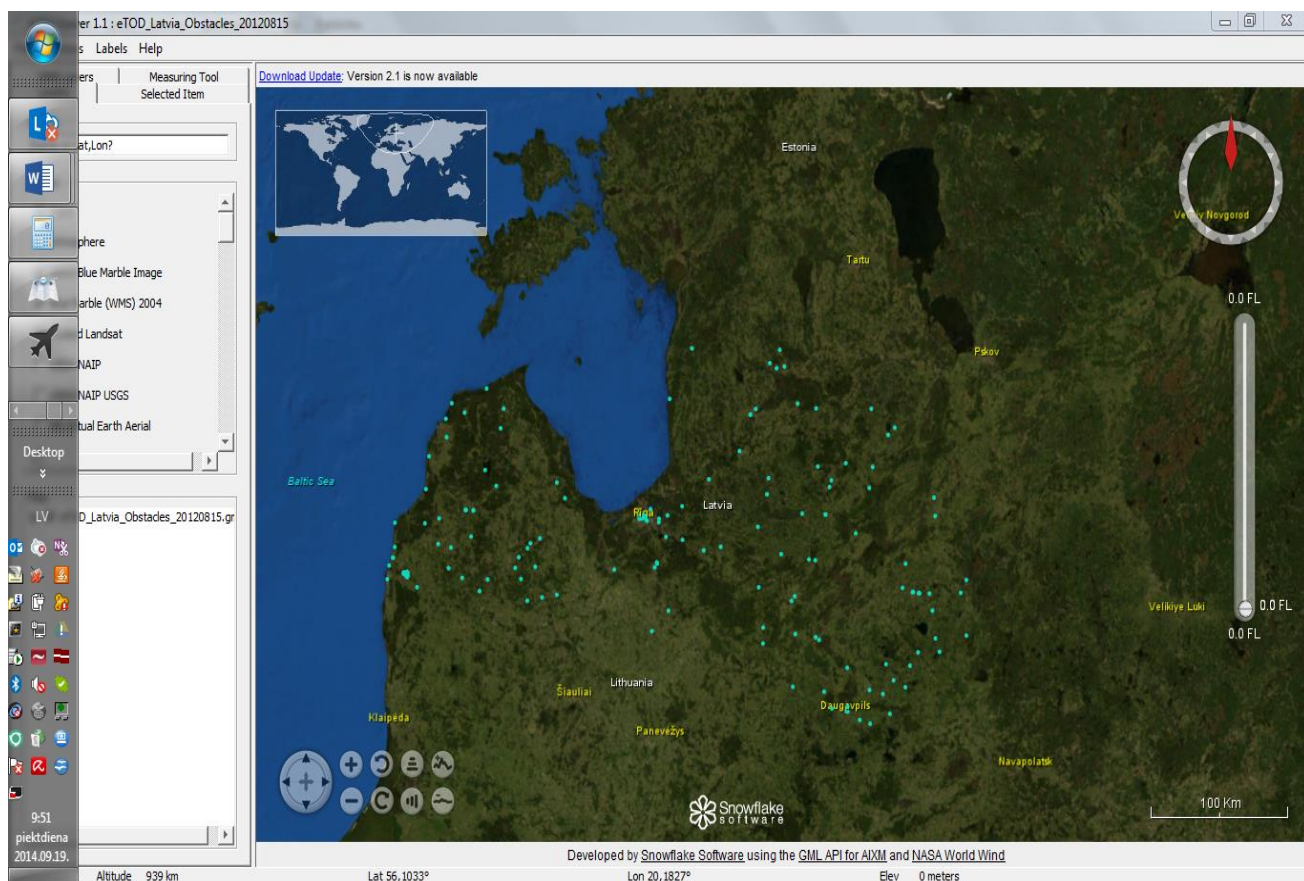
Gala rezultāts tiek nofiksēts divējādi. Tabulas veidā atskaitē, kur ir redzami punkta numurs, koordinātas, augstums un to standartnovirzes, koordinātu noteikšanas datum

Otrs veids, lai nodrošinātu datu apmaiņu, iepriekš minētā informācija tiek saglabāta ascii formātā.

5. Datu saglabāšana nodošanai tālākai lietošanai

Pabeidzot aeronavigācijas elementu koordinēšanas darbus, nākamais posms ir sagatavot datus, lai tos varētu nodot nākamajiem lietotājiem. Tas nozīmē, ka par katru elementu ir nepieciešams apkopot metadatus. Šos datus ir iespējams apkopot dažādi. Piemēram, tabulas veidā Excel programmatūrā vai ARCGIS (AIXM formātā) formātā.

Area	Zona, kurā atrodas aeronavigācijas elements
Date	Uzmērīšanas datums
Elevation	Augstums EGM-96
Group_numb	Grupas numurs, kurā ietilpst objekts, ja tas ir saliktais objekts
Haccu	Horizontālā precizitāte
Haccu u	Horizontālā precizitātes mērvienība
Hconf	Ticamības līmenis
Height	Objekta augstums relatīvais
Href	Plaknes Koordinātu sistēma
Hres	Plaknes koordinātes vai GS-84 koordinātas IZŠKIRTSPĒJA
Integr	Integritāte
Light	apgaismojums
Mark	marķējums
Oper	Objekta pārvaldītājs
Originator	Datu ģenerētājs
Part_elev	Daļas augstums
Part_type	tips
UoM	Vertikālās precizitātes mērvienība
Vaccu	Vertikālā precizitāte
Vconf	Ticamība vertikālai precizitātei
Vres	Izšķirtspēja vertikālai koordinātai



Latvijas aeronavigācijas un šķēršļu dati I zonai AIXM formātā. (dati iegūti no AIP)

Latvijas 1992.gada ģeodēzisko koordinātu sistēmas sasaiste ar ITRF2000, transformācijas parametru noteikšana un to piemērošanas kārtība

Sasaistes nodrošināšana un transformācijas parametru aprēķināšana

Latvijas 1992.gada ģeodēzisko koordinātu sistēmas sasaiste ar ITRF2000 tiek izmantotas viena no divām rekomendējošām metodēm: Tiešās piesaistes metode ITRF un Netiešās piesaistes metode. Sasaistes parametriem ir jābūt aprobētiem un zinātniski pamatotiem. (Publikācija vai konferences materiāls). Ieteicams, ka sasaistes parametri tiek rēķināti sadarbībā ar Latvijā esošajām Universitātēm vai institūtiem.

Sasaistes metodes ar ITRF:

a) Tiešās piesaistes metode ITRF:

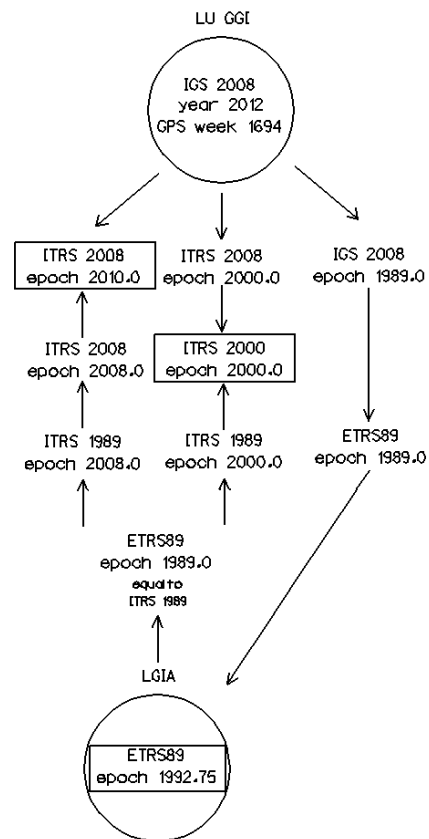
Pielietojot šo metodi, mērījumus tieši piesaista ITRF stacijai ar GNSS mērījumu metodēm. Šīs metodes pamatā tiek lietots ģeodēzista uzkrātie GNSS dati nosakāmajā punktā kopā ar GNSS datiem no nekustīgi nostiprinātas (Permanentas) IGS stacijas ar zināmām ITRF koordinātām un pārvietojumu ātrumiem. Ģeodēzisko datu apstrādes programmā tiek apstrādātas divas datu kopas un nepieciešamajam punktam tiek iegūtas koordinātas. Šī metode dod iespēju tieši piesaistīt mērījumus ITRF salīdzinoši vienkārši. Datu ilgums un apstrādes parametrus uzmanīgi izvēlas atbilstoši bāzes līnijas (vektora) garumam. Ja iespējams, ieteicams lietot vairāk par vienu staciju ar zināmām ITRF koordinātām, lai nodrošinātu stabilu un drošu piesaisti.

b) Netiešās piesaistes metode izmantojot reģionālo koordinātu sistēmu un transformāciju:

Lai izvairītos no grūtībām, ko rada garas bāzes līnijas, mērījumus nosakāmajā punktā var piesaistīt relatīvi pret bāzes staciju ar zināmām koordinātām reģionālajā koordinātu sistēmā, piemēram, ETRF. Mērījumu veikšanas procedūra ir tieši tāda pati, kā Tiešās piesaistes metodē. Tiklīdz ir noteiktas koordinātas reģionālajā koordinātu sistēmā, tās ir nepieciešams transformēt uz ITRF, lietojot pieejamos transformācijas parametrus. Izvēloties transformācijas parametrus lietotājam ir jāpārlicinās, ka tiek izmantota atbilstošā epoha. Alternatīva iespēja Eiropā ir kontroles staciju fiksēt ETRS89 koordinātu sistēmā izmantojot EUREF (Vai citas atbilstošas stacijas, kas piesaistītas EUREF tīklam. Šādi noteiktas koordinātas tālāk var transformēt uz ITRF izmantojot atbilstošus transformācijas parametrus. (Eiropā tieši var izmantot Trimble VRS Now stacijas, kas ir tieši piesaistītas EUREF Permanentajām stacijām ETRF89 uz epohu 89.0, kas ir identiska ar ITRF uz šo pašu epohu, līdz ar to nav jātransformē. Lietojot LatPos (vai VĢT) stacijas teorētiski it kā ir noteiktas ETRS89, piesaistītas EUREF tīklam 1992.gadā uz epohu 92.75, tomēr tām nav zināmi pārvietošanās ātrumi, aktuāli publiski pieejami transformācijas parametri nav zināmi, piesaiste veikta izmantojot G0 punktus, dati nav aktuālizēti 20 gadus, līdz ar to tas padara neiespējamu transformāciju, iegūt precizitātes novērtējumu un līdz ar to arī izmantošanu piesaistei ITRF).

Valsts ģeodēziskā tīkla parametru noteikšanai ar ITRF veic sekojošas darbības:

- Aprēķina Latpos tīkla koordinātas ITRF2008 koordinātu sistēmā
- Aprēķiniem izmanto vismaz diennakti ilgus novērojumus, kurus sadala pa daļām, rīta un vakara sesijas. Tādējādi nodrošinot papildus kontroli.
- Veic Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) publiskoto LATPOS koordinātu transformāciju no *ETRS89* koordinātu sistēmā ar realizāciju *EUREF89* epochā 1992.75 uz ITRF2008 koordinātu sistēmu
- Veic koordinātu starpību aprēķināšanu, starp aprēķinātām LATPOS koordinātām ITRF2008 un transformētām LATPOS koordinātām
- Veic aprēķināto LATPOS koordinātām ITRF2008 un transformētām LATPOS koordinātām uz ITRF transformāciju uz ITRF2000(epoch 2000.01.01)
- Veic koordinātu starpību aprēķināšanu
- Ja starpība lielāka par 10 cm, tad veic transformāciju parametru aprēķināšanu Helmerta parametru metodei, starp aprēķināto LATPOS koordinātām un transformētām LATPOS koordinātām ITRF2000 koordinātu sistēmā ar epochu 2000.01.01.
- Skat transformācijas shēmu



Koordinātu un parametru ticamība un kontrole tiek veikta uz Lidostu ģeodēziskā tīkla, kura koordinātas tiek aprēķinātas tieši ITRF2008 koordinātu sistēmā.

2) Transformācijas parametru pielietošana aeronavigācijas un šķēršļu uzmērīšanās

Ja uzmērīšana tiek veikta GNSS RTK tīklā, tad :

Izmantojot LKS-92 sistēmu

Uzmērīšanu veic LKS-92 koordinātu sistēmā un dati arī tiek saglabāti LKS-92 koordinātu sistēmā

Veic aeronavigācijas elementu vai šķēršļu aprēķināto koordinātu transformāciju uz ITRF2000. Transformācijai izmanto transformācijas algoritmu LKS92-ITRF2000

Izmantojot ITRF2000 koordinātu sistēmu

Uzmērīšanu veic ar vismaz 2 GNSS instrumentiem, kas nodrošina uzmērīšanu RTK režīmā

GNSS Bāze tiek uzstādīta uz Lidostas atbalsta tīkla

Rover saņem korekcijas ITRF2000 koordinātu sistēmā

Koordinātas tiek noteiktas ITRF2000 koordinātu sistēmā

Ja uzmērīšanu veic ar tahimetru vai kombinējot kopā ar GNSS

- uzmērīšanu veic LKS-92 TM plaknes koordinātu sistēmā
- objektu koordinātas tiek aprēķinātas LKS-92 TM plaknes koordinātu sistēmā
- veic objektu koordināšu transformāciju uz LKS-92 ģeogrāfiskām koordinātām
- veic objektu koordināšu Transformē LKS-92 uz ITRF2000

Transformācijas parametri starp GS-84(ITRF2000) UN LKS-92 Latvijai aprēķināti 2014.gadā)

Parameters	T _x (m)	T _y (m)	T _z (m)	D (m)	R _x (m)	R _y (m)	R _z (m)
	- 0,64229104	0,11205432	0,201306011	1,93378E- 08	- 3,24476E- 09	5,35202E- 08	- 3,1384E- 08

Pielikums Nr.2

Augstumu pārrēķinu virsmas GNSS iegūšana

Vēsturiski ikdienas darbā būvniecībā, ģeodēzijā, kartogrāfijā, projektēšanā un citās nozarēs izmanto augstumu virs vidējā jūras līmeņa. Vidējo jūras līmeni iedomātā miera stāvoklī (bezvējš, nav straumju, sāls saturs homogēns u.tml.) var pielīdzināt Zemes smaguma spēka lauka radītai līmeņvirsmai. Līmeņvirsmu galvenās īpašības ir konstanta smaguma spēka vērtība, paralēlītāte un tās nekrusto viena otru. Vēsturiski līmeņvirsmu, kas vislabāk apraksta vidējo jūras līmeni miera stāvoklī sauc par - ģeoīdu. Teorētiski ģeoīdu var turpināt zem kontinentiem un iegūt augstumu atskaites virsmu. Izmantojot dažādas smagums spēka anomālijas var iegūt: ortometrisku, normālo vai dinamisko augstumu.

Nosakot ģeodēziskos raksturlielumus attiecībā pret rotācijas elipsoīdu var iegūt augstumu virs rotācijas elipsoīda. Iegūtais elipsoidālais jeb ģeodēziskais augstums neraksturo augstumu Zemes smaguma spēka laukā un neattaisno ierasto uztveri par augstumu (ūdens tek uz zemāko vietu).

Attīstoties globālai pozicionēšanai augstuma virs rotācijas elipsoīda iegūšana vairs nav sarežģīts un laikietilpīgs process, jo nav nepieciešami ilgstoši astronomiskie novērojumi. Lietojot GNSS instrumentus atrašanās vieta tiek noteikta globāli XYZ koordinātu veidā, kas pēc tam tiek pārveidotas uz platumu, garumu un ģeodēzisko augstumu.

Pārejai no ģeodēziskā augstuma virs rotācijas elipsoīda uz augstumu virs vidējā jūras līmeņa (valstī lietotās vienotās augstumu sistēmas) tiek izmantoti digitāli modeļi. Digitālie augstumu pārrēķinu modeļi mūsdienās tiek radīti izmantojot dažādas teorijas un metodes, kas viena otru papildina un uzlabo.

Vispārīgi pēc izejas datu veida digitālos augstuma modeļus var iedalīt divās lielās grupās:

- Gravimetriskie modeļi, kam pamatdati ir pasaules un lokālie gravimetriskie dati (smaguma spēka anomālijas);
- Matemātiskie jeb inženier modeļi, kam pamatdati ir augstums virs vidējā jūras līmeņa un ģeodēziskais augstums (augstuma anomālijas).

Ar gravimetriskiem datiem iegūtos modeļus sauc par kvaziģeoīda modeļiem (saīsinot arī par ģeoīda modeļiem). Savukārt, matemātiskos modeļus par digitālām augstuma pārrēķina virsmām. Tendences ir maksimāli izmantot abu teoriju un modeļu priekšrocības, kas nākotnē var radīt kombinētu augstuma pārrēķina modeli.

Latvijā valstiskā mērogā tiek lietots un veidots tā saucamais kvaziģeoīda modelis, kura sastāvdaļas ir:

- Sauszemes gravimetriskie dati, kas iegūti ar relatīviem gravimetriem uzmērot valsts ģeodēzisko tīklu vai veicot vienlaidu gravimetrisko kartēšanu. Dati aptver visu Latvijas teritoriju un apraksta īsos Zemes smaguma spēka lauka viļņus līdz 100 km;
- Pasaules gravimetriskie dati, kas iegūti no satelītu misijām (varbūt papildināti ar sauszemes mērījumiem) un apraksta garos Zemes smaguma spēka viļņus virs 100 km. Dati modelēšanai aptuveni 3 grādi lielāki par valsts teritoriju. Populārākie modeļi EGM96, EIGEN-6 un GOCE;
- Digitālie reljefa modeļi. Detāls valsts teritorijai (parasti ap 3 sekunžu jeb aptuveni 90 m soli) un no satelītaltimeitrijas iegūtu atlikušai modelēšanas teritorijai;
- Savietotie jeb sasaistes punkti, kam normālais un ģeodēziskais augstums, kā arī koordinātas, ir noteiktas ar pēc iespējas lielāku precizitāti.

Veicot gravimetriskā kvaziġeoīda modelēšanu secīgi tiek veikti sekojošas lietas:

1. Izveidots kopējs digitāls reljefa modelis modelējamajam apgabalam;
2. Aprēķinātas smaguma spēka anomālijas modelējamam apgabalam. Svarīga ir izvēlētā augstumu atskaites sistēma sauszemes datu anomāliju aprēķinam;
3. No smaguma spēka anomālijām atņemta Pasaules modeļa jeb garo viļņu ietekme;
4. No smaguma spēka anomālijām atņemta reljefa ietekme –iegūst gravimetrisko modeli;
5. Aprēķinātas augstuma anomālijas modelējamam apgabalam. Svarīga ir izvēlētā augstumu atskaites sistēma sasaistes punktiem;
6. No augstuma anomālijām atņemta Pasaules jeb garo viļņu ietekme;
7. No smaguma spēka anomālijām atņemta reljefa ietekme;
8. Salīdzinātas smaguma spēka un augstuma anomālijas modelēšanas apgalā. Veikta to pielāgošana;
9. Pielāgotajiem datiem atjaunota gan Pasaules modeļa, gan reljefa ietekme;
10. Pielāgotai dati ar atjaunotām ietekmēm savietots ar sasaistes punktiem, kam nav veiktas nekādas korekcijas.

Procesu var izmantot un veikt darbības gan virsmu gadījumā (tā saucamais 2D variants), gan punktveida datiem (tā saucamais 3D variants).

Iegūto kvaziġeoīda modeli var izmantot ģeodēzijā, būvniecībā un citās tautsaimniecības nozarēs normālo augstumu virs jūras līmeņa iegūšanai ar globālās pozicionēšanas palīdzību.

Kvaziġeoīda modeļa precizitāti ietekmējošie faktori:

- Sauszemes gravimetrisko datu mērījumu kļūda;
- Normālo augstumu noteikšanas kļūda;
- Ģeodēzisko augstumu noteikšanas kļūda;
- Modelēšanai izmantoto Pasaules gravimetrisko datu atbilstība reālai situācijai. Tiek veikta testēšana, lai atrastu optimālo izvērējuma pakāpi un kārtu.

Kvaziġeoīda modeļa testēšanu veic punktos ar precīzi zināmu normālo un ģeodēzisko augstumu, kuri nav izmantoti modelēšanā. Sākotnēji, to veic kamerāli, tādējādi izslēdzot novērojumu kļūdas. Atkārtoti veic laukā ar reāliem novērojumiem uz punktiem, šādos gadījumos jāņem vērā novērojumu radītās kļūdas.