

Um hæðarmælingar á fjöllum

Vangaveltur um mælitæki og nákvæmni

Að undanfögnu hefur verið nokkur umræða í fjölmiðlum um hæð Hvannadalshnjúks. Mælingar á hnjúknum hafa verið gerðar af ýmsum með mismunandi tækni og með mismunandi mælitækjum eins og fram hefur komið. Spurningar koma upp hvort ekki sé hægt að mæla hæðir fjalla með „góðum“ GPS handtækjum og jafnframt þá hvað gerir mælingar landmælingamanna frábrugðnar mælingum hins almenna göngumanns.

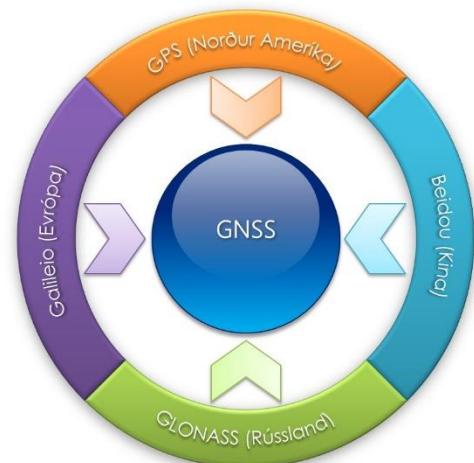
Þegar hæð fjalla er mæld með GPS mælingum eru einkum tvö atriði sem þarf að hafa í huga:

- Hvernig hæðir erum við að mæla?
- Hversu nákvæmar eru mælingarnar?

Í þessari grein er reynt að útskýra hverskonar hæðir eru mældar og hversu nákvæmar hæðarmælingarnar geta orðið.

Munurinn á GPS og GNSS

Oftast er talað um GPS þegar talað er um leiðsögukerfi en stundum er talað um GNSS. Hver er þá munurinn? GNSS (Global Navigation Satellite Systems) er í raun samheiti yfir öll gervitunglaleiðsögukerfi sem eru þegar í gangi eða eiga eftir að verða virk í framtíðinni. GPS er hins vegar bandarískt leiðsögukerfi sem komið var í fulla virkni árið 1994. Notkunargildi þess til leiðsagnar jókst gríðarlega árið 2000 þegar svokölluð SA (Selective Availability) truflun var tekin af. Þá fór nákvæmni úr því að vera um 50-100 m niður í 5-10 m. GLONASS er rússneskt leiðsögukerfi sem komið var í fulla virkni árið 1995 og eftir bakslag í fimmtán ár náði þetta kerfi aftur fullri virkni árið 2010. Flest nýrri landmælingatæki taka á móti merkjum bæði frá GPS og GLONASS. Þá eru Beidou (kínverskt kerfi) og Galileo (evrópskt kerfi) í þróun og ætla má að þau verið komin í fulla virkni um 2020. Þegar öll kerfi verða komin í gagnið verða hátt í 100 leiðsögutungl á braut um jörðu. Í þessari samantekt verður orðið GNSS notað í staðinn fyrir GPS.

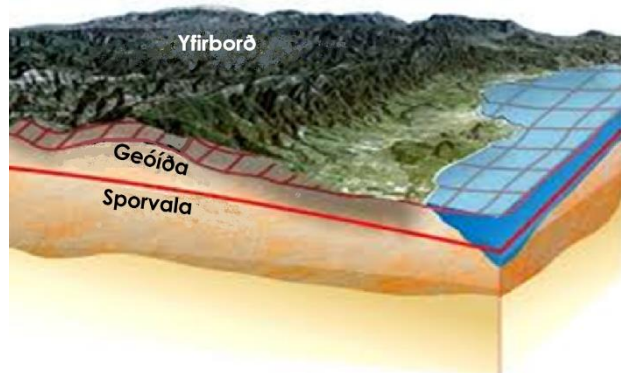


GNSS er samheiti yfir mismunandi leiðsögukerfi

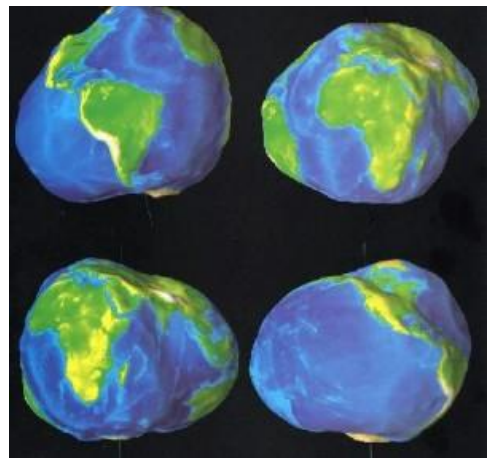
Yfirborð jarðar

Almennt er jörðin teiknuð sem kúla með sléttu yfirborði en í raunveruleikanum er hún hvorki kúlulaga né slétt. Öll þekkjum við að yfirborðið er óslétt með láglandi og hálandi, fjöllum og sjó. Færri vita að þyngdarkraftur jarðar hefur einnig áhrif á það hvernig jörðin er í laginu. Slétta myndin af jörðinni er hins vegar það sem landmælingamenn kalla sporvölu en það er í raun bara stærðfræðileg nálgun á yfirborði jarðar – svona til að einfalda málið. Jörðin er sem sagt í raun alls ekki slétt kúla ef tekið er tillit til þyngdarkrafta sem toga misjafnlega í yfirborð hennar. Þessi bjögun vegna þyngdarsviðs jarðar breytist eftir því hvar við erum stödd á jörðinni, sérstaklega vegna áhrifa landslags og samsetningar jarðskorpunnar en þetta kalla landmælingamenn geóíðu.

Þegar notuð eru GNSS handtæki til að meta hæð fjalla eru tækin að miða við reiknuðu sporvöluna þ.e. slétta yfirborðið en ekki geóíðuna. Þess vegna gefa handtæki ekki raunverulega hæð fjalla. Þetta hefur í raun verið ein helsta áskorun landmælingafræðanna í langan tíma þ.e. að reikna þetta samband með sem nákvæmustum hætti. Gildi þessara upplýsinga hefur þó fengið enn meira vægi eftir að gervitunglakerfin komu til sögunnar því með þeim er hægt að ákvarða hæð yfir sjávarmáli með GNSS mælingum.



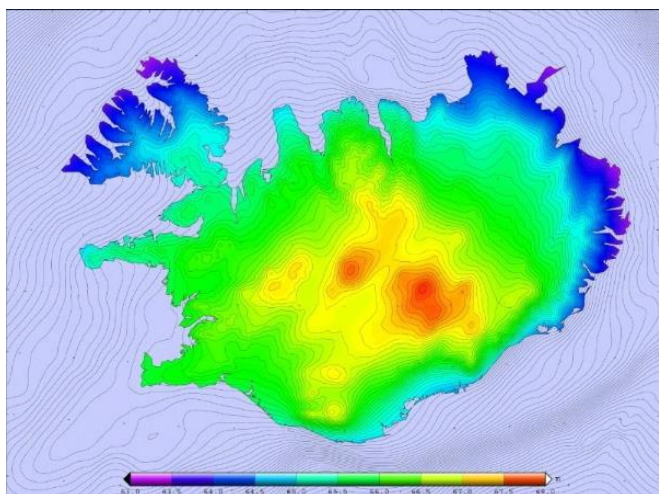
Staðsetningatæki miða við mismunandi hæðir. Mynd fengin af vefsíðunni <http://www.astromia.com/> (islenskuð af LMÍ).



Geóíða gerir það að verkum að jörðin er ekki með slétt yfirborð. Mynd fengið af vefsíðunni <http://geografia.laquia2000.com/general/geoide>.

Geóíðan á Íslandi

Til að fá sem nákvæmustu hæð á yfirborði á Íslandi hefur verið reiknað út hvaða áhrif þyngdarkraftar hafa á landið og þar með fengin geóíða fyrir landið. Árið 2011 var í fyrsta sinn gefið út sameiginlegt hæðarkerfi fyrir Ísland ISH2004 en þá var reiknuð ný geóíða fyrir Ísland í samstarfi við háskólann DTU Space í Danmörku og var hún gefin út í byrjun árs 2012. Munurinn á hæðum í landshæðarkerfinu og sporvöluhæðum eru á bilinu 63 - 69 m hér á Íslandi. Þetta gerir það að verkum að ef tindur á fjalli er mældur 2100 metrar með GNSS handtæki og geóíðan er með frávik upp á 65 m á þeim



Geóíðan af Íslandi sem reiknuð var árið 2011. Mynd LMÍ.

stað, þá er hann í raun að teknu tilliti til geóíðunar um 2035 metrar, þ.e. $2100\text{ m} - 65\text{ m} = 2035\text{ m}$.

Á vef Landmælinga Íslands er hægt að nýta sér forritið [Cocodati](#) til að breyta hæðum úr GNSS tækjum yfir í raunhæðir þ.e. þegar tekið er tillit til geóíðu. Auk þess er hægt að nálgast [geóíðu líkanið](#) á heimasíðunni fyrir þá sem vilja nýta sé að setja íslensku geóíðuna inn í tæki sín, bjóði þau upp á það.

Nákvæmni í handtækjum

En það er fleira sem hefur áhrif á mælingar með GNSS tækjum. Þegar mældar eru hæðir t.d. á fjöllum með almennum GNSS tækjum er ekki verið að taka tillit til þátta eins og seinkunar á merkjum frá gervitunglunum eða truflana í jónahvolvi (enda fæst okkar sem vitum hvað það er). Nákvæmni GNSS mælinga fer eftir þeim tækjabúnaði sem við notum við mælingarnar og hvernig mælt er. Það er þekkt staðreynd að hæðarnákvæmni tækja er um tvöfalt verri en nákvæmni í legu en snjallsímar og dæmigerð leiðsögutæki gefa okkur hæðarnákvæmni með 10 – 20 m skekkju.



Þá komum við aftur að því hvað hægt er að gera fyrir hinn almenna leikmann til að auka nákvæmni í hæðarmælingum með handtækjum sínum enn frekar. Mörg betri handtæki bjóða upp á að taka á móti leiðréttingum fyrir þessum áður nefndu þáttum. Svokallaðar EGNOS leiðréttingar (sem er fyrir Evrópu) og jafnvel [DGNS](#) leiðréttingar sem Landmælingar Íslands bjóða uppá á vefnum auka nákvæmni í hæð og þá fer nákvæmni niður í 1 – 4 m. Inni í mörgum tækjum er einnig hægt að velja WAAS leiðréttingar en þær eiga við um Ameríku og eru því ekki til að nota á Íslandi.



Sé mælt með nákvæmum tækjum í langan tíma er hægt að fá hæðir og staðsetningu með mm nákvæmni. Mynd LMÍ.

Um nákvæmni í landmælingum

Tæki sem ætluð eru til kortagerðar geta gefið okkur nákvæmni á bilinu 10 - 50 cm og tæki sem ætluð eru til landmælinga gefa okkur nákvæmni frá 5 cm niður í 5 mm. Til þess að ná góðri nákvæmni með

kortargerðar- eða landmælingatækjum þarf annaðhvort að mæla í nokkuð langan tíma og leiðréttu svo gögnin eftir á eða að hafa aðgang að rauntímaleiðréttingu.

Ef markmiðið er að mæla hæð fjalla með aukinni nákvæmni þarf til þess:

- Tæki (handtæki eða landmælingatæki) sem taka á móti leiðréttingarmerkjum eins og EGNOS;
- Að leiðréttu mældan hæðarpunkt miðað við geóíðuna á Íslandi;
- Mæla lengi í hverjum punkti.

Sé þetta gert er hinn almenni göngumaður komin með nákvæmni mælinga upp á 1 – 4 m og þar með farinn að nálgast nokkuð nákvæmar mælingar landmælingamanna. Að lokum skal þó nefna að til að ná fram mestu nákvæmninni (mm) þarf mjög fullkomin landmælingatæki og mælitíminn þarf að vera a.m.k. 1 sólarhringur á hverjum punkti.

Guðmundur Valsson mælingaverkfræðingur, Landmælingum Íslands
Eydís Línal Finnbogadóttir, forstöðumaður, Landmælingum Íslands