

Leiðsaga til sjós og staðsetningar á Íslandi með aðstoð gervitungla

Sæmundur Þorsteinsson, Háskóla Íslands og Greipur Gísli Sigurðsson, Vegagerðinni

GNSS (Global Navigation Satellite System)

GNSS er samheiti um staðsetningarkerfi með gervitunglum sem þjóna allri jörðinni. Þekktasta kerfið er bandaríska GPS (Global Positioning System) en rússneska kerfið GLONASS (Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema) hefur einnig veitt þjónustu um árabil. Kínverska kerfið BeiDou er talið verða fullbúið árið 2020 en tungl þess eru þegar nothæf. Sama má segja um evrópska kerfið Galileó sem var opnað til prófana fyrir almenning í lok árs 2016. Til viðbótar eru Indverjar og Japanir að setja upp staðbundin kerfi, Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS), núna endurnefnt NAVIC og Quasi-Zenith Satellite System (QZSS). Þessi kerfi eru hönnuð til að veita staðbundna þjónustu yfir Indlandi og Japan. Gervitungl þeirra eru á staðbraut (e.geosynchronous orbit) sem þó hallar miðað við miðbaugsplanið. Þetta veldur því að ofanvarp þeirra á jörðina teiknar eins konar 8 umhverfis Indland og Japan. Gervitungl allra kerfanna eru nærri 20 þúsund km hæð yfir jörðu. Árið 2020 er búst við að 144 virk gervitungl fyrir staðsetningarþjónustu verði á sporbraut um jörðina.

Virgni GNSS

GNSS móttakarar eru notaðir til leiðsögu, staðsetningarmælinga, tímamælinga, sem taktgjafar í raforku- og fjarskiptakerfum auk fleiri nota. Nákvæm staðsetning og leiðsaga er hinn upprunalegi tilgangur GNSS kerfa og eru þau notuð við siglingar á sjó, við flug, til leiðsagnar fyrir öikumenn, gangandi vegfarendur auk annarra notkunarviða.

GNSS kerfi samanstanda af gervitunglum, jarðstöðvum og notendabúnaði. Gervitunglin eru á braut umhverfis jörðu og senda stöðugt út radiómerki með upplýsingum um staðsetningu þeirra (brautarstikar) og tímasetningu útsendingarinnar. Gervitunglin eru búin afar nákvæmri atómklukku, sem hefur aðeins um 3 ns skekkju. Staðarákvörðunin byggist á fjarlægðarmælingu. Útbreiðslutími radióbylgju frá gervitungli til notanda er mældur og fjarlægðin reiknuð út frá honum. Þá veit notandinn að hann er staddur á kúluyfirborði kringum gervitunglið. Sams konar mæling frá öðru gervitungli skilar öðru kúluyfirborði og notandinn veit núna að hann er á skurðferli þessara tveggja kúlna. Þriðja mælingin sýnir tvo punkta þar sem allar þrjár kúlurnar skerast. Annar er sá rétti en hinn er nægilega langt í burtu svo unnt er að hafna honum. Þessi aðferð gengi ef móttakarinn hefði nákvæma atómklukku. Slíkar klukkur eru þó afar dýrar og umfangsmiklar svo ekki er hægt að útbúa hvern móttakara með þeim. Þess í stað er klukka móttakarans ódýr og ónákvæm en tíminn gerður að óþekktri stærð. Hann má meta með því að mæla fjarlægð til eins gervitungls til viðbótar og leysa jöfnuhneppi með fjórum breytistærðum, lengd, breidd, hæð og tíma. Ef hæðarmælingunni er sleppt er hægt að nota fjarlægðarmælingu til aðeins þriggja gervitungla.

GNSS mælingar skila auk staðsetningar nákvæmum hraðamælingum sem eru byggðar á Doppler færslu merkjanna. Doppler færslan stafar af afstæðum hraða notanda og gervitungls. Notandi veit nákvæmlega stað og hraða gervitunglanna og getur því dregið hann frá hraðamælingunni. Það sem eftir stendur er hraði notandans. Hraðamæling með GNSS er mjög nákvæm og er sjálfstæð mæling sem ekki er leidd af staðarmælingunni. Hún er því notuð til að styðja staðarmælinguna.

Notkun Íslendinga

Íslendingar reiða sig mjög á staðsetningartækni í lofti, láði og legi. Með tilkomu GPS kerfisins bandaríska í upphafi 10. áratugarins varð bylting í staðsetningartækni, hún varð á færi flestra og notkun hennar jókst og færðist á ný svið. Í fyrstu voru skekkjur GPS mælinga miklar eða um 100 m sem stafaði að stærstu leyti af því að eigendur kerfisins trufluðu merkin til að minnka nákvæmnina. Af þessum sökum setti Vita- og hafnamálastofnun upp leiðréttingakerfi fyrir GPS sem færði skekkjuna

niður fyrir 5 m. Þetta kerfi var mikið notað við fiskveiðar enda vilja fiskimenn mikla nákvæmni til þess að finna net sín á ný og forðast festur á hafsbotni. Bandaríkjamenn hættu að trufla GPS merkin í tíð Clintons og njóta notendur GPS kerfisins nú mun meiri nákvæmni, skekkjan er um 8 m. Kröfur Alþjóða siglingastofnunarinnar (IMO) til nákvæmni á sjó eru að skekkja þurfi að vera innan 10 m.

Almenningur notar gervitunglastaðsetningar mikið til leiðsagnar, m.a. um vegi landsins. Margir snjallsímar og spjaldtölvur hafa innbyggðan staðsetningarbúnað og hefur nákvæmni nákvæmni slíks búnaðar verið borin saman við nákvæmni sértæks staðsetningarbúnaðar.

Framtíð GNSS

Þó að GNSS gefi nærri alltaf góðar og nákvæmar staðsetningar geta nokkrir þættir valdið því að skekkja vaxi mjög. Þess vegna nota flug- og sjómenn aðra staðsetningartækni samhliða GNSS og treysta GNSS sjaldnast í blindni. Hér er m.a. vísað til þess sem nefnt hefur verið „heilindi“ (e. Integrity) kerfisins. Heilindi gervitunglakerfa vaxa mjög með fjölda tungla sem standa að baki hverrar staðsetningar. Með tilkomu GLONASS, BeiDou og Galileó fjölga margfalt þeim tunglum sem veita staðsetningarþjónustu. Þar með má búast við meiri heilindum frá staðsetningarbúnaði sem nýtir tungl allra kerfanna. Einnig má búast við að notkun GNSS verði meiri á stöðum þar sem lítil sýn er til himins vegna þess að fleiri tungl verða á himni og líkur á að ná staðsetningu vaxa. Jafnvel verður hægt að ná staðsetningum innan húss í sumum tilvikum.

Galileó er hannað til að veita meiri nákvæmni en GPS, einkum vegna minni skekkju í atómklukkum um borð í tunglum. Einnig verður Galileó með endurvarpa sem gefur kost á því að senda upplýsingar upp í tunglin og endurvarpa þeim til notenda. Þetta er t.d. hugsað til þess að koma upplýsingum til fólks sem er í neyð.

Búist er við að EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) leiðréttingarkerfið verði leyft til notkunar á sjó. Kerfið hefur hingað til verið ætlað til notkunar í flugi. Nokkur notkun er þegar á EGNOS til sjós en ekki er vitað um umfang hennar.