

kin osakaskunnalle tulevia yhteisiä varoja ollaan valmiimpia käyttämään laajempien alueiden muodostamiskustannuksiin.

Järvien kunnostuksiin liittyvissä yhdistämisissä toimitusmaksu näyttölee niin pientä roolia, että järjestäytyneiden osakaskuntien on vaikea kuluista kieltäytyä. Yhdistäminen lienee ajoittain myös mahdollista kytkeä hankkeeseen ja sen kokonaiskustannuksiin kuten Joroisissa tapahtui.

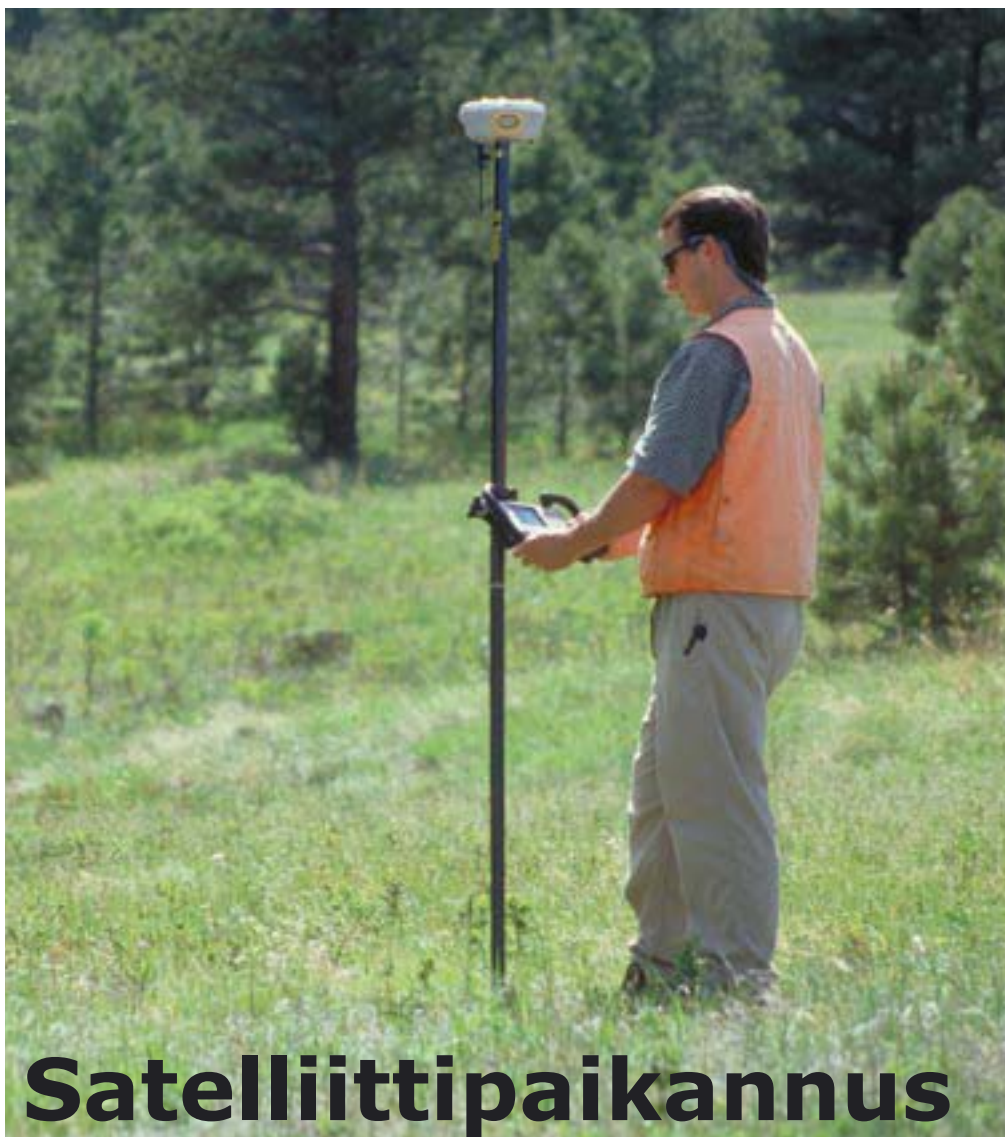
Aikaisemmin kalastuskuntina järjestäytyneet kalaveden osakaskunnat, joilla on uusien sääntöjen käsittely ja vahvistaminen tekemättä, voisivat käyttää lyhyen tuumaushetken yhteistoiminta- ja yhdistämismahdollisuuksien puntarointiin. Yhdistäminen kytkettynä uusien sääntöjen vahvistamiseen antaa heti säästöä poisjäävien osakaskuntien sääntöjen vahvistamismaksujen verran.

Ongelmia pienillä vesialueilla

Järjestäytymättömien ja toimimattomien pienten vesialueiden käsittelyyn ei vielä ole löytynyt ratkaisua. Varoja ei osakaskunnilla ennestään ole ja jos alueen arvo on vähäinen, osakkaat harvoin tulevat toimituskokouksiin, saati ovat aloitteellisia yhdistämisistä neuvottelemaan. Erilaisia rahoituslähteitä ja -mahdollisuuksia tulisi siksi aktiivisesti selvittää.

Vesialueiden yhdistämisten kytkemistä muuhun maaseudun kehittämiseen ja olojen parantamiseen sekä järvien kunnostuksiin tulisi valppaasti seurata. Yhteisten asioiden hoidosta aikaisemmin vastanneiden ikääntyminen ja kiinteistöjen omistajarakenteen muutokset voivat mahdollistaa uusien ja laajempien vesialuekokonaisuuksien syntymisen. Keskustelujen käynnistäminen ja yhdistämisaloitteiden teko on yksittäisen osakkaan, osakaskunnan tai kalastusalueen hallinnossa toimivan oikeus ja mahdollisuus. Lainsäädännön muutos, vireillä oleva vesijättöjä koskeva muutos ja saadut kokemukset antavat lisää vaihtoehtoja. Viranomaistahojen ja järjestöjen tulee edelleen lisätä ja kehittää alueellista yhteistyötään sekä hioa menetelmiä yhdistämiskustannusten pienentämiseksi.

Kirjoittaja on yli-insinööri Etelä-Savon maanmittaustoimistossa ja työskentelee vesitilusjärjestelyjen parissa ja tekee tutkimusta yhteisistä vesialueista ja niiden yhdistämisistä. Sähköposti pekka.vilsk@maanmittauslaitos.fi.



Satelliittipaikannus kehittyy

Sakari Mäenpää

Viime vuonna tuli kuluneeksi kymmenen vuotta siitä, kun GPS-järjestelmä julistettiin virallisesti valmiiksi. Samalla juhlittiin RTK-mittaustekniikan esittelyn kymmenvuotista taivalta. Tuon kymmenen vuoden aikana RTK-tekniikka on otettu laajaan käyttöön maanmittaussovelluksissa. Seuraavan kymmenen vuoden aikana mittaus-tekniikkaa mullistavat GPS:n modernisointi ja erityisesti Galileo-satelliittijärjestelmä.

GPS-järjestelmän suunnittelu aloitettiin jo 1960-luvulla, joten sen perusratkaisut perustuvat vuosikymmeniä vanhaan tekniikkaan. Noista ajoista sekä laitetekniikka että poliittinen ilmapiiri ovat ratkaisevasti muuttuneet.

GPS-paikannuksen siviilisovellukset perustuvat valtaosin L1-taajuuden ja siinä olevan navigointikoodin käyttämiseen. Tarkoissa senttimetriso-veluksissa käytettävät kaksitaajuusvastaanottimet hyödyntävät lisäksi L2-kantoaaltoa poistamalla siitä ensin sotilaskäyttöön tarkoitettua navigointikoodin. Koodin poistoon käytettävät tekniikat heikentävät L2-kantoaallon ominaisuuksia.

GPS:n modernisointisuunnitelma julistettiin vuonna 1999. Suunnitelman yhtenä päätavoitteista oli parantaa siviilikäyttäjien mahdollisuuksia

hyödyntää GPS-tekniikkaa. Modernisoinnin ensimmäisessä vaiheessa uudet satelliitit varustetaan siviilikoodilla, joka on L2-kantoaallolla. Uutta L2C-signaalia lähettävät satelliitit korvaavat vaihteittain vanhat satelliitti tästä vuodesta alkaen. Suunnitelman mukaan uusia satelliitteja lähetetään kolme vuodessa, joten tämän aikataulun mukaan kaikki satelliitit on korvattu uusilla vuoden 2013 loppuun mennessä.

GPS:n modernisointi hyödyttää siviilejä

Uuden L2C-koodin ansiosta kaksitaajuusvastaanottimet eivät tarvitse signaalia huonontavia tekniikoita koodin poistamiseen ja lopputuloksena on voimakkaampi

toteutuu. Tässä vaiheessa Galileo-järjestelmä on ollut toiminnassa jo yli seitsemän vuotta.

Galileo on Euroopan avaruusjärjestön (ESA) ja Euroopan unionin ensimmäinen yhteishanke ja samalla myös ensimmäinen siviilikäyttäjien lähtökohdista rakennettu globaali paikannusjärjestelmä. Se on eräs keskeisimmistä EU:n hankkeista tällä vuosikymmenellä.

Ajatus eurooppalaisesta satelliittipaikannusjärjestelmästä esitettiin ensimmäisen kerran jo 90-luvun alkupuolella. Tavoitteena oli vähentää Euroopan unionin strategista ja taloudellista riippuvuutta amerikkalaisesta GPS-järjestelmästä ja luoda siviilien ylläpitämä ja siviilisoveltuksiin kehitetty järjestelmä.

Monien vaiheiden ja kiistojen jälkeen

Galileo toiminnassa 2008

Galileon toteutusajankaus on kunnianhimoinen. Jo päättyneen määrittelyvaiheen aikana on useiden projektien muodossa suunniteltu järjestelmän perusarkkitehtuuri. Meneillään on vuonna 2002 aloitettu kehittämisvaihe, joka aikataulun mukaan päättyy vuoden 2005 loppuun mennessä. Kehittämisvaiheessa on tarkoitus tarkistaa ja testata yksityiskohtaisemmin järjestelmäärkkitehtuurin eri osatekijät: satelliitti, valvonta-asetat ja vastaanottimet.

Kehittämisvaiheen aikana lähetetään myös ensimmäiset prototyyppisatelliitit kiertoradalleen ja luodaan järjestelmän testaukseen tarvittava maanpäällinen infrastruktuuri.

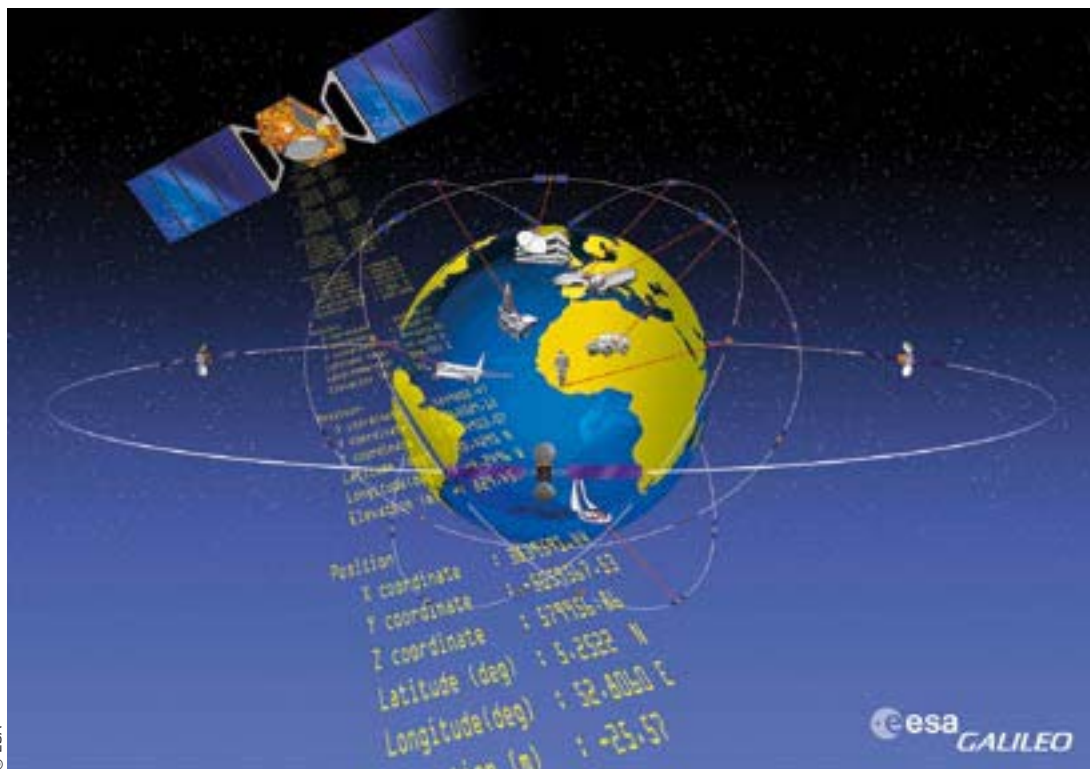
Kehittämisvaihetta seuraa rakennus- ja käyttöönotto vaihe vuosina 2006–2007. Kahden vuoden aikana lähetetään satelliitit vaihteittain radalleen ja rakennetaan maanpäällinen infrastruktuuri siten, että kaupallinen toiminta voi alkaa vuonna 2008. Galileon rakennus- ja käyttöönotto vaiheen toteutus sekä järjestelmän varsinaisen operatiivisen toiminnan pyörittäminen annetaan ulkopuoliselle yhtiölle, jonka valintaprosessi on parhaillaan käynnissä.

Kehittämis-, rakennus- ja käyttöönotto vaiheiden yhteenlasketut kustannukset ovat arviolta 3,2–3,4 miljardia euroa. Summa katetaan kokonaisuudessaan EU:n budjetista ja se ei vaa-

di lisärahoitusta jäsenmaiden kansallisista budjeteista.

Kustannukset tulevat oikeisiin mitasuhteisiin, jos niitä verrataan muihin EU-hankkeisiin. Järjestelmän rakentamisen kustannukset ovat pienemmät kuin esimerkiksi Ruotsin ja Tanskan välille rakennetun Öresundin linkin rakennuskustannukset tai Heathrow'n lentokentälle rakenteilla olevan uuden terminaalin kustannusarvio.

Myös muut maat ovat osoittaneet mielenkiintoa Galileo-järjestelmää kohtaan. Viime vuoden syyskuussa allekirjoitettiin EU:n ja Kiinan välinen sopimus, jonka mukaan Kiina osallistuu Galileon rahoitukseen.



ja häiriöttömämpi signaali. Vastaanotin lukittuu nopeammin signaaliin eikä menetä sitä yhtä helposti. Myös yksitaajuussovelluksiin L2C on houkuttelevampi vaihtoehto kuin nykyinen L1-siviilikoodi, koska L2C:n ominaisuudet soveltuvat paremmin vaikeissa olosuhteissa, jopa sisätiloissa tapahtuvaan paikannukseen.

Modernisoinnin toisessa vaiheessa vuodesta 2006 alkaen uudet satelliitit lähettävät L2C-signaalin lisäksi uutta L5-signaalia. Alun perin siviili-ilmailun tarpeisiin suunnitellun L5-signaalin käyttömahdollisuudet tulevat olemaan laajat myös muissa sovelluksissa. Kaikki GPS-satelliitit on uusittu 2015 loppuun mennessä mikäli suunniteltu aikataulu

alkuvuonna 2002 näytettiin viimein viihreää valoa ja myönnettiin rahoitus Galileon kehittämisvaihetta varten. Taustalla järjestelmän kehitystyötä oli kuitenkin tehty jo useita vuosia. Sinettinä maailman radiokonferenssi (WRC-2003) teki 3.7.2003 päätöksen Galileolle osoitettavista taajuuksista.

Galileo-järjestelmä koostuu 30 satelliitista, joista kolme on radalla olevia varasatelliitteja. Satelliitit ovat kolmella kiertoradalla noin 24 000 km:n korkeudella maapallon pinnasta. Galileo on siis GPS:n kaltainen, mutta kehittyneempi paikannusjärjestelmä. Galileo tarjoaa useita palvelutasoja tarkkuuden, kattavuuden ja luotettavuuden suhteen.

Useita palvelutasoja eri käyttäjäryhmille

Galileo-satelliitit lähettävät yhtätoista erityyppistä signaalia, joiden avulla toteutetaan viisi erilaista palvelua:

Open Service (OS) on Galileon peruspalvelu massamarkkinoille. Se tarjoaa ilmaisen signaalin paikannus- ja ajatussovelluksiin. OS-palvelun paikannustarkkuus on tasossa 4 m ja korkeudessa 8 metriä 95 % ajasta. Suorituskyky on verrattavissa GPS:llä saavutettavaan tarkkuuteen sen modernisoinnin jälkeen. Valtaosa vastaanottimista, jotka käyttävät Galileon vapaata signaalia tulevat todennäköisesti myös käyttämään GPS-satelliitteja, jolloin myös kaupunkialueilla päästään lähes 100 %:een paikannustiedon saatavuuteen.

Safety-of-Life Service (SoL) -palvelua käytetään lähinnä ilmailussa ja merenkulussa eli sovelluksissa, joissa ihmishenki voi olla vaarassa, mikäli paikannusjärjestelmän toimintahäiriöstä ei pystytä reaaliajassa varoittamaan. SoL käyttää samoja signaaleja ja tarjoaa täten saman paikannustarkkuuden kuin OS. Suurin ero on SoL-palvelun tarjoama globaali, reaaliaikainen integriteettitieto järjestelmän tilasta ja paikannuksen luotettavuudesta.

Public Regulated Service (PRS) on viranomaisten, kuten poliisin, pelastuspalvelutoiminnan, tullin ja sotilaiden käyttöön varattu palvelu. Signaali on salattu ja sen käyttöä koordinoivat EU:n siviiliviranomaiset. PRS-palvelun signaaleille on luonteenomaista hyvä sietokyky häirintää vastaan ja sen toiminta pyritään takaamaan kaikissa olosuhteissa.

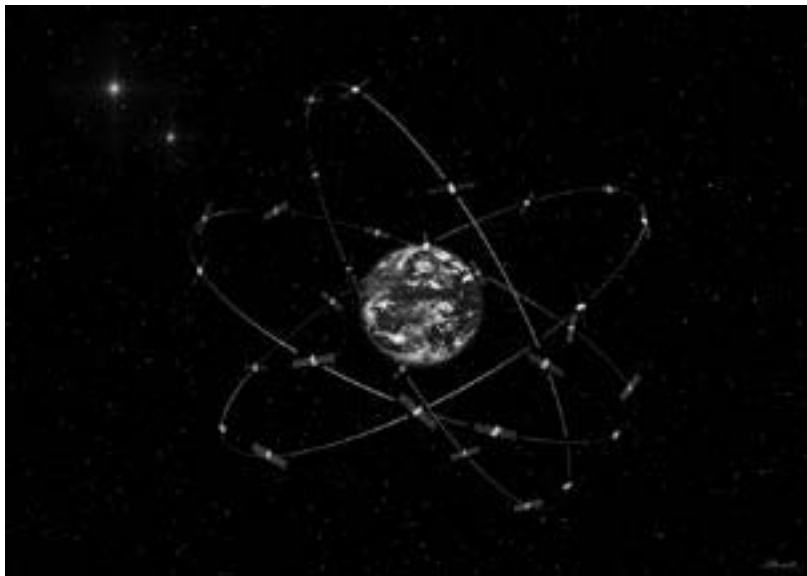
Galileon **Search and Rescue Service (SAR)** täydentää kansainväliseen pelastustoimeen käytettävää COSPAR-SARSAT järjestelmää ja tarjoaa huomattavia parannuksia olemassa olevaan järjestelmään, kuten lähes reaaliaikaisen hälytysviestien vastaanoton kaikkialta maapallolta ja hälytysten sijainnin tarkkuuden parantumisen.

Maanmittarin kannalta **Commercial Service (CS)** eli kaupallinen palvelu on mielenkiintoisin, koska se on suunniteltu sovelluksiin, joihin peruspalvelun

tarkkuus ei riitä. Kaupallinen palvelu toteutetaan käyttämällä vapaiden signaalien lisäksi kahta lisäarvopalvelua välittävää salattua signaalia. Pääsy maksullisiin palveluihin kontrolloidaan vastaanotintasolla.

Tyypillisiä maksullisia lisäarvopalveluita tulevat olemaan mm. tarkka aikapalvelu, differentiaalikorjauksen ja ilmakehätiетоjen välitys. Kaupallisella palvelulla päästään globaaliin alle metrin paikannustarkkuuteen. Tarkimmat senttimetriluokan sovellukset edellyttävät paikallista infrastruktuuria korjaussignaalin määrittämiseen ja välittämiseen. Suomesakin käytössä oleva virtuaaliverkkotekniikka (VRS) voidaan laajentaa tukemaan Galileota. VRS-järjestelmässä tukiasemaverkoston määrittämä korjaustieto välitetään käyttäjille GSM-verkossa.

Juuri tämä eräiden lisäarvopalveluiden maksullisuus on herättänyt paljon kes-



© ESA

kustelua. Vertailukohtana on ollut GPS:n maksuttomuus. On kuitenkin huomiotava, että Galileon lisäarvopalvelut ovat jotain, mitä ei edes modernisoitu GPS-järjestelmä pysty tarjoamaan. Vastaavat lisäarvopalvelut kuten DGPS-palvelut on toteutettu kolmansien osapuolien toimesta ja ne ovat GPS:n käyttäjille maksullisia. Siinä mielessä muutos ei ole dramaattinen.

Välitön senttitarkkuus metsässä?

Tarkan RTK-paikantamisen eräs ongelma on koko sen olemassaolon ajan ollut paikannustiedon saatavuus. Nykyinen GPS-konstellatio ei mahdollista 24-tuntista käyttöä edes hyvissä olosuhteissa. Ongelma korostuu peitteisessä maastossa

ja rakennetuilla alueilla. Onnistuneen mitaamisen edellytys on edelleen huolellinen ennakkosuunnittelu. Tämä tosiseikka on hidastanut tarkan paikantamisen yleistymistä esim. koneohjauksessa ja raide-, meri- tai lentoliikenteen ohjauksessa eli sovelluksissa, joissa paikannuksen on toimittava kellonajasta riippumatta.

Modernisoitu GPS tai Galileo erillisinä järjestelminä eivät ratkaise tätä ongelmaa, mutta kun järjestelmiä käytetään samanaikaisesti, on käytössä lähes 60-satelliitin konstellatio, jolloin GPS/Galileo-vastaanotin havaitsee yhtä aikaa 11–25 satelliittia. Korkean ylimäärityksen ansiosta vastaanotin pysty itsenäisesti kontrolloimaan satelliitteja ja poistamaan huonot satelliitit ratkaisusta.

Yhteensopivuus GPS-järjestelmän kanssa onkin alusta alkaen ollut Galileon peruslähtökohta. Galileon vapaan signaalin käyttämät taajuuskaistat

E2+L1+E1 ja E5b ovat yhteisiä GPS:n L1- ja L5-kaistojen kanssa. Yhteinen taajuuskaista yksinkertaistaa integroidun vastaanottimen rakennetta.

Münchenissä sijaitseva Trimble Terrasat on jo vuodesta 1997 alkaen ollut mukana Galileo-projekteissa. Prototyyppivastaanottimien ja simuloitujen Galileo-signaalien avulla on tutkittu tarkan paikantamisen edellytyksenä olevaa alikutuntemattomien ratkaisua eri GPS/Galileo-signaalikombi-

naatioilla ja eri olosuhteissa. Tutkimukset osoittavat selkeästi, että alikutuntemattomien välitön ratkaisu luotettavasti on mahdollista integroidulla GPS/Galileo-vastaanottimella.

Tämä tieto yhdessä kaksinkertaisen satelliittimäärän kanssa tarkoittaa loistavaa tulevaisuutta satelliittipaikannukselle ja sen mukanaan tuomille uusille sovelluksille.

Kirjoittaja on tuotepäällikkö Geotrim Oy:ssä. Sähköposti sakari.maenpaa@geotrim.fi.