

GPS on huomaamatta tunkeutunut arkiseen elämäämme. Vilja, jota käytämme leivontaan, voidaan korjata GPS:n ohjaimella puimurilla, tukkirekat kulkevat GPS:n avustamina, metsätyökoneet ilmoittavat puupinojen paikat GPS:n avulla, GPS ohjaa junien kuulutuksia, tietoverkot ajastetaan tarkasti GPS:n avulla. Itse asiassa GPS:n eri sovellukset ulottuvat jo miljooniin ihmisiin ympäri maailmaa.

GPS on koskettanut em. sovellusten lisäksi myös maanmittaria kahdella tavalla. Ensinnäkin GPS:stä on tullut maanmittarin työväline tarkasta runkoverkon mittaamisesta ja toisaalta kartoituksesta metriluokan paikkatietomittauksiin. Toisaalta GPS on lisännyt jokamiehen tietoutta koordinaateista, koordinaattijärjestelmistä ja datumeista sekä kiinnostusta

kartta-aineistoihin. Niinpä maanmittarin osana on ollut tietouden lisääminen, koordinaattijärjestelmien muunnoskerrointen laskeminen ja kartta-aineiston käsittelyn helpottaminen. Hyvinä esimerkkeinä ovat Maanmittauslaitoksen julkaisema WGS-84/KKJ-koordinaattijärjestelmien muunnostaulukko sekä MML:n Paikkatietokeskuksen Internetissä julkaisema Karttapaikka.

Toimitusjohtaja
Kimmo Jäppinen
Geostar Oy

MIHIN GPS TÄNÄ PÄIVÄNÄ PYSTYY?

Navigoinnista tarkkamittaukseen
GPS-vastaanottimet voidaan luokitella hieman yksinkertaistaen kolmeen eri luokkaan. On edullisia koodipaikantimia, joita käytetään yleensä ajoneuvo- ja venenavigoinnissa sekä retkeilykäytössä. Kal-



laitteet ovat saaneet sisäänsä monipuoliset ohjelmistot, joilla hallitaan sijainti- ja ominaisuustiedon keruuta. GPS-tallentimien ohjelmistot poikkeavatkin takymetri-tallentimista juuri ominaisuustiedon keruun ja sen luokittelun suhteen. GPS/GIS-ohjelmistot pystyvät perinteisen koodauksen lisäksi "älykkäällä" tavalla luokittelemaan tietoa, ohjaamaan tiedon keruuta ja tarkistamaan sen oikeellisuutta jo maastossa.

Toisaalta karttatiedon tarkistamisen ja täydentämisen mahdollisuus tosiasjassa on lisännyt kynämikrojen käyttöä. Tällaisessa järjestelmässä kartoittaja näkee kartta-aineiston edessään ja tekee siihen tarvittavat lisäykset tai muutokset heti maastossa. Tiedonsiirtoon on lisäksi kiinnitetty erityistä huomiota ottaen oppia mm. juuri takymetri-tallentimien alkuaikoina esiintyneistä purkuongelmista.

Differentiaaliset GPS-palvelut

Suomessa on muutamia differentiaalikorjauksia tuottavia organisaatioita, joiden palveluja käyttämällä päästään tarkkoihin mittaustuloksiin.

Merenkulkuhallituksen Turvalaitetöimistöllä on tällä hetkellä neljä differentiaalikorjausta lähettävää tukiasemaa. Tukiasemien kustannukset katetaan laivoilta perittävillä väylämaksuilla, ja niiden käyttö on siten tavalliselle käyttäjälle ilmaista. MKH:n järjestelmä kattaa tällä hetkellä lähes koko rannikon Vaasasta Turun kautta Haminaan ulottuen sisämaahan noin sadan kilometrin päähän rannikolta. Järjestelmää kontrolloidaan ja ohjataan paitsi itse kullakin tukiasemalla myös MKH:n Mäntsälän Decca-asemalta käsin.

Toinen differentiaalikorjauksia lähettävä yritys on Yleisradion Fokus DGPS-palvelu, joka lähettää differentiaalikorjauksia Radio Suomen taajuuksilla RDS:ssä (*Radio Data System*). Fokus-palvelu on jakanut DGPS-palvelunsa kahden tarkkuusluokkaan, alle kymmenen ja alle kahden metrin luokkiin. Näiden korjausten vastaanottoon tarvitaan erillinen radiovastaanotin, joka liitetään GPS-vastaanottimeen ja jonka käyttöön tarvitaan maksullinen radiolupa.

On ollut paljon puhetta USA:n puolustusministeriön tahallisesti aiheutetun häirinnän, S/A:n, poistamisesta hyvinkin pian. Maaliskuussa 1996 pitämässään puheessa presidentti Clinton ilmoitti, että häirintä tullaan poistamaan vuoteen 2006 mennessä ja vuodesta 2000 lähtien ilmoitetaan vuosittain, onko häirintä päällä. Häirinnän poisto ei kuitenkaan poista differentiaaliturvatoimien tarvetta, koska

liimpia ns. vaihetuettuja koodipaikantimia käytetään useissa paikkatieto- sekä kartantäydentämissovelluksissa. Kolmantena ovat kantoaallon vaihetta mittaavat tarkat milli- ja senttimetriluokan mittauksiin kykenevät vastaanottimet.

GIS/GPS-vastaanottimet

Paikkatietovastaanottimet ovat kehittyneet nopeasti parin viimeisen vuoden aikana sekä tarkkuutensa että sovellustensa puolesta. Laittevalmistajien tuotekehitys satelliitista tulevien signaalien käsittelyssä on DGPS-mittauksessa parantanut tarkkuutta jopa 0,2–0,5 metriin. Samalla kyky selviytyä metsäisissä olosuhteissa on huomattavasti parantunut.

Ehkä huomattavin puute GIS/GPS-vastaanottimissa on ollut tunnuslukujen

puuttuminen mittaustulosten luotettavuudesta. Esimerkiksi 95 % ajasta mittaukset menevät valmistajan tarkkuuslukuihin, mutta entäpä loput 5 %. Lisäksi eri laitevalmistajien tapa ilmoittaa laitteistojensa tarkkuus vaihtelee, mikä sekin saattaa hämmentää käyttäjää. Signaalien käsittely kehittyy kuitenkin nopeaa vauhtia ja pian on odotettavissa myös GIS-paikantimiin ns. QC/QA (*Quality Control/Quality Assurance*) -ohjelmistot, jotka eivät ainoastaan kerro mittauksen tarkkuutta vaan pyrkivät myös parantamaan sitä. Tällaiset ohjelmat ovat jo käytössä kalliimmissa senttimetriluokan laitteissa.

GIS/GPS-laitteissa itse tiedon keruu ja tiedonkeruulaitteet ovat nekin olleet nopean tuotekehityksen kohteena. GPS-käytössä takymetreistä tutut tiedonkeruu-

edelleen absoluuttinen paikannustarkkuus on 20–30 metrin luokkaa johtuen muista virhelähteistä.

GPS ja tarkkamittaus

Perinteisen GPS-tarkkamittauksen alueille maanmittauksen ohella ovat tulleet senttimetriluokan maanrakennusmittaus, erilaiset koneiden ohjauksjärjestelmät sekä meri- ja vesistö-rakentamisen mittaukset. Kaikki mittaustavat staattisesta runkopistemittauksesta kinemaattiseen kartoitukseen ja maastoonmerkintään ovat muuttaneet huomattavasti.

Perinteistä staattista eli paikallaan olevaa kiintopistemittauksta voidaan tehdä nykyisin ns. pikamittauksena

sekä yksi- että kaksitaajuusvastaanottimilla. Pikamittauksella voidaan ratkaista kahden pisteen välinen vektori 5–30 minuutissa riippuen satelliittien määrästä ja sijainnista. Mittausajat ovat lyhyempiä kaksitaajuus- kuin yksitaajuusvastaanottimilla sekä mittausmatkat pidempiä kaksitaajuusvastaanottimilla.

Kaikkien geodeettisten GPS-laittevalmistajien vastaanottimet täyttävät *Numerisen Kartoituksen Maastomittausohjeiden -91* vaatimukset sekä laskentaohjelmien kohdalta FGCC:n (*Federal Geodetic Control*

Committee) hyväksynnän. Lisäksi vastaanottimien parantunut signaalinkäsittely mahdollistaa alhaalla olevien satelliittien seurannan lisäten siten mittauksessa käytettävien satelliittien määrää. Eivätkä

ainoastaan vastaanottimet ole kehittyneet vaan myös antennit. Uudet ns. choke-ring-antennit ovat lisänneet mittausten tarkkuutta ja luotettavuutta poistamalla monitieheijastusvaikutuksia.

Tarkkojen GPS-vastaanottimien käyttö on lisääntymässä tosiaikaisissa senttimetriluokan kartoitusmittauksissa. Koodimittauksen tarkkuuden parannuttua alkutuntemattomien ratkaisu liikkeessä on nopeutunut huomattavasti. Hyvissä olosuhteissa alkutuntemattomat voidaan ratkaista jopa 15 sekunnissa, jonka jälkeen mittaajalla on senttimetriluokan tarkkuus käytettävissään. Tämä mittaustapa vaatii kuitenkin huomattavasti esteettömämmän näkyvyyden taivaalle kuin aiemmin puhuttu GIS-mittaus. Lisäksi tukiaseman pitää sijaita noin 10 kilometrin päässä kartoittavasta vastaanottimesta ja tukisekä kartoittavan vastaanottimien välillä tarvitaan radioyhteys, joka yleisesti sallituilla lähetystehoilla maasto-olosuhteista ja laitteistojen laadusta riippuen sallii mitaustäisyydeksi 1–10 kilometriä.

Tulevaisuus?

GPS:n uuden vaiheen vuosina 2002–2015, jota kutsutaan blokki-IIF:ksi, satelliittien kellot ja ratatiedot tarkentuvat edelleen. Valvonta-asemia rakennetaan 14 nykyisten viiden sijaan. Lisäksi uutena ominaisuutena ilmoitetaan myös GPS-satelliittien väliset etäisyydet (engl. *cross-link range*), jolloin tarkkuudeksi uskotaan saatavan absoluuttisessa mittauksessa ± 5 m 3D ja ± 2 m 2D 95 % ajasta, kun S/A-häirintä ei ole päällä.

GPS-järjestelmässä on suunniteltu myös uuden L5-kantoaallon käyttöönottoa siviilejä varten, joka helpottaisi tarkkamittausta.

Lisäksi venäläisten GLONASS-M-satelliittijärjestelmä täydentää jatkossa GPS:ää. Tällä hetkellä käytössä on 19 GLONASS-satelliittia. Tulevien ns. GLONASS-M-satelliittien toiminta-aika on ilmoitettu viideksi vuodeksi ja radallelaukaisut pitäisi aloittaa tänä vuonna. Tälläkin hetkellä on olemassa molempia järjestelmiä hyödyntäviä vastaanottimia, kaupallisessa käytössä olevat differentiaali-Glonass-tukiasemavastaanottimet kuitenkin puuttuvat vielä tällä hetkellä.

Vastaanottimien kohdalla ohjelmistoversiollukset lisääntyvät nopeasti sekä maanmittauksessa että muissa mittaustehävissä. Valmistajien jatkuvat panostukset tuotekehitykseen tuottavat uusia teknisiä ratkaisuja, joilla jo lähivuosina voidaan poistaa luotettavasti monitieheijastukset, nopeuttaa alkutuntemattomien ratkaisua entisestään, poistaa viiveajat



mittauksista sekä GLONASS-järjestelmässä esiintyneet ongelmat (signaalikatkokset, kantoaallon interferenssi-ilmiöt matalalla lentävien satelliittien, kuten LEOS [Low Earth Orbiting Satellites] -satelliittien kanssa jne.).

Pseudoliitit eli satelliittisignaalia lähettävät maa-asetat otettaneen koekäyttöön tämän vuoden lopulla. Tällöin saadaan paikallisia "satelliitteja", jotka helpottavat mittauksia varsinkin vaikeissa mittausolosuhteissa.

Satelliitteihin perustuvan paikannuksen hyödyntäminen eri sovelluksissa lisääntyy nopeasti ja on luonut uuden teollisuuden alan, jonka ennustetaan kasvavan 10–15-kertaiseksi tämän hetkisestä tilanteesta vuoteen 2000 mennessä. Mittaustekniikan käytössä GPS tarjoaa eri alueilla merkittäviä säästöjä täydentäen takymetrimittauksia sekä antaen uuden mahdollisuuden erilaisista tehtävistä suoriutumiseen.

Maanmittausteknikko Kimmo Jäppinen on Geostar Oy:n toimitusjohtaja. Geostar Oy on perustanut Suomen GPS-keskuksen. Geostar Oy sai vuonna 1997 Maanmittausalan ammattikorkeakoulu- ja opistoteknisten liiton MAKLI ry:n tunnustuspalkinnon Maanmittariipystin.
Kimmo Jäppinen, Geostar Oy,
Pihlajistonkuja 4, PL 19, 00711 Helsinki,
puh. (09) 372 300, faksi (09) 377 214.

Kiinteistöinsinööri Jukka Kokkinen
Oulun kaupunki

TILAT TONTEIKSI SAVOTALLA

— MAANOMISTAJIEN JA KAUPUNGIN UUDENLAISTA YHTEISTYÖTÄ

**Oulun pienikiinteistöväen
ja kaupungin hanke *Tonttien rekisteröintisavotta*
ajoittui vuosille 1995–1996. Vaikeasti lähestyttävä
tonttien rekisteröimättömyyden ongelma
ratkaistiin aikaa ja vaivaa säästämättä. Suunnittelu
ja toteutus hiottiin mahdollisimman
maanomistajaystävälliseksi.
Savotta oli täydellinen menestys.**

LÄHTÖTILANTEEN ONGELMA JA TAVOITTEET

Oulun kaupunki selvitti talven 1993–1994 aikana asemakaava-alueiltaan KaavJL 8a-luvun mukaisten Lex Vantaa-kaavatonttien määrän. Selvisi että tontteja oli peräti noin 1 500 kpl. Rekisteröimättömyys heikensi kiinteistöjärjestelmän selvyttä ja luotettavuutta sekä oli ristiriidassa jo pitkään yhdessä oikeushallinnon kanssa jatkuneen kiinteistöjärjestelmän laatuolosuhteiden kanssa. Kiinteistötietojärjestelmän (KTJ) olemassa olo korosti entisestään kiinteistörekisterin laadun merkitystä.

Kiinteistöinsinöörinä tavoitteeni oli luonnollisesti tonttien mahdollisimman kattava rekisteröinti. Mutta samanaikaisesti nousi esiin ongelma: kuinka saada vuosikymmeniä ilman rekisteröintiä samalla tontilla asuneet maksamaan heille näkyvää muutosta aiheuttamattomasta toimenpiteestä ja vielä pitämään maksamista mielekkäänä? Kuinka myydä heille rekisteröintitoimenpide?

IDEA

Ainoan menestymisen mahdollisuuden näin maanomistajien edustajien ja edun-

valvojen, pienikiinteistöyhdistysten tuen saamisessa hankkeelle. Koska rekisteröinti palvelee myös maanomistajan etua, uskoin alusta asti asiaan – pystymättä luonnollisesti aavistamaan lopputulosta. Ideana oli rakentaa yhteistyöhanke aivan alusta asti yhdessä pienikiinteistöyhdistysten kanssa. Näin turvattaisiin vaikutusmahdollisuus sekä kaupungille että maanomistajille. Mielessäni oli perinteisen ajattelun – ilmaantuvaan kysyntään vastaaminen riittää – sijaan markkinoinnin ja tontin rekisteröintiajatuksen moninaiset myönteiset seurauksivaikutukset.

Laki olisi sallinut pakkorekisteröinninkin. Pakottamista ei kuitenkaan edes harkittu vaihtoehtona, vaan toiminnan tuli perustua täyteen vapaaehtoisuuteen. Minun tehtäväni olisi varmistaa rekisteröinnin edullisuus ja tiedon eduista perille meno, rekisteröintipäätöksen tekisivät maanomistajat itsenäisesti. Myös tuotteen myynnin haasteellisuus kiehtoi.

Keskiviikkoiltana 15.6.1994 Oulun seudun pienikiinteistöyhdistysten keskusjärjestön edustajat saapuivat vieraikseni pohtimaan kaavatonttien rekisteröimättömyyden ongelmaa. Selostin asian sisäl-