



Liikenne- ja
viestintäministeriö

Uudistuva satelliittinavigointi

PRS-signaalin hyödyntäminen

Liikenne- ja viestintäministeriön

visio

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Julkaisun päivämäärä
2.4.2014

Julkaisun nimi

Uudistuva satelliittinavigointi. PRS-signaalin hyödyntäminen

Tekijät

Antti Rainio

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö, puolustusministeriö ja Liikennevirasto

Julkaisusarjan nimi ja numero

Liikenne- ja viestintäministeriön
julkaisu 11/2014

ISSN (verkkajulkaisu) 1795-4045
ISBN (verkkajulkaisu) 978-952-243-396-1
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-396-1>
HARE-numero

Asiasanat

Paikannus, satelliittinavigointijärjestelmä, GNSS, Galileo, PRS, julkisesti säännelty palvelu

Yhteyshenkilö

Seija Miettinen-Bellevergue, Seppo Öörni

Muut tiedot

Tiivistelmä

Uudistuva satelliittinavigointi –PRS-signaalin hyödyntäminen on katsaus satelliittipaikannusjärjestelmien kehitykseen. Raportissa paneudutaan tulevan, eurooppalaisen Galileo-järjestelmän palveluihin ja hyödyntämisen mahdollisuuksiin sekä kuvataan viranomaistoimintaan suunnitellun, säännellyn ja turvatuksen palvelun käyttöönoton edellytyksiä. Raportissa selvitetään tietoliikenneverkkojen roolia satelliittipaikannuksessa sekä paikannuksen laitteiden ja sovellusten trendejä markkinoilla. Lisäksi valotetaan Galileo-järjestelmää ja paikannusta koskevaa lainsäädäntöä.

Raportissa kuvataan paikannusteknologian soveltamista viranomaistoiminnassa eri näkökulmista kypsyystasojä hahmottaen.

Lopuksi ehdotetaan kymmentä toimenpidettä, miten julkisen sektorin tulisi varautua uuden teknologian mahdollisuuksiin ja uhkiin. Toimenpide-ehdotukset ovat tekijän ehdotuksia.



Publiceringsdatum
2.4.2014

Publikation
Förnyad satellitnavigering med utnyttjande av PRS-signaler

Författare
Antti Rainio

Tillsatt av och datum
Kommunikationsministeriet, Försvarsministeriet och Trafikverket

Publikationsseriens namn och nummer

Kommunikationsministeriets
publikationer 11/2014

ISSN (webbpublikation) 1795-4045
ISBN (webbpublikation) 978-952-243-396-1
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-396-1>
HARE-nummer

Ämnesord
positionering, system för satellitnavigering, GNSS, Galileo, PRS, offentligt reglerad tjänst

Kontaktperson
Seija Miettinen-Bellevergue, Seppo Öörni

Rapportens språk
Finska

Övriga uppgifter

Sammandrag

Denna rapport om förnyad satellitnavigering med utnyttjande av PRS-signaler ger en översikt av hur systemen för satellitnavigering har utvecklats. I rapporten granskas tjänster och tillämpningar erbjudna av det kommande europeiska Galileo-systemet med fokus på förutsättningarna för att ta i bruk den reglerade och skyddade tjänst som tagits fram för den offentliga sektorn. I rapporten analyseras telekommunikationsnätens roll inom satellitpositionering samt trender på marknaden för utrustning och applikationer inom positionering. Dessutom presenteras den lagstiftning som reglerar Galileo-systemet och positionering.

I rapporten beskrivs ur olika perspektiv hur positioneringsteknik kan tillämpas i myndigheternas verksamhet med beaktande av olika mogenhetsgrader.

Slutligen föreslås tio åtgärder med hjälp av vilka den offentliga sektorn kan förbereda sig för de möjligheter och hot som den nya tekniken erbjuder. Åtgärder är författarens åsikt av ärenden.

Date
2 April 2014

Title of publication New satellite navigation systems and the use of the PRS signal	
Author(s) Mr Antti Rainio	
Commissioned by, date Ministry of Transport and Communications, Ministry of Defence and Finnish Transport Agency	
Publication series and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 11/2014	ISSN (online) 1795-4045 ISBN (online) 978-952-243-396-1 URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-396-1 Reference number
Keywords positioning, satellite navigation system, GNSS, Galileo, PRS, public regulated signal	
Contact person Seija Miettinen-Bellevergue, Seppo Öörni	Language of the report Finnish
Other information	
<p>Abstract</p> <p>This report on new satellite navigation systems and the use of PRS signal offers an overview on the development of satellite navigation systems. Its particular focus is on the services and utilisation opportunities provided by the upcoming European Galileo system. It also discusses the requirements of introducing a service that is planned, regulated and secured for public authority use. The report looks into the role of telecommunications networks in satellite positioning and examines the market trends of positioning equipment and applications. In addition, it covers legislation concerning the Galileo system and positioning.</p> <p>The report explores the utilisation of positioning technologies in public authority applications from a variety of perspectives, taking the different maturity levels into account.</p> <p>In conclusion, the report presents ten measures proposing what steps the public sector should take in order to prepare itself for the opportunities and threats of new technologies. Proposed measures are author's proposals.</p>	

Esipuhe

Suurvallat ja Eurooppa panostavat satelliittipaikannuksen infrastruktuurin ja palvelujen kehittämiseen. Maailmanlaajuiset paikannusjärjestelmät tarjoavat aiempaa kattavamman ja tarkemman paikannuspalvelun ja aikamerkin sekä uusia palveluja viranomaiskäyttöön.

Euroopan Unionin ja Euroopan avaruusjärjestön ESA:n jäsenenä Suomi osallistuu eurooppalaisen Galileo-järjestelmän kehittämiseen ja kustannuksiin. On tärkeää, että Suomessa julkisen hallinnon ja laajemmin koko yhteiskunnan prosesseja kehitetään siten, että investoinnit Galileo-järjestelmään tuottavat vähintään investointeja vastaavat hyödyt.

Maailmanlaajuisien paikannusjärjestelmien ja niihin perustuvien sovellusten kehittäminen on kasvava liiketoiminnan mahdollisuus, johon myös suomalaiset yritykset voivat tarttua. Julkinen hallinto ja yritykset voivat yhteistyössä löytää uusia toimintamalleja ja parhaita käytäntöjä, joita palvelevat ratkaisut ovat potentiaalisia vientituotteita.

Älyliikenteen neuvottelukunta on tunnistanut tarpeen viestiä aiempaa laajemmin satelliittipaikannuksen soveltamisen mahdollisuuksista yhteiskunnassa ja julkisessa hallinnossa. Kataisen hallitusohjelman tavoitteena on, että ministeriöt laativat älystrategiat. Satelliittipaikannus voi olla osaltaan apuna prosessien uudistamisessa sekä tehokkaampien ja kestävämpien toimintamallien kehittämisessä. Selvityksen tekijä on tehnyt kymmenen toimenpide-ehdotusta, jotka ovat hänen näkemyksensä asiassa.

Tämä selvitys on laadittu liikenne- ja viestintäministeriön, puolustusministeriön ja Liikenneviraston toimeksiannosta pohjaksi julkisen hallinnon toiminnan kehittämiseen, tulosohjaukseen ja päätöksentekoon. Tavoitteena on tarjota ajantasainen katsaus viranomaisille ja heidän kumppaneilleen satelliittipaikannuksen ja sen hyödyntämisen mahdollisuuksien kehittymisestä.

Sisällysluettelo

Lyhenteitä	5
TIIVISTELMÄ.....	7
1. Johdanto	9
2. Satelliittipaikannusjärjestelmien kehitys	10
2.1. Satelliittinavigointijärjestelmät.....	10
2.1.1. Yhdysvallat: GPS ja WAAS.....	12
2.1.2. Venäjä: GLONASS ja SDCM.....	13
2.1.3. Kiina: Beidou eli Compass.....	13
2.1.4. Eurooppa: Galileo ja EGNOS	14
2.1.5. Japani: QZSS ja MSAS	14
2.1.6. Intia: IRNSS ja GAGAN.....	15
2.2. Eurooppalaisen paikannusinfrastruktuurin palvelut	15
2.2.1. Avoin paikannuspalvelu (OS, Galileo Open Service)	16
2.2.2. Kaupallinen paikannuspalvelu (CS, Galileo Commercial Service)	17
2.2.3. Säännelty paikannuspalvelu (PRS, Galileo Public Regulated Service)	17
2.2.4. Ihmishengen turvaava palvelu (SoL, Galileo Safety of Life)	18
2.2.5. Etsintä- ja pelastuspalvelu (SAR, Galileo Search and Resque Service)	18
2.3. Galileo järjestelmän arkkitehtuuri ja sen toteuttaminen	19
2.3.1. Satelliitit.....	19
2.3.2. Maa-asetat.....	19
2.3.3. Paikannuslaitteet	19
2.3.4. Toteutusvaiheet.....	20
2.4. Satelliittipaikannusta tukevat maanpäälliset järjestelmät.....	21
2.4.1. Avustettu satelliittipaikannus	21
2.4.2. Korjaustietojen välittäminen	21
2.4.3. Pseudoliitit	22
2.4.4. Toistimet	22
2.5. Satelliittipaikannuksen luotettavuus ja turvallisuus.....	23
2.5.1. Paikannuksen edellytykset ja tarkkuus	23
2.5.2. Suojautuminen paikannuksen häirintää ja harhauttamista vastaan	24
2.5.3. Turvattuja satelliittipaikannuksen palveluja.....	25
3. Paikannus ja tietoliikenne	26
3.1. Matkapuhelinverkot sijaintitiedon välittäjinä ja päätelaitteen paikannuksessa	26
3.2. Langattomat lähiverkot ja paikannus	28
3.3. Satelliittipuhelinjärjestelmät ja sijainnin välitys.....	28
3.4. Liikennemuotokohtainen tietoliikenne ja sijaintitieto	29
3.5. Viranomaisverkko, turvallisuusverkko ja sijaintitiedot	30
4. Paikannuksen markkinat, laitteet ja sovellukset.....	31
4.1. Satelliittipaikannuksen markkinat.....	31
4.1.1. Paikannuksen arvoketju.....	32
4.1.2. Paikantavat laitteet	33
4.1.3. Satelliittipaikannuksen kuluttajasovellukset	34
4.2. Satelliittipaikannuksen ammattikäyttö	37
4.2.1. Tieliikenne	37
4.2.2. Ilmailu	38
4.2.3. Merenkulku.....	38
4.2.4. Rautatieliikenne.....	39
4.2.5. Maatalous.....	39
4.2.6. Kartoitus	39
4.3. PRS-palvelun potentiaali	40
4.4. Kartta- ja paikkatietopalvelut.....	41
4.4.1. Karttapalvelut verkossa.....	41
4.4.2. Digitaalisten kartta-aineistojen tuottajat.....	42
4.4.3. Paikkatietopalvelut.....	43
5. Paikannus ja lainsäädäntö.....	45
5.1. Galileo-järjestelmää koskevat säädökset.....	45
5.1.1. Galileo-järjestelmän hallinnointi	46

5.1.2. Säänneltyä PRS-palvelua koskeva päätös	46
5.1.3. Muita Galileo-järjestelmään liittyviä säädöksiä.....	48
5.2. Häätäpaikannusta koskevia säädöksiä	48
5.3. Henkilöiden ja kulkuneuvojen paikantaminen.....	49
5.3.1. Sähköisen viestinnän tietosuoja.....	49
5.3.2. Työelämän tietosuoja	51
5.3.3. Kulkuneuvojen ja laitteiden paikannus ja jäljittäminen	51
5.4. Paikkatiedon infrastruktuuri.....	52
5.4.1. Eurooppalainen paikkatietoinfrastruktuuri (INSPIRE).....	52
5.4.2. Ympäristön ja turvallisuuden seurantaohjelma (GMES).....	53
5.4.3. Liikenneverkot.....	54
5.4.4. Tie- ja katuverkko	54
5.4.5. Elektroniset merikartat.....	54
5.4.6. Ilmailun kartat ja paikkatiedot.....	54
6. Paikannuksen hyödyntäminen viranomaistoiminnassa	55
6.1. Paikannuksen hyödyntämisen mahdollisuuksia.....	55
6.2. Kypsyysmalli ja yhteentoimivuuden tavoittelu.....	57
6.3. Esimerkkejä paikannuksen hyödyntämisen tasoista	59
7. Toimenpide-ehdotuksia	62
Lähteitä ja kirjallisuutta.....	65

Lyhenteitä

Seuraavaan luetteloon on koottu raportista lähinnä paikannusaiheisia lyhenteitä selityksineen.

ADS-B, Automatic dependent surveillance-broadcast, ilmailun tiedonvälityskäytäntö (ml. sijaintitiedot)
 A-GPS, Assisted GPS, matkapuhelinverkon avustama gps-paikannus
 AGNSS, Assisted GNSS, avustettu GNSS-paikannus (useisiin satelliittinavigointijärjestelmiin perustuva)
 AIS, Automatic Identification System, merenkulun alusten tunnistamisen ja sijaintitietojen välittämisen järjestelmä
 ARNS, Aviation Radio Navigation Service, ilmailun radionavigointipalvelu
 A/S, Anti-Spoofing, harhautuksen esto, paikannuksessa tarvittavan koodin salaus
 Beidou, Kiinan satelliittipaikannusjärjestelmä (esiintyy myös nimellä Compass)
 COSPAS-SARSAT, SAR Satellite, maailmanlaajuinen pelastusjärjestelmä (COSPAS on venäjänkielisestä nimestä)
 CS, Galileo Commercial Service, Galileo-järjestelmän kaupallinen paikannuspalvelu
 DGPS, Differential GPS, differentiaalinen gps-paikannus
 eLoran, Enhanced Loran, Loran-paikannusjärjestelmän moderni versio
 E112, Enhanced 112, paikannusta tukeva hätäviestipalvelu
 ECDIS, Electronic Chart Display and Information System, elektroninen merikarttajärjestelmä
 EGNOS, European Geostationary Navigation Overlay Service, Euroopan satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä (SBAS)
 ENC, Electronic Nautical Chart, elektroninen merikartta
 FOC, Full Operational Capability, Galileo-järjestelmän hyödyntämisvaihe
 GAGAN, GPS Aided Geo Augmented Navigation, Intian satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä (SBAS)
 Galileo, Euroopan kehitteillä oleva satelliittinavigointijärjestelmä
 GBAS, Ground Based Augmentation System, maanpäällinen paikannuksen tukijärjestelmä
 GCC, Galileo Control Center, Galileo-järjestelmän valvontakeskus
 GLONASS, Global Navigation Satellite System, Venäjän maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä
 GMES, Global Monitoring of Environment and Security, eurooppalainen ympäristön tilan seurantajärjestelmä
 GMLC/SMLC, Gateway Mobile Location Centre/Serving Mobile Location Center, matkaviestinverkon paikannuspalvelin
 GNSS, Global Navigation Satellite System, maailmanlaajuinen satelliittinavigointijärjestelmä
 GPS, Global Positioning System, Yhdysvaltojen maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä
 GSA, European GNSS Supervisory Authority, Euroopan GNSS-virasto
 GSC, Galileo Service Center, Galileo-järjestelmän GNSS-palvelukeskus
 GSMC, Galileo Security Monitoring Center, Galileo-järjestelmän turvallisuuden valvontakeskus
 GSS, Galileo Sensor Station, Galileo-järjestelmän satelliittien seuranta-asema
 HP, High Precision, Glonass-järjestelmän sotilaskäytön paikannuspalvelu
 IOC, Initial Operational Capability, Galileo-järjestelmän käyttöönottoaihe
 IOV, In-Orbit Validation, Galileo-järjestelmän kehittämisvaihe
 IRNSS, Indian Regional Navigational Satellite System, Intian kehitteillä oleva satelliittinavigointijärjestelmä
 LAAS, Local Area Augmentation System, paikallinen paikannuksen tukijärjestelmä
 LBS, Location-based services, paikannukseen perustuvat palvelut; paikkaperusteiset palvelut
 LMU, Location Measurement Unit, matkaviestinverkon verkkopaikannusyksikkö
 LORAN, LOnge Range Navigation, radiolähettimiin perustuva maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä (käytännössä LORAN-C taajuusalueella 90-110 kHz; Venäjällä vastaava järjestelmä on CHAYKA)
 LRIT, Long Range Identification and Tracking, alusten sijainnin raportointi
 MEO, Medium Earth Orbit, MEO-rata; keskikorkea satelliitin kiertorata
 MSAS, MTSAT Satellite Augmentation System, Japanin satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä (SBAS) (MTSAT, Multifunctional Transport Satellites)

NDB, Non Directional Beacon, lentoliikenteen suuntaamaton radiomajakka
NG911, Next Generation 911, Yhdysvaltojen hätäviestipalvelun uusi versio
OS, Galileo Open Service, Galileo-järjestelmän avoin paikannuspalvelu
OSM, OpenStreetMap, talkoistettu maailmanlaajuinen avoin tiekartta-aineisto
PND, Personal Navigation Device, henkilökohtainen navigointilaite
PPS, Precise Positioning Service, GPS-järjestelmän sotilaskäytön paikannuspalvelu
PRS, Public Regulated Signal, Galileon viranomaiskäyttöön varattu signaali;
Galileo-järjestelmän säännelty paikannuspalvelu
QZSS, Quasi-Zenith Satellite System, Japanin kehitteillä oleva satelliittinavigointijärjestelmä
RNSS, Radio Navigation Satellite System, radionavigointisatelliittijärjestelmä (sama kuin GNSS)
RTK-GPS, Real-Time Kinematic GPS, reaaliaikainen, tosiaikainen kinemaattinen gps
RTLS, Real-Time Locating System, lyhyen kantaman radioverkon paikannuspalvelu
SAR, Search and Resque Service, etsintä- ja pelastuspalvelu (Galileossa erityinen hätäviestin välityspalvelu)
SBAS, Satellite Based Augmentation System, satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä
SDCM, System for Differential Corrections and Monitoring, Venäjän satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä (SBAS)
SoL, Safe of Life, Galileon hätäviestipalvelu
SP, Standard Precision, Glonass-järjestelmän siviilikäytön paikannuspalvelu
SPS, Standard Positioning Service, GPS-järjestelmän siviilikäytön paikannuspalvelu
TCC, Tracking Control Center, satelliittien seuranta-asema
ULS, Up-Link Station, satelliittien ohjaukseen osallistuva asemat
VMS, Vessel Monitoring System, merenkulun alusten satelliittipaikannukseen perustuva seurantajärjestelmä
VOR, Very high frequency Omni-directional radio Range, radiomajakoihin perustuva lentokoneiden paikannusjärjestelmä
VRS, Virtual Reference Station, virtuaalinen tukiasema VRS-GPS-paikannuksessa
WAAS, Wide Area Augmentation System, Yhdysvaltojen satelliittipohjainen paikannuksen tukijärjestelmä (SBAS)
WPS, Wi-fi-based Positioning System, langattoman lähiverkon paikannuspalvelu

TIIVISTELMÄ

Satelliittinavigointijärjestelmiä on kehitetty jo 50 vuotta ja nykyiset Yhdysvaltojen GPS-järjestelmä ja Venäjän Glonass ovat olleet jo vuosia käytössä. Euroopassa tehtiin päätös Galileo-järjestelmästä vuosituhaten alussa ja myös Kiina, Japani ja Intia ovat toteuttamassa omia järjestelmiään. Kehityksen myötä maailmassa siirrytään uuden sukupolven paikannusjärjestelmiin.

Satelliittipaikannus tarjoaa sijaintitiedon noin kymmenen metrin tarkkuudella satoihin miljooniin navigaattoreihin ja pian yli miljardiin älypuhelimeen. Henkilökohtainen navigointi on arkipäivää lähes kaikissa maissa. Ihmiset löytävät vaivatta määränpään paikannuksen ja digitaalisten karttojen avulla. Mahdollisuudet sijainnin viestimiseen ja paikannettuihin hätäviesteihin parantavat turvallisuutta. Työntekijöiden ja kaluston paikantaminen lisäävät toiminnan tehokkuutta. Sijaintitieto on myös avain löytää monenlaista kyseistä paikkaa koskevaa tietoa.

Satelliittinavigointijärjestelmät välittävät myös tarkan aikamerkin kaikkialla maailmassa. Toimiakseen odotetulla tavalla mm. tietoliikenneverkko, sähköverkko ja pankkijärjestelmät tarvitsevat jatkuvasti satelliittien lähettämää tarkkaa aikamerkkiä. Ilman sitä moderni yhteiskunta ja urbaani elämänmuoto käytännössä pysähtyisivät. Satelliittinavigointijärjestelmistä on kehittynyt keskeinen osa tietoyhteiskunnan infrastruktuuria ja paikannus on monien elämänlaatua parantavien ratkaisujen mahdollistaja.

Maailmanlaajuiset satelliittinavigointijärjestelmät (GNSS, Global Navigation Satellite System) kehittyvät ja täydentävät toisiaan. Yhdysvallat ja Venäjä huoltavat ja modernisoivat omia järjestelmiään ja Kiinan ja Euroopan Unionin järjestelmien ennakoitua olevan kattavia vuonna 2020. Japanin ja Intian järjestelmät tarjoavat palveluja omilla alueillaan. Maapallon ympärillä tulee olemaan runsaat sata paikannussignaalia lähettävää satelliittia, jolloin palvelu on saatavilla nykyistä kattavampana kaikkialla. Kehityksen seurauksena paikannuksen sijaintitarkkuus paranee noin yhteen metriin ja luotettavaa paikannusta tukevat lisäksi sekä satelliittipohjaiset että maanpäälliset tukijärjestelmät.

Eurooppalaisen Galileo-järjestelmän kehittämisvaihe on vaihtumassa rakentamisen ja hyödyntämisen vaiheeksi, kun puolet satelliiteista on laukaistu vuoteen 2015 mennessä. Järjestelmä tarjoaa useita eri palveluita. Avoin paikannuspalvelu on saatavilla vapaasti kaikkiin signaalia vastaanottaviin paikantimiin. Kaupallinen paikannuspalvelu tarjoaa parempaa sijaintitarkkuutta palvelua välittävien operaattorien tuotteina. Säännelty paikannuspalvelu (PRS, Public Regulated Service) on luvanvaraista ja sen käyttö on kansallisen PRS-viranomaisen valvomaa. Palvelu on suunniteltu viranomaiskäyttöön ja suojattu häirintää vastaan. Galileo-järjestelmä pystyy myös varoittamaan, mikäli paikannuksen tarkkuus tilapäisesti heikkenee, ja välittämään hätäviestin pelastuspalvelulle, mikäli päätelaite tukee toimintoa.

Satelliittipaikannus sinänsä ei edellytä tietoliikenneyhteyttä, mutta paikannustiedon välittäminen taustajärjestelmään tai toiseen laitteeseen on yleensä tärkeässä roolissa. Tietoliikenneverkot voivat tarjota myös rinnakkaisen paikannusmenetelmän mm. sisätiloissa sekä avusteen, jonka avulla paikannus voi käynnistyä nopeammin ja sijaintitarkkuutta voidaan parantaa.

EU:n komissio arvioi, että satelliittinavigoinnin markkinat kasvavat noin 30% vuosittain. Markkinatutkimusten mukaan vuonna 2015 älypuhelimia on noin kaksi miljardia ja lähes kaikki uudet älypuhelimet sisältävät satelliittipaikannuksen, joka yleistyy nyt myös kameroissa. Liikennejärjestelmät hyödyntävät satelliittinavigointijärjestelmiä, jotka osaltaan parantavat liikenteen tehokkuutta ja turvallisuutta.

Kansalliseen turvallisuuteen ja elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen ylläpitoon ja varmistamiseen liittyvät tehtävät ovat potentiaalisia PRS-palvelun hyödyntäjiä. Kriisitilanteissa ja kyberhyökkäyksissä tavanomaiset järjestelmät ovat haavoittuvia, mutta säännelty ja salattu palvelu parantaa viranomaisten toimintavarmuutta tilanteissa, joissa sitä eniten tarvitaan.

Paikannuksen hyödyntäminen edellyttää laadukkaita ja ajantasaisia karttoja ja paikkatiedon yhteentoimivuutta. Karttapalveluista kilpailevat nykyisin johtavat, globaalit ICT-brandit ja julkisen sektorin tuottamaan tietoon kohdistuu aiempaa suurempi kysyntä, joka ilmenee paineena avata julkinen tieto vapaasti hyödynnettäväksi ja jalostettavaksi. Paikantavien päätelaitteiden yleistyminen on mahdollistanut myös ennennäkemättömän yhteisöllisen tiedonkeruun.

Eurooppalaiset ja kansalliset säädökset sekä kansainväliset sopimukset ohjaavat myös paikannusteknologian soveltamista ja paikannuksen hyödyntämistä. Galileo-järjestelmä perustuu eurooppalaiseen lainsäädäntöön ja heijastuu jäsenvaltioiden säädöksiin mm. PRS-palvelun osalta. Häätäpaikannusta ohjaavat sekä kansainväliset sopimukset että direktiivit. Henkilöiden paikantamista säädellään sähköisen viestinnän tietosuojan ja työelämän tietosuojan osana. Kulkuneuvojen paikantamista ohjataan liikennemuotokohtaisesti kansainvälisin sopimuksin.

Paikannuksen hyödyntämiseen sisältyy mahdollisuuksia monilla eri sovellusalueilla myös hallinnossa. Paikannuksen keinoin pysytään reitillä ja löydetään kohteeseen sekä jäljitetään henkilöitä ja kalustoa. Paikannuksen tukema tilannekuva on lähtökohtana toiminnan johtamiselle ja optimoinnille. Kokeiluista edetään laajempiin, organisaation tai toimialan rajat ylittäviin, yhteentoimiviin ratkaisuihin ja tunnistettavat tavoitetasot auttavat mittaristona ohjaamaan toiminnan pitkäjänteistä kehittämistä. Satelliittinavigaatiojärjestelmien kehittymisen kohdalla yliarvioidaan helposti vaikutuksia lyhyellä aikavälillä ja aliarvioidaan ne pitkällä aikavälillä.

Raportin lopussa ehdotetaan toimenpiteitä, joiden myötä paikannuksen hyödyntäminen suomalaisessa yhteiskunnassa ja etenkin viranomaistoiminnassa olisi nykyistä järjestelmällisempää ja tavoitteellisempää. Suomalainen yhteiskunta maksaa osuutensa Galileo-järjestelmän toteuttamisesta. Tästä investoinnista on pyrittävä saamaan mahdollisimman suuri hyöty sekä omassa toiminnassa että kehittäen kilpailukykyisiä vientituotteita. Säädösten on yhtäältä luotava edellytykset ja määriteltävä puitteet jatkuvasti kehittyvän tekniikan hyödyntämiselle ja toisaalta suojeltava tekniikan käyttämiseltä väärin. Toimenpide-ehdotukset ovat Rainion ehdotuksia.

Toimenpide-ehdotukset ovat:

1. Valtioneuvoston periaatepäätöksen antaminen satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntämisestä
2. PRS-viranomaisen nimeäminen, resurssointi ja toiminnan organisointi
3. PRS-paikannuspalvelun käyttöönotto turvallisuusstrategian toimeenpanossa
4. Viranomaisten strategisten navigaatio- ja paikannussuunnitelmien laatiminen
5. Liikkuvien kohteiden yhteentoimiva paikannus tilannetietoisuuden lähtökohtana
6. Paikannettujen monimediaisten hätä- ja muiden viestien vastaanoton toteuttaminen
7. Joukkoliikenteen, sairaankuljetuksen ja muiden julkisen sektorin tilaamien kuljetusten paikannus
8. Ilman kuljettajaa tai etäohjauksessa liikkuvien ajoneuvojen sääntelyn kehittäminen
9. Paikannuksen mahdollisuuksien tunnistaminen älystrategioissa ja niiden toimeenpanossa
10. Satelliittipaikannuksen koulutuksen, tutkimuksen ja kehittämisen tukeminen ja tulosten levittäminen sekä jalostaminen innovaatioiksi

1. Johdanto

Jo 1950-luvun lopulla Yhdysvalloissa ryhdyttiin kehittämään satelliitin lähettämän signaalin doppler-ilmion hyödyntämistä paikannukseen. Ensimmäinen operatiivinen viiden satelliitin Transit-järjestelmä saatiin käyttöön vuonna 1964. Käytännössä hidas ja paikallaan pysymistä vaatinut paikannus tuotti noin sadan metrin tarkkuuden. Neuvostoliitto sai vastaavat Tsikada- ja Parus-järjestelmät käyttöön 1960-luvun lopulla. Pitkän kehitystyön tuloksena Yhdysvallat toteuttivat GPS-järjestelmän (Global Positioning System), joka otettiin operatiiviseen käyttöön vuonna 1995. Pari vuotta myöhemmin Venäjä otti käyttöön oman GLONASS-järjestelmän. Vuosituhannen vaihteessa Euroopassa syntyi vahva tahtotila omassa hallinnassa olevan, siviilikäyttöön tarkoitetun satelliittipaikannusjärjestelmän toteuttamisesta. Myös Kiina, Japani ja Intia ovat heränneet satelliittipaikannukseen.

Nykyisin satelliittipaikannus tarjoaa sijaintitiedon satoihin miljooniin älypuhelimiin ja navigaattoreihin noin kymmenen metrin tarkkuudella. Henkilökohtainen navigointi on arkipäivää lähes kaikissa maissa ympäri maailmaa. Ihmiset löytävät määränpään vaivatta vieraissakin ympäristöissä. Digitaaliset kartat ja tiedot erilaisista kohteista ja palveluista auttavat arjen askareissa ja lomamatkalla tuotteiden ja palvelujen etsimisessä. Oman sijainnin viestiminen ja mahdollisuus lähiomaisten paikantamiseen lisäävät turvallisuutta. Työntekijöiden, kaluston ja laitteiden paikantaminen ja jäljittäminen parantavat toiminnan tehokkuutta. Autoteollisuuden valmisteleman eCall-hätäviestijärjestelmän ennakoitua pelastavan 5-10% muutoin kolareissa menetettävistä ihmishengistä ja lievittävän merkittävästi loukkaantumisten seurauksia, kun apu saadaan nopeasti paikalle.

Paikannus on leviämässä yhä laajempaan käyttöön. Älypuhelimilla otetut valokuvat ja videot voivat sisältää koordinaatit, joiden avulla kuvat järjestyvät karttaan. Autoja varustellaan jatkuvasti paikannettua kuvaa tallentavilla kameroilla. Kansalaiset voivat lähettää viranomaisille paikannettua palautetta. Sijaintitiedon avulla voidaan hakea esiin ja käyttöön kaikenlaista kyseistä paikkaa koskevaa tietoa alkaen kallioperästä aina ilmakehään saakka koskien menneisyyttä, nykyhetkeä taikka tulevaisuutta.

Satelliittinavigointijärjestelmät välittävät myös tarkan aikamerkin kaikkialla maailmassa. Toimiakseen odotetulla tavalla mm. tietoliikenneverkko, sähköverkko ja pankkijärjestelmät tarvitsevat jatkuvasti tarkan aikamerkin. Mikäli aikamerkin välittäminen lakkaisi, monet järjestelmät häiriintyisivät ja lakkaisivat toimimasta, jolloin moderni yhteiskunta ja urbaani elämänmuoto käytännössä pysähtyisivät. Suuri riippuvuus satelliittien signaalista pakottaa luomaan rinnakkaisia toisistaan erillään hallintoituja järjestelmiä. Signaalin häirinnän sekä terrorismin ja kybersodankäynnin iskut ja erilaisten järjestelmien haavoittuvuus on laaja uhka, johon tulee varautua eri keinoin.

Tarkat sijaintitiedot yksittäisen henkilön liikkeistä ja sijainnista voivat vaarantaa yksityisyyden suojan. Paikannusta ja jäljitystä saatetaan käyttää väärin joko systeemien turva-aukkojen tai henkilön oman välinpitämättömyyden vuoksi. On tärkeää, että kuluttajat ovat tietoisia riskeistä ja osaavat niihin varautua.

Joka tapauksessa satelliittinavigointijärjestelmistä on kehittynyt keskeinen osa tietoyhteiskunnan infrastruktuuria ja paikannus on monien elämänlaatua parantavien ratkaisujen mahdollistaja. Teknologia kehittyy ja ne, jotka hallitsevat sen soveltamisen, saavat kilpailuedun.

2. Satelliittipaikannusjärjestelmien kehitys

Tässä luvussa luodaan katsaus satelliittinavigointijärjestelmien nykytilaan ja lähiajan kehitykseen. Yhdysvallat ja Venäjä ovat järjestelmillään operatiivisessa vaiheessa, kun Kiina ja Euroopan Unioni vielä valmistelevat omia maailmanlaajuisia paikannusjärjestelmiään, joiden ennakoitaan olevan kattavia vuonna 2020. Japani ja Intia toteuttavat alueellisia järjestelmiä. Paikannuksen tarkkuutta pyritään parantamaan satelliittipohjaisia tukijärjestelmiä laajentamalla. Luvussa esitellään Galileo-järjestelmän palvelut ja toteuttaminen. Seuraavassa tarkkuutta ilmaisevilla metrisillä luvuilla tarkoitetaan paikannuksen tarkkuutta 95% todennäköisyydellä tapauksista.

2.1. Satelliittinavigointijärjestelmät

Satelliittinavigointijärjestelmä (GNSS, Global Navigation Satellite System) koostuu kolmesta osasta:

- paikannussatelliitit
- maa-asetat
- paikannusvastaanottimet

Osista käytetään usein nimityksiä avaruussegmentti, maasegmentti tai valvontasegmentti ja käyttäjäsegmentti. Kokonaisuutta täydentävät satelliittipohjaiset ja maanpäälliset paikannuksen tukijärjestelmät.

Maailmanlaajuisia satelliittinavigaatiojärjestelmiä (GNSS, Global Navigation Satellite System) ovat:

- Yhdysvaltain GPS
- Venäjän GLONASS
- Kiinan Beidou
- Euroopan Galileo

Alueellisia satelliittipaikannusjärjestelmiä ovat:

- Japanin QZSS
- Intian MZSS

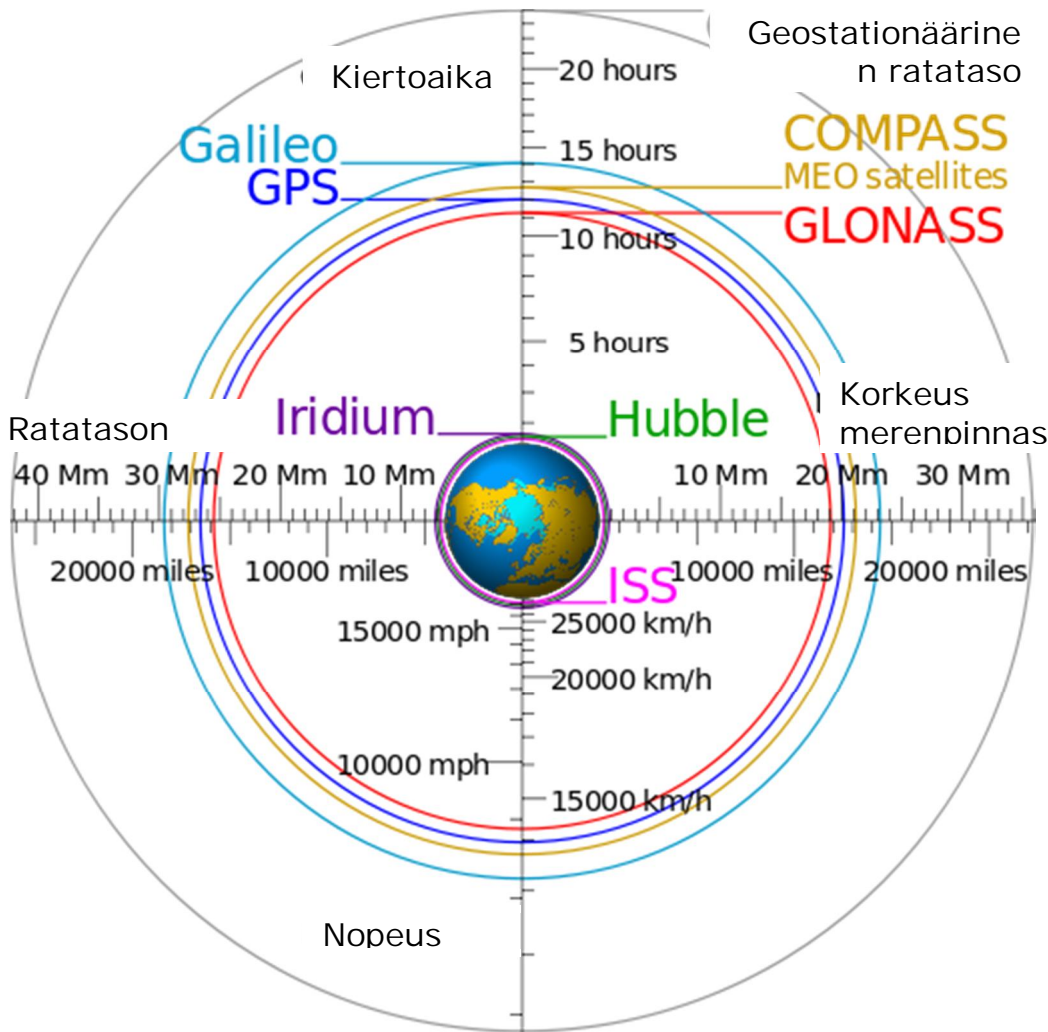
Järjestelmistä GPS ja Glonass ovat kattavia ja operatiivisia, kun Beidou ja Galileo samoin kuin alueelliset järjestelmät ovat vielä rakenteilla. Myös Etelä-Korea on tietävästi valmistelemassa alueellista GNSS-järjestelmää (NEASS, North East Asia Satellite System).

Paikannussatelliitit kiertävät maapalloa noin 20 000 kilometrin korkeudella. Ratatasot ovat kallistettuja päiväntasaajan tasoon nähden. Luotettavan paikannuksen tarjoamiseksi yksittäiseen järjestelmään kuuluu noin 30 satelliittia, joista runsaat 20 operatiivisesti käytettävissä. Maan pinnalla paikasta ja ajanhetkestä riippuen on näkyvissä yhtä aikaa yleensä 6-12 satelliittia. Vuoteen 2020 mennessä eri järjestelmiin kuuluvien paikannussatelliittien yhteismäärä kasvaa sataan.

Satelliitit lähettävät signaaliaan järjestelmästä riippuen useilla, hieman toisistaan poikkeavilla taajuuksilla. Osa taajuuksista on varattu sotilas- tai viranomaiskäyttöön tai signaalin käyttöä on muuten rajoitettu.

Paikannussatelliitit on varustettu atomikelloilla ja ne lähettävät tarkkaa aikamerkkiä sekä ratatietojaan. Satelliitteja seurataan maa-asetilta käsin mm. mittaamalla etäisyyksiä satelliitteihin lasersäteiden avulla. Seurannan ansiosta satelliittien radat tunnetaan suurella tarkkuudella. Vastaanottimessa on antenni sekä prosessori ja ohjelmisto, joiden avulla eri satelliiteista vastaanotettujen tietojen avulla pystytään laskemaan vastaanottimen

sijainti. Paikannukseen tarvitaan vähintään neljän satelliitin signaali, jotta saadaan ratkaistuksi sijainti ja vastaanottimen ns. kellovirhe. Merellä riittää teoriassa kolmekin satelliittia, kun korkeudeksi oletetaan merenpinnan korkeus. Mitä useampien, eri suunnissa olevien satelliittien signaali on saatavilla, sitä tarkemmin sijainti voidaan laskea. Paikan ratkaiseminen käy nopeammin, jos käytettävissä on kohtuullisen tarkka aika ja likimääräinen sijainti sekä satelliittien ratatiedot, jotka voidaan saada mm. matkaviestinverkon kautta.



Kuva 1. Maailmanlaajuiset satelliittinavigointijärjestelmät (GNSS) ja eräitä muita satelliitteja.

Kuvalähde: [Wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Navigation_Satellite_System)

Satelliittipaikannusjärjestelmät tarjoavat sijainti-, navigointi- ja aikapalvelua (PNT, Position-Navigation-Time). Sijainnin ohella vastaanotin laskee laitteen suunnan ja nopeuden. Käytännön paikannustilanteissa päästään 2-10 metrin sijaintitarkkuuteen. Järjestelmien ja sen myötä satelliittien määrän kasvaessa paikannustarkkuuden ennakoitaan paranevan yhteen metriin. Paikannuksen tuntemattomia satunnaisvirheitä (mm. ilmakehän tila) voidaan kompensoida ns. differentiaalikorjaustietojen avulla, jolloin paikannuksen tarkkuus on noin yksi metri tai tätäkin parempi. Näin suuri tarkkuus voi jo olla vaikea todentaa käytettävissä olevan kartan tai muun paikkatiedon avulla. Signaalin

heijastelu rakennuksista ja rakenteista voi heikentää paikannuksen tarkkuutta kuitenkin useita metrejä – näin tapahtuu etenkin kaupunkiympäristössä.

Kun tarvitaan luotettavaa paikannusta, korjaustietoja välitetään satelliittipohjaisten ja maanpäällisten tukijärjestelmien avulla. Paikannuslaitteen kannalta on yksinkertaisinta, jos korjaustiedot ovat saatavilla likimain samalla taajuudella kuin navigointisignaali.

Satelliittipohjaiset tukijärjestelmät (SBAS, Satellite Based Augmentation System) perustuvat maanpinnan suhteen paikallaan pysyviin ns. geostationääriin satelliitteihin. Tukijärjestelmät lähettävät differentiaalikorjaustietoa, joka perustuu mm. ilmakehän tilan havaintoihin ja niiden vaikutuksen mittauksiin ns. referenssiasemilla. Referenssiasemien verkkoa laajennetaan osana tukijärjestelmien kehittämistä tavoitteena maailmanlaajuinen kattavuus. Tavoitteena on, että tukijärjestelmät välittäisivät useiden GNSS-järjestelmien korjaustiedot kuten eurooppalainen EGNOS, joka kattaa GPS-, Glonass- ja Galileo-järjestelmät.

Maanpäälliset tukijärjestelmät (GBAS, Ground Based Augmentation System) ovat tyypillisesti mm. lentokenttien yhteyteen rakennettuja paikannuksen korjaustietojen lähettämiä.

Satelliittipohjaisia tukijärjestelmiä ovat:

- Yhdysvaltain WAAS
- Euroopan EGNOS
- Intian GAGAN
- Japanin MSAS
- Venäjän SCDM

Taulukko 1. Maailmanlaajuiset ja alueelliset satelliittinavigointijärjestelmät (GNSS-järjestelmät).

<i>järjestelmä</i>	<i>omistaja</i>	<i>operatiivinen</i>	<i>satelliitteja (tavoite)</i>	<i>tukijärjestelmä</i>
GPS	Yhdysvallat	1995	n.24	WAAS, 2003-
Glonass	Venäjä	2009	n.24	SDCM, 2011-
Galileo	Eurooppa	2020	4 (30)	EGNOS, 2009-
Beidou	Kiina	2020	15 (35)	"on", 2012-
IRNSS	Intia	2014	0 (7)	GAGAN, 2013-
QZSS	Japani	2013	1 (7)	MSAS, 2007-

2.1.1. Yhdysvallat: GPS ja WAAS

Yhdysvaltojen GPS-järjestelmää (Global Positioning System) hallinnoi Yhdysvaltain puolustusministeriö.

Ensimmäisen satelliittinavigointijärjestelmän suunnittelu alkoi jo 1970-luvulla. Nykyistä GPS-järjestelmää edelsi Navstar-järjestelmä, jonka aikakausi päättyi 1990-luvun puolivälissä. GPS -järjestelmän kehittäminen jatkuu edelleen ja vanhoja satelliitteja korvataan teknisesti uudemmilla.

GPS tarjoaa siviilikäyttöön kahta signaalia ja jatkossa myös kaksi lisää. Vuonna 2000 luovuttiin tarkkuuden rajoittamisesta, jonka jälkeen gps-paikannus on levinnyt erittäin laajaan käyttöön. Älypuhelimien määrä on noussut maailmassa jo miljardiin ja useimmissa puhelimissa on gps-vastaanotin; viimeisen vuoden kuluessa älypuhelimia on otettu käyttöön noin 300 miljoonaa kappaletta.

Yhdysvaltain ilmailuhallinto on toteuttanut kolmeen geostationääriseen satelliittiin perustuvan paikannuksen WAAS-tukijärjestelmän (Wide Area Augmentation System). Järjestelmään kuuluu noin 40 maa-asemaa. GPS-satelliittien saatavuustiedot ja Pohjois-Amerikan alueen differentiaalikorjaukset ovat vapaasti saatavilla ja monet satelliittipaikantimet pystyvät hyödyntämään lähetettä. Korjaustietojen avulla paikannuksen tarkkuus paranee noin yhteen metriin.

2.1.2. Venäjä: GLONASS ja SDCM

Venäjän GLONASS-järjestelmää (Global Navigation Satellite System) hallinnoi Venäjän puolustusministeriö.

Venäjällä on avaruustutkimuksessa ja satelliittipaikannuksessa pitkät, 1960-luvulle yltävät perinteet. GLONASS-järjestelmän kehittäminen alkoi 1980-luvun alussa ja operatiiviseen testaukseen päästiin 1990-luvulla. Täyteen operatiiviseen toimintaan järjestelmä on saatu viime vuosien aikana. Teknisesti järjestelmää kehitetään jatkuvasti.

GLONASS tarjoaa kahta avointa signaalia ja jokaisella satelliitilla on oma taajuus. Kun jokaisella satelliitilla on oma taajuus, GLONASS ei ole yhtä herkkä mahdolliselle häirinnälle kuin GPS-järjestelmä, jonka satelliitit käyttävät yhteisiä taajuuksia. Uusissa satelliiteissa tulee olemaan kolmas signaali. GLONASS-järjestelmän hyödyntäminen on yleistynyt monissa paikannuslaitteissa, navigaattoreissa ja älypuhelimissa.

Venäjän satelliittipohjainen paikannuksen SDCM-tukijärjestelmä (System for Differential Corrections and Monitoring) tarjoaa saatavuustiedot niin GLONASS- kuin GPS-järjestelmänkin osalta ja GLONASS-järjestelmän diifferentiaalikorjaukset. Kahden geostationäärisen satelliitin lisäksi tiedot ovat saatavilla internetin välityksellä. Järjestelmään kuuluu parikymmentä maa-asemaa.

2.1.3. Kiina: Beidou eli Compass

Kiina on kehittänyt Beidou-järjestelmää jo 1980-luvulta lähtien. Nimi juontaa Otavan kiinankielisestä nimestä. Vuosituhannen vaihteesta alkaen toteutettiin alueellinen, geostationäärisiin satelliitteihin perustuva, Kiinan aluetta palveleva Beidou-1 -järjestelmä, joka saatiin valmiiksi vuonna 2007 ja signaali avattiin myös siviilikäyttöön. Sen jatkoksi Kiina toteuttaa maailmanlaajuista Beidou2-järjestelmää, josta käytetään myös nimeä Compass. Compass on ollut operatiivinen vuodesta 2011 lähtien ja vuoteen 2015 mennessä Kiina tähtää 12-14 satelliitin kattavaan vaiheeseen. Maailmanlaajuiseen kattavuuteen suunnitellaan päästävän vuonna 2020, jolloin järjestelmään kuuluu 35 satelliittia, joista viisi geostationäärisiä.

Beidou-järjestelmään kuuluu useita signaaleita kolmella taajuusalueella. Järjestelmä tarjoaa sekä avointa paikannuspalvelua että paikannusta viranomaiskäyttöön. Järjestelmä tukee myös sijaintitiedon sisältävien 120 merkin viestien välitystä ja tätä ominaisuutta tullaan kehittämään.

Kiinan Beidou-järjestelmään kuuluu 30 maa-asemaa. Järjestelmä tuottaa ja jakaa korjaustietoja.

2.1.4. Eurooppa: Galileo ja EGNOS

Eurooppalainen Galileo on Euroopan unionin ja Euroopan avaruusjärjestö ESA:n yhteinen satelliittipaikannusjärjestelmä. Järjestelmän kehittäminen käynnistyi jo vuonna 1999, mutta virallisesti Galileo-ohjelma käynnistyi keväällä 2003.

Galileo-järjestelmään kuuluu tavoitetilassa 30 satelliittia. Ensimmäiset koesatelliitit laukaistiin 2005 ja 2008. Vuosina 2011 ja 2012 on laukaistu neljä järjestelmään kuuluvaa satelliittia. Yhteensä 14 satelliitin valmistaminen on käynnissä ja 18 satelliittia pitäisi olla käytössä vuonna 2015. Tavoitetilan mukainen kattavuus uskotaan saavutettavan vuoteen 2020 mennessä.

Galileo tarjoaa avointa paikannuspalvelua ja muita palveluja kuten SoL (Safety of Life) ja SAR (Search and Rescue) -palvelut. Lisäksi tarjolle tulee maksullinen tarkkuuspaikannus, joka sisältää avoimen signaalin lisäksi kaksi salattua signaalia. Viranomaiskäyttöön tarjotaan korkean luotettavuuden PRS (Public Regulated Service) -palvelu. Palvelut esitellään tarkemmin luvussa 2.2. Eurooppalaisen paikannusinfrastruktuurin palvelut.

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) on EU:n ja ESA:n hallinnoima paikannuksen tukijärjestelmä, joka otettiin käyttöön vuonna 2009. SoL-palvelu on otettu käyttöön vuonna 2011. Järjestelmä seuraa GPS ja GLONASS sekä Galileo-järjestelmien satelliitteja. Tiedot tuotetaan yhteistyössä 34 RIMS-aseman (Ranging Integrity Monitor Station) havaintojen pohjalta; yksi asema sijaitsee Suomessa Virolahdella ja siitä vastaa Geodeettinen laitos. EGNOS-palvelu tuottaa paikannuksen korjaustiedot, jotka välitetään kolmen geostationäärisen satelliitin kautta. Pohjois-Euroopassa satelliitit näkyvät kovin alhaalla horisontissa, joten korjaustiedot välitetään myös internetissä SISNet-palveluna. EGNOS-palvelun parantamiseksi Pohjois-Euroopassa on esitetty mm. yhden maa-aseman lisäämistä itäiseen Pohjois-Suomeen.

2.1.5. Japani: QZSS ja MSAS

Japanin hallitus käynnisti QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) satelliittipaikannusjärjestelmän kehittämisen vuonna 2002 ja kehittämisvastuu siirtyi perustetulta konsortiolta Japanin avaruusjärjestölle vuonna 2007.

QZSS-järjestelmä on alueellinen ja sen on tarkoitus toimia muita satelliittipaikannusjärjestelmiä täydentävänä. Järjestelmä koostuu satelliiteista, jotka kiertävät maanpinnan suhteen kahdeksikon muotoista rataa Kauko-Idän yläpuolella. Tavoitteena on, että satelliitit ovat vuorollaan jokseenkin kohtisuoraan zeniitissä Japanin yläpuolella. Järjestelmään kuuluu neljä maa-asemaa Japanissa ja viisi Kauko-Idän ja Tyynenmeren alueella. Ensimmäinen satelliitti laukaistiin radalleen syksyllä 2010. Järjestelmää kasvatetaan vuosikymmenen aikana neljään ja myöhemmin seitsemään satelliittiin.

QZSS tarjoaa useaa avointa paikannussignaalia sekä korjaustietoa. Kahta taajuutta käyttäen arvioidaan paikannustarkkuudeksi 7,5 metriä ja korjaustietojen avulla tarkkuuden ennakoitaan olevan 1 metri.

MSAS (MTSAT Satellite Augmentation System) on Japanin hallinnoima WAAS ja EGNOS tukijärjestelmiä vastaava järjestelmä, joka on ollut käytössä vuodesta 2007 lähtien. Järjestelmä tukeutuu sää- ja lentoliikenteen MTSAT-satelliitteihin (Multifunctional Transport Satellites). Välitetyn korjaustiedon avulla GPS-paikannuksen tarkkuus on noin 2 metriä.

2.1.6. Intia: IRNSS ja GAGAN

Intian satelliittipaikannusjärjestelmää hallinnoi Intian avaruustutkimuksen organisaatio ja järjestelmän kehityshanke käynnistyi vuonna 2006.

IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System) on alueellinen satelliittipaikannusjärjestelmä, joka tulee koostumaan seitsemästä maanpinnan suhteen paikallaan pysyvistä satelliitista Intian yläpuolella. Ensimmäinen satelliiteista laukaistiin vuonna 2012 ja järjestelmän on suunniteltu olevan operatiivinen vuoden 2014 loppuun mennessä.

IRNSS tarjoaa avointa palvelua siviilikäyttöön ja salattua signaalia sotilaskäyttöön. Järjestelmä tarjoaa myös Intian oman aikajärjestelmän.

GAGAN (GPS Aided Geo-Augmented Navigation) on Intian hallinnoima GPS-satelliittipaikannuksen differentiaalikorjaustietoja tarjoava järjestelmä, joka on tarkoituksena saada operatiiviseksi vuoden 2014 aikana. Järjestelmään kuuluu geostationäärinen satelliitti ja kahdeksan maa-asemaa ja se on yhteensopiva muiden satelliittipohjaisten paikannuksen tukijärjestelmien (WAAS, EGNOS, MSAS) kanssa. Tavoitteena on 3 metrin paikannustarkkuus mm. ilmailun tarpeisiin.

2.2. Eurooppalaisen paikannusinfrastruktuurin palvelut

Galileo- ja EGNOS-ohjelmien kautta syntyy eurooppalainen paikannusinfrastruktuuri. Päätös Galileo-yhteisyrityksen perustamisesta tehtiin jo vuonna 2002 ja tulevia palveluja on kuvattu mm. komission tiedonannossa ohjelman etenemisestä ([KOM\(2002\) 518 lopullinen](#)). Tietoa palveluista löytyy mm. Galileo-järjestelmään koskevilta EU:n komission [verkkosivuilta](#).

Galileo tarjoaa useita palveluita eri kohderyhmille:

- Avoin paikannuspalvelu (OS, Galileo Open Service)
- Kaupallinen paikannuspalvelu (CS, Galileo Commercial Service)
- Säännelty paikannuspalvelu (PRS, Galileo Public Regulated Service)
- Ihmishengen turvaava palvelu (SoL, Galileo Safety of Life)
- Etsintä- ja pelastuspalvelu (SAR, Galileo Search and Rescue Service)

EGNOS signaalien avulla tarjotaan avointa palvelua (OS), tietojen jakopalvelua (EDAS, EGNOS Data Access Service) ja ihmishengen turvaavaa palvelua (SoL).

Eurooppalainen Galileo-palvelu on yhteentoimiva ja samantyyppinen kuin Yhdysvaltain GPS-järjestelmä. Olennaisen parannuksen paikannuspalvelun toimivuuteen tuo satelliittien määrän kasvu, millä on merkitystä erityisesti kaupunkiympäristössä.

Galileo pyrkii tarjoamaan GPS-järjestelmää pidemmälle yltävää palvelua. Järjestelmän tärkeä ominaisuus on, että se tulee välittämään paikannussatelliittien kautta maailmanlaajuisesti käyttäjälle tietoa palvelun laadusta ja eheydestä eli integriteetistä. Vastaavia palveluja kehitetään osana satelliittipaikannuksen tukijärjestelmiä (WAAS, EGNOS, ...). Tavoitteena on välttää ihmishenkien menettäminen järjestelmän mahdollisten virheiden vuoksi.

Taulukko 2. Eurooppalaisen paikannusinfrastruktuurin palvelujen laatu. Kaupallisen paikannuspalvelun palvelutason määrittelee palveluoperaattori Galileo-järjestelmän asettamissa rajoissa. Taulukossa taso- ja korkeuspaikannuksen tarkkuus 95% todennäköisyydellä.

<i>Palvelu</i>	<i>Avoin palvelu</i>		<i>Turvaava palvelu</i>		<i>Säännelty palvelu</i>
<i>Lyhenne</i>	<i>OS</i>		<i>SoL</i>		<i>PRS</i>
<i>käyttösovellus</i>			<i>kriittinen</i>	<i>ei-kriittinen</i>	
Taajuuksia (kpl)	1	2	2		2
Kattavuus	globaali		globaali		globaali
Tasotarkkuus (m)	15	4	4	220	6,5
Korkeustarkkuus (m)	35	8	8	-	12
Ajan tarkkuus (ns)	-	30	-	-	100
Palvelun saatavuus %	99,8		99,8		99,5
Integriteetin saatavuus	ei		99,5%		on
Hälytys- raja	taso (m)	-	12	556	20
	korkeus (m)	-	20	-	35
Hälytysviive (s)			6	10	10
Ilmakehäkorjaus	on	on	-	-	on
Käyttöönottovuosi	2014-2015		2011 (EGNOS)		2014-2015

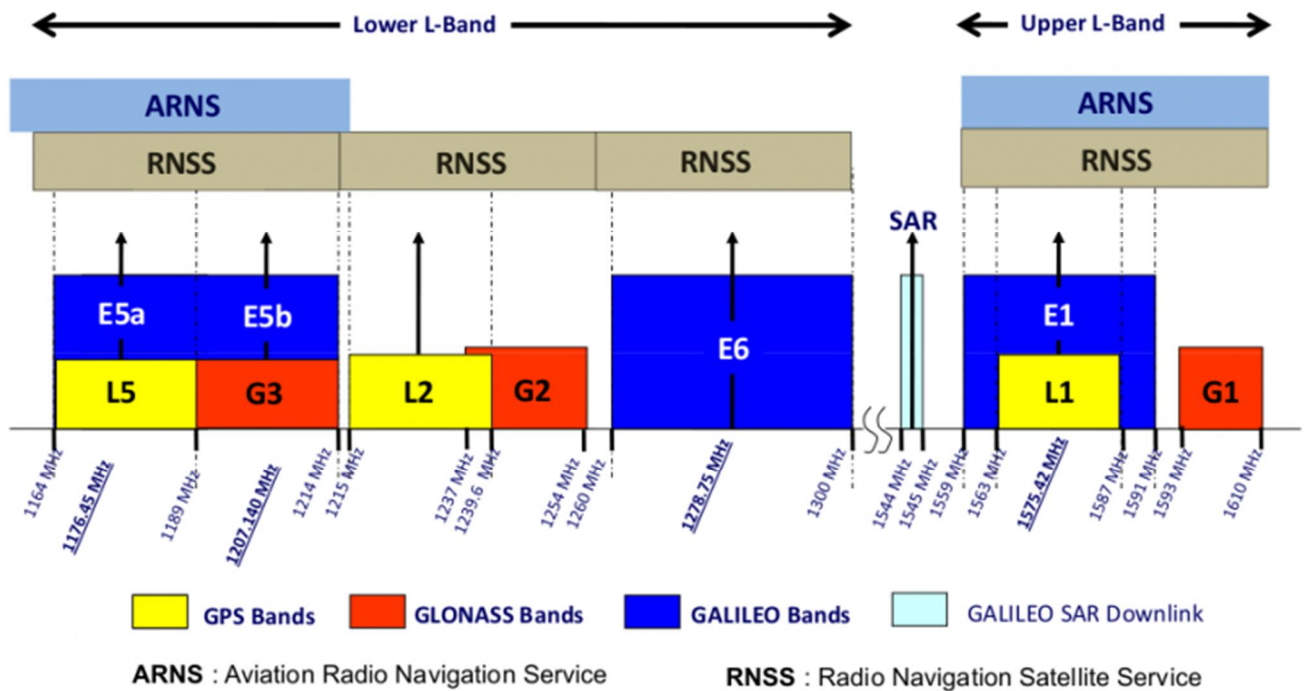
2.2.1. Avoin paikannuspalvelu (OS, Galileo Open Service)

Avoin paikannuspalvelu on käyttäjälle maksuton ja tuottaa paikannus- ja ajanmääritystietoja

satelliittinavigoinnin massasovelluksiin. Galileon avoin palvelu varmistaa, että satelliittinavigointijärjestelmät toimivat maailmanlaajuisesti yksittäisen järjestelmän saatavuudesta riippumatta. Galileo lisää myös satelliittien määrää, jolloin paikannus on luotettavampaa ja tuottaa paremman tarkkuuden. Avoin palvelu ei kuitenkaan tarjoa tietoa järjestelmän eheydestä.

Galileo tarjoaa kolme signaalia likimain samoilla taajuuksilla ja samaan tapaan kuin GPS-järjestelmä, joten Galileo-yhteentoimivia paikantimia on helppo valmistaa käytettäväksi älypuhelimissa, navigaattoreissa, kameroissa ja muissa paikantavissa laitteissa. Yhden taajuuden halvoissa laitteissa ennakoitavaksi vähintään 15 metrin tasosijainnin tarkkuus ja 35 metrin korkeustarkkuus. Kahta taajuutta käyttävässä paikannuksessa saavutetaan vähintään 4 metrin tasosijainnin tarkkuus ja 8 metrin korkeustarkkuus. Tarkkuus paranee, kun käytetään korjaustietoja EGNOS-järjestelmän tai jonkin muun tukipalvelun kautta.

Avoimen palvelun aikamerkkiä käytetään erilaisten järjestelmien ja sovellusten synkronoinnissa kuten matkaviestinnässä ja pankkijärjestelmissä.



Kuva 2. Galileo-, GPS- ja Glonass-järjestelmien taajuuskaistat. GNSS-järjestelmien taajuudet ovat osin päällekkäisiä toistensa kanssa kansainvälisten taajuussopimusten puitteissa. Kuvallähde: [Navipedia](#)

2.2.2. Kaupallinen paikannuspalvelu (CS, Galileo Commercial Service)

Kaupallinen paikannuspalvelu tukee ammatti- tai kaupalliseen käyttöön kehitettäviä sovelluksia, jotka tarjoavat avointa paikannuspalvelua parempaa ja tarkempaa paikannusta. Kaupalliselle palvelulle on tarkoitus antaa palvelulupaus saatavuudesta ja palvelussa esiintyvistä katkoista, niiden pituudesta sekä näiden eliminoimiseen liittyvistä käytännöistä. Palvelua välittävät operaattorit, jotka ostavat Galileo-operaattorilta oikeuden signaalien käyttöön yhdessä tai erikseen avointen signaalien kanssa.

Kaupallinen palvelu perustuu kahteen salattuun signaaliin (E6 band, 1278,75 MHz), joiden hyödyntäminen edellyttää salaussavainta vastaanottimessa. Palvelun kautta voidaan lisäksi välittää bittivirtaa nopeudella 500 bps, mikä mahdollistaa mm. paikallisten korjaustietojen jakelun ja siten paikannuksen senttimetritarkkuudella. Palvelu ei sinänsä tarjoa integriteettipalvelua, mutta operaattori voi liittää palveluun korjaus-ym. tietoa sen mukaan kuin sellaista on saatavilla.

2.2.3. Säännelty paikannuspalvelu (PRS, Galileo Public Regulated Service)

Säännelty paikannuspalvelu on varattu yksinomaan julkishallinnon valtuuttamille käyttäjille. Palvelussa tarjotaan vahvasti salattuja signaaleja sovelluksille, jotka edellyttävät palvelun jatkuvuutta poikkeusoloissa. Palvelu on salattu ja suunniteltu toimimaan luotettavasti häirintä- ja harhauttamisyrietyksistä huolimatta. Palveluun kuuluu häiriötä suodattavia ratkaisuja, joita koskevat tekniset yksityiskohdat pidetään huolellisesti salassa. Palvelun on tarkoitus toimia kaikissa olosuhteissa. Palvelun käyttö edellyttää, että vastaanottimessa on salauksen purkava moduuli.

Palvelu on tarkoitettu viranomaiskäyttöön sekä tukemaan yhteiskunnan kannalta strategisia ja kriittisiä sovelluksia. Tyypillisiä käyttäjiä ovat poliisi, rajavartiolaitos ja tulli sekä energiahuollosta, tietoliikenteestä tai pankkitoiminnasta keskeisesti vastaavat osapuolet.

Säännelty palvelu perustuu kahteen jatkuvaan signaaliin (taajuuksilla 1278,75 MHz ja 1575,42 MHz). Signaalit ovat laajakaistaisia ja sietävät julkisia palveluja paremmin häirintää. Tasosijainnin tarkkuus on vähintään 6,5 metriä ja korkeustarkkuus 12 metriä. Palvelun saatavuutta ohjaavat Euroopan tasolla määritellyt viranomaiset. Laitteiden jakelusta vastaavat EU:n jäsenvaltioiden viranomaiset. Käyttöoikeudet myöntää erityinen, kansallinen PRS-viranomainen.

2.2.4. Ihmishengen turvaava palvelu (SoL, Galileo Safety of Life)

Nimestään huolimatta ihmishengen turvaava palvelu on lähinnä turvallisuuskriittinen palvelu ja liittyy ihmishengen turvaamiseen vain välillisesti. Palvelu pyrkii varmistamaan paikannusjärjestelmän käytön turvallisuuden ja varoittaa käyttäjää järjestelmän kuten jonkin satelliitin tai muun osajärjestelmän toimintahäiriöistä, jotka saattavat heikentää paikannustarkkuuden. Palvelun viestit voidaan allekirjoittaa digitaalisesti, jolloin vastaanottaja voi varmistua viestin aitoudesta.

Palvelu tulee varoittamaan käyttäjää, kun järjestelmää ei pitäisi käyttää navigointiin. Pikemmin kuin paikannustarkkuus sinänsä kyse on järjestelmän eheydestä eli integriteetistä, joka tarkoittaa eri osien virheetöntä toimintaa. Kun todennäköisyys paikannuksen tarkkuuden heikkenemisestä kasvaa yli asetetun rajan, palvelu lähettää varoitusviestin käyttäjälle. Rajat asetetaan erikseen tasosijainnin ja korkeussijainnin tarkkuuden osalta eri käyttäjäryhmille.

Galileo-järjestelmässä SoL-palvelu tullaan jatkossa tarjoamaan myös avoimen paikannuspalvelun osana ja samalla maailmanlaajuisena. Satelliittipohjaisen EGNOS-tukipalvelun kautta SoL-palvelu on ollut saatavilla Euroopan alueella vuodesta 2011 lähtien.

2.2.5. Etsintä- ja pelastuspalvelu (SAR, Galileo Search and Resque Service)

Etsintä- ja pelastuspalvelu poimii hätälähettimien lähettämiä hätäsignaaleja ja välittää COSPAS-SARSAT-järjestelmän etsintä- ja pelastuspalveluun viestejä. COSPAS-SARSAT on maailmanlaajuinen pelastusjärjestelmä, jossa paikannetut laivojen, lentokoneiden, hätäpoijujen tai muiden lähettimien hätäsignaalit ohjataan satelliittien kautta automaattisesti lähimmille etsintä- ja pelastusorganisaatioille.

Galileo-järjestelmän satelliitit tulevat vastaanottamaan ja välittämään hätäsignaaleja. Täydessä toimintakyvyssä järjestelmän satelliitit kattavat jatkuvasti koko maapallon ja pystyvät myös välittämään takaisin tiedon hätäviestin perillemenosta. Galileo pystyy palvelemaan yhtä aikaa 150 hätäviestin lähettänyttä laitetta. Viive viestin lähettämisestä pelastustehtävän käynnistämiseen on enintään 10 minuuttia. Palvelun saatavuus on vähintään 99,8%.

2.3. Galileo järjestelmän arkkitehtuuri ja sen toteuttaminen

Galileo-järjestelmän arkkitehtuuri muodostuu kolmesta osasta:

- satelliiteista (Galileo Space Segment)
- maa-asemaverkosta (Galileo Ground Segment)
- paikannuslaitteista (Galileo User Segment)

Eurooppalainen paikannusinfrastruktuuri toteutuu kolmessa vaiheessa vuoteen 2020 mennessä.

2.3.1. Satelliitit

Satelliitit lähettävät navigointisignaalia eli käytännössä satelliittien ratatietoja ja tarkkaa aikamerkkiä. Galileo- satelliitit ovat ns. MEO-satelliitteja (Medium Earth Orbit), jotka kiertävät noin 14 tunnissa maapallon noin 23 000 kilometrin korkeudella kolmessa ratatasossa, jotka ovat 56 asteen kulmassa ekvaattorin tasoon nähden. Kussakin satelliitissa on kaksi erilaista atomikelloa. Satelliitit lähettävät signaalinsa neljällä eri taajuualueella (E5a 1176,45 MHz, E5b 1207,14 MHz, E6 1278,75 MHz, E1 1575,42 MHz).

2.3.2. Maa-asemat

Maa-asemat seuraavat ja mittaavat satelliittien sijaintia ja niiden ratoja maan suhteen ja tuottavat tarpeellisen tiedon, jonka avulla järjestelmää ohjataan ja hyödynnetään. Galileo-järjestelmään kuuluu maa-asemien verkko, jonka ytimenä on kaksi valvontakeskusta ja muita keskuksia sekä asemia:

- GCC valvontakeskukset (Galileo Control Center): Saksa, Italia
- GSMC-turvallisuuden valvontakeskus (Galileo Security Monitoring Center):
*Ranska/Iso-Britannia**
- GNSS-palvelukeskus (GSC, Galileo Service Center): Espanja
- SAR-palvelukeskus (Search and Resque): Ranska
- SAR-asemat (Search and Resque): Norja, Ranska, Kypros, Espanja
- TCC-asemat (Tracking Control Center): Ruotsi, Ranska, *jatkovsa 3 lisää*
- GSS-asemat (Galileo Sensor Station): 8 eri puolilla maailmaa, *jatkovsa 13 lisää*
- ULS-asemat (Up-Link Station): 5 eri puolilla maailmaa

**perustamisvaiheessa*

2.3.3. Paikannuslaitteet

Paikannuslaitteet ottavat vastaan navigointisignaalia ja laskevat sen pohjalta laitteen sijainnin sekä suunnan ja nopeuden, mikäli laite on liikkeellä. Satelliittipaikannuslaite koostuu antennista ja antennivahvistimesta sekä radio-osasta ja mikroprosessorista, oskillaattorista, muistiyksiköstä ja käyttöliitymästä. Merkittävä osa toiminnasta voidaan toteuttaa tavanomaisessa mikroprosessorissa ajettavalla ohjelmistolla, mutta antenni ja sitä lähellä oleva signaalinkäsittely vaativat erityisiä fyysisiä osia.

Galileo signaali on teknisesti hyvin samanlainen kuin GPS-signaali, joten laite voi tukea molempien signaalien vastaanottoa. Laite vastaanottaa signaalin ja purkaa navigointitiedon, joka sisältää riittävät tiedot sijainnin laskemiseen: satelliittien ratatiedot, aika- ja kellokorjaukset, tiedon signaalin laadusta sekä kalenteritiedot. Galileo-järjestelmässä tiedot päivitetään maa-asemien havaintojen perusteella kolmen tunnin välein. Tarjolla on tieto myös ilmakehän ionosfäärin aiheuttaman virheen

korjaamiseksi. Paikannuksen tarkkuuden parantamiseksi laite voi vastaanottaa myös EGNOS-tukijärjestelmän lähettämää korjaustietoa.

Galileo-järjestelmän salatun PRS-viranomaissignaalin purkaminen vaatii, että laitteessa on erityinen turvamoduuli, joiden valmistaminen on säänneltyä ja luvanvaraista.

Lukumääräisesti valtaosa paikannuslaitteista on älypuhelimia tai navigaattoreita (PND, Personal Navigation Device). Kuluttajalaitteina ovat yleistyvässä erilaiset urheilutietokoneet ja paikantavat rannekellot sekä paikantimella varustetut kamerat sekä yksinkertaiset sijainti- ja reittitietojen tallentimet (GPS-logger). Ammattikäytössä on erilaisia navigointilaitteita ja muita paikantavia ajoneuvolaitteita, joita valmistetaan myös ilman käyttöliittymää ajoneuvojen ja muun kaluston seurantaan. Tuki Galileo-signaalin hyödyntämiseksi yleistyy laitteissa kaiken aikaa.

2.3.4. Toteutusvaiheet

Eurooppalainen paikannusinfrastruktuuri rakentuu kolmessa vaiheessa:

- Kehittämisvaihe -2013 tavoitteena: IOV, In-Orbit Validation
- Käyttöönottovaihe 2012-2020 tavoitteena: IOC, Initial Operational Capability
- Hyödyntämisvaihe 2014- tavoitteena: FOC, Full Operational Capability

Komissio on antanut ehdotuksen asetukseksi eurooppalaisten satelliittinavigointijärjestelmien toteuttamisesta ja käytöstä ([KOM\(2011\) 814 lopullinen](#)). Komission monivuotisen rahoituskehityksen mukaan Galileon rahoitus vuosille 2014-2020 on tasossa 7 miljardia euroa ([SEK\(2011\) 1447 lopullinen](#)). Samassa yhteydessä komissio on arvioinut järjestelmän vaikutuksia ([SEC\(2011\) 1446 final](#)).

Kehittämisvaiheen on määrä päätyä vuonna 2013. Tavoitteena on ollut testata järjestelmä kahden koesatelliitin ja neljän operatiivisen satelliitin sekä maa-asemaverkon avulla. Ensimmäiset koesatelliitit on laukaistu vuosina 2005 ja 2008. Kaksi operatiivista satelliittia laukaistiin lokakuussa 2011 ja toiset kaksi 12.10.2012. Valvontakeskukset on perustettu Saksaan ja Italiaan ja viisi ULS-asemaa (Up-Link Station) lähettää tietoa satelliiteille. Satelliittien seurantaan on käynnistetty kaksi TCC-asemaa (Tracking Control Center) ja kahdeksan GSS-asemaa (Galileo Sensor Station) eri puolilla maailmaa.

Käyttöönottovaiheen 2012-2020 vuosina 2014-2015 tavoitteena on saattaa järjestelmä tuotantokäyttöön laukaisemalla merkittävä joukko satelliitteja ja perustamalla lisää maa-asemia. Tässä vaiheessa järjestelmä alkaa tarjota avointa palvelua (OS) ja säänneltyä palvelua (PRS) sekä etsintä- ja pelastuspalvelua (SAR). Vaiheessa otetaan käyttöön aluksi 14 satelliittia aiempien neljän lisäksi ja myöhemmin lisää satelliitteja. Maa-asemaverkosto täydentyy monilla TTC- ja GSS-mittausasemilla eri puolilla maailmaa; myös GNSS-palvelukeskus valmistuu Espanjaan.

Hyödyntämisvaiheessa vuodesta 2014 tai 2015 alkaen järjestelmä alkaa tarjota palveluja. Avoin palvelu (OS) ja säännelty palvelu (PRS) sekä etsintä- ja pelastuspalvelu (SAR) tulevat maailmanlaajuiseen operatiiviseen käyttöön. Täyteen toimintakykyyn on tarkoitus päästä vuosina 2019-2020, jolloin Galileo-järjestelmä tarjoaa kaikki suunnitellut palvelut ja koostuu yhteensä 30 satelliitista, valvontakeskuksesta ja kattavasta maa-asemien verkosta.

2.4. Satelliittipaikannusta tukevat maanpäälliset järjestelmät

Satelliittipaikannuksen tarkkuutta ja hyödyntämistä voidaan tukea ratkaisuilla, jotka tarjoavat paikannuksen lähtötietoja ja korjaustietoja radiolähetteenä tai palveluna tietoliikenneverkon kautta.

Keskeisiä ratkaisuja satelliittipaikannuksen tueksi ovat:

- avustettu satelliittipaikannus (Assisted GPS, A-GPS)
- differentiaalinen satelliittipaikannus (Differential GPS, DGPS)
- reaaliaikainen kinemaattinen mittaus (Real-time Kinematic GPS, RTK)
- pseudosatelliitit eli pseudoliitit
- toistimet (GPS repeater)

Tukijärjestelmien kehittämisen lähtökohtana on vuosien varrella ollut GPS-järjestelmä, mutta kaikki tukijärjestelmät ovat siirtymässä vaiheeseen, jossa ne tukevat useiden GNSS-järjestelmien hyödyntämistä.

2.4.1. Avustettu satelliittipaikannus

Paikannuslaite saa satelliittien signaalissa tosiaikaiset tiedot satelliittien kulkemista radoista, mikä on välttämätön edellytys paikanmääritykselle. Tiedon vastaanottaminen on käytännössä hidasta ja edellyttää vähintään 20 sekunnin mittaista katkeamatonta signaalia, mikä on vaikeaa mm. liikuttaessa kaupunkiympäristössä. Toki paikannuslaite voi olla jatkuvasti käynnissä, jolloin viivettä ei synny, mutta suuri virrankulutus muodostuu ongelmaksi etenkin mobiililaitteissa.

Avustettu satelliittipaikannus (Assisted GPS, A-GPS; Assisted GNSS, AGNSS) saa ratatiedot päätelaitteeseen matkapuhelinverkon kautta, jolloin paikanmääritys satelliittien signaalin pohjalta voi käynnistyä välittömästi. A-GPS on ollut välttämätön edellytys satelliittipaikannuksen yleistymiselle älypuhelimissa, jotta paikannus toimisi muutamassa sekunnissa kuitenkin kuluttamatta jatkuvasti virtaa.

Avustettu satelliittipaikannus on kehitetty osana kolmannen sukupolven matkaviestinnän 3GPP-yhteistyötä ja spesifikaatiot ovat saatavilla standardointiorganisaatio Open Mobile Alliance, OMA:n dokumentteina ([SUPL V2.0](#)).

2.4.2. Korjaustietojen välittäminen

Satelliittipaikannuksen tarkkuutta heikentävät mm. ilmakehän ilmiöistä aiheutuvat virheet. Paikannuksen tarkkuuden parantamiseksi on mahdollista jatkuvasti mitata ja määritellä paikannuksen virhe tunnetuilla pisteillä ja tuottaa näin paikannuksen tarkkuutta paikallisesti parantava korjaustieto. Paikannusta, joka hyödyntää tietyn paikan suhteen laskettua korjausta, sanotaan differentiaaliseksi satelliittipaikannukseksi (Differential GPS, DGPS). Menetelmä oli varsin tärkeä GPS-järjestelmän alkuvuosina, kun paikannuksen tarkkuus oli rajoitettua ja tarkkuutta voitiin parantaa noin sadasta metristä muutamaan metriin. Jo 1990-luvulla mm. merenkulkua varten luotiin rannikoille DGPS-palvelut, jotka ovat edelleen maailmanlaajuisesti käytössä. Korjaustietoja välitetään pitkäaaltoisena lähetyksenä (285-325 kHz), jolloin kantama on jopa 400 km. Liikennevirasto ylläpitää kuutta lähetintä Suomen rannikolla ja kahta Saimaan alueella. Maanpäällisten lähettimien rinnalle ovat kehittyneet satelliittipohjaiset tukijärjestelmät (WAAS, EGNOS, ...).

Paikannuslaitteiden prosessointivoiman kasvaessa ja tietoliikenneverkkojen kehittyessä on tullut mahdolliseksi tarjota palveluja, jotka tukevat paikannusta tosiaikaisesti senttimetrin tarkkuudella. Senttimetrin tarkkuuteen päästään reaaliaikaisella

kinemaattisella mittauksella (Real-Time Kinematic, RTK). Tämä edellyttää riittävän tiheää tukiasemaverkkoa, joka tuottaa kullekin paikannuslaitteelle räätälöidyn korjaustiedon muodostaen sille virtuaalisen tukiaseman (Virtual Reference Station, VRS). Galileo-järjestelmän kaupallinen palvelu (Commercial Service, CS) mahdollistaa vastaavan palvelun tarjoamisen.

Suomessa on ollut pitkään yleisradiolähetyksen kautta saatavilla DGPS-korjaustiedot kaupallisena Fokus-palveluna, joka tarjoaa nykyisin 0,6-2 metrin tarkkuutta. Geodeettinen laitos uudistaa GPS-asemien Finnref-verkon GNSS-yhteensopivaksi ja valmistelee avointa, maksutonta 0,5 metrin paikannuspalvelua sen pohjalta. Suomessa RTK- ja VRS-GPS-paikannusta tukevia palveluja on saatavilla kaupallisesti sekä paikallisesti että valtakunnallisesti.

2.4.3. Pseudoliitit

Pseudoliitit eli pseudosatelliitit ovat paikannussignaalia pienellä teholla lähetäviä laitteita, jotka korvaavat paikallisesti paikannussatelliitteja. Pieni lähetysteho on tärkeää, jotta lähetys ei peitä varsinaisten paikannussatelliittien signaalia. Pseudoliitti voi lähettää signaalinsa pulssimaisesti, jolloin tehoa ja kantamaa voidaan kasvattaa häiritsemättä liikaa satelliittien signaalien vastaanottoa. Pseudoliitit ovat säänneltyjä ja luvanvaraisia ja niiden soveltamista ohjeistetaan mm. Euroopan posti- ja telehallinnon sähköisen viestinnän komitean raportissa ([CEPT/ECC/Report 128](#)) sekä sisätilakäyttöä koskevassa raportissa ([CEPT/ECC/Report 168](#)) ja suosituksessa ([CEPT/ECC/Recommendation \(11\)08](#)). Ulkotiloissa pseudoliitti on sallittu vain L1-kaistalla eivätkä ne saa käyttää samoja PRN-koodeja kuin satelliitit, vaan niille on varattava omat, hallinnoitavat koodit ([CEPT/ECC/Report 183](#)).

Pseudoliitteja käytetään paikoissa, joissa varsinaisten paikannussatelliittien signaaleja ei ole luotettavasti ja kaiken aikaa saatavilla, taikka tilanteissa, joissa halutaan parantaa paikannuksen tarkkuutta ja luotettavuutta. Käytännön tapauksia pseudoliittien hyödyntämisestä ovat mm. maansiirtotyössä tarjottava signaali erityisesti korkeussijainnin tarkkuuden parantamiseksi, konttisatamissa korkeiden konttipinojen estäessä satelliittien näkyvyyden, sisätiloissa tarjottava signaali paikannuksen mahdollistamiseksi sekä signaalin saatavuuden varmistaminen paikallisesti konfliktitilanteissa. Monissa käyttötapauksissa pseudoliittien vaihtoehtona ovat paikannussignaalin toistimet.

2.4.4. Toistimet

Toistin on laite, joka lähettää satelliittipaikannuslaitteen antennin avulla vastaanotettua signaalia. Toistimet on tarkoitettu tarjoamaan paikannus tai aikamerkki sisätiloihin tai muihin hankaliin olosuhteisiin, joissa GPS-signaali ei suoraan kuulu. Signaalia voidaan välittää antennista kaapelia pitkin toistimeen useita satoja metrejä. Toistimen käyttö vaatii radioluvan, niiden tulee olla kiinteästi asennettuja ja niiden säätelyä on kuvattu Euroopan posti- ja telehallinnon sähköisen viestinnän komitean raporteissa ([CEPT/ECC/Report 145](#), [CEPT/ECC/Report 129](#)).

Käytännön esimerkkejä toistimien soveltamisesta ovat tietojenkäsittelytiloina käytettävät luolat, joissa tarvitaan aikamerkkiä, hallitilat, joissa tarvitaan paikannussignaalia (mm. hälytysajoneuvoihin parantamaan navigaattorien toimintakykyä), junien ym. kulkuneuvojen sisätilat, ostoskeskukset ja muut julkiset tilat.

2.5. Satelliittipaikannuksen luotettavuus ja turvallisuus

Satelliittipaikannuksen luotettavuuteen ja turvallisuuteen liittyy useita haasteita. Paikannus edellyttää, että päätelaitteella voidaan samanaikaisesti ottaa häiriöttä vastaan useiden satelliittien lähettämä signaali. Virhe- ja häiriölähteitä on monia – osa tahattomia ja osa poikkeustilanteissa tahallisia.

2.5.1. Paikannuksen edellytykset ja tarkkuus

Paikannussatelliitin signaali on maapallon pinnalla heikko. Signaali häviää taustakohinaan eikä se läpäise rakenteita. Uusia satelliittinavigointijärjestelmiä rakennettaessa ja olemassa olevia uudistettaessa lähetystehot ovat kasvamassa ja signaalin vastaanotto hieman helpottuu, mutta tilanne ei ratkaisevasti muutu.

Paikannuksen lähtötiedoiksi tarvitaan satelliittien ratatiedot, jotka ovat saatavilla satelliittien lähettämässä koodissa. Tiedonvälityksen nopeus on GPS-järjestelmässä vain 50 bittiä sekunnissa, joten ratatietojen saaminen edellyttää vähintään 30 sekunnin katkeamattoman signaalin vastaanottamista; kaikkien satelliittien almanakkatietojen vastaanotto kestää yli 10 minuuttia, joskin tilanne tulee eteen vain, jos laite on ollut pitkään käyttämättä. Vaihtoehtoisesti ratatiedot voidaan välittää nopeasti tietoliikenneverkon kautta.

Paikannukseen tarvitaan samanaikaisesti vähintään neljän satelliitin signaali. Yhden järjestelmän satelliitit riittävät jatkuvaan paikannukseen lähinnä avoimessa ympäristössä, mutta esimerkiksi kaupunkitilassa satelliitit jäävät usein rakennusten ja muiden rakenteiden taakse. Helpotusta tuo se, että satelliittien määrä kasvaa, kun maailmassa toteutetaan useita yhteentoimivia GNSS-järjestelmiä. Jo nykyisin uudet paikannuslaitteet tukevat sekä GPS- että GLONASS-satelliittien hyödyntämistä. Kaikki ”ylimääräiset” signaalit ja havainnot parantavat laskennan tuottamaa sijaintitarkkuutta.

Järjestelmien satelliitit lähettävät signaaliaan likimain samoilla taajuuksilla kuitenkin häiritsemättä toisiaan. Tosin GLONASS-satelliittien signaaleilla on omat taajuudet. Sekä GPS että Galileo tuovat jatkossa lisää taajuuksia ja signaaleja. Kahta tai useampaa taajuutta käyttämällä päästään parempaan sijaintitarkkuuteen, kun pystytään korjaamaan ionosfäärin aiheuttama viive, joka riippuu taajuudesta. Myös edulliset paikantavat päätelaitteet tulevat jatkossa tukemaan yhden signaalin käytön sijaan kahden signaalin yhtäaikaista käyttöä. Sijaintitarkkuus paranee järjestelmien ja laitteiden kehittyessä noin yhteen metriin. Erityisjärjestelyin kalliimmilla laitteilla päästään reaaliaikaisessakin paikannuksessa senttimetrin tarkkuuteen.

Paikannuksen tarkkuutta parannetaan myös korjaustietoja välittävien tukijärjestelmien avulla. Maanpäällisten ja erillisten vastaanottimien avulla toimivien ratkaisujen tilalle ovat tulleet satelliittipohjaiset tukijärjestelmät, joiden lähettämä korjaustieto voidaan ottaa vastaan suoraan paikannuslaitteilla ja käyttää hyväksi sijaintia laskettaessa. Oleellista on myös, että Galileo-järjestelmä pystyy välittämään tiedon järjestelmän toiminnan luotettavuudesta suhteessa ennalta ilmoitettuihin tarkkuuden hälytysrajoihin.

Paikannussatelliittien signaali voidaan välittää toistimien avulla rajoitetusti myös tiloihin, joihin se ei muutoin etene. Pseudoliittien avulla voidaan mahdollistaa paikannus tai parantaa sen tarkkuutta paikoissa tai olosuhteissa, joissa paikannussatelliitit eivät tarjoa riittävää palvelua. Näin satelliittipaikannuksen saatavuus ja luotettavuus paranee myös haasteellisissa olosuhteissa kuten kaupungeissa ja sisätiloissa.

2.5.2. Suojautuminen paikannuksen häirintää ja harhauttamista vastaan

Radiolähetteet ovat alttiita häiriöille, jotka voivat johtua luonnonilmiöistä kuten voimakkaista purkauksista auringossa taikka elektronisista laitteista esimerkiksi vikaantuneista laitteista. Heikko paikannussignaali peittyy helposti häiriölähteen taakse. Pienitehoinenkin radiolähetin saattaa peittää paikannussignaalin muutamien kymmenien kilometrien etäisyydellä. Ilmassa oleva lähetin voi häiritä signaalin vastaanottoa satojen kilometrien päässä. Luonnollisesti häiriöetäisyys riippuu oleellisesti häiriölähettimen lähetystehosta. Kapeakaistainen lähetys ei peitä signaaleja muilla taajuuksilla eikä siis välttämättä estä paikannusta.

Häiriöitä voivat aiheuttaa mm. vialliset tai huonosti suojatut elektroniset laitteet taikka väärin säädetyt radiolaitteet, jotka ovat taajuusalueeltaan hyvin lähellä paikannussignaalien taajuutta ja saattavat peittää satelliittien signaalin. Häiriölähteitä voivat olla myös varta vasten paikannussignaalien taajuuksille viritetyt häirintälaitteet eli jammerit. Häirintälaitteiden maahantuonti ja valmistus on kielletty.

Satelliittipaikannus perustuu sinänsä teknisesti erittäin haasteelliseen järjestelmään. Järjestelmän häiriöt jaetaan yleensä kahteen ryhmään:

- häirintä (jamming)
- harhauttaminen (spoofing)

Satelliittinavigointijärjestelmissä on varauduttu ja suojauduttu näitä häiriöitä vastaan ja uusia keinoja etsitään jatkuvasti.

Häirintä (jamming) tarkoittaa häiritsevää lähetettä samalla taajuusalueella, jolla paikannussatelliitin signaali on saatavilla. Koska paikannussignaalin lähetysteho on heikko, se on helppo peittää paikallisesti häiriölähettimen avulla. Häirintää vastaan suojaudutaan tarjoamalla paikannussignaaleja useilla taajuuksilla vieläpä laajakaistaisesti, jolloin häirintä on vaikeampaa.

Häiriöiltä ja häirinnältä pyritään suojautumaan käyttämällä useita taajuuksia, jolloin häiriöt yhdellä taajuudella eivät välttämättä estä luotettavaa paikannusta olipa häiriö sitten tahallinen tai tahaton. Kapeakaistainen häiriö voidaan onnistua signaalinkäsittelyssä suodattamalla vaimentamaan. Vastaanottimen antennin suuntauksella voidaan onnistua rajaamaan häiriölähteen vaikutus siten, että lähteestä poikkeavassa suunnassa olevien satelliittien signaalin käyttö on mahdollista.

Harhauttaminen (spoofing) tarkoittaa paikannussignaalia muistuttavaa, väärennettyä signaalia, joka johtaa virheelliseen sijainnin määrittämiseen. Jos paikannussignaalin rakenne tunnetaan tarkasti, vastaanotinta voidaan yrittää harhauttaa valesignaaleilla. Jos signaalia ei tunneta, voidaan sitä tallentaa ja lähettää viivästettynä. Harhautusmahdollisuus pyritään sulkemaan pois salaamalla koodi, johon paikannus perustuu. Salattu koodi voidaan purkaa vain erityisellä purkuavaimella, jotka ovat vain valtuutettujen käyttäjien saatavilla.

Harhauttamiselta suojautumiseksi ja turvallisen paikannuksen varmistamiseksi satelliittinavigointijärjestelmiin on toteutettu erillisiä salaukseen perustuvia signaaleja ja palveluja. Koodin purkamiseen tarvitaan purkuavaimet, joiden jakelu on rajoitettua. Salaukseen viitataan yleensä lyhenteellä A/S (Anti-Spoofing). Salaukseen perustuva käyttö pyritään nykyisin toteuttamaan avoimesta palvelusta riippumattomasti siten, että siviilipaikannuksen häiriöt eivät vaikuta suojattuun paikannukseen. Tyypillisesti turvattuja palveluja käytävissä päätelaitteissa on erityinen turvamoduuli.

Häirintää ja harhauttamista voidaan teknisin järjestelyn valvoa ja pyrkiä nopeasti paikantamaan signaalilähteet, jolloin vahingollisen toiminnan harjoittajan riski jäädä kiinni on korkea.

2.5.3. Turvattuja satelliittipaikannuksen palveluja

GNSS- järjestelmissä on hieman toisistaan poikkeavia turvattuja palveluja:

- GPS-järjestelmän PPS-palvelu
- GLONASS-järjestelmän HP-palvelu
- Galileo-järjestelmän PRS-palvelu

Safety of Life (SoL)-palvelu pyrkii myös turvaamaan satelliittinavigointijärjestelmän käyttöä, mutta se on luonteeltaan ainoastaan varoitusjärjestelmä.

Yhdysvaltojen GPS-järjestelmässä on käytössä yhtäältä avoin SPS-palvelu (Standard Positioning Service) ja toisaalta sotilas- ja viranomaiskäyttöön PPS-palvelu (Precise Positioning Service). Aiemmin järjestelmässä on ollut käytössä avoimen palvelun tarkkuuden rajoittaminen eli SA (Selective Availability), joka heikensi paikannuksen tarkkuutta maailmanlaajuisesti noin sataan metriin. Käytännöstä kuitenkin luovuttiin vuonna 2000 ja uudet satelliitit eivät enää edes teknisesti tue käytäntöä. Järjestelmää modernisoitaessa signaalin taajuusalueiden reunoille on suunniteltu erillinen sotilaskäyttöön tarkoitettu M-koodi, joka mahdollistaa konfliktitilanteissa siviilikoodin paikallisen häirinnän.

Venäjän GLONASS-järjestelmässä on avoimen SP-palvelun (Standard Precision) rinnalla HP-palvelu (High Precision) sotilaskäyttöön, joskin sen signaalia ei ole salattu. Ylipäätään satelliittien signaalien erottaminen toisistaan perustuu GLONASS-järjestelmässä satelliittien käyttämiin eri taajuuksiin, mikä vaikeuttaa häirintää. Sotilaskäyttöön tarkoitettua koodin rakennetta ei ole virallisesti ilmoitettu, vaikkakin se on tiedossa. Venäjä on kuitenkin varannut itselleen oikeuden muuttaa koodausta.

Eurooppalaisessa Galileo-järjestelmässä turvallisuuden ja paikannuksen luotettavuuteen on panostettu. Galileo-signaali toteutetaan koodijakokanavoidusti (CDMA, Code Division Multiple Access), jolloin jokainen signaali kanavoidaan samalle laajakaistaiselle taajuusalueelle yksilöllisillä koodeilla häiritsemättä toisiaan. Galileo-satelliitit lähettävät yhteensä kymmentä koodeilla erotettua paikannussignaalia kolmella laajakaistaisella taajuusalueella. Viranomaiskäyttöön on suunniteltu häirintää vastaan suojattu, vahvasti salattuun koodaukseen perustuva PRS-palvelu (Public Regulated Service). PRS-palvelun signaalit ovat turvallisuuden parantamiseksi muita signaaleja voimakkaampia ja lähetetään kahdella eri taajuudella. Salauksen purkavien PRS-turvamoduulien valmistus on luvanvaraista ja käyttö valvottua. Tarvittaessa yksittäinen turvamoduuli voidaan sulkea pois käytöstä.

Kiinan odotetaan osana Compass-järjestelmää toteuttavan avoimen palvelun rinnalle myös sotilas- ja viranomaiskäyttöön suunnatun palvelun.

Yhdysvallat ja EU ovat sopineet, että GPS-järjestelmän M-koodi ja PRS-signaali ovat eri taajuusalueilla, mikä osaltaan vaikeuttaa niiden samanaikaista häirintää. EU neuvottelee Kiinan kanssa Compass-järjestelmän vastaavan viranomaisignaalin taajuudesta, joka on Kiinan nykyisten suunnitelmien mukaan päällekkäinen Galileon PRS-signaalin kanssa. Vaihtoehtoisen taajuuden löytäminen ei Kiinan näkemyksen mukaan ole helppoa. Taajuuksien päällekkäisyyden haitallisia vaikutuksia ei ole täsmällisesti kommentoitu.

3. Paikannus ja tietoliikenne

Tässä luvussa tarkastellaan paikannuksen ja tietoliikenteen suhdetta. Satelliittipaikannus sinänsä ei edellytä muuta tietoliikenneyhteyttä päätelaitteeseen tai laitteesta, mutta paikannustiedon välittäminen on oleellinen osa satelliittipaikannuksen hyödyntämistä. Paikannus voi kuitenkin käynnistyä nopeammin, jos päätelaitteeseen voidaan toimittaa tietoliikenneverkon kautta avustetietoja. Lisäksi paikannuksen sijaintitarkkuutta voidaan parantaa, mikäli päätelaitteeseen voidaan välittää paikallisia korjaustietoja. Satelliittipaikannuksen avustamista käsiteltiin jo edellä luvussa 2.4. Tietoliikenneverkot tarjoavat myös vaihtoehdoisen, joskin yleensä karkeamman päätelaitteen paikannusmenetelmän. Verkkopaikannuksen menetelmiä ei kuitenkaan tarkastella laajemmin tässä julkaisussa.

Seuraavassa käsitellään lähinnä paikannustiedon välittämistä päätelaitteesta muihin järjestelmiin.

Navigointisovelluksissa sijaintitieto voidaan toki hyödyntää päätelaitteessa ilman tietoliikenneyhteyttä, jos tarpeelliset kartat ja muut tiedot ovat laitteessa käytävissä. Usein päätelaitteen sijainti halutaan kuitenkin lähettää johonkin palveluun tai tietojärjestelmään ja tällöin tarvitaan tietoliikenneyhteyttä. Paikantava päätelaite voi itsessään tukea tietoliikenneverkkojen käyttöä. Vaihtoehtoisesti laite liitetään kaapelilla tai langattomasti tietoliikenteestä huolehtivaan laitteeseen.

Paikannuksen tukena ja sijaintitiedon välittämiseen on tarjolla erilaisia tietoliikennejärjestelmiä ja palveluja:

- matkapuhelinverkot
- langattomat lähiverkot
- satelliittipuhelinjärjestelmät
- liikennemuodon tietoliikennekäytännöt
- viranomaisverkot

Tietoliikennekäytännön valinta riippuu paljolti käyttötapauksesta ja tietoliikenteen kustannuksista. Matkapuhelinverkkojen tavanomaiset palvelut eivät ole aina saatavilla, joten paikannustiedon välittäminen voi vaatia toiminnan turvaamiseksi erityisjärjestelyjä lisäkustannuksineen.

3.1. Matkapuhelinverkot sijaintitiedon välittäjinä ja päätelaitteen paikannuksessa

Satelliittipaikannuksen tuottama sijaintitieto välitetään yleensä matkapuhelinverkon avulla erilaisiin palveluihin ja sovelluksiin. Verkko itsessään pystyy tuottamaan laitteen sijaintitiedon vähintään verkon solun tarkkuudella, joka vaihtelee muutamasta sadasta metrillä useisiin kilometreihin.

Vaihtoehtoiset tavat sijaintitiedon välitykseen ovat:

- tekstiviestit (Short Message Service, SMS)
- multimediam viestit (Multimedia Message Service, MMS)
- IP-paketit (Internet Protocol, IP)

Pakettikytkentäisessä tiedonsiirrossa käytetään usein TCP-käytäntöä (Transmission Control Protocol), jossa pyritään varmistamaan kaikkien pakettien perillemeno. Vaihtoehtona on UDP-käytäntö (User Datagram Protocol), jossa jokaisen paketin perillemeno ei varmisteta. Mikäli välitetään päätelaitteen sijaintitietoa jatkuvasti, yksittäisen paketin puuttuminen ei ole kriittistä, jolloin tietoliikenneverkkoa vähemmän kuormittava UDP-käytäntö on hyvinkin käyttökelpoinen.

Matkapuhelinverkkojen tiedonsiirron nopeudet ovat kasvaneet siirryttäessä sukupolvesta toiseen, joskin haja-asutusalueella edelleen monesti toisen sukupolven GSM-verkko on ainoa saatavilla oleva palvelu. Sijaintitiedon välitykseen ei sinänsä tarvita suurta tiedonsiirron nopeutta, mutta mikäli päätelaitteesta halutaan lähettää esimerkiksi paikannettuja kuvia tai tosiaikaista videokuvaa suurta tiedonsiirtokapasiteettia tarvitaan.

Sijaintitiedon välityksessä saattaa olla hyvinkin oleellista tiedonsiirrosta aiheutuva viive eli verkon latenssi. Tekstiviestien ja multimediamiestien kohdalla viive on sekunteja. Pakettikytkentäisessä tietoliikenteessä viive vaihtelee käytännössä eri verkoissa kymmenestä millisekunnista sekuntiin. Viiveellä on suuri merkitys mm. liikennevalojen tai puomien ohjauksessa ajoneuvon sijainnin perusteella.

Matkapuhelinverkot tarjoavat eri sukupolvien versioina erilaisia tiedonsiirtokäytäntöjä:

- Toisen sukupolven verkot (2G)
- Kolmannen sukupolven verkot (3G)
- Neljännen sukupolven verkot (4G)

Toisen sukupolven GSM-verkot, jotka ovat käytössä edelleen, tarjoavat tekstiviestien välitystä ja GPRS-tekniikkaan (General Packet Radio Service) perustuvaa pakettikytkentäistä IP-pohjaista tiedonsiirtoa. GPRS-tiedonsiirron nopeus on teoriassa 114 kbit/s mutta käytännössä noin 30-40 kbit/s. EDGE-tekniikka (Enhanced Data rates for GSM Evolution) tarjoaa teoriassa enimmillään 474 kbit/s nopeuden mutta käytännössä 16-200 kbit/s nopeuden. Uusin versio on Evolved EDGE, joka nostaa nopeuden tasolle 1 Mbit/s ja lyhentää tiedonsiirron viiveen eli latenssin alle 100 ms aiemmasta lähes sekunnista. Toistaiseksi uutta versiota ei kuitenkaan ole otettu laajasti kaupalliseen käyttöön.

Kolmannen sukupolven verkkojen tiedonsiirto on ollut yksi suunnittelun lähtökohta. UMTS-verkko (Universal Mobile Telecommunications) tarjoaa teoriassa lähtötasona 384 kbit/s tiedonsiirron, joka on käytännössä 100-250 kbit/s viiveen ollessa noin 200 ms. HSPA-tekniikan (High Speed Packet Access) avulla saavutetaan tiedonsiirtonopeus, joka on useita megabittinä sekunnissa. Suomessa on otettu käyttöön myös 900 MHz taajuusalue, jolloin ei tarvita yhtä tiheää tukiasemaverkkoa kuin 2100 MHz taajuudella. Tiedonsiirto ylittää jopa nopeuteen 20 Mbit/s. Suomessa on kuitenkin vielä runsaasti alueita, joita kolmannen sukupolven verkot ei kata.

Neljännen sukupolven verkot tarjoavat pakettikytkentäistä tiedonsiirtoa useiden kymmenien megabittien sekuntinopeudella. Nykyisin 4G-verkon tiedonsiirtotekniikoiksi luetaan LTE (Long Term Evolution) ja DC-HSPA (Dual Carrier HSPA) sekä WiMax (ei kuitenkaan Euroopassa). LTE-tekniikassa tiedonsiirron viive on aiempaa lyhyempi, jopa alle 10 ms. Suomessa neljännen sukupolven verkkoja on tarjolla jo useissa kaupungeissa.

Matkapuhelin voidaan paikantaa matkapuhelinverkon avulla. Verkkopaikannukseen on useita menetelmiä, joista kärkein on solupaikannus. Solukoko voi vaihdella kilometristä kymmeniin kilometreihin. Matkapuhelinoperaattorien verkoissa on verkkopaikannusta tukevia paikannusyksiköitä (LMU, Location Measurement Unit) ja palvelimia (GMLC/SMC, Gateway Mobile Location Centre/Serving Mobile Location Center), joiden avulla verkkopaikannuksessa voidaan päästä usein muutaman sadan metrin tarkkuuteen kaupunkiympäristössä.

Verkkopaikannukseen perustuva matkapuhelimen sijaintitieto ei ole saatavilla päätelaitteesta, vaan operaattorin palvelusta. Älypuheliin on kuitenkin saatavilla sovelluksia, jotka hyödyntävät tukiasemien sijaintitietoja. Tietokantoja matkapuhelinverkkojen tukiasemien sijainnista on tuotettu myös yhteisöllisesti ja tietoja

on vapaasti saatavilla. Suomessa tukiasemia on 3G-verkossa noin 125.000 ja 2G-verkossa noin 50.000.

3.2. Langattomat lähiverkot ja paikannus

Langattomat lähiverkot (WLAN, Wireless Local Area Network, Wi-Fi, Wireless Fidelity) ovat yleistyneet kaikkialla urbaanissa ympäristössä ja asutuksen piirissä. Tyypillisesti lähiverkot on kytketty kiinteään tiedonsiirtoverkkoon tai kytkeytyvät matkapuhelinverkon tai muun langattoman yhteyden avulla internetiin. Yhä useammin langaton lähiverkko on myös kulkuneuvoissa ammatti- ja kuluttajasovellusten käytössä. Nykyisin myös älypuhelin voi toimia langattoman verkon tukiasemana eli "hotspottina".

Langattomat lähiverkot soveltuvat 3G ja 4G-verkkojen tavoin sijaintitiedon lisäksi myös paikannetun kuvan ja videon välittämiseen ainakin verkon sisällä. Paikallisesti langattomat lähiverkot tarjoavat kymmenien megabitien tiedonsiirtonopeuden. Yhteysnopeus internetiin riippuu kytkentätavasta.

Erityisesti sisätiloissa langattomia lähiverkkoja käytetään päätelaitteiden paikannukseen eli lähiverkkopaikannukseen ([WPS](#), Wi-Fi-based Positioning System). Verkkojen sijaintitietoja on kerätty järjestelmällisesti paikantavien mobiililaitteiden kuten älypuhelimien avulla osin talkoistetusti ja mm. Googlen Street View-palvelun tiedonkeruun yhteydessä sekä älypuhelimien sijaintipalvelujen käytön yhteydessä. Globaalisti lähiverkkoihin perustuvaa paikannuspalvelua tarjoavat mm. Google, Navizon ja Skyhook. Shyhookin tietokannassa on ainakin 250 miljoonaa paikannettua Wi-Fi-kohdetta. Suomessa langattomia verkkoja on satoja tuhansia.

Lyhyen kantaman radioverkoissa on useita paikannustapoja ([RTLS](#), Real-Time Locating System). Langattomassa lähiverkossa päätelaite voidaan paikantaa muutaman metrin tarkkuudella, mikäli tukiasemia on useita ja verkosta on laadittu signaalikartta, joka on paikannussovelluksen käytössä. Menetelmää ja siihen perustuvia tuotteita on kehittänyt mm. suomalainen yritys Ekahau.

3.3. Satelliittipuhelinjärjestelmät ja sijainnin välitys

Satelliittipuhelimet eivät aikanaan yleistyneet odotetulla tavalla, vaan jäivät matkapuhelimien varjoon. Kuitenkin matkapuhelinverkkojen ulkopuolella merialueilla ja harvaan asutuilla alueilla satelliittipuhelimilla on oma roolinsa. Sijaintitiedon välittäminen ja erilaiset paikannustiedon sisältävät statusviestit on eräs tyypillinen satelliittipuhelinjärjestelmien hyödyntämisen muoto erityisesti kuljetusten turvaamisessa.

Satelliittipuhelinjärjestelmät toimivat joko matalalla kiertävien satelliittien kautta (Iridium) tai geostationääristen satelliittien kautta (Inmarsat, Thuraya). Kilpailevat kaupalliset järjestelmät tarjoavat lyhytviestien välitystä ja lähinnä GPRS-tyyppistä IP-tiedonsiirtoa. Inmarsat on tuomassa uusien satelliittien myötä vuonna 2013 tarjolle laajakaistaisen, useita megabitejä sekunnissa siirtävän palvelun, joka vaatii noin puolimetrisen antennin.

Satelliittipuhelimien uudet mallit toimivat myös GSM-verkossa ja GPS-paikannus on osa puhelimen perustoiminnallisuutta samoin kuin paikannettujen viestien lähetyks. Puhelimeissa on usein myös ennalta ohjelmoitava hätäpainike paikannuksen sisältävän hätäviestin lähettämiseksi haluttuun, ennalta valittuun numeroon.

3.4. Liikennemuotokohtainen tietoliikenne ja sijaintitieto

Tie-, rautatie-, meri- ja lentoliikenteessä kulkuneuvojen sijaintitietojen välittäminen on osa liikenteenhallintaa, valvontaa ja ohjausta sekä palvelujen tuottamista.

Tieliikenteessä ei ole toistaiseksi erityistä ajoneuvojen sijainnin välittämisen käytäntöä. Paikallisesti ajoneuvoja tunnustetaan ja sijaintitietoja rekisteröidään tiemaksujärjestelmien ja kulunvalvonnan osana, jolloin käytetään usein lyhyen kantaman RFID-tekniikkaa. Tavara-, joukko- ja taksiliikenteessä on erilaisia vaihtoehtoisia ratkaisuja, joissa ajoneuvon sijaintitieto välitetään liikenteen hallinnan järjestelmiin yleensä matkapuhelinverkoissa aiemmin tekstiviestien ja nykyisin lähinnä GPRS-datasiirron avulla. Älypuhelimet ja tietoliikenneverkkoon liitetyt navigaattorit saattavat lähettää matkapuhelinverkon kautta sijainti-, suunta- ja nopeustietoja liikenteen seurannan järjestelmiin, jotka tarjoavat vastavuoroisesti liikennetilannetietoja navigointisovelluksille. Autojen eCall-hätäviestijärjestelmät ovat perustuneet tekstiviesteihin ja tulevat jatkossa perustumaan paikannusta tukevien hätäviestipalvelujen kehittämiseen (E112, Enhanced 112) EU:n suosituksen mukaan.

Rautatieliikenteessä on käytössä GSM-tekniikan pohjalta kehitetty GSM-R-verkko (Global System Mobile – Railway), joka tukee tiedonsiirron myös nopeisiin luotijuniin aina 500 km/h saakka. Tekniikka on hyväksytty käyttöön mm. kaikissa EU:n jäsenmaissa ja se on osa eurooppalaista junaliikenteen hallintajärjestelmää (ERTMS, European Rail Traffic Management System). Junan sijaintitieto ja nopeus välitetään verkon kautta järjestelmään, kun juna ylittää rautatiehen kiinnitetyn tunnistimen eli balliisin. Uusiin GSM-R-päätelaitteisiin on saatavilla myös GPS-paikannus. Suomessa GSM-R-tekniikalla toteutetun [RAILI-verkon](#) operaattorina toimii Liikennevirasto.

Satelliittipaikannusta käytetään junien kulkutietojen tuottamiseen. Valtaosa junista on nykyisin varustettu GPS-paikantimilla, jotka välittävät sijaintitiedon GPRS-tekniikan avulla aikataulujärjestelmään, josta tiedot ovat eri tavoin virkailijoiden ja yleisön saatavilla. Suomessa VR on julkaissut vuonna 2011 mm. [Junat kartalla](#) –palvelun sekä kulkutiedot tarjoavan rajapintapalvelun.

Meriliikenteessä on käytössä useita radiotaajuuksia ja kauppa-alusten sijaintitiedot AIS-laitteista (Automatic Identification System) välitetään VHF-liikenteenä (Very High Frequency) VTS-keskuksiin (Vessel Traffic Service) sekä toisten alusten navigointilaitteisiin. Kauempana avomerellä liikkuvien alusten sijainti välitetään LRIT-järjestelmän (Long-Range Identification and Tracking) avulla vähintään neljä kertaa vuorokaudessa satelliittiyhteyksien kautta. Kauppa-alusten ja kalastusalusten osalta AIS-laitteiden käyttö on pakollista. Viime vuosina laitteiden hinnat ovat laskeneet ja laitteet ovat laajasti käytössä huviveneissä.

Lentoliikenteessä sijaintitiedot välitetään radioteitse nykyisin digitaalisesti lennonohjausjärjestelmiin. Noin 70% lentokoneista Euroopassa käyttää tiedonvälitykseen ADS-B -menetelmää (Automatic dependent surveillance-broadcast), jonka tietoliikenne perustuu kansainvälisen ilmailujärjestön ICAO:n toimesta standardoituun VDL Mode S -tekniikkaan (VHF Data Link). Lentokoneiden sijaintitietoja koneiden ja lennonvarmistusjärjestelmien välillä siirretään edelleen VDL Mode 2 -datalinkin avulla. Tulevaisuudessa lentokoneita paikannetaan kiinteiden tutka-asemien sijaan yhä enemmän verkotettujen maa-asemien avulla. Lentokoneiden lähetteen vastaanottohetkistä lasketaan lähettimen sijainti (WAM, Wide Area Multilateration).

3.5. Viranomaisverkko, turvallisuusverkko ja sijaintitiedot

Viranomaistoimintaa varten on toteutettu erillisiä radioverkkoja, jotka tukevat mm. kenttäjohtamisen tilanteissa tärkeitä ryhmäpuheluja. Erillisen verkon avulla varmistetaan toiminta myös tilanteissa, joissa yleinen matkapuhelinverkko tukkeutuu puhelujen suuren määrän vuoksi.

Viranomaisverkot perustuvat useissa maissa kansainväliseen TETRA-standardiin (Terrestrial Trunked Radio). Eurooppalainen ETSI (European Telecommunications Standards Institute) julkaisi standardin vuonna 1995 ja valtakunnan kattava, eri viranomaisten yhteinen verkko toteutettiin ensimmäiseksi Suomessa. Taajuusalue 380-400 MHz tarjoaa signaalille hyvän kantavuuden.

Päätelaitteessa voi olla GPS-paikannin ja sijaintitiedon välittäminen TETRA-verkossa voi tapahtua tekstiviestiä vastaavan lyhytsanomana avulla tai laitteen statusviestinä. Päätelaite voidaan paikantaa karkeasti myös verkon tukiasemien avulla. Kunkin ryhmän pääkäyttäjä antaa oikeudet ryhmän päätelaitteiden sijainnin seurantaan.

Suomessa viranomaisverkko VIRVEssä on runsaat 30.000 liittymää ja verkossa välitetään viikoittain keskimäärin yli miljoona ryhmäpuhelukäytöstä ja yli 30 miljoonaa viestiä. Verkon käyttäjiä ovat pelastustoimi, poliisitoimi, puolustusvoimat, rajavartiolaitos, tulli, sosiaali- ja terveystoimi, hätäkeskuslaitos, eri ministeriöt sekä muut valtion ja kuntien turvallisuudesta ja toimivuudesta vastaavat tahot kuten sähköverkon ylläpidosta vastaavia osapuolia.

Valtioneuvoston periaatepäätös ([VN 16.12.2010](#)) Yhteiskunnan turvallisuusstrategiasta ohjaa valtion turvallisuusverkon (TUVE) toteuttamista. Keskeistä on elintärkeiden toimintojen turvaaminen ja kriisitilanteiden johtaminen, joissa turvattu tietoliikenne on avainasemassa. Yhteinen tilannekuva on johtamisen ja viranomaisyhteistyön lähtökohta ja kohteiden ja yksiköiden paikannus on olennaista tilannekuvan muodostamisessa.

4. Paikannuksen markkinat, laitteet ja sovellukset

Tässä luvussa tarkastellaan satelliittipaikannuksen markkinoita yhtäältä kuluttajien sovellusten ja toisaalta paikannuksen ammattimaisen hyödyntämisen kannalta. EU:n komissio arvioi satelliittinavigointiohjelmien väliarvioinnissa, että markkinat kasvavat 30% vuosittain ja nykyisin 6-7 prosenttia (800 miljardia euroa) länsimaiden bruttokansantuotteesta on satelliittinavigoinnista riippuvaista.

Markkinatutkimusten mukaan erillisten navigaattorien kappalemääräinen myynti on kääntynyt laskuun ja maailmassa on jo yli miljardi älypuhelinta. Vuonna 2015 älypuhelimia on noin kaksi miljardia ja lähes kaikki uudet älypuhelimet sisältävät satelliittipaikannuksen, joka yleistyy myös kameroissa. Kaikki liikennejärjestelmät hyödyntävät ja tulevat yhä riippuvaisemmiksi satelliittinavigointijärjestelmistä, jotka myös osaltaan parantavat liikenteen tehokkuutta ja turvallisuutta.

Säännellyllä PRS-palvelulla on suuri yhteiskunnallinen tilaus. Viranomaisten on taattava kansalaisten turvallisuus kaikissa olosuhteissa, joten häiriöihin ja häirintään on varauduttava. Myös kriittiset järjestelmät kuten tietoliikenne, energiansiirto ja rahoitusjärjestelmät ovat riippuvaisia navigointijärjestelmien tarjoamasta tarkasta aikamerkistä.

Paikannuksen infrastruktuuri tarvitsee ajantasaisia karttoja ja muuta paikkatietoa. Vastaavasti paikkatiedon infrastruktuuri tarvitsee ja hyötyy merkittävästi kehittyvästä paikannuksen infrastruktuurista. Karttapalveluista on tullut johtavien globaalien brandien liiketoimintaa ja kilpailun kohde. Julkisen sektorin tuottamaan tietoon kohdistuu aiempaa suurempi kysyntä, joka ilmenee myös paineena avata julkisen hallinnon tuottama tieto vapaasti hyödynnettäväksi ja jalostettavaksi. Paikantavien päätelaitteiden yleistyminen on mahdollistanut myös ennennäkemättömän yhteisöllisen tiedonkeruun.

4.1. Satelliittipaikannuksen markkinat

Satelliittipaikannuksen markkinat kehittyvät yhtäältä paikannusjärjestelmien rakentuessa ja toisaalta mobiilien päätelaitteiden yleistyessä.

Älypuhelinten markkinat kasvavat erittäin nopeasti. Strategy Analyticsin mukaan maailmassa on jo yli miljardi älypuhelinta ja määrä on kasvanut vuodessa 300 miljoonalla. Kahden miljardin laitteen raja arvellaan saavutettavan jo vuonna 2015. IDC:n ja Gartnerin selvitysten mukaan maailmassa myytiin yli 170 miljoonaa älypuhelinta vuoden 2012 kolmannella neljänneksellä. Lähes kaikki uudet älypuhelimet ja suuri osa olemassa olevista on varustettu satelliittipaikannuksella, joka ei ole enää erillinen komponentti, vaan sulautettu älypuhelimien "emolevyyn".

Googlen teettämän tutkimuksen ([Our Mobile Planet](#)) mukaan älypuhelinten yleistyminen on erityisen nopeaa Suomessa, jossa vuoden 2012 alussa penetraatio oli alhainen muihin Pohjoismaihin nähden: Norja 54%, Ruotsi 51%, Tanska 45%, Suomi 38%.

Euroopan GNSS-viraston (GSA, European GNSS Supervisory Authority) markkinakatsauksen ([GNSS Market Report 2012](#)) mukaan paikannus ja kartat ovat älypuhelimissa noin 500 miljoonan liikkujan käytössä. Lisäksi autonavigointilaitte tai muu paikantava laite on pian yli 200 miljoonassa autossa. Paikantavien älypuhelimien määrä on kasvanut keskimäärin 40% vuosittain vuoden 2006 noin 100 miljoonasta. Lähes 90% paikantavista laitteista on älypuhelimia, runsaat 10% autoissa käytettäviä navigaattoreita tai telematiikkalaitteita ja muiden laitteiden osuuden ollessa alle 1%.

Satelliittipaikannuksen markkinoiden arvoketju on monimuotoinen ja markkinoille tulee erilaisia laitteita, joiden paikannus on sulautettu. Perinteiset kuluttajasovellukset saavat rinnalleen jatkuvasti uusia tapoja hyödyntää paikannusta.

4.1.1. Paikannuksen arvoketju

Paikannuksen arvoketju sisältää laitteet, sisällöt ja palvelut sekä näiden jakelun:

- paikannuspiirien valmistus
 - sulautettujen piirien valmistus
 - piirikomponenttien valmistus
- paikantavien päätelaitteiden laitevalmistus
 - paikantavat älypuhelimet
 - navigointilaitteet autoihin, aluksiin, lentokoneisiin
 - telematiikkalaitteet kulkuneuvoihin ja kalustoon
 - paikantavat kamerat ja videotallentimet
 - paikantavat rannetietokoneet
 - kartoitus- ja mittauslaitteet
- kartta- ja muun paikkatiedon tuottaminen
 - tiedonkeruu: kaukokartoitus, maastomittaus, ...
 - harmonisointi ja jalostus
 - tosiaikaisen tilannekuvan tuottaminen
 - paketointi ja jakelu
- sovellusten ja palvelujen tuottaminen ja jakelu
 - sovellusten ja järjestelmien kehittäminen ja valmistus
 - ekosysteemien ja teleoperaattorien verkkokaupat
 - verkkopalvelujen tuottaminen internetiin
 - sovellusten esiasennukset ja sulauttaminen laitteisiin
- paikannusta tukevien palvelujen tuottaminen
 - matkapuhelimia tukevat palvelut
 - satelliittipaikannuksen tukijärjestelmät

GNSS-viraston katsauksen mukaan paikannuspiirien valmistajien tulot olivat vuonna 2010 noin 620 miljoonaa euroa ja kasvu edellisestä vuodesta oli 17%. Älypuhelimien markkinat ovat sinänsä satoja miljardeja euroja vuodessa.

Markkinatutkimuksen ([Berg Insight](#)) mukaan vuoden 2011 lopussa maailmanlaajuisesti oli toimitettu kiinteästi tehtaalla asennettuna noin 60 miljoonaa ja jälkiasennettuna 150 miljoonaa PND-laitteita (Personal Navigation Device). GPS-puhelimien myyntimäärä on ohittanut PND-laitteiden myyntimäärän, joka on jo laskussa.

Navigaattorien markkinoita hallitsevat Garmin ja TomTom; Garminin liikevaihto vuonna 2011 oli yli 2 miljardia euroa. Karttamarkkinoita hallitsevat Navteq (liikevaihtoa 580 miljoonaa euroa vuonna 2009) ja TomTom-TeleAtlas (250 miljoonaa euroa vuonna 2009).

Älypuhelimiin asennettavien paikannusta hyödyntävien sovellusten markkinat ovat valtavat. Jokseenkin jokaisessa älypuhelimessa on paikannusta hyödyntävä kartta- tai navigointisovellus sekä lukuisia sovelluksia, jotka hyödyntävät sijaintitietoa.

Paikannusta tukevien palvelujen volyyymi vuonna 2012 oli noin 200 miljoonaa euroa ([Berg Insight](#)). Matkapuhelinoperaattorien verkoissa on verkkopaikannusta tukevat paikannusyksiköt ja palvelimet sekä satelliittipaikannusta tukevat ratkaisut. Matkapuhelinverkkojen ohella langattomiin lähiverkkoihin liittyy paikannusmarkkinat, jotka ovat kasvamassa sisätalapaikannuksen tuotteistuksessa. Google on tuonut Android-

puheliiniin Google Maps -palvelua täydentävät julkisten sisätilojen kartat ja saatavilla on runsaat 10 000 pohjapiirrosta ainakin 13 maasta ([Google Indoor Maps](#)).

4.1.2. Paikantavat laitteet

Satelliittinavigointijärjestelmää hyödynnetään monenlaisilla paikantavilla laitteilla, joissa on tuki yhdelle tai useammalle GNSS-järjestelmälle sekä mahdollisille tukijärjestelmille. Laitteet toimivat joko itsenäisesti tai tietoliikenneverkon avustamana ja voivat myös viestiä sijaintinsa tietoliikenneverkon kautta sekä tallentaa kuljetut reitit laitteen muistiin. Paikantavat laitteet ovat eriytyneet erilaisiin käyttötarkoituksiin ja paikannus on nykyisin ns. sulautettua tekniikkaa. Eri maissa ja julkisissa hankinnoissa saatetaan edellyttää teknistä tukea GNSS-järjestelmälle, johon valtio on investoinut.

Älypuhelimet dominoivat satelliittipaikannuksen hyödyntämistä ainakin laitteiden määrän perusteella. GPS-paikannus tuli ensimmäiseksi suomalaisen Benefonin ja amerikkalaisen Garminin matkapuheliiniin vuonna 2002, mutta yleistyi vasta suurten puhelinvalmistajien laitteiden, mm. Nokia N95-puhelimen myötä vuodesta 2006 lähtien. Yhdysvalloissa 911-hätäpuhelijujen paikannusvaatimus toi GPS-paikannuksen laajasti matkapuheliiniin, mutta paikannusta hyödyntävät palvelut yleistyivät vasta varsinaisten älypuhelinien, mm. Apple iPhone ja Googlen Android-järjestelmän puhelinien myötä. Nykyisin GNSS-piiri on osa älypuhelimien perustekniikkaa.

Älypuheliiniin on saatavilla tuhansittain erilaisia paikannusta hyödyntäviä sovelluksia puhelimen omistajia palvelevissa verkkokaupoissa (App Store, Android market, Windows Phone Marketplace, jne). Reititys joukkoliikennevälineillä tai yksityisautolla on tavanomainen rutiini, jota paikannus tukee. Palvelujen etsiminen paikannuksen perusteella on arkipäiväistä. Sijaintipalvelut ovat käytössä monissa sovelluksissa myös pelkästään käyttäjien seurantaan, jotta sovelluksen toimittaja näkee missäpäin maailmaa tai maata sovellusta käytetään, olipa kyseessä sitten peli tai vaikka sähköinen lehti.

Googlen tutkimuksen ([Our Mobile Planet](#)) mukaan Suomessa älypuhelimien käyttäjistä 90% käyttää paikannukseen perustuvia palveluja ja lähes puolet käyttää näitä palveluja viikoittain. Suomessa yli puolet uusista puhelimista on älypuhelimia ja Market-Vision [tutkimuksessa](#) arvioidaan osuuden olevan yli 90% vuonna 2014.

Navigaattorit tulivat ammattiliikenteeseen maalla, merellä ja ilmassa jo 1990-luvulla ja yleistyivät vähitellen veneissä ja autoissa. Kiinteiden autonavigointilaitteiden rinnalle tulivat 2000-luvulla jälkiasennettavat autonavigaattorit, jotka edullisena kulutuselektronikan tuotteina valtasivat markkinat. Eri liikkumismuotoja varten on saatavilla erilaisia malleja autoon, moottoripyörään ja polkupyörään sekä retkeilijälle. Navigaattorit ovat yleistyneet veneissä ja sulautuneet ns. karttaplottereihin, joissa suositetaan autonavigaattoreita suurempia näyttöjä. Laadukkaat, värilliset kosketusnäytöt ovat yleistyneet navigaattoreissa.

Karttojen ja navigoinnin ohella navigaattorit tarjoavat yhä enemmän tietoa erilaisista palveluista ja palvelupisteistä. Ajantasainen tieto liikenteestä on liiketoiminnallisesti merkittävä lisäpalvelu. Myös säätiedot ja ennusteet täydentävät navigaattorien ja navigointisovellusten palveluvalikoimaa.

Seurantalaitteet ovat yksinkertaisia paikantavia laitteita, jotka keräävät paikannustietoa ja mahdollisesti välittävät sen eteenpäin. Tyypillisesti seurantalaitteessa ei ole varsinaista käyttöliittymää, vaan ainoastaan joitakin painikkeita ja merkkivaloja. GPS-loggeri tallentaa reitit ja mahdollistaa pisteen tallennuksen yksinkertaisella painikkeella. Sijaintitiedot voidaan viedä esimerkiksi Google Earthiin tai muuhun karttasovellukseen.

Kun laitteeseen lisätään tiedonsiirtoa tukeva moduuli kuten GPRS-modeemi, voi laite lähettää sijaintitiedon sopivalle palvelimelle tai sovellukselle tarvittaessa reaaliajassa. Seurantalaitte voi olla lähtökohta kuljetusten seurannalle ja logistisille optimointisovelluksille, ajokilometrien keruulle ajopäiväkirjaan, vakuutusmaksuja varten taikka kilometriverojen keruuseen. Seurantalaitetta voidaan käyttää myös esimerkiksi kenttätyön ohjauksessa tai niiden edistymisen raportoinnissa kuten lumenaurauksen tai latukoneen seurannassa. Yksityisesti seurantalaitteita voidaan käyttää urheilusuoritusten dokumentointiin taikka perheenjäsenten paikantamiseen, jolloin laitteiden muotoiluun esimerkiksi rannetietokoneina panostetaan tavanomaista "trackboxia" enemmän. Sama laite voi tukea sekä paikannusta että sykkeen mittausta.

AIS-laitteita (Automatic Identification System) käytetään kauppa-aluksissa, kalastusaluksissa ja jonkin verran myös huviveneissä. Laite välittää aluksen sijaintitiedon ja vastaanottaa lähistöllä olevien laitteiden lähettämät tiedot. Lentokoneissa on vastaavat ADS-laitteet (Automatic dependent surveillance).

Paikantavat kamerat sisältävät GPS-piirin ja tallentavat sijaintikoordinaatit valokuvan metatietoihin taikka videotiedostoon. Paikantavat kamerat ovat yleistymässä ja kaikilla tunnetuilla kameramerkeillä on tarjolla malleja, joissa on paikannusominaisuus. Mallista riippuen kamera voi kerätä myös kuljetun reitin ja näyttää reitin sekä kuvien paikat kameran näytössä.

Autoihin on tarjolla kameroita ja järjestelmiä paikannetun videokuvan tallennukseen. GPS-DVR-laitteet (DVR, Digital Video Recording) tallentavat kuvan ja sijaintitiedot ns. "jatkuvan nauhan" periaatteella eli kun muisti tulee täyteen, tallennetaan uutta kuvaa vanhimman otoksen päälle. Joissain malleissa on kamera sekä eteenpäin että taaksepäin. Tarjolla on myös malleja, jotka lähettävät 3G-verkon kautta reaaliajassa paikannettua kuvaa. Järjestelmä dokumentoi mahdolliset kolari- tms. tilanteet. Laitteet ovat suosittuja mm. Venäjällä.

Mittauslaitteet ovat yleensä RTK-laitteita (Real-Time Kinematic). Uudet mallit tukevat kaikkia saatavilla olevia GNSS-signaaleja, joita varten laitteissa jopa parisataa kanavaa. Laitteet hyödyntävät myös satelliittipohjaisia tukijärjestelmiä (WAAS, EGNOS, jne) sekä matkapuhelinverkon tai muun radioyhteyden kautta saatavia differentiaalikorjaustietoja. Tietoliikenneyhteyttä käytetään nykyisin myös mittaus tulosten välittämiseen kartoitustyötä tukevaan järjestelmään.

Kartoitustyötä tukee VRS-verkko (Virtual Reference Station), joka perustuu kiinteisiin GNSS-vastaanottimiin. Niiden havaintojen perusteella lasketaan tarkempi paikannus kutakin mittauslaitetta varten.

4.1.3. Satelliittipaikannuksen kuluttajasovellukset

Tyypillisen satelliittipaikannuksen kuluttajasovellukset ovat:

- autonavigointi, liikenne ja matkailu
- veneily ja vesillä liikkuminen
- retkeily, metsästys liikunta ja urheilu,
- valokuvaus ja videotallennus
- seuranta, jäljitys ja pelit

Autonavigointi on sovellusalueista vakiintunein ja tarjoaa kuluttajalle vaihtoehtoina:

- kiinteät autonavigointilaitteet
- jälkiasennettavat autonavigaattorit
- navigointisovellukset älypuhelimissa

Jo 1990-luvulta lähtien tarjolla on ollut autotehtaiden tarjoamia autonavigointilaitteita, joita on kehitetty erityisesti ergonomiaa ja ajoturvallisuutta silmällä pitäen. Autonavigointilaitte on liitetty ajoneuvon tietoliikenneväylään ja on sen kautta osa autoa. Haasteena on, että valmistajan tulisi tukea laitetta koko auton elinkaaren ajan, jolloin varaosahuollon turvaaminen yms. kustannukset nostavat laitteen hintaa.

Jälkiasennettavat autonavigaattorit alkoivat yleistyä vuoden 2005 paikkeilla. Laitteet ehtivät ja saivat merkittävän aseman markkinoilla ennen kuin matkapuhelimissa yleistyivät GPS-paikannus ja navigointisovellukset.

Navigointisovellukset tulivat matkapuhelimiin GPS-paikannuksen myötä ja vuonna 2008 GPS-puhelinten myynti ohitti autonavigaattorien myynnin. Kehittyneillä markkinoilla jo joka toisella kuluttajalla on älypuhelin ja sen myötä navigointisovellus. Nokia toi ääniopastuksella toimivan navigointisovelluksen puhelimiinsa maksullisena lisäpalveluna ja vuoden 2010 alussa ääniopastava navigointi muuttui maksuttomaksi. Google oli sisällyttänyt ääniopastavan navigointisovelluksen maksuttomaan Android-käyttöjärjestelmään vuonna 2009 Yhdysvalloissa ja tarjosi sen kesällä 2010 maksutta myös monissa Euroopan maissa - elokuusta 2012 alkaen suomenkielillä.

Suomessa Tilastokeskus seurasi osana [kuluttajabarometria](#) vuosina 2005-2010 myös navigaattorien yleistymistä autoissa. Vuonna 2005 1,4% ja vuonna 2010 korkeimmillaan 27% kotitalouksista ilmoitti laitteesta autossa ja samaan aikaan lopulta GPS-matkapuhelin tuli kotitalouksissa autonavigaattoria yleisemmäksi.

Veneily on navigoinnin sovellusalueena perinteikäs. Radionavigointijärjestelmiä on käytetty veneilyssä jo ennen GPS-paikannusta, joka tietenkin vakiinnutti nopeasti asemansa. Käytännön vaatimuksena on, että kartat on tallennettu laitteeseen, koska tietoliikenneyhteyttä ei aina ole tarjolla.

Veneilijän vaihtoehtona ovat:

- kannettava navigaattori
- karttaplotteri
- säänkestävä älypuhelin
- säänkestävä tietokone

Käsinavigaattorit näyttivät aluksi vain reittipisteitä ja reittejä, mutta kannettavissa laitteissa on nykyisin laadukkaat näytöt ja kartat. Veneissä ovat yleistyneet säänkestävät karttaplotterit tai erilaiset mm. kaikuluotaimen sisältävät yhdistelmälaitteet. Monissa uusissa malleissa karttakuvan rinnalla on maisemanäyttö sekä mahdollisuus tarkastella merikarttaa ja tutkakuvaa päällekkäin. AIS-laitteen liittäminen tuo karttaan kauppa-alueet ja muita aluksia. Sekä laitteet että kartat ja niiden päivitykset ovat olleet kuluttajatuotteiksi varsin kalliita.

Tietokoneessa toimivat navigointiohjelmat ovat olleet pitkään vaihtoehto varsinaisille navigointilaitteille. Käytännössä koneen pitäisi sietää tärinää ja kosteutta, joten turvallinen laite on tavanomaista pc:tä selvästi kalliimpi, joskin navigointilaitetta monipuolisempi. Ohjelmistojen ja karttojen hinnat ovat seuranneet plotterien hintatasoa.

Älypuhelimet ja tablettitietokoneet ovat tulossa myös veneilyyn. Merkinä massamarkkinoiden syntymisestä Navionicsin merikartat ja navigointisovellus on saatavilla älypuheliimeen halvimmillaan kymmenellä eurolla, mikä on vain murto-osa perinteisestä hintatasosta.

Retkeilyyn, metsästykseseen, liikuntaan ja urheiluun on tarjolla monia erilaisia laitteita ja sovelluksia. Älypuhelimiin on kehitetty myös luonnossa liikkumiseen räätälöityjä karttasovelluksia ja navigaattoreihin on ladattavissa maastokarttoja.

Navigaattorit ja älypuhelimet ovat suosittuja geokätköjen etsijöiden keskuudessa ja kätköjen koordinaatit voi ladata navigaattoriin ja älypuhelimiin löytyy useita vaihtoehtoisia sovelluksia. Metsästäjille on räätälöity ns. koira-gps eli sijaintitietoa lähettävä paikannin, jota seurataan metsästäjän puhelimella. Golfin harrastajille on saatavilla erityisesti lajia varten valmistettuja paikantavia laitteita, joihin kenttien tiedot on ladattavissa, mutta vastaavia sovelluksia on saatavilla myös älypuhelimiin. Älypuhelimeen voi ladata lenkkeilyä tai muuta liikuntaharrastusta tukevia sovelluksia, jotka keräävät reittitiedot ja tuottavat niistä tilastoja sekä tarjoavat internetissä yhteisöllisiä karttapalveluja suoritusten julkaisuun ja vertailuun. Urheilu suorituksia varten on myös paikantavia rannetietokoneita ja näitä tukevia sovelluksia.

Valokuvausta voi täydentää kuvien paikannuksella. Kamerassa voi olla sisäänrakennettu paikannin tai liitäntä ulkoiselle gps-laitteelle. Kuvien sijaintitiedot voi myös syöttää metatietoihin jälkikäteen, jos paikannuslaitetta ei ole tai se ei ole toiminut haasteellisissa olosuhteissa. Paikannus on tulossa myös videokameroihin. Kypäräkamerat ja muut paikantavat videokamerat kuvaavat ja tallentavat samaan aikaan sijaintitiedon sekä tarkan ajanhetken. Tarkka aika tukee myös useilla kameroilla tallennettujen otosten yhdistämistä ja muokkausta. Autoon asennettu videokamera tuottaa paikannetun kuvan liikennetapahtumista ja mahdollisista kolareista tai muista ongelmista.

Seuranta, jäljitys ja pelit voi perustua erillisiin paikantaviin seurantalaitteisiin tai älypuhelimiin. Perheenjäsenten tai kaverien kesken on voitu sopia paikannuksen sallimisesta. Laitteen sijainti nähdään haluttaessa minkä tahansa webbiselaimen kautta taikka oman puhelimen karttasovelluksen avulla. Paikannus mahdollistaa mobiilipelit, joissa etsitään tai valloitetaan paikkoja. Käytännössä suuri joukko älypuhelimien mobiilisovelluksia sisältää paikannuksen, joka voi olla hyödyllinen sekä käyttäjälle että sovelluksen laatijalle ja jakelijalle, joka voi käyttöehtojen rajoissa seurata, minne sovellukset leviävät ja missä niitä eniten käytetään.

Lisäarvon kuluttajalle tarjoaa yleensä päätelaittevalmistaja, joka on sisällyttänyt laitteeseen sovelluksen, joka käyttää satelliittipaikannusta sekä karttapalveluja tai laitteen muistiin tallennettuja karttoja. Vaihtoehtoisesti kuluttaja hankkii päätelaitteeseensa maksullisen tai maksuttoman sovelluksen, joka toimii vastaavalla tavalla. Kartat ovat olleet monissa navigaattoreissa päivitysten osalta maksullisia, jolloin käyttäjä tilaa erikseen lisää karttoja tai käytössä olevien karttojen päivitykset.

Kuluttajan päätöksenteko etenee pääpiirtein seuraavien kysymysten mukaan:

Älypuhelin vai erillinen laite kuten navigaattori, rannetietokone tai paikantava kamera?

- o älypuhelin
 - vakiokarttasovellus vai erityinen navigointisovellus?
 - vakiosovelluksen käyttö
 - erityissovelluksen valinta ...
 - o karttojen kattavuusalueen valinta ...
- o navigaattori
 - autonavigointiin vai veneilyyn vai maastoon?
 - navigaattorin valinta
 - o tarpeellisten karttojen valinta
- o rannetietokone
 - liikuntaan, urheiluun, ...
 - laitteen valinta
 - o mahdollisten kohdetietojen hankinta
- o paikantava kamera

- valokuvaukseen vai liikenteen tapahtumien tallennukseen?
 - laitteen valinta

Kuluttajan näkökulmasta oleellisia valintakriteerejä ovat:

- laitteen sekä muiden varusteiden, ohjelmistojen ja sisältöjen hinta
- toisten kokemukset laitteesta tai sovelluksesta
- laitteen tai sovelluksen yhteentoimivuus aiemmin hankittujen tai kiinnostavien laitteiden tai ohjelmistojen kanssa

4.2. Satelliittipaikannuksen ammattikäyttö

Ammattimaisen satelliittipaikannuksen rooli on ollut keskeinen järjestelmien ja palvelujen kehittämisessä. Viime vuosina kuluttajamarkkinat ovat kuitenkin kasvaneet voimakkaasti ja ohjaavat kehitystä. Euroopan GNSS-virasto tarkastelee paikannuksen markkinoiden kehitystä sovellusalueittain:

- tieliikenne
- paikannukseen perustuvat palvelut
- ilmailu
- merenkulku
- maatalous
- kartoitus

Tieliikenteen palveluissa ja paikannukseen perustuvissa palveluissa (LBS, Location-based services) kilpailevat autoteollisuus, kulutuselektroniikan valmistajat sekä suuret ohjelmisto- ja palveluyritykset.

Markkinoilla ovat myös satelliittinavigointijärjestelmiin erikoistuneet yritykset ja laitevalmistajat, joilla on edelleen vahva rooli muiden liikennemuotojen järjestelmissä sekä maatalouden ja kartoituksen sovelluksissa. Volyymiltään ammattikäytön markkinat ovat kuitenkin vain muutaman prosentin luokkaa kuluttajamarkkinoihin nähden.

4.2.1. Tieliikenne

Paikannuksen soveltaminen tieliikenteessä tähtää liikenteen hallintaan ja sen sujuvuuteen, turvallisuuteen, tehokkuuteen ja ympäristöystävällisyyteen. Navigointi auttaa löytämään sujuvan reitin määränpäähän, kun ajantasainen liikennetieto voidaan tarjota osana palvelua. Kuljetusten seuranta ja optimointi tehostaa tavaraliikennettä. Ruuhkat aiheuttavat suuria kustannuksia ja päästöjä ja niiden välttäminen on mahdollista mm. ajoneuvojen paikannukseen perustuvilla, joustavilla tie- ja ruuhkamaksujärjestelmillä. Turvalliseen ajotapaan voidaan kannustaa paikannukseen perustuvilla vakuutusten bonusjärjestelmillä. Hätäviestijärjestelmän avulla voidaan ohjata onnettomuustilanteissa apu nopeasti ja täsmällisesti perille paikannukseen perustuvien koordinaattien mukaan.

Tieliikenne ja paikannukseen perustuvat palvelut edustavat nykyisin suurimmalta osin kuluttajamarkkinoita, joskin ratkaisut on ammattiliikenteessä otettu käyttöön jo aiemmin ja niihin kytkeytyy monia älyliikenteen järjestelmiä. Autoilijat ovat hankkineet ja hankkivat käyttöönsä navigointisovelluksia ja ajantasaista liikenneinformaatiota, jonka markkinat kasvavat päätelaitteiden määrän kasvaessa.

EU:n ITS direktiivi ([2010/40/EU](#)) kirjaa ensisijaisina älyliikenteen sovellusaloina liikennetiedon optimaalisen käytön, euroopanlaajuiset rahtipalvelut, tieliikenteen turvallisuussovellukset ja ajoneuvon yhdistämisen liikenneinfrastruktuuriin. Tarkan sijaintitiedon tuottamisessa tulisi käyttää satelliittipaikannusta.

Kansallinen älyliikenteen strategia ja valtioneuvoston periaatepäätös ([VN 15.4.2010](#)) kirjaavat tavoitteiksi tieliikenteen palvelukyvyin lisäämisen, sujuvuuden ja turvallisuuden parantamisen sekä joukkoliikenteen käytön ja liikenteen ympäristöystävällisyyden edistämisen. Suomi halutaan nostaa merkittäväksi älyliikenteen ratkaisujen toimittajaksi. Julkisen sektorin keräämää, liikennettä palvelevaa tietoa tarjotaan palveluntuottajien saataville helppossa muodossa joko maksuttomasti tai kustannuksia vastaavasti. Strategiaa toteutetaan laajoilla kärkihankkeilla.

Monet tavoitteet edellyttävät satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntämistä, jota on kuvattu mm. julkaisussa Paikannus älyliikenteessä ([LVM 21/2010](#)). Keskeisiä paikannusta hyödyntäviä älyliikenteen ratkaisuja ovat mm.:

- kuljetuskaluston hallinta sekä ajoneuvojen seuranta ja jäljitys
- automaattinen hätäviestijärjestelmä eCall
- tieliikenteen vakuutus- ja tiemaksujärjestelmät
- joukkoliikennevälineiden seuranta, etuisuudet ja joukkoliikenneinformaatio

4.2.2. Ilmailu

Satelliittinavigointijärjestelmät ovat muuttaneet lentoliikenteen järjestelmiä oleellisesti viime vuosina.

Kehitystä on kuvattu ja ennakoitu Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín julkaisussa ([29/2012](#)) Ilmailun navigaatio- ja valvontajärjestelmien strategia Suomessa vuosille 2012-2030. Single European Sky (SES) I ja II asetukset velvoittavat jäsenvaltiot toteuttamaan ilmaliikennepalvelun toimintamallit, joissa satelliittinavigaatio on keskeinen lähtökohta. SES-asetusten tavoitteena on Euroopan ilmaliikenteen kapasiteetin, turvallisuuden ja tehokkuuden lisääminen. Tavoitteita toteutetaan Euroopassa laajalla SESAR-ohjelmalla (Single European Sky ATM Research) (ATM, Air Traffic Management). Tavoitteet ovat samansuuntaiset kansainvälisen ilmailujärjestö ICAO:n tavoitteiden kanssa.

Ilmailun reitti- ja lähestymismenetelmät muuttuvat satelliittipaikannukseen perustuviksi aluenavigoinnin menetelmiksi. Eurocontrollin [navigaatiostrategian](#) mukaan kaikista perinteisistä NDB-aseamista (Non Directional Beacon) luovutaan vuoteen 2015 ja valikoituja VOR asemia (Very high frequency Omni-directional radio Range) säilytetään vuoteen 2020 saakka. Aikataulu antaa suunnan myös kehitykselle Suomessa.

Lentokoneet on jo pitkään varustettu satelliittipaikannuslaitteilla ja tulevaisuuden tavoitteena on, että laitteet käyttävät kahden taajuuden signaaleja sekä satelliittipohjaisia tukijärjestelmiä. Ilma-alusten navigointijärjestelmiin ladataan kaupallisten toimijoiden kokoamat ilmailutiedot, joiden julkaisemiseen valtiot ovat sitoutuneet kansainvälisin sopimuksin. Suomen osalta ilmailutietoja julkaisee Finavia.

4.2.3. Merenkulku

Satelliittinavigointijärjestelmät ovat korvanneet merenkulussa paljolti muut paikannusjärjestelmät. Sijainnin määrittämisen ohella satelliittinavigointi tuottaa tiedon aluksen suunnasta ja nopeudesta. Nämä tiedot yhdistettynä reittisuunnitelmaan tuottavat ennusteen perille saapumisen ajankohdasta.

Satelliittipaikannuksen ja sitä hyödyntävien sovellusten ja järjestelmien tavoitteena on ennen muuta meriliikenteen turvallisuus. Paikannettujen hätäviestien välittämisestä on sovittu COSPAS-SARSAT-järjestelmää koskevalla valtiosopimuksella.

Merenkulussa on käytössä satelliittinavigoinnin rinnalla muitakin navigaatiomenetelmiä kuten tutkanavigointi ja muita radionavigointimenetelmiä kuten Loran-C (Longe Range Navigation), joskin Yhdysvallat ja Kanada ovat lopettaneet Loran-C-signaalien lähettämisen. Uudeksi vaihtoehdoksi kehitetään modernimpaa eLoran-järjestelmää (Enhanced Loran).

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO (International Maritime Organisation) on laatinut määräykset mm. elektronisesta merikarttajärjestelmästä (ECDIS, Electronic Chart Display and Information System) sekä integroidusta komentositajärjestelmästä (IBS, Integrated Bridge System). Elektroninen merikartta (ENC, Elektronic Nautical Chart) on määritelty merikartaorganisaatio IHO:n (International Hydrographic organisation) standardissa S-57. Kansalliset viranomaiset tuottavat kartta-aineiston, joka Euroopan vesialueiden osalta on saatavilla yhteisessä [Primar](#)-palvelussa. Suomessa merikarttojen ylläpidosta vastaa Liikennevirasto.

Alusten sijaintitiedon välittäminen IMO:n määrittelemien AIS (Automatic Identification System) ja LRIT (Long Range Identification and Tracking) -järjestelmien avulla mahdollistaa meriliikenteen valvonnan ja tukee onnettomuuksien ehkäisyä. Lieveilmiönä alusten sijaintitietoja käyttävät hyväkseen myös nykyajan merirosvot. EU:n piirissä on kehitetty meriliikenteen valvontaan yhteentoimiva [SafeSeaNet](#)-järjestelmä, jonka avulla voidaan nähdä kaikki jäsenmaiden aluevesillä olevat alukset ja niiden kulkuhistoria.

Kalastuksessa satelliittipaikannus tukee navigoinnin lisäksi mm. järjestelmällistä troolausta ja pyydysten sijainnin merkintää. Kalastuksen valvonnassa on käytössä satelliittipaikannukseen perustuva alusten seurantajärjestelmä (VMS, Vessel Monitoring System), joka välittää kaikkien yli 12 metriä pitkien kalastusalusten tiedot säännöllisin väliajoin kalastusviranomaisille.

4.2.4. Rautatieliikenne

Rautateillä GPS-paikannus on otettu käyttöön aiempaa tarkemman tosiaikaisen sijaintitiedon saamiseksi käyttöön sekä matkustajaliikenteessä että tavaraliikenteessä ja muussa kaluston hallinnassa. Järjestelmät ovat paljolti organisaatiokohtaisia. Junien kuulutukset ja matkustajainformaatio hyödyntävät satelliittipaikannusta. VR-yhtymä otti vuonna 2011 matkustajajunaliikenteessä käyttöön Junat kartalla -palvelun, joka perustuu junien GPS-paikannukseen.

4.2.5. Maatalous

Maataloudessa satelliittipaikannusta hyödynnetään traktorien ja niillä suoritettavien kylvöjen ja lannoitusten ohjaukseen. Differentiaalinen DGPS- ja tarkka RTK-paikannus mahdollistavat maatalouskoneiden kuten traktorien ja puimurien automaattiohjauksen. Sadonkorjuun yhteydessä tapahtuva paikannus tuottaa tietoa maaperän kasvusta ja antaa pohjan tulevien viljely- ja lannoitussuunnitelmien laatimiselle.

4.2.6. Kartoitus

Mittaus- ja kartoitustehtävät perustuvat nykyisin satelliittinavigointijärjestelmiin. Kartoituksessa käytetään ja kehitetään yhä tarkempia menetelmiä, joita otetaan käyttöön myös muilla sovellusalueilla. RTK-mittaus on korvannut perinteisen kolmio- ja runkoverkkojen rakentamisen ja tarpeelliset kiintopisteet pystytään mittaamaan GNSS-mittauslaitteilla. Kartoituksessa käytetään kaikkia saatavilla olevia signaaleja ja laitteita, jotka tukevat niiden vastaanottoa. Rakentamista tukevassa kenttämittaustyössä laitteet ovat tavanomaisempia ja edullisempia.

4.3. PRS-palvelun potentiaali

Galileo-järjestelmän julkisesti säänneltyä PRS-palvelua koskevaa asetusta ([1104/2011](#)) valmisteltaessa EU:n komission selvitti jäsenmaiden tarpeita ja palvelun hyödyntämisen sovellusalueita ([COM\(2010\) 550 final](#)). Monet jäsenmaat pitivät omalta osaltaan mahdollisina lähes kaikkia seuraavista sovellusalueista:

- kriittiset kuljetukset
- hätäpalvelut
- tullitoiminta
- puolustus
- sisäinen turvallisuus
- viranomaisvalvonta / rikollisuuden torjunta
- kriittinen energiahuolto
- kriittinen tietoliikenne
- strategiset rahaliikenteen järjestelmät

Turvallisuuteen liittyvissä viranomais- ja muissa tehtävissä on perinteisesti käytetty GPS-järjestelmää sekä paikannukseen että aikamerkin hyödyntämiseen. Näissä tehtävissä on käytössä myös omia tietoliikenteen ratkaisuja ja päätelaitteita.

Euroopan GNSS-virasto ennakoii viranomaiskäyttöön tarjottavan PRS-signaalin hyödyntämistä tukevien laitteiden määrän kasvavan muutamaan sataan tuhanteen pian PRS-palvelun käynnistymisen jälkeen. Arvio on varsin varovainen siihen nähden, että Suomessa viranomaisverkon päätelaitteita on käytössä yli 30.000. Sen lisäksi potentiaalisia käyttäjiä löytyy eri liikennemuotoihin liittyvistä kriittisistä toiminnoista maalla ja merellä.

Kansalliseen turvallisuuteen ja elintärkeiden infrastruktuuripalvelujen ylläpitoon liittyvät tehtävät ovat potentiaalisia PRS-palvelun hyödyntäjiä. Kriisitilanteissa ja kyberhyökkäyksissä tavanomaiset järjestelmät ovat haavoittuvia. PRS-palvelu voisi osaltaan parantaa toimintavarmuutta juuri niissä tilanteissa, joissa sitä eniten tarvitaan.

Komission tiedonannossa vuonna 2002 ([KOM\(2002\) 518 lopullinen](#)) korostetaan mm. PRS-palvelujen laatimista siten, että hallitusten valtuuttamilla käyttäjillä on suurella todennäköisyydellä käytettävissään uhkaavissa ja kriisitilanteissa jatkuva paikannussignaali. Tiedonannossa kuvataan kuinka PRS-palvelua käyttävä viranomaisvoimi mahdollisesta häirinnästä riippumatta määrittää sijaintinsa reaaliajassa ja edelleen, jos viranomaisella olisi käytössään häirintälaitteet, se voisi puolestaan estää rikollista määrittämistä sijaintiaan satelliittinavigoinnin avulla.

PRS-laitteiden valmistus on luvanvaraista ja laite sisältää paikannuskoodin salaukseen tarkoitetun turvamoduulin. Laitteiden käyttö on niin ikään luvanvaraista ja käyttöä valvotaan, joten laitteessa tulee olla riittävän turvallinen tapa käyttäjän tunnistukseen. Erityispiirteinä laitteessa voi olla ominaisuus, että se varoittaa navigointisignaalin häiriöistä, jotka se tunnistaa. Koska kyseessä on viranomaislaite, on luonnollista, että se tukee viranomaisvoimien käytössä olevien tietoliikenneverkkojen hyödyntämistä.

Yleisiltä ominaisuuksiltaan PRS-laite voi olla täysin moderni mobiililaite, jonka käyttöliittymä on todennäköisesti toteutettu jonkin yleisen älypuhelinlujustan tai vastaavan käyttöjärjestelmän pohjalta. Avoimen lähdekoodin alustat tarjoavat toteutukseen useita potentiaalisia vaihtoehtoja. Myös sovellusten lataaminen, asentaminen ja käyttöönotto voi noudattaa massamarkkinoilla syntyneitä hyviä käytäntöjä.

4.4. Kartta- ja paikkatietopalvelut

Mobiililaitteiden ja internetin karttapalvelut ja sovellukset kehittyvät jatkuvasti. Karttapalveluista on tullut suurten brändien kilpailun kohde ja laadukkailla palveluilla halutaan erottautua. Kartat ja navigointi voivat olla älypuhelimien valintaperuste. Toisaalta verkon sovelluskaupoista voi hankkia kartta- ja navigointisovelluksia erilaisiin tarpeisiin.

Paikkatietoa tuottavat viranomaiset toteuttavat kansallisella ja Euroopan tasolla paikkatietoinfrastruktuurin, joka koostuu tietoineistoista ja niiden saatavuutta tukevista rajapintapaleluista sekä näiden kuvailut sisältävästä hakupalvelusta.

4.4.1. Karttapalvelut verkossa

Karttapalvelut internetissä ja usein samalla myös mobiililaitteissa tunnetaan englanninkielisellä käsitteellä 'web map services'. Tunnetuimmat karttapalvelut ovat:

- Google Maps
- Bing Maps
- Yahoo Maps
- Nokia Here

Internetin vanhin karttapalvelu on MapQuest, joka on suuntautunut lähinnä Pohjois-Amerikkaan. Toimintamalleiltaan erilaisia ovat Open Street Map-ilmiö ja ArcGIS Online – palvelu.

Monet karttapalvelut osaavat näyttää päätelaitteen sijainnin kartassa. Selaimen karttaliittymään avataan kartta alueelta, jolla käyttäjän oletetaan olevan. Kun laitteessa on GPS-paikannus, voidaan näyttää sijainti pisteinä ja paikannuksen tarkkuutta kuvaava ympyrä.

Karttapalvelujen keskeisiä toimintoja ovat:

- kartan selailu eri mittakaavoissa
- karttatasojen yhdistely mm. ilmakuvat, liikennetilanne, valokuvia, wikipedian artikkeleja
- paikkahaku osoitteella, paikan tai kohteen nimellä, koordinaatein
- kohteiden haku kategorioiden mukaan
- reititys paikasta toiseen eri liikennemuodoilla
- omien kohteiden tallennus ja muokkaus
- kartan tulostus
- karttanäkymän linkitys
- karttaliittymän julkaisu

Useimmat tunnetut karttapalvelut toimivat myös mobiililaitteissa joko selaimessa tai laitteelle erikseen räätälöidyssä sovelluksessa. Periaatteena on, että kartta latautuu verkkopalvelusta käytön aikana. Sovellus saattaa tukea kartan tallentamista päätelaitteeseen, jolloin käyttö on mahdollista myös silloin, kun tietoliikenneyhteys ei ole käytettävissä.

Kansainvälisten karttapalvelujen ohella Suomessa suosittuja karttapalveluja ovat mm.:

- Kansalaisen karttapaikka
- Fonectan kartat
- Paikkatietoikkunan karttaikkuna
- Retkikartta
- Kuntien opaskartat, mm. Helsingin seudun palvelukartta
- Reittioppaiden kartat

Joidenkin palvelujen käyttöä varten on jo saatavilla myös mobiililaitteeseen ladattava sovellus.

4.4.2. Digitaalisten kartta-aineistojen tuottajat

Karttapalvelut perustuvat yhteen tai useampaan kartta-aineistoon, kuvamateriaaliin ja muuhun paikannettuun tietoon. Karttapalveluissa saatetaan hyödyntää monien eri osapuolten tuottamaa aineistoa. Suuri haaste on eri lähteistä saatavan tiedon harmonisointi.

Kartan rinnalla ovat tyypillisesti satelliitti- ja ilmakuvat sekä viistokuvat ja katutason valokuvat. Karttaa täydentävät erilaisia kiinnostavia kohteita (POI, Point of Interest) koskevat tiedot, joita kootaan yhtäältä matkailun ja mainonnan lähtökohdista kuin yhteisöllisestikin.

Keskeisimpiä kartta-aineistojen ja muun paikannetun tiedon tuottajia ovat:

- Nokia-Navteq
- TomTom-Tele Atlas
- Google
- satelliitti- ja ilmakuvien tuottajat
- alueellisesti toimivat yritykset
- kansalliset karttalaitokset ja muut viranomaiset
- paikalliset viranomaiset
- yhteisöt

Autonavigoinnin karttojen markkinat ovat kehittyneet etenkin Navteqin ja Tele Atlaksen johdolla. Autoteollisuus rahoitti pitkään lähes tappiollista kartoitustyötä. Karttatiedon kysyntä kasvoi voimakkaasti viime vuosikymmenen puolivälistä lähtien, kun sekä jälkiasennettavat edulliset autonavigaattorit ja älypuhelimien navigointisovellukset tekivät läpimurron. Miljardien eurojen kauppasummalla navigaattorivalmistaja TomTom osti Tele Atlaksen ja Nokia Navteqin vuonna 2007. Navteqin autonavigointiin soveltuvat kartta-aineistot kattavat nykyisin yli 180 maata ja Tele Atlaksen aineistot ovat lähes yhtä kattavat. Navteqin liikevaihto lienee noin miljardi euroa vuodessa ja Tele Atlaksen jonkin verran vähemmän.

Google on hankkinut karttatiedon ja satelliitti- sekä ilmakuvien käyttöoikeuksia lukuisilta osapuolilta. Yritys on kerännyt merkittävän aineiston Google Street View –palveluaan varten vuodesta 2007 lähtien. Nykyisin runsaat 20 petatavua kuva-aineistoa kattaa noin 5 miljoonaa kilometriä teitä ja katuja 39 maassa ja noin 3000 kaupungissa. Uusin aluevaltaus on julkisten sisätilojen Google Indoor Maps.

Suomesta Navteqin ja Tele Atlaksen kartat tulivat saataville vuonna 2002 Etelä-Suomesta laajentuen seuraavina vuosina kattamaan koko maan. Google Street View julkaistiin Suomesta vuonna 2010.

Satelliittikuvien tarjonta alkoi, kun Yhdysvallat käynnisti luonnonvarojen tutkimiseen tarkoitettujen Landsat-satelliittien lähettämisen vuonna 1972. Tekniikan kehityksen myötä keilainten erotuskyky parani ja vuonna 1984 lähetetyn Landsat 5 satelliitin myötä jo 30 metriin maastossa. Nykyisin maapalloa kiertää suuri määrä erilaisia kaukokartoitussatelliitteja, jotka tuottavat havaintoja eri aallonpituuksilta erilaisilla resoluutioilla alle metristä kilometriin. Sääolosuhteet rajoittavat havaintojen keruuta. Satelliittien avulla tapahtuvassa kaukokartoituksessa ollaan siirtymässä tutkimusta palvelevasta tiedonkeruusta yhä enemmän operatiiviseen ympäristön tilan seurantaan. Eräs merkittävistä ohjelmista Euroopassa on GMES (Global Monitoring of Environment

and Security), johon kuuluu sekä ohjelman omien kartoitussatelliittien laukaisuja että muiden satelliittien tuottaman tiedon hankintaa.

Auto- ja jalankulkijoiden navigointiin soveltuvien karttojen tuottamiseen ja ylläpitoon on syntynyt yrityksiä eri maihin kuten Zenrin Japanissa, Mapabc Kiinassa ja Geocentre Venäjällä.

Kansallisilla karttalaitoksilla ja muilla viranomaisilla on merkittävä rooli paikkatiedon tuottajina. Aineistojen sisältö ja laatu vaihtelevat eri maiden välillä, joten aineistojen hyödyntäminen sellaisenaan ei ole helppoa kansainvälisille markkinoille suunnatuissa sovelluksissa ja palveluissa. Yhtäältä tilanne on synnyttänyt tarpeen ja liiketoimintamahdollisuuden harmonisoida viranomaisten tuottamia aineistoja. Toisaalta kansallisten aineistojen pohjalta voi tarjota vain kansallisia palveluja, jolloin kynnys kansainvälistymiseen on korkea. Kansallinen tietopolitiikka ja viranomaistietojen hinnoittelu vaihtelee, mutta kehitystrendinä julkisen sektorin tuottamat tiedot ovat aiempaa laajemmin saatavilla maksutta toisten viranomaisten käyttöön ja liiketoiminnan raaka-aineeksi.

Eri liikennemuotojen osalta kansalliset viranomaiset tuottavat säädösten sekä kansainvälisten sopimusten ja standardien mukaisia kartta- ja paikkatietoja liikenteen tarpeisiin.

Kaupungit ja kunnat ovat monissa maissa merkittäviä paikkatiedon tuottajia. Tarkat, suurimittakaavaiset kartat laaditaan ja pidetään ajan tasalla kaupunkien toimesta. Aineistojen laaja hyödyntäminen on haasteellista osapuolten suuren lukumäärän ja erilaisten käytäntöjen vuoksi. Kunnat ovat yleensä itsenäisiä tiedon hinnoittelussa ja sen myötä käytännöt vaihtelevat. Monissa maissa kansallisen karttalaitoksen roolina onkin koota kuntien tuottamat aineistot yhteen ja tarjota ne yhtenäisenä aineistona ja palveluna käyttöön.

Toimintamalliltaan täysin erilainen karttapalvelu on yhteisöllinen OpenStreetMap (OSM). OSM on hyvä esimerkki talkoistamisesta eli 'crowd-sourcing'-toimintamallista, jossa aktiiviset harrastajat tuottavat sisältöä omaan ja toistensa sekä ulkopuolisten käyttöön. Talkoisiin on osallistunut lähes miljoona henkilöä, joskin vain muutama prosentti heistä tuottaa karttatietoa kuukausittain. Yhteisö on kehittänyt välineitä tietojen kokoamiseen ja muokkaukseen sekä jakeluun. Harmonisoitu tietomalli on käytössä globaalisti. Suomessa [projektiin](#) osallistuu useita satoja henkilöitä.

Maailman laajimman tietosanakirjan Wikipedian yhteydessä on käynnissä [wiki-projekti](#), jonka tavoitteena on lisätä maantieteelliset koordinaatit erilaisia paikannettavia kohteita kuvaavien artikkelien yhteyteen. Vuoden 2012 lokakuussa yli 18.000 artikkelia sisälsi koordinaattitiedot. Linkit artikkeleihin on saatavilla mm. Google Maps-palvelussa omana karttatasona.

4.4.3. Paikkatietopalvelut

Paikkatieto kuvaa sijainniltaan tunnettuja kohteita ja ilmiöitä, jotka voivat olla paikallaan tai liikkeessä. Paikkatieto ei tarkoita pelkkää sijaintitietoa vaan kaikkea sitä tietoa, mitä kohteesta tai ilmiöstä on saatavilla mukaan lukien sen geometriaa kuvaava tieto. Oleellista on, että eri lähteistä saatavaa tietoa voidaan hakea ja yhdistää sijaintitiedon avulla. Paikkatietona tietoja voidaan monin eri tavoin analysoida ja visualisoida karttaesityksinä. Paikkatieto on pikemmin näkökulma ja tapa käsitellä tietoa kuin jokin tietty rajattavissa oleva tietojoukko.

Tyypillisiä, laajasti käytettyjä paikkatietoaineistoja ovat digitaaliset maastokartat ja opaskartat sekä koordinaatistoon oikaistut ilma- ja satelliittikuvat, jotka kaikki toimivat myös pohjana muiden paikkatietojen esittämiselle. Kymmenet viranomaiset pitävät satoja tietoaineistoja, jotka sisältävät paikkatietoja eri aihepiireistä. Luonteeltaan aineistot ovat yleensä karttoja, rekisterejä, tietokantoja ja tilastoja. Paikkatietoa ovat myös tosiaikaiset tiedot säästä, liikenteestä tms. ilmiöistä.

Paikkatietoinfrastruktuuri tarkoittaa paikkatietoaineistoja ja palveluja sekä niiden käyttöä koskevia toimintamalleja. Vuonna 2007 hyväksytty EU:n Inspire-direktiivi ([2007/2/EY](#)) tähtää paikkatietojen yhteentoimivuuteen ja eurooppalaiseen paikkatietoinfrastruktuuriin, joka toteutuu harmonisoimalla kansallisesti tuotetut eri aihepiirien paikkatiedot ja tietojen välittämisen palvelut. Paikkatietoaineistoja voi hakea metatietoihin perustuvien hakupalvelujen avulla mm. [Paikkatietoikkunasta](#) tai [EU:n geoportaalista](#).

Tavoitteena on, että kaikki keskeinen paikkatieto, jonka julkinen hallinto tuottaa, olisi yhtenäisellä tavalla tietoverkossa jatkuvasti saatavilla. Tarvittaessa käyttäjän sovelluksen yhteydessä on kopio tarpeellisista tietoaineistoista ajatellen mm. tilanteita, joissa tietoverkkoyhteyttä ei ole käytettävissä.

Paikannus on keskeinen paikkatiedon hyödyntämistä tukeva palvelu. Paikannus voi perustua osoitteisiin, paikannimiin tai päätelaitteen verkkopaikannukseen, mutta yhä useammin sijaintitieto saadaan satelliittipaikannukseen perustuvana palveluna.

Julkisen hallinnon paikkatiedon viitearkkitehtuurin ([luonnos](#)) mukaan infrastruktuuri koostuu yhteentoimivista palveluista. Käyttäjän päätelaitteessa toimiva sovellus saa sijaintitiedon paikannuspalvelulta. Sovellus hakee sijainnin perusteella sisältöpalveluista käyttötapauksessa tarpeelliset karttatasot ja muut paikkatiedot. Analyysipalvelut voivat tarjota mm. reititystä tai saavutettavuusanalyyssejä.

5. Paikannus ja lainsäädäntö

Tässä luvussa tarkastellaan satelliittipaikannusjärjestelmiin ja niiden hyödyntämiseen liittyvää lainsäädäntöä. Galileo-järjestelmä perustuu eurooppalaiseen lainsäädäntöön ja heijastuu myös jäsenvaltioiden säädöksiin mm. PRS-palvelun osalta. Häätäpaikannusta ohjaavat sekä kansainväliset sopimukset että direktiivit. Henkilöiden paikantamista säädellään sekä sähköisen viestinnän tietosuojadirektiivin ja -lain kautta että osana työelämän tietosuojaa. Merenkulussa ja ilmailussa kulkuneuvojen paikantamista ohjataan kansainvälisin sopimuksin liikennemuotokohtaisesti. Paikannuksen hyödyntämisessä tärkeää paikkatiedon yhteentoimivuutta ja harmonisointia tavoitellaan kansainvälisin sopimuksin, EU:n direktiivein ja kansallisilla säädöksillä.

5.1. Galileo-järjestelmää koskevat säädökset

Galileo-järjestelmää koskeva eurooppalainen lainsäädäntö on kehittynyt vähitellen kuluneen kymmenen vuoden aikana:

- Vuonna 2002 Euroopan unionin neuvosto antoi asetuksen ([876/2002](#)) Galileo-yhteisyrityksen perustamisesta.
- Vuonna 2004 neuvosto antoi asetuksen ([1321/2004](#)) eurooppalaisista satelliittinavigointiohjelmien Galileon ja EGNOS:n hallintorakenteista.
- Vuonna 2008 Euroopan unionin neuvosto ja Euroopan parlamentti antoivat asetuksen Galileo ja EGNOS-ohjelmista ([683/2008](#)).
- Vuonna 2010 hallintorakenteita koskenut asetus on korvattu etenkin rahoituksen uudelleen järjestämiseksi Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella ([912/2010](#)). Samalla on muutettu ohjelmia koskevaa asetusta. Vuoden 2013 alussa komissio on antanut ehdotuksen em. asetuksen muuttamisesta ([KOM\(2013\) 40 lopullinen](#)).
- Vuonna 2011 Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat antaneet päätöksen ([1104/2011/EU](#)) julkisesti säännellyn palvelun (PRS) käyttöehdoista.
- Vuoden 2011 lopussa Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat antaneet asetusehdotuksen ([KOM\(2011\) 814 lopullinen](#)) eurooppalaisten satelliittinavigointijärjestelmien toteuttamisesta ja käytöstä. Asetus korvasi vuonna 2008 annetun asetuksen (683/2008) ja Euroopan unionin neuvosto on hyväksynyt kesällä 2012 osittaisen yleisnäkemyksen ([11105/12](#)).
- Vuoden 2011 lopussa valtiot ovat tehneet sopimuksen ([348/3](#)) Galileo- ja GPS-järjestelmien ja niihin liittyvien sovellusten edistämisestä ja käytöstä.

Suomi on mukana valtioiden välisessä [sopimuksessa](#) Galileo- ja GPS-järjestelmien ja niihin liittyvien sovellusten edistämisestä ja käytöstä.

Galileo-ohjelman tavoitteena on luoda siviilikäyttöön riippumaton, maailmanlaajuinen satelliittinavigointipalvelu ja paikannusinfrastruktuuri. Ohjelma koostuu määrittelyvaiheesta, kehittämis- ja validointivaiheesta, rakennus- ja käyttöönottovaiheesta sekä käyttövaiheesta. Kehittämis- ja validointivaiheen on määrä päättyä vuonna 2013. Rakennus- ja käyttöönottovaihe päättyy vuonna 2020. Käyttöönottovaiheen on tarkoitus alkaa vaiheittain vuodesta 2014/2015 niin, että koko järjestelmä on täysin toimintavalmis vuonna 2020. Yhteisön on määrä rahoittaa rakennus- ja käyttöönottovaihe kokonaisuudessaan. Myöhemmässä vaiheessa voidaan päättää, että julkisen ja yksityisen sektorin kumppanuudet tai muut sopimusjärjestelyt yksityisen sektorin toimijoiden kanssa ovat asianmukaisia järjestelmän vuoden 2014 jälkeistä käyttöä, huoltamista, parantamista ja uusimista ajatellen. EGNOS-ohjelmalla pyritään parantamaan satelliittinavigointijärjestelmien signaalien laatua.

5.1.1. Galileo-järjestelmän hallinnointi

Asetusehdotuksessa Galileo- ja EGNOS-ohjelmien hallinnointimallia on kehitetty ja siinä täsmennetään keskeisten osapuolten tehtävät ja vastuut. Osapuolia ovat komissio ja jäsenvaltiot sekä Euroopan Avaruusjärjestö ESA ja Euroopan GNSS-virasto. Komissio johtaa ohjelmia tukenaan Eurooppalaisten GNSS-ohjelmien komitea, jossa on kaikki jäsenvaltiot ovat edustettuna. GNSS-viraston toimivaltaan kuuluu perusrakenteiden ylläpito, järjestelmien jatkuva kehittäminen ja uusiminen sekä standardisointi ja sertifiointi. Viraston tulee myös aktivoida satelliittipaikannukseen perustuvien uusien sovellusten ja palveluiden kehittämistä ja markkinointia. Komissio voi antaa säädöksiä teknisestä yhteentoimivuudesta ja turvallisuusvaatimuksista ja standardeista. Ohjelmien toteuttaminen on viivästynyt aiemmasta aikataulusta ja toteutuksen rahoitus edellyttää uudelleentarkastelua. Galileon 7 miljardia euron rahoitusta käsitellään erikseen monivuotisten rahoituskehysten osana. ([LVM:n perustelumuuisto 10.1.2012](#))

5.1.2. Säännettyä PRS-palvelua koskeva päätös

Säännettyä palvelua koskeva EU:n parlamentin ja neuvoston päätös ([1104/2011/EU](#)) kirjaa PRS-palvelun (Public Regulated Service) käyttöehdot. Päätöstä on selostettu mm. valtioneuvoston kirjelmässä eduskunnalle ([VN:n kirjelmä 10.2.2011](#)).

Galileo-järjestelmässä PRS-palvelu on varattu julkishallinnon valtuutamille käyttäjille sovelluksiin, jotka erityisesti edellyttävät palvelun jatkuvuutta kuten kriittiset kuljetukset, hätäpalvelut, tulli, poliisitoimi, puolustus ja kriittinen televiestintä. Päätöksessä määritellään palvelun käyttöehdot ja turvamääräysten soveltaminen sekä palvelun hallinnointi. Päätöksessä täsmennetään palvelun käytön pääperiaatteet, eri hallinnointi- ja valvontaelinten roolit ja tehtävät sekä vastaanottimien valmistusta ja turvallisuutta koskevat ehdot ja viennin valvonta.

Galileo-järjestelmä on siviilivalvonnassa. PRS-palvelu on järjestelmän suojatuin osa, jonka jatkuvuus on taattava vaikeimmissakin kriisitilanteissa. Galileon turvallisuuden valvontakeskus (GSMC, Galileo Security Monitoring Centre) ilmoittaa komissiolle kaikesta, mikä voi haitata PRS-palvelun toimintaa. Palvelun käyttö ja hallinnointi edellyttävät yhteistä vastuuta jäsenvaltioiden turvallisuudesta. Jäsenvaltion tulee määrittää tehokkaat seuraamukset, mikäli velvoitteita ei noudateta, ja informoida komissiota näistä säädöksistä.

Palvelun käyttöoikeus rajoitetaan käyttäjäryhmiin, joita valvotaan järjestelmällisesti. Ryhmittelystä vastaa GSMC ja ennakkotietojen mukaan ryhmiä olisi tulossa toimialoitain yhteensä 7-12 kappaletta. Palvelun käyttäjiä ovat luonnolliset henkilöt tai oikeushenkilöt, jotka ovat saaneet asianmukaisen valtuutuksen pitää hallussaan tai käyttää PRS-vastaanotinta. Jäsenvaltio päättää itse käyttäjäryhmät luonnollisille henkilöille ja vastaa palvelun turvallisuusluokiteltujen tietojen suojaamisesta. Laitteiden käyttö on valvottua. Kolmannet maat tai kansainväliset järjestöt voivat käyttää PRS-palvelua vain, jos unionin ja maan tai järjestön välillä on turvallisuussopimus tms. sopimus. Laitteiden vienti kolmansiin maihin on rajoitettua.

Jokaisen PRS-palvelua käyttävän jäsenvaltion tulee nimetä PRS-vastuuviranomainen, joksi voidaan nimetä myös GNSS-virasto tai toisen jäsenvaltion vastuuviranomainen. Viranomaisen tulee täyttää komission antamat vähimmäisvaatimukset. Viranomaisen tehtävänä on hallinnoida ja valvoa luonnollisten henkilöiden PRS-laitteiden hallussapitoa, käyttöä sekä mahdollista viranomaisen vastuualueelle kuuluvaa PRS-vastaanottimien valmistusta. Jäsenvaltio voi joko valmistaa itse PRS-vastaanottimia ja niihin liittyviä turvamoduuleita tai antaa valmistuksen valtion alueelle asettautuneiden yritysten tehtäväksi. Valmistamiseen tarvitaan GNSS-viraston hyväksyntälautakunnan lupa ja

valmistuksessa tulee noudattaa vahvistettuja sääntöjä, joiden noudattamista PRS-viranomainen valvoo. Viranomaisen voi myös peruuttaa valmistusluvan, jos vaatimuksia ei noudateta.

PRS-viranomainen tulee nimetä 6.11.2013 mennessä. Mikäli jäsenmaa ei nimeä PRS-viranomaista, sen on kuitenkin nimettävä PRS-yhteyspiste, johon komissio voi ottaa yhteyttä mm. häiriöiden poistamiseksi.

Säännellyn PRS-palvelun käyttö on vapaaehtoista. Jos Suomi päättää ottaa käyttöön PRS-palvelun tai valmistaa tai sallia PRS-vastaanottimien valmistus, täytyy kansallisella lainsäädännöllä määrätä PRS-viranomainen ja sille kuuluvat tehtävät sekä palvelua käytettäessä päättää käyttäjäluokista. Turvallisuusluokiteltuja tietoja sekä vientirajoituksia koskevat artikkelit saattavat edellyttää muutoksia kansalliseen lainsäädäntöön. Rikkomuksista tulisi myös asettaa seuraamukset kansallisella tasolla.

PRS-viranomaisen tehtävänä on varmistaa, että palvelun käyttö on vaatimusten mukaista.

PRS-palvelun käytön vähimmäisvaatimuksina on kirjattu, että

- käyttäjät on ryhmitelty asianmukaisella tavalla
- käyttöoikeudet on määritelty ja niitä hallinnoidaan kunkin ryhmän ja käyttäjän osalta
- salausavaimet ja muut turvallisuusluokitellut tiedot hankitaan GSMC:ltä
- salausavaimet ja turvallisuusluokitellut tiedot jaetaan käyttäjille
- vastaanottimien ja niiden tekniikan ja tietojen suojausta hallinnoidaan ja riskit arvioidaan
- havaituista, haitallisista sähkömagneettisista häiriöistä ilmoitetaan
- vastaanottimien käyttöperiaatteet ja –menettelyt

PRS-viranomainen varmistaa ja valvoo, että palvelun vastaanottimia ja turvamoduuleja kehittävä tai valmistava yritys on saanut hyväksymislautakunnan luvan ja noudattaa vähimmäisvaatimuksia seuraavilla aloilla

- palvelun käyttäjäsegmentin hyväksyntä
- vastaanottimien ja tekniikan turvallisuus tutkimus-, kehitys- ja valmistusvaiheissa
- vastaanottimien ja tekniikan integrointi
- vastaanottimien, turvamodulien ja tekniikkaan käytävän materiaalin suojausprofiili

PRS-viranomainen hoitaa myös tarvittavat yhteydet vientirajoituksista vastaaviin viranomaisiin. Vientirajoitusten osalta vähimmäisvaatimukset kattavat

- valtuutetut PRS-palveluun osallistujat
- palveluun liittyvän materiaalin ja tekniikan viennin

PRS-viranomainen voi pyytää Euroopan GNSS-viraston teknistä apua, josta järjestelystä on ilmoitettava komissiolle. PRS-viranomaisten kokous järjestetään komission avustuksella vähintään kerran vuodessa. Viranomaisen raportoi kolmen vuoden välein vähimmäisvaatimusten noudattamisesta komissiolle. Komissio ja Euroopan GNSS-virasto järjestävät PRS-viranomaisten toiminnan auditointeja ja tarkastuksia.

Eduskunnan liikenne- ja viestintävaliokunta korostaa lausunnossaan ([LiVL 20/2010](#)), että kun PRS-viranomaiselle kuuluvat tehtävät aikanaan säädetään suomalaiselle viranomaiselle, tulee samalla huolehtia myös kyseisen viranomaisen resurssien riittävydestä.

Mikäli PRS-tekniikkaa halutaan tutkia, kehittää ja valmistaa Suomessa, tulee Suomen nimetä PRS-viranomainen. Tehtäviensä puolesta PRS-viranomaisena voisi toimia lähinnä Viestintävirasto.

5.1.3. Muita Galileo-järjestelmään liittyviä säädöksiä

Galileo-järjestelmän maa-asemat kuuluvat Euroopan elintärkeisiin infrastruktuureihin, joista on annettu direktiivi ([2008/114/EY](#)). Jäsenmaan on huolehdittava ja suojattava sellaiset laitteet ja järjestelmät, joiden tuhoutuminen vaikuttaisi ainakin kahteen jäsenvaltioon. Direktiivi edellyttää asianmukaisten riskianalyyysien ja turvallisuussuunnitelmien laatimista.

Komission on vuonna 2012 antanut päätöksen Galileo-järjestelmään kuuluvista keskuksista ja maa-asemista ([2012/117/EU](#)).

Säädösten pohjalta on perustettu satelliittinavigointijärjestelmän valvontaviranomainen: Euroopan GNSS-virasto ([European GNSS Agency](#)). Säädöksissä on määritelty sen tehtävät sekä hallinto. Viranomaisen tueksi on perustettu hallintoneuvosto ja eurooppalaisten GNSS-järjestelmien turvallisuusjärjestelyjen hyväksyntälautakunta. Turvallisuusjärjestelyistä huolehtiminen on viraston keskeisin tehtävä.

5.2. Hätäpaikannusta koskevia säädöksiä

Hätäpaikannus on keino nopeuttaa avun saamista perille. Hätäpuhelun soittajalla voi olla vaikeuksia ilmaista tai kuvailla täsmällisesti missä apua tarvitaan. Soittajan päätelaitteen paikantaminen sulkee pois monia virhetulkintoja ja saattaa joskus olla aivan ratkaiseva edellytys pelastustehtävän onnistumiselle. Paikannustiedot kuuluvat henkilön yksityisyyden suojan piiriin, joten hätäpaikannus ja paikannustietojen välittäminen on otettu huomioon useissa säädöksissä.

Kansainvälisesti hätäviestien välittämisestä on sovittu ja Suomi on liittynyt mukaan COSPAS-SARSAT-järjestelmään valtiosopimuksella ([27/2010](#)). Paikannetut lähettimien hätäsignaalit ohjataan satelliittien kautta automaattisesti lähimmille etsintä- ja pelastusorganisaatioille. Vuonna 2009 uudistetun meripelastuslain ([1660/2009](#)) 3§:n mukaan Rajavartiolaitos vastaa COSPAS-SARSAT-järjestelmällä välitettyjen merenkulun, ilmailun tai henkilökohtaisten hätälähettimien hätäviestien vastaanottamisesta ja välittämisestä sekä järjestelmään liittyvien asioiden kansallisesta yhteensovittamisesta.

EU:n yleispalveludirektiiviä tarkistavassa direktiivissä [2009/136/EY](#) säädetään yleisestä hätänumerosta 112 ja sen käytön yhteydessä tapahtuvasta päätelaitteen paikantamisesta.

Laissa Viestintämarkkinalain muuttamisesta [363/2011](#) on kirjattu 55§:ssä, että teleyritys on velvollinen osaltaan huolehtimaan siitä, että käyttäjät saavat puhelimitse sekä tekstiviestillä yhteyden maksutta yleiseen hätänumeroon 112. Edelleen 67§:n mukaan viestintäpalvelusopimuksessa on mainittava, voiko liittymän avulla käyttää hätäpalveluita ja voidaanko liittymän haltijan sijainti paikantaa hätätilanteissa. Lain 81§:n mukaan teleyrityksen on tehokkaasti ja hyvissä ajoin tiedotettava käyttäjille hätäpalvelun tai liittymänhaltijan sijaintitiedon saatavuuteen liittyvistä muutoksista.

Euroopan posti- ja telehallinnon sähköisen viestinnän komitea on koonnut hätäpuhelujen paikannukseen liittyvää teknistä standardointia ja sääntelyä koskevia asioita julkaisemaansa raporttiin ([CEPT/ECC/Report 143](#)).

Yhdysvaltain viestintäviranomainen FCC (Federal Communication Committee) valmistelee säädöksiä ([tiedote](#), [white paper](#) 22.9.2011), joiden mukaan hätäkeskuksiin tulee luoda valmius yhteyden ottajien lähettämien tekstiviestien, kuvien ja videoiden vastaanottoon siirryttäessä seuraavan sukupolven ratkaisuun (NG911, Next Generation 911). Puhelut hätänumeroon 911 myös priorisoidaan viestintäverkoissa. Matkapuhelimiin kaavailaan

pakollista GPS-paikannusta. Asiaa on valmisteltu laajassa yhteistyössä liikenneviranomaisten kanssa ([NG 9-1-1](#), [taustaselvitys](#)).

Toistaiseksi Häätäkeskuslaitos [tiedottaa](#), että hätänumeroon 112 ei voi lähettää tekstiviestejä. Sen sijaan kuulovammaisille on luotu palvelu, jonka avulla hätäilmoituksen voi tehdä tekstiviestillä oman alueensa häätäkeskukseen.

Uusittu häätäkeskuslaki ([692/2010](#)) on tullut voimaan vuoden 2011 alussa. Lain 15§ kirjaa, että paikannukseen liittyvistä asioista säädetään sähköisen viestinnän tietosuojalaissa (516/2004).

Häätäkeskuslain 19§ mukaan Häätäkeskuslaitoksen henkilöstöön kuuluvalla on oikeus saada teleyritykseltä hätäilmoitusta koskevat liittymän tunnistamistiedot ja matkaviestimen sijaintitiedot.

Meripelastuslain ([1660/2009](#)) 14§:n mukaan Rajavartiolaityksellä on oikeus saada häätäkeskustietojärjestelmästä hätäilmoitustietoja.

Tieliikenteen eCall on tulossa käyttöön. EU:n komissio on antanut asiasta suosituksen ([2011/750EU](#)) Euroopan parlamentti kehottaa EU:n komissiota ([2012/2056\(INI\)](#)) esittämään hätänumeroon 112 perustuvan eCall-järjestelmän käyttöönottoa vuoteen 2015 mennessä.

5.3. Henkilöiden ja kulkuneuvojen paikantaminen

Soittajan paikantaminen teleliikenneverkon avulla on mahdollista yhtäältä lankaverkkoliittymän asennusosoitteen avulla ja toisaalta matkapuhelimen verkkopaikannuksen mukaan. Nykyisin älypuhelimissa on myös tuki GPS-paikannukselle ja muille tavoille paikantaa päätelaite. Älypuhelimessa käyttäjä hallinnoi itse paikannusta eli sijaintipalvelujen käyttöä puhelimen asetuksista. Puhelimen käyttäjä voi joko kytkeä sijaintipalvelut pois käytöstä kaikilta sovelluksilta taikka kytkeä sijaintipalvelujen käytön sovelluskohtaisesti.

Työnantajalla voi olla tarve turvallisuuden tai toiminnan tehokkuuden parantamiseksi paikantaa työntekijöitä ja kalustoa. Paikannus on eräs muoto teknistä valvontaa, josta säädetään osana työelämän tietosuojaa.

Liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden parantamiseksi kehitetään älyliikenteen ratkaisuja. EU:n komissio on antanut ratkaisujen toteuttamista ohjaavan direktiivin ja muita säädöksiä, jotka koskevat ajoneuvojen paikantamista.

5.3.1. Sähköisen viestinnän tietosuoja

Yksityisyyden suojaa sähköisessä viestinnän alalla käsitellään EU:n direktiivissä ([2002/58/EY](#)).

Matkaviestinnän järjestelmillä voidaan tuottaa paikannustietoja, joita voidaan käyttää lisäarvopalvelujen tarjoamiseen. Sijainnin ohella tietoihin voi sisältyä mm. suunta, paikannuksen tarkkuus ja paikantamisen ajankohta. Paikannustietojen käsittely lisäarvopalveluita varten sallitaan vain, jos tilaajat ovat antaneet siihen suostumuksensa. Tilaajien on voitava helposti ja maksutta kieltää väliaikaisesti paikannustietojen käsittely. Ennen suostumuksen antamista tilaajalle on tiedotettava, mikäli palvelu edellyttää paikannustietojen lähettämistä teleyritykseltä lisäarvopalvelun tarjoajalle. Hätäpalveluja varten voidaan kansallisesti sallia paikannustietojen käyttö ilman ennakolta annettua suostumusta.

Sähköisen viestinnän säädöksissä käytetään termiä 'paikkatieto', kun tarkoitetaan päätelaitteen paikannustietoa; seuraavassa tekstissä on selvyyden vuoksi käytetty termiä 'paikannustieto'. Säädökset on kirjoitettu lähtökohtana, että teleoperaattorin verkko paikantaa päätelaitteen, mutta säädöksiä sovelletaan myös lisäarvopalvelujen tarjoamiseen tilanteissa, joissa puhelimessa toimii GPS-paikannus.

Sähköisen viestinnän tietosuojalaki (516/2004) säättää 4§:ssä yleisperiaatteen, että paikannustiedot ovat luottamuksellisia, jollei muuta säädetä. Lain 5§:ssä säädetään vaitiolovelvollisuudesta, jonka mukaan paikannustietoa ei saa ilmaista tai käyttää hyväksi ilman paikannettavan suostumusta.

Lain 16§ kirjaa, että palveluntarjoajat saavat käsitellä paikannustietoja lisäarvopalvelun tarjoamiseksi ja hyödyntämiseksi, mutta käsittely on sallittua vain tarkoituksen vaatimassa laajuudessa eikä yksityisyyden suojaa saa rajoittaa enempää kuin on välttämätöntä. Käsittelyn jälkeen paikannustiedot on hävitettävä tai tehtävä sellaisiksi, ettei niitä voi yhdistää liittymän tilaajaan tai käyttäjään.

Käsittelyn rajoitukset eivät koske anonyymiin muotoon muutettuja tietoja, joista henkilöä ei voida tunnistaa. Paikannustietojen käsittelyn kieltämisestä ja palvelukohtaisesta suostumuksesta päättää alle 15-vuotiaan puolesta hänen huoltajansa.

Lain 17§:n mukaan teleyritys saa käsitellä paikannustietoja, jollei tilaaja ole sitä kieltänyt.

Teleyrityksen on huolehdittava, että tilaajalla on mahdollisuus helposti ja ilman erillistä maksua kieltää paikannustietojen käsittely. Lisäksi teleyrityksen on huolehdittava, että tilaajan saatavilla on helposti ja jatkuvasti tietoa käsiteltävien paikannustietojen tarkkuudesta ja käsittelyn tarkoituksesta sekä siitä, voidaanko tiedot luovuttaa kolmannelle osapuolelle lisäarvopalvelun tarjoamista varten.

Ennen paikannustietojen luovuttamista lisäarvopalvelun tarjoajalle tai yhteisöttilaajalle teleyrityksen on varmistuttava tarkoituksenmukaisella tavalla, että lisäarvopalvelun tarjoaminen perustuu suostumukseen.

Lain 18§ssä säädetään, että lisäarvopalvelun tarjoajan tai yhteisöttilaajan on pyydettävä paikannettavalta palvelukohtainen suostumus ennen paikannustietojen käsittelyn aloittamista, jollei suostumus yksiselitteisesti ilmene asiayhteydestä. Paikannettavalla on oltava mahdollisuus helposti ja ilman erillistä maksua peruuttaa suostumus.

Paikannettavan saatavilla on oltava helposti ja jatkuvasti tietoa käsiteltävien paikannustietojen tarkkuudesta, käsittelyn täsmällisestä tarkoituksesta ja kestosta sekä siitä, voidaanko tiedot luovuttaa kolmannelle osapuolelle lisäarvopalvelun tarjoamista varten. Lisäarvopalvelun tarjoajan tai yhteisöttilaajan on erityisesti huolehdittava siitä, että nämä tiedot ovat paikannettavan saatavilla ennen suostumusta.

Sähköisen viestinnän tietosuojalain 35§:n mukaan teleyritys on velvollinen luovuttamaan hätäkeskukselle, meripelastuskeskukselle, meripelastuslohkokeskukselle ja poliisille sen liittymän ja päätelaitteen tunnistamistiedot ja paikannustiedot, josta hätäilmoitus on tehty, sekä hätäilmoituksen kohteena olevan käyttäjän päätelaitteen ja liittymän sijainnin ilmaisevat tunnistamistiedot ja paikannustiedot, jos käyttäjä on hätäilmoituksen vastaanottaneen viranomaisen perustellun käsityksen mukaan ilmeisessä hädässä tai välittömässä vaarassa. Vuonna 2008 kohtaa täydennettiin maininnalla tietojen luovuttamisesta vaitiolovelvollisuuden estämättä ja riippumatta siitä, mitä tilaaja tai käyttäjä on sopinut teleyrityksen kanssa tietojen pitämisestä salassa. Myös lisäarvopalvelun tarjoajalla on oikeus luovuttaa vastaavat tiedot.

Lain 37§:n mukaan käyttäjällä on oikeus saada teleyritykseltä päätelaitteen sijaintitieto tietyllä hetkellä. Käyttäjän puhevaltaa käyttää alle 15-vuotiaan puolesta lapsen huoltaja.

5.3.2. Työelämän tietosuojaja

Monissa työtehtävissä liikutaan runsaasti eri toimipisteiden välillä tai asiakkaiden luona taikka muissa paikoissa. Työn tuottavuutta ja turvallisuutta voi olla mahdollista parantaa hyödyntämällä työtehtävissä käytettävien päätelaitteiden paikannusta. Työnantaja saattaa ehdottaa ja edellyttää työntekijältä päätelaitteen kuljettamista ja sen paikantamisen sallimista.

Laki yksityisyyden suojasta työelämässä ([759/2004](#)) ohjaa mm. työnantajan oikeutta valvoa työntekijöitä teknisin menetelmin. Työnantaja saa käsitellä vain välittömästi työsuhteen kannalta tarpeellisia henkilötietoja, jotka liittyvät osapuolten oikeuksien ja velvollisuuksien hoitamiseen tai työnantajan työntekijöille tarjoamiin etuuksiin taikka johtuvat työtehtävien erityisluonteesta. Tästä tarpeellisuusvaatimuksesta ei voi poiketa työntekijän suostumuksella. Työntekijöihin kohdistuvan, teknisin menetelmin toteutetun valvonnan tarkoitus, käyttöönotto ja valvonnassa käytettävät menetelmät kuuluvat ns. yhteistoimintamenettelyn piiriin. Muissa kuin yhteistoimintalainsäädännön piiriin kuuluvissa organisaatioissa työnantajan on ennen päätöksentekoa varattava työntekijöille tai heidän edustajilleen tilaisuus tulla kuulluiksi em. asioista. Yhteistoiminta- tai kuulemismenettelyn jälkeen työnantajan on määriteltävä valvonnan käyttötarkoitus ja siinä käytettävät menetelmät sekä tiedotettava niistä työntekijöille.

5.3.3. Kulkuneuvojen ja laitteiden paikannus ja jäljittäminen

Eri liikennemuotoja koskevat omat kansainväliset käytännöt kulkuneuvojen tunnistamisessa ja sijaintitietojen välityksessä. Tieliikenteessä käytännöt eivät ole vielä vakiintuneet.

Lähtökohtaisesti ajoneuvojen paikannuksessa tulee ottaa huomioon työelämän tietosuojaa koskevat säädökset. EU:ssa on annettu ja valmistellaan älyliikennettä koskevia säädöksiä, joiden puitteissa ja nojalla myös paikannetaan ajoneuvoja ja käsitellään niiden sijaintitietoja.

Älykkäitä liikennejärjestelmiä koskevassa EU:n direktiivissä ([2010/40/EU](#)) tavoitellaan mm. liikenteen ja rahtitoimintojen hallintaa sekä tieturvallisuuden turvallisuuden parantamista. Käytännön toimenpiteiden alueita ovat mm. tosiaikaisten liikennetietojen sekä eCall-hätäviestijärjestelmän tarjoaminen. Järjestelmien toteuttamisessa on huolehdittava yksityisyyden suojasta. Direktiivin täytäntöönpanemiseksi hallitus on antanut esityksen ([HE 174/2012](#)) tieliikennelain muuttamisesta.

Komissio on antanut ehdotuksen ([KOM\(2011\) 451](#)) ajopiirturiasetuksen muuttamiseksi siten, että laite keräisi satelliittipaikannuksen avulla sijaintitiedot ajoneuvon liikkeistä. Laite olisi myös yhteentoimiva muiden ajoneuvon laitteiden kanssa, jotka voisivat hyödyntää mm. paikannustietoa. Lisäksi laite olisi viranomaisen etäluettavissa siten, että ajoneuvoa ei tarvitsisi valvonnan yhteydessä pysäyttää. Tiedot eivät koskisi kuljettajan henkilöllisyyttä, mutta samaan aikaan valmistellaan ajokortin ja kuljettajakortin yhdistämistä ([KOM\(2011\) 710](#)) uudistamalla EU:n ajokorttidirektiiviä. Voimaan tullessaan komission asetus aiheuttaisi muutoksia Suomen lainsäädäntöön.

Automaattinen eCall-hätäviestijärjestelmä halutaan ottaa käyttöön pitkällisen valmistelun jälkeen. Euroopan parlamentti on antanut kesällä 2012 päätöslauselman ([2012/2056\(INI\)](#)), jossa se kehottaa komissiota esittämään ajoneuvoja koskevan direktiivin ([2007/46/EY](#)) puitteissa hätänumeroon 112 perustuvan eCall-järjestelmän pakollista käyttöönottoa kaikissa uusissa ajoneuvoissa vuoteen 2015 mennessä. Järjestelmä perustuu satelliittipaikannuksen hyödyntämiseen siten, että ajoneuvon eCall-

laite lähettää automaattisesti onnettomuuden sattuessa paikannustiedon sisältävän viestin hätäkeskukseen. Hätäkeskusjärjestelmissä on varauduttava viestien vastaanottamiseen viimeistään vuoden 2015 alusta lähtien.

Ilmailussa on omat säädökset ja käytännöt, jotka koskevat lentokoneiden paikannusta. Noin 70% lentokoneista Euroopassa käyttää tiedonvälitykseen ADS-B –menetelmää (Automatic dependent surveillance-broadcast). Menetelmän avulla siirretään automaattisesti ilma-aluksen suunnistus- ja paikannusjärjestelmän tuottamaa tietoa maa-asemille. Järjestelmän käytöstä on säädetty EU:n komission asetuksessa ([1207/2011](#)).

Merenkulussa alusten seuranta on maailmanlaajuisesti toteutettu AIS-menetelmällä (Automatic Identification System) ja LRIT- (Long Range Identification and Tracking) järjestelmien avulla, jotka perustuvat kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO (International Maritime Organisation) sopimukseen meriturvallisuudesta (SOLAS, International Convention for the Safety of Life at Sea). Sopimus edellyttää, että kaikkien yli 300 bruttorekisteritonnin alusten tulee käyttää AIS-laitetta ([IMO/SOLAS/AIS](#)). AIS on tarkoitettu alusten tunnistamiseen ja sijaintitietojen välittämiseen. Alusliikennepalvelun VTS-keskukset (Vessel Traffic System) ja laivat voivat ottaa AIS-laitteillaan vastaan läheisten alusten lähettämät tiedot. Käytäntö sisältyy alusliikennepalvelulakiin ([623/2005](#)), joka on säädetty EU:n seurantadirektiivin ([2002/59/EY](#)) pohjalta. EU:n piirissä on kehitetty alusliikenteen seurantaan yhtenäistä SafeSeaNet-järjestelmää ja tietojen vaihtoa koskevat asiat on kirjattu aiempaa seurantadirektiiviä päivittävään direktiiviin ([2009/17/EY](#)). Suomessa alusliikennepalvelulakia on muutettu ([225/2012](#)), jonka mukaan VTS-viranomaisen järjestelmän tulee olla yhteentoimiva SafeSeaNet-järjestelmän kanssa. Kalastusaluksille EU:n jäsenmaissa AIS-laite on pakollinen EU:n neuvoston asetuksen ([1224/2009/EY](#)) mukaan porrastetusti (>24m, 31.5.2012-; >18m, 31.5.2013-; >15m, 31.5.2014-) osana [EU:n kalastuksen valvontaa](#).

Rautatieliikenteessä ei tiettävästi ole säädöksiä, jotka ohjaisivat satelliittipaikannuksen soveltamista.

5.4. Paikkatiedon infrastruktuuri

Paikannuspalvelujen soveltaminen tarvitsee tuekseen karttoja ja muita paikkatietoja. Paikkatietojen keruuta ja ylläpitoa koskevat monet säädökset eri viranomaisten tehtävistä. Kansainväliset sopimukset sitovat jäsenmaita tuottamaan karttoja ja paikkatietoja eri sovellusalueilta kuten liikenneverkoista. Myös eurooppalainen lainsäädäntö velvoittaa monia viranomaisia tarjoamaan paikkatietoja viranomaisille ja muille osapuolille ja julkisen tiedon avaaminen etenee systemaattisesti. Valtaosa paikkatiedosta on luonteelta julkista dataa, mutta osin saatavuutta rajoittavat mm. tietosuoja ja kansallinen turvallisuus.

Tietohallintolaki ([634/2011](#)) tähtää julkisen hallinnon tietojärjestelmien yhteentoimivuuteen. Valtiovarainministeriö ohjaa yhdessä muiden ministeriöiden kanssa kokonaisarkkitehtuuryötä, jonka tavoitteena ovat yhteentoimivat tietojärjestelmät.

5.4.1. Eurooppalainen paikkatietoinfrastruktuuri (INSPIRE)

Inspire-direktiivi tähtää eurooppalaisen paikkatietoinfrastruktuurin syntymiseen ja paikkatietojen yhteentoimivuuteen, niiden käytön ja ympäristön tilan seurannan tehostamiseen, viranomaisten yhteistyön lisäämiseen sekä monipuolisten kansalaispalvelujen syntymiseen.

EU:n Inspire- direktiivi ([2007/2/EY](#)) on saatettu voimaan vuonna 2009 Suomessa lailla ([421/2009](#)) paikkatietoinfrastruktuurista ja tätä täydentävällä asetuksella ([725/2009](#)) sekä asetusmuutoksella, jossa luetellaan viranomaiset ([1282/2009](#)). Direktiivin toimeenpano koskee yli 20 valtakunnallista viranomaista, osin aluehallintoa ja kuntia, joiden tulee tarjota olemassa olevat soveltamisalan piiriin kuuluvat paikkatiedot käyttöön vuoden 2013 aikana. Lain mukaan Maanmittauslaitoksen tehtävänä on tarjota direktiivin toimeenpanoon liittyviä tukipalveluja.

Direktiivin liitteissä on kirjattu yli 30 teemaa paikkatiedoista, jotka kuuluvat direktiivin soveltamisalaan. Komissio on antanut asetuksen paikkatietojen yhteentoimivuudesta ([1089/2010](#), [102/2011](#)), jossa luetellaan yksityiskohtaisesti infrastruktuuriin kuuluvat kohdetyypit, niiden ominaisuustiedot sekä sovellettavat koodiluettelot. Asetus tulee sisällöllisesti laajenemaan merkittävästi vuoden 2013 aikana. Kustakin teemasta komissio on julkaissut [tekniset ohjeet](#), joissa on seikkaperäisesti esitelty tietotuotteiden määrittelyt tietomalleineen. Viranomaisten velvoitteena on laatia paikkatietoa kuvailevat metatiedot komission asetuksen ([1205/2008](#)) mukaan ja asettaa olemassa oleva paikkatieto karttakuvamuodossa ja rakenteisessa muodossa saataville. Paikkatieto tulee tarjota yhteentoimivuutta varten määritellyssä muodossa viimeistään seitsemän vuoden siirtymäajan lopussa 2017-2019.

Direktiivi nimeää verkkopalvelut, joiden kautta paikkatieto on rajapintapalveluina saatavilla karttakuvina ja rakenteisessa muodossa. Komissio on antanut haku- ja katselupalveluja koskevan asetuksen ([976/2009](#)), jossa määritellään tarjottavat metatietopalvelut ja karttakuvapalvelut. Tätä täydentää asetus ([1088/2010](#)), joka koskee lataus- ja muunnospalveluja. Komissio on julkaissut [tekniset ohjeet](#) palvelujen toteuttamisesta.

Säädökset ohjaavat, miten kukin viranomainen tarjoaa paikkatiedon yleisesti käytettäväksi tietoverkon kautta. Yhteiskäyttö perustuu kansainvälisiin ISO 19100-sarjan ja OGC:n (Open Geospatial Consortium) standardeihin. Keskeisin ohjeisto säädösten mukaisesta standardien soveltamisesta sisältyy julkisen hallinnon suosituksiin: koordinaatistoista ([JHS 153](#) ja [JHS 154](#)) metatiedoista ([JHS 158](#)), mallintamisesta ([JHS 162](#)) sekä sisältöpalveluista ([JHS 180](#)).

5.4.2. Ympäristön ja turvallisuuden seurantaohjelma (GMES)

Ympäristön seurannan ja turvallisuuden maailmanlaajuinen seurantaohjelma (GMES, Global Monitoring for Environment and Security) perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseen ([911/2010](#)). EU:n 7.puiteohjelman ja ESA:n ohjelmatoimenpiteiden puitteissa toteutuva GMES -ohjelma tuottaa ympäristön tilaan ja sen seurantaan liittyviä tietoja ja palveluita.

Tavoitteena on yhdistää satelliittien avulla tapahtuvan kaukokartoituksen ja maanpäällisten mittaus- ja seuranta-asemien avulla tuotettu tieto. Ohjelmaan kuuluu avaruuskomponentti, maanpinnalla sijoitettujen laitteiden 'in situ'-komponentti sekä tietojen saatavuudesta huolehtiva palvelukomponentti ilmakehän ja ilmastomuutoksen seurannan, hätätilanteiden hallinnan, maanpeitteen kartoituksen ja seurannan ja meriympäristön tilan seurannan osalta sekä turvallisuuspalvelut rajojen ja merialueiden valvonnan tueksi.

GMES-ohjelman toteutukseen vuosille 2011-2013 on varattu EU:n rahoitus yhteensä 775 miljoonaa euroa ja rahoitus jatkuu vuodesta 2014 eteenpäin EU:n uuden monivuotisen rahoituskehityksen puitteissa. Ohjelmalla on tiivis kytkentä myös Inspire-direktiiviin ja EU:n SEIS-ohjelmaan (Shared Environmental Information System).

5.4.3. Liikenneverkot

EU:n Inspire-direktiivi ([2007/2/EY](#)) nimeää liitteessä I paikkatietoryhmän Liikenneverkot, joka kattaa sisällöllisesti tie-, raide-, ilma- ja vesiliikenneverkot ja niihin liittyvän infrastruktuurin sekä verkkojen väliset yhteydet. Komission asetus ([1089/2010](#)) Inspire-direktiivin täytäntöönpanosta määrittelee teemaan kuuluvat kohdetyypit ja niiden ominaisuustiedot sekä yhteisesti sovellettavat koodiluettelot. Liikenneverkot on mallinnettu kulkuneuvojen, tavaran ja henkilöiden liikkumisen sekä liikenteen ympäristövaikutusten lähtökohdista. Komission asetusta täydentää liikenneverkkotietoja koskeva tekninen ohje ([D2.8.1.7](#) INSPIRE Data Specification on Transport Networks – Guidelines, v.3.1).

5.4.4. Tie- ja katuverkko

Tieliikenteen tarpeisiin on tuotettu yhtenäinen [Digiroad](#)-tietojärjestelmä, joka kattaa yleiset tiet, kadut ja yksityistiet. Digiroad perustuu lakiin tie- ja katutietojärjestelmästä ([991/2003](#)), jota on tarkistettu vuonna 2009 ([1302/2009](#)). Järjestelmästä huolehtii Liikennevirasto. Maanmittauslaitos toimittaa lähinnä väyliä koskevat sijaintitiedot ja kunnat voivat sopimuksen mukaan toimittaa lähinnä katuja koskevia tietoja. Tietosisältö on määritelty asetuksessa ([997/2003](#)).

5.4.5. Elektroniset merikartat

Kansainvälinen merikartoitusjärjestö IHO (International Hydrographic Organization) on julkaissut elektronista merikarttaa koskevan standardin ([S-57](#)). YK:n alaisen kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n (International Maritime Organization) mukaan painetun merikartan korvaavassa ECDIS merikarttajärjestelmässä (Electronic Chart Display and Information System) on käytettävän S-57-standardin mukaista merikarttaa. Tavoitteena on kattaa kaikki kauppamerenkulun kannalta merkittävät satamat ja väylät maailmassa, mikä tavoite on likimain jo saavutettu. Liikenneviraston tuottamien Suomen vesialueita koskevien elektronisten merikarttojen jakelusta huolehtii useiden eurooppalaisten merikarttalaitosten yhdessä ylläpitämä [PRIMAR](#) -jakelukeskus.

5.4.6. Ilmailun kartat ja paikkatiedot

Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö ICAO (International Civil Aviation Organization) edellyttää jäsenvaltioidensa julkaisevan ilmaliikenteen turvallisuuden, säännöllisyyden ja tehokkuuden kannalta tarpeellisen tiedon. Tarkentava ohjeistus on annettu yleissopimuksen liitteissä 4 ja 15: Annex 4 Aeronautical Charts ja Annex 15 Aeronautical Information Services. Niiden mukaisesti Suomessa liikenne- ja viestintäministeriön päätöksellä Finavia tarjoaa palvelua ([AIS-palvelut](#)) ja julkaisee Ilmailukäsikirjaa (AIP), joka sisältää lentoliikenteen kannalta olennaisen tiedon. Lisäksi yhteistyössä Karttakeskuksen kanssa julkaistaan lähinnä yleisilmailun näkölentosuunnistuksen tarpeita palveleva [ANC 1:500 000](#) ilmailukartta ICAO:n vaatimusten mukaan ([Version 1.4](#), 21.7.2010).

EU:n komissio on antanut asetuksen ([73/2010](#)) ilmailutietojen ja ilmailutiedotuksen laatua koskevista vaatimuksista yhtenäistä eurooppalaista ilmatilaa varten. Lentokenttiä, lentoesteitä, ilmatilan rakennetta ja maastoa kuvaavat tiedot tulee tuottaa ja tarjota asetuksessa viitattujen standardien mukaan ja laatia tiedoista metatiedot sekä tietotuoteselosteet. Asetus tulee voimaan 1.7.2013 ja koskee kaikkia osapuolia, jotka tuottavat tietoa ilmailua varten.

6. Paikannuksen hyödyntäminen viranomaistoiminnassa

Tässä luvussa tarkastellaan paikannuksen hyödyntämisen mahdollisuuksia, joita on runsaasti monilla eri sovellusalueilla. Vaikka sovellukset saattavat vaikuttaa lähtökohtaisesti erilaisilta, niillä on usein paljon yhteisiä piirteitä. Paikannuksen avulla pysytään reitillä ja löydetään kohteeseen, mutta myös jäljitetään henkilöitä ja kalustoa. Paikannus ja sen avulla tuotettava tilannekuva ovat lähtökohtana toiminnan johtamiselle ja optimoinnille.

Paikannuksen hyödyntäminen on myös oppimisprosessi, jossa ensimmäisistä kokemuksista ja kokeiluista edetään yhä laajempiin ratkaisuihin. Paikannuksen yksilöllinen hyödyntäminen on alku ryhmän, organisaation tai toimialan rajat ylittävien yhteentoimivien järjestelmien toteuttamiselle. Paikannuksen hyödyntämiselle on mahdollista tunnistaa ja asettaa tavoitetasoja, jotka ohjaavat toiminnan pitkäjänteistä kehittämistä.

Kun uusi teknologia tulee tutuksi tai saataville, se innostaa monia kokeilemaan uusia mahdollisuuksia. Satelliittinavigaatiojärjestelmien kehittymisen kohdalla pitää hyvin paikkaansa toteamus, että yliarviomme helposti vaikutuksia lyhyellä aikavälillä ja aliarvioimme vaikutuksia pitkällä aikavälillä.

6.1. Paikannuksen hyödyntämisen mahdollisuuksia

Satelliittipaikannusta voidaan hyödyntää monin eri tavoin. Organisaatiot voivat hyödyntää paikannusta yhtäältä omassa toiminnassaan ja toisaalta tarjota asiakkailleen paikannusta hyödyntäviä palveluja. Monet prosessit hyödyntävät jo paikannusta, mutta on myös runsaasti toimintaa, jossa paikannusta voisi hyödyntää ylipäätään tai nykyistä monipuolisemmin.

Seuraavassa on lueteltu eräitä tyypillisiä tapoja hyödyntää paikannusta ottamatta tarkemmin kantaa toiminnan luonteeseen. Tiivistäen paikannusta voi hyödyntää mm.

- päätelaitteen jäljittämisessä
- tiedon hakemisessa
- navigoinnissa
- paikannetun tiedon tuottamisessa
- toiminnan ohjauksessa

Käytännön toiminnassa erilaiset tavat hyödyntää paikannusta sulautuvat toisiinsa eikä niitä ole tapana erotella toisistaan. Hyödyntämistapojen tyypittely ja mallinnus saattaa kuitenkin olla hyödyllistä, koska toiminnan ja sitä tukevien järjestelmien kehittämisessä tulisi pyrkiä modulaarisuuteen ja jo toteutettujen toimintojen uudelleen käyttämiseen.

Päätelaitteen paikantaminen ja jäljittäminen

- päätelaite voi olla yksilön tai ryhmän käytössä tai asennettuna kiinteästi kulkuneuvoon tai muuhun kalustoon
- päätelaite voi olla yleiskäyttöinen laite, joka käyttää tiedonsiirtoon yleisiä matkapuhelinverkkoja tai tiettyyn käyttötarkoitukseen valmistettu laite, joka saattaa käyttää erityisiä tietoliikennetarkoituksia
- päätelaitteen paikannus ja sijaintitiedon välittäminen voidaan käynnistää joko päätelaitteesta tai sijaintitietoa hyödyntävästä järjestelmästä
- päätelaitteiden paikannuksen avulla voidaan jäljittää ryhmään kuuluvat muut päätelaitteet

- päätelaite voidaan paikantaa tai jäljittää aina tarvittaessa tai sijaintitieto voidaan välittää jatkuvasti sopivin aikaväleihin tietoa hyödyntävään järjestelmään
- päätelaitteen sijaintitiedon välittämiseksi voidaan asettaa ehtoja kuten, että sijainti lähetetään kun päätelaite on saapunut tietylle alueelle tai on poistunut alueelta; alue voidaan määrittellä mm. etäisyytenä tietystä pisteestä tai viivasta taikka suorakulmiona tai monikulmiona
- paikannuksessa ja jäljittämisessä tulee ottaa tietosuojaa koskevat säädökset huomioon, mikäli sijaintitieto on liitettävissä tunnistettavaan henkilöön

Tiedon haku sijaintitiedon perusteella

- päätelaitteen sijaintitiedon avulla voidaan hakea tiedot lähimmistä kohteista, jotka täyttävät annetut kriteerit
- päätelaite voi ottaa vastaan ja tarjota käyttäjälleen sijaintitietoon perustuvaa tietovirtaa kuten opastusta, kuvia, videota tai taustatietoja

Navigointi kohteeseen

- kohde voi olla osoitettavissa päätelaitteen sovelluksen kartasta tai kohde voi olla annettavissa osoitetietona tai koordinaatein tms. tavalla taikka kohteen sijaintitieto voidaan lähettää päätelaitteeseen toimintaa tukevasta järjestelmästä
- päätelaite voi sisältää navigointisovelluksen, joka ohjaa käyttäjän valittua reittiä pitkin kohteeseen tai reittiopastus voi tulla toimintaa tukevasta järjestelmästä
- navigointisovelluksen tarvitsemat kartta- ja muut paikkatiedot voivat olla päätelaitteessa tallennettuna taikka tiedot tai osa niistä voidaan hakea toimintaa tukevasta järjestelmästä
- kulkuneuvo voidaan navigointijärjestelmän ja sensoritietojen varassa kytkeä ainakin tilapäisesti automaattiohjaukselle
- liikkuva laite voi olla miehittämätön ja sitä ohjataan navigointijärjestelmän avulla etäyhteydellä

Paikannetun ja ajoitetun tiedon tuottaminen

- päätelaitteen avulla voidaan tuottaa sijaintitieto ja ajoitus kohteille tai havainnoille; havaintoon voi sisältyä selite, eri sensorien tuottamia mittausrvoja, valokuva, video, äänite taikka muuta informaatiota
- havainto voidaan tuottaa ennalta määritellyn sijainnin mukaan tai määrätietoisuudella tai aikaväleihin taikka asettamalla eri sensoreille kynnyksarvoja, joiden ylittyminen tai alittyminen tuottaa paikannetun ja ajoitetun havainnon
- paikannettu tieto voidaan tallentaa päätelaitteeseen taikka välittää toimintaa tukevaan tai tietoa hyödyntävään tai edelleen jakelemaan järjestelmään
- paikannus- ja aikatietojen perusteella havainnot voidaan järjestää ja tuottaa tapahtumia kuvaavia tietokokonaisuuksia

Toiminnan ohjaus, optimointi ja mittaus

- satelliittipaikannusjärjestelmä tarjoaa tarkan aikamerkin, jonka avulla voidaan synkronoida järjestelmiä, tietoliikennettä ja prosesseja sekä tiedonkeruuta
- paikannukseen perustuen voidaan käynnistää prosessi päätelaitteessa tai sen yhteydessä olevassa järjestelmässä taikka välittää paikannustieto toimintaa tukevaan järjestelmään, joka käynnistää prosessin
- päätelaitteeseen voidaan välittää sen sijainnin ja mahdollisesti olosuhteita koskevan tiedon perusteella varoituksia, ohjeita tai muuta toiminnan kannalta olennaista informaatiota
- päätelaitteeseen voidaan välittää tehtävää koskeva informaatio ja sen mukana kohteen sijainti sekä mahdollisesti reitti-ohjeet

- autonomisesti liikkuvaa laitetta voidaan ohjata reittiohjeen mukaan tai tosiaikaisesti sijaintitiedon ja etäyhteyden avulla
- paikannuksen avulla toimintaa voidaan optimoida siten, että tehtävään käytettävissä olevat resurssit paikannetaan ja tehtävää suorittamaan valitaan toiminnan luonteesta riippuen se, jonka matka-aika on lyhin tai matkan aiheuttamat kustannukset pienimmät
- toiminnasta voidaan paikannuksen avulla koota tietoa ja tuottaa tunnuslukuja kuten kuljetut matkat, matka-ajat, keskinopeudet, kiihdytykset, jarrutukset, kaarrenopeudet sekä tarvittaessa kuljetut reitit, pysähdyspaikat ja ajat jne.

6.2. Kypsyysmalli ja yhteentoimivuuden tavoittelu

Teknologia kehitty jatkuvasti ja sen hyödyntämisen tulee olla hallittua ja systemaattista. Tietojärjestelmien kehittämisen piirissä on ainakin 15 vuoden ajan kehitelty kypsyysmalleja, joista laajasti tunnettu on ainakin Yhdysvalloissa patentoitu [CMMI](#)-kypsyysmalli (Capability Maturity Model Integration), jota sovelletaan myös kokonaisarkkitehtuuryössä kypsyystasomallina. Viisitasoisen mallin tasoja luonnehtivat sanat: 1. ei-hallittu, 2. osittainen, 3. määritelty, 4. johdettu, 5. strateginen. Kypsyystasolta seuraavalle pyrittäessä prosessia on kehitettävä ja parannettava. Seuraavassa on lyhyesti luonnehdittu kypsyystasoja ja kirjattu keskeisiä toimenpiteitä seuraavalle tasolle etenemiseksi.

Kypsyystasoja:

1. Tietämättömyys, ennustamaton toiminta
 - o *tarpeelliset toimet: tietoisuus, kouluttautuminen, selvitykset*
2. Kokeileva, reaktiivinen toiminta
 - o *tarpeelliset toimet: pilotit, kokemusten kerääminen, suunnittelu, tavoitteiden tunnistus*
3. Tavoitteellinen, suunniteltu toiminta
 - o *tarpeelliset toimet: määrittely, dokumentointi, yhteen sovittaminen, strategia*
4. Johdettu, systemaattinen toiminta
 - o *tarpeelliset toimet: mittarien asettaminen, seuranta, strategian ylläpito*
5. Strategisesti johdettu, mitattava, arvioitava ja jatkuvasti optimoitava, kehittyvä toiminta

Taulukko 3. Toiminnan kypsyytstasoja.

Taulukko on tarkoitettu paikannuksen hyödyntämisen arviointiin, jota voidaan tarpeen mukaan tehdä kansallisesti tai toimialan sisällä taikka organisaatiokohtaisesti. Taulukko voi toimia lähtökohtana tavoiteasetannalle ja mittaristolle mm. ministeriöiden tulosohejauksessa.

<i>Kypsyytstaso</i> Osa-alue	<i>Taso 1.</i>	<i>Taso 2.</i>	<i>Taso 3.</i>	<i>Taso 4.</i>	<i>Taso 5.</i>
Seuranta	sattuman- varaista	ajoittaista, kapeaa	organisointia, säännöllistä	tavoitteisiin kytkettyä	painotettua, jatkovaa, arviointia
Koulutus	organisoinnista	projekti- luonteista	organisointia, pysyvää	strategiaan kytkettyä	mitattua, uusiutuvaa
Kokeilut	vähäisiä	kertaluonteisia	tavoitteellisia	strategisia	jatkovaa kehittämistä
Sovellukset ja palvelut	ei saatavilla	erillisiä, pilotteja	pysyviä, testattuja	laadukkaita, kattavia	mitattuja, uudistuvia
Järjestelmät	puuttuvat; vanhentuneita	kepeitä; rakenteilla	pysyviä, erillisiä	yhteen- toimivia	verkottuneita, uusiutuvia
Tieto- varannot	puutteellisia hajanaisia	erillisiä, rapautuvia	dokumentoituja, pysyviä	standardoituja, yhteentoimivia	joustavasti kehittyviä
Yhteistyö	olematonta	satunnaista kumppanuutta	yleistä, tavoitteellista	johdettua, verkottunutta	pysyvää, pitkäjänteistä
Strategia	puuttuu	suunnitteilla	laadittu, saatavilla	viestitty, tunnustettu	jatkuva prosessi
Rahoitus	satunnaista	lyhytkestoista	tavoitteellista, pysyvää	strategista riskirahoitusta	pitkäjänteistä, mittareihin perustuvaa

Toimintaa voi kehittää organisaatiossa monella tasolla kuten

- organisaation yksikkönä
- koko organisaationa
- useiden organisaatioiden yhteistyöverkostona

Organisaatioiden erilliset, pitkälle kehittyneet prosessit ovat tärkeä edistysaskel. Usein prosesseja voi kuitenkin vielä merkittävästi kehittää edelleen yhteentoimivuudeltaan muiden organisaatioiden prosessien kanssa. Toiminnan kehittäminen voi olla paikallista, alueellista, valtakunnallista tai kansainvälistä.

Yhteentoimivuuden kehittämisessä on eri osa-alueita tai kerroksia. Tietojärjestelmien yhteentoimivuuden tarkastelussa viitataan usein eurooppalaiseen yhteentoimivuusperiaatteisiin (EIF, European Interoperability Framework) ([KOM\(2010\) 744 lopullinen](#), liite 2).

Viitekehityksessä nimetään viisi yhteentoimivuuden tasoa:

- poliittinen konteksti
- oikeudellinen yhteentoimivuus
- organisatorinen yhteentoimivuus
- semanttinen yhteentoimivuus
- tekninen yhteentoimivuus

Prosessit kehittyvät usein hyvien käytäntöjen levittämisen kautta. Lähtökohtana voivat olla yksilölliset käytännöt, kumppanien kanssa sovitut käytännöt, yhteiset, dokumentoidut suositukset ja standardit sekä toimintaa ohjaavat edistykelliset säädökset. On luonnollista, että prosessien ja niiden yhteentoimivuuden kehittäminen hidastuu, kun pyritään yleiseurooppalaiseen tai yleismaailmallisiin ratkaisuihin. Pyrkimyksen ei pitäisi kuitenkaan olla esteenä tai hidasteena organisaation oman

toiminnan kehittämiseksi ja uusien parhaiden käytäntöjen synnyttämiseksi yhteistyössä kumppanien kanssa.

6.3. Esimerkkejä paikannuksen hyödyntämisen tasoista

Seuraavassa on kuvattu neljä esimerkkiä paikannuksen hyödyntämisestä toiminnassa, joka voi kehittyä kypsyytasolta toiselle:

- Case 1: Paikannus kenttätyössä ja sen ohjauksessa
- Case 2: Paikannus valvonnassa ja tiedonkeruussa
- Case 3: Paikannuksen hyödyntäminen asiakaspalvelussa
- Case 4: Paikannuksen hyödyntäminen osallistamisessa

Esimerkit pyrkivät esittämään konkreettisia mahdollisuuksia olematta kuitenkaan esimerkkejä jostain yksittäisestä prosessista tai tietyn organisaation toiminnasta.

Case 1: Paikannus kenttätyössä ja sen ohjauksessa

Taso 1. Satelliittipaikannus ei ole osa prosessia, vaan toimitaan puhuttujen viestien ja aiemman tiedon ja kokemusten varassa. GPS-navigaattori saattaa olla käytettävissä toiminnasta irrallaan, sen käyttö on sattumanvaraista, intuitiivista, joskus sokeasti luottavaa. Virheille karttatiedoissa naureskellaan.

Taso 2. Toimintaa leimaa kiinnostus GPS-paikannukseen, navigointiin ja niiden kokeiluun. Käyttöoppaita luetaan ja tietoa hankitaan eri lähteistä. Omia käytäntöjä kehitellään ja kokemuksia vaihdetaan. Kokeillaan ideoita liittää paikannus osaksi prosessia. Havaituista virheistä ja puutteista saatetaan ilmoittaa eteenpäin.

Taso 3. Tehtävät tulevat laitteeseen ja sovellukseen, joka hyödyntää satelliittipaikannusta. Navigointi kohteeseen on otettu osaksi prosessia. Mahdollisesti havaittavat virheet lähtöaineistoissa tms. otetaan aina esille ja korjataan.

Taso 4. Kunkin yksikön toiminta on osa kokonaisuutta, joka välittyy osapuolille yhteisenä tilannekuvana. Sovellukset ja laitteet yhdessä taustajärjestelmien kanssa muodostavat yhteentoimivan kokonaisuuden. Järjestelmä sisältää monia automaattisia, paikannukseen perustuvia toimintoja.

Taso 5. Järjestelmä optimoi resurssien käyttöä. Tilannekuva on yhteentoimiva muiden järjestelmien kanssa ja eri lähteissä olemassa oleva tieto on helposti saatavilla käyttöön. Järjestelmä tukee toiminnan ja tilanteen johtamista tarjoamalla analyysivälineitä ja skenaarioita sekä tuottamalla ennusteita. Järjestelmä tuottaa tunnuslukuja toiminnan vahvuuksista ja puutteista.

Case 2: Paikannus valvonnassa ja tiedonkeruussa

Taso 1. Matkapuhelimella otetaan valokuvia, joihin tallentuu sijaintikoordinaatit. Kokeillaan mahdollisesti saatavilla olevilla ohjelmistoilla ja palveluilla kuvan asettumista karttakuvan päälle. Lähetetään paikannettu kuva ja kysellään perään, mihin osui.

Taso 2. Kokeillaan gps-kameraa osana kalustoa, jolla tuotetaan dokumentaatiota toiminnasta. Testataan kuvien organisointia ja sijaintitietojen hyödyntämistä kuvamateriaalin etsimisessä. Kokeillaan reaaliaikaisen paikannetun kuvan välittämistä ja erilaisia laitteita ja ohjelmistoja.

Taso 3. Ohjeistetaan paikannetun kuva- ja videomateriaalin tuottaminen ja arkistointi. Varustetaan henkilöt sopivilla paikannettua kuva-, video- ja äänitallenteita tuottavilla

mobiililaitteilla, jotka tuottavat muiden järjestelmien kanssa yhteentoimivaa materiaalia. Tuotetaan jatkuvasti paikannettua kuvaa, josta arkistoidaan tarpeellinen osa. Käytetään tosiaikaista, paikannettua kuvayhteyttä osana tilannekuvaa.

Taso 4. Täydennetään paikannetun tiedon keruuta ja automatisoidaan valvontaa hyödyntämällä miehittämättömiä, paikannettavia laitteita. Osana toimintaa lähetetään kauko-ohjattava laite hälytyksen tai sensorihavaintojen perusteella paikanpäälle ja paikannetun kuvan pohjalta tehdään johtopäätöksiä tarpeellisista toimenpiteistä ja resurssien mitoittamisesta.

Taso 5. Suunnitellaan ja mitoitetaan valvontaa paikannetun tiedonkeruun mahdollisuuksista käsin. Uudistetaan prosesseja ja parannetaan toiminnan ja palvelun laatua. Optimoidaan tarpeellista valvontaa ja tapahtumien dokumentointia mukana kuljetettavien, tallentavien mobiililaitteiden avulla sekä etäyhteydellä ohjattavien ja navigoitavien tiedonkeruun laitteiden avulla.

Case 3: Paikannuksen hyödyntäminen asiakaspalvelussa

Taso 1. Paikannuksen roolia asiakaspalvelussa ei ole tunnistettu. Suurella osalla asiakkaista on kuitenkin paikantava älypuhelin. Asiakkaan sijaintia kysytään puhelimesta tai asiakas joutuu kirjoittamaan osoitteen verkkosivun lomakkeeseen. Paikannuksen mahdollisuutta koskevaan asiakaspalautteeseen suhtaudutaan välinpitämättömästi.

Taso 2. Tutustutaan muiden organisaatioiden toteuttamiin palveluihin, joissa hyödynnetään puhelimen paikannusta. Selvitetään vaihtoehtoisia tapoja liittää asiakkaiden paikantaminen osaksi omia palveluja. Selvitetään juridisia näkökohtia ja luonnostellaan tietosuojakäytäntöjä. Toteutetaan palvelukokeiluja kokemusten keräämiseksi.

Taso 3. Tarjotaan asiakkaille vaihtoehtoista palvelua, jossa käytetään matkapuhelimen paikannustietoa. Tuodaan esille, mitä hyötyä paikannuksesta on asiakkaalle ja miten organisaatio voi paikannuksen avulla paremmin palvella asiakasta. Informoidaan asiakasta sijaintitietojen käsittelystä, säilyttämisestä ja hävittämisestä. Asiakkailta kerätään palautetta, joka arvioidaan.

Taso 4. Organisaation toiminta ja kaikki palvelut on analysoitu suhteessa päätelaitteiden paikannukseen. Prosesseja on muutettu siten, että päätelaitteiden paikannus helpottaa asiointia sekä tehostaa prosesseja ja parantaa niiden laatua. Paikannukseen perustuen tarjotaan mahdollisesti myös aivan uusia palveluja. Paikannuksen mahdollisiin virheisiin on varauduttu.

Taso 5. Asiointitapahtumissa syntyvää tietoa kootaan ja jalostetaan systemaattisesti ja organisaatio pyrkii tehostamaan toimintaansa asiointin tuottaman sijaintitiedon perusteella. Kehittämisessä tehdään yhteistyötä ja pyritään eri järjestelmien yhteentoimivuuteen. Asiointin tilannekuva tukee tarvittaessa resurssien optimointia ja toiminnan johtamista sekä erilaisiin tilanteisiin varautumista. Järjestelmä tuottaa tunnuslukuja toiminnan vahvuuksista ja puutteista.

Case 4: Paikannuksen hyödyntäminen osallistamisessa

Taso 1. Paikannuksen mahdollisuuksia ei ole tunnistettu, vaikka paikantavia älypuhelimia on käytössä runsaasti. Monesti henkilöt eivät tiedä osallistumismahdollisuuksistaan eikä kansalainen ole tietoinen suunnitelmista ja päätöksistä, jotka koskevat hänen toimintaympäristöään. Palautteen kerääminen on käytännöllään kirjavaa.

Taso 2. Tutustutaan erilaisten yhteisöjen tapaan hyödyntää paikannusta tiedon keruussa. Selvitetään vastaavien prosessien mahdollisia suunnitelmia ja ratkaisuja eri tehtävissä ja eri maissa paikannuksen hyödyntämiseksi. Paneudutaan tietoturvan ja tietosuojan näkökohtiin. Toteutetaan palvelukokeiluja kokemusten keräämiseksi.

Taso 3. Tarjotaan mahdollisuus tuottaa yhteiseen käyttöön paikannettua tietoa tai antaa paikannettu palaute saatavilla olevasta virheellisestä tiedosta. Tarjotaan mahdollisuus antaa paikannettua palautetta toimintaympäristössä havaittavista puutteista ja kehittämismahdollisuuksista. Tarjotaan mahdollisuus saada helposti paikannuksen avulla tietoa toimintaympäristöä koskevista suunnitelmista ja päätöksistä. Perustellaan, miksi päätelaite paikannetaan ja hyötyä siitä on eri osapuolille. Informoidaan sijaintitietojen käsittelystä, säilyttämisestä ja hävittämisestä.

Taso 4. Organisaatio on käynyt systemaattisesti läpi prosessinsa sekä tunnistanut ja toteuttanut mahdollisuudet hyödyntää paikannusta henkilöiden osallistamisessa. Prosessien yhteyteen on syntynyt yhteisöjä, joiden kanssa organisaatio on vuorovaikutuksessa.

Taso 5. Osallistamisen kautta saatava palaute ja syntyneet yhteisöt on otettu osaksi prosessia. Organisaatio kehittää toimintaansa yhdessä yhteisöjen ja muiden organisaatioiden kanssa. Osallistumisen tuottaman tiedon avulla analysoidaan myös katveita, joiden kohdalla vuorovaikutus ei toimi.

7. Toimenpide-ehdotuksia

Seuraavassa on ehdotuksia toimenpiteiksi, joiden myötä paikannuksen hyödyntäminen suomalaisessa yhteiskunnassa olisi nykyistä järjestelmällisempää ja tavoitteellisempaa. Tavoitteena on julkisen sektorin ja koko yhteiskunnan toiminnan turvaaminen, tehokkuus, tuottavuus, vaikuttavuus ja kestävyys.

Satelliittinavigointijärjestelmät kehittyvät suurvaltojen toimesta sekä eurooppalaisen yhteistyön tuloksena. Suomalainen yhteiskunta maksaa osuutensa Galileo-järjestelmän kehittämisestä ja toteuttamisesta ja on luonnollista, että tästä investoinnista pyritään saamaan mahdollisimman suuri hyöty. Kansallisesti voimme hyötyä järjestelmän käytöstä omassa toiminnassa sekä mahdollisesti järjestelmän hyödyntämiseen kehitettävien, innovatiivisten ja kilpailukykyisten ratkaisujen viennistä.

Satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntäminen tapahtuu monella tasolla ja erilaisista vaikuttimista käsin paljolti omiin päätöksiin ja valintoihin perustuen. Markkinat etenevät ja tuovat kuluttajille uusia laitteita ja sovelluksia, joiden hankinta ja käyttöönotto tapahtuvat avoimen kilpailun ehdoilla lainsäädännön puitteissa. Säädösten on yhtäältä luotava edellytykset ja määriteltävä puitteet jatkuvasti kehittyvän tekniikan hyödyntämiselle ja toisaalta suojeltava yksilöitä, yhteiskuntaa ja ympäristöä tekniikan käyttämiseltä väärin näitä vastaan.

Satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntämisestä julkisella sektorilla päättävät yhtäältä viranomaiset ministeriöiden ja hallituksen sekä eduskunnan ohjauksen mukaan. Paikannustekniikan hyödyntäminen oikein sovellettuna parantaa toiminnan tehokkuutta ja palvelujen laatua sekä lisää turvallisuutta. Siksi on tärkeää, että julkinen sektori on aktiivinen ja panostaa satelliittinavigointijärjestelmien käyttöön.

Toimenpide-ehdotukset ovat:

1. Valtioneuvoston periaatepäätöksen antaminen satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntämisestä

Valtioneuvoston periaatepäätöksellä tulisi asettaa satelliittinavigointijärjestelmien hyödyntämisen kansalliseksi tavoitetasoksi vähintään strategisesti johdettu, systemaattinen toiminta. Päätöksessä tulisi nimetä keskeiset toimeenpanosta ja kehittämisestä vastaavat osapuolet ja näiden roolit sekä kirjata keskeisiä tavoitteita eri viranomaisille.

2. PRS-viranomaisen nimeäminen, resurssointi ja toiminnan organisointi

Kansallisen PRS-viranomaisen nimeäminen on edellytys Galileo-järjestelmän säännellyn palvelun käyttöönotolle sekä mahdolliselle laitteiden, ohjelmistojen ja palvelun hyödyntämisen kehittämiselle Suomessa. Viestintävirasto tulisi nimetä Suomen PRS-viranomaiseksi määräaikaan mennessä (6.11.2013) ja osoittaa sille toiminnan edellyttämät, riittävät resurssit sekä organisoida toiminta.

3. PRS-paikannuspalvelun käyttöönotto turvallisuusstrategian toimeenpanossa

Kansallisen turvallisuusstrategian toimeenpanossa tulisi tarkastella GNSS-järjestelmien ja erityisesti Galileon PRS-palvelun käyttötarpeita ja käyttöä paikannuksen ja aikamerkin sekä näiden häiriöihin varautumisen osalta turvallisuusverkkoa (TUVE) sekä muita viranomaisverkkoja kehitettäessä ja toteutettaessa ml. EU:n yhteisen turvallisuuspolitiikan.

4. Viranomaisten strategisten navigaatio- ja paikannussuunnitelmien laatiminen

Viranomaistoiminnan tehostamiseksi sekä sujuvuuden ja turvallisuuden parantamiseksi tieliikenteen, merenkulun, rautatieliikenteen, pelastustoimen, poliisitoiminnan, rajavalonnan tms. viranomaistoiminnan piirissä tulisi tehdä strategisia suunnitelmia paikannuksen hyödyntämisestä samaan tapaan kuin mm. ilmailun osalta on hiljattain tehty.

5. Liikkuvien kohteiden yhteentoimiva paikannus tilannetietoisuuden lähtökohtana

Kokonaisarkkitehtuurin menetelmiä soveltaen viranomaistoiminnan ja kriittisen infrastruktuurin tilannekuvajärjestelmien yhteentoimivuudesta tulisi huolehtia siten, että paikannettavat päätelaitteet, yksiköt ja kalusto sekä erilaiset kartta-aineistot ja muu tilannekuvan informaatio olisivat hallitusti yhteiskäyttöisiä ja yhteentoimivia eri järjestelmien kesken.

6. Paikannettujen monimediaisten hätä- ja muiden viestien vastaanoton toteuttaminen

Kansalaisten turvallisuuden parantamiseksi hätäkeskustoiminnassa ja kansalaisten yleisneuvontapalvelun kehittämisessä tulisi yhteistyössä teleoperaattorien kanssa valmistautua paikannettujen viestien (teksti- ja multimediaviestit, ääni, video, tms.) vastaanottoon ja välittämiseen poliisi-, pelastus- ja meripelastustoiminnan yksiköille sekä mm. infrastruktuurista huolehtiville viranomaisille ja yrityksille.

7. Joukkoliikenteen, sairaankuljetusten ja muiden julkisen sektorin tilaamien kuljetusten paikannus

Joukkoliikenneinformaation parantamiseksi ja kuljetusten tehostamiseksi satelliittipaikannus ja sijaintitiedon välittäminen yhteentoimivassa muodossa tulisi määrätä pakolliseksi kaikissa joukkoliikennevälineissä sekä ensihoidon ja sairaankuljetuksen ajoneuvoissa ja ottaa laajasti käyttöön kaikissa ajoneuvoissa, jotka huolehtivat yhteiskunnan maksamista kuljetuksista sekä palvelujen perille toimittamisesta.

8. Ilman kuljettajaa tai etäohjauksessa liikkuvien ajoneuvojen sääntelyn kehittäminen

Tulevaisuuden liikenteen hallinnan ja turvallisuuden varmistamiseksi lainsäädännön kehittämisessä tulisi varautua satelliittipaikannuksen ja muiden sensorijärjestelmien avulla automaattiohjauksessa ilman kuljettajaa tai etäohjauksessa liikkuvien laitteiden ja kulkuneuvojen käyttöä koskeviin tilanteisiin ja vastuukysymyksiin.

9. Paikannuksen mahdollisuuksien tunnistaminen älystrategioissa ja niiden toimeenpanossa

Yhteiskunnan turvallisuuden, kilpailukyvyn ja kestävien toimintamallien edistämiseksi ministeriöiden johdolla laadittavissa älystrategioissa ja niiden toimeenpanossa tulisi panostaa paikannuksen mahdollisuuksien hyödyntämiseen toimialojen kehittämisessä ja huolehtia paikannuksen soveltamisen parhaiden käytäntöjen järjestelmällisestä viestinnästä toimialojen välillä sekä paikannusta koskevien julkisten hankintojen ohjeistamisesta.

10. Satelliittipaikannuksen koulutuksen, tutkimuksen ja kehittämisen tukeminen ja tulosten levittäminen sekä jalostaminen innovaatioiksi

Tekesin tulisi koota paikannukseen ja sen hyödyntämiseen liittyvien, rahoittamiensa projektien tuloksia sekä EU:n 6. ja 7. tutkimusohjelman ja ESA:n ohjelmien aihepiirin kuuluvien hankkeiden tuloksia. Tulosten pohjalta tulisi selvittää ja arvioida, millä toimenpiteillä yrityksiä parhaiten tuetaan ja kannustetaan satelliittinavigointijärjestelmien ja niiden hyödyntämisen kansalliseen ja kansainväliseen tutkimus- ja kehittämistyöhön, verkostoihin ja eurooppalaisiin ohjelmiin. Toimenpiteillä tulee kannustaa suomalaisia tutkimusyksiköitä ja yrityksiä paikannusta hyödyntävään innovaatiotoimintaan.

Lähteitä ja kirjallisuutta

- Euroopan avaruusjärjestön ESA:n Navipedia, <http://www.navipedia.net/>
 Euroopan avaruusjärjestön ESA:n Galileo-sivut, <http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>
 Euroopan Unionin Galileo-sivusto, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/index_en.htm
 European Space Expo-sivusto, http://ec.europa.eu/enterprise/policies/space/expo/index_en.htm
 GNSS Market Report - Issue 2, GSA, May 2012, <http://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/MarketReportMEP72012WEB.PDF>
 European Communications Office – Documentation Database, <http://www.erodocdb.dk/default.aspx>
 Eur-Lex Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi, <http://eur-lex.europa.eu/fi/index.htm>
 Finlex, <http://www.finlex.fi/fi/>
 Institute of Navigation sekä ION:n kongressit, <http://www.ion.org/>
 Wikipedia – The free encyclopedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- Esa Airos, Risto Korhonen, Timo Pulkkinen, [Satelliittipaikannusjärjestelmät](#), Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos, Julkaisu 12, Riihimäki 2007.
 Antti Rainio, [Paikannus mobiilipalveluissa ja sovelluksissa](#), Tekes, Teknologia katsaus 143/2003, Helsinki 2003
 Antti Rainio, [Paikannus älyliikenteessä](#) - Tilannekatsaus, Liikenne- ja viestintäministeriö, Julkaisuja 21/2010, Helsinki 2010.
- Komission kertomus Euroopan parlamentille ja neuvostolle - Eurooppalaisten satelliittinavigointiohjelmien väliarviointi, KOM(2011) 5 lopullinen, 18.1.2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0005:FIN:FI:PDF>
- Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi - eurooppalaisten satelliittinavigointijärjestelmien toteuttamisesta ja käytöstä, KOM(2011) 814 lopullinen, 30.11.2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0814:FIN:FI:PDF>
- Commission staff working paper – Impact assessment, SEC(2011) 1446 final, 30.11.2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2011:1446:FIN:EN:PDF>
- Komission yksiköiden valmisteluasiakirja – Euroopan laajuista satelliittinavigointijärjestelmää koskevan vaikutusten arvioinnin tiivistelmä, SEK(2011) 1447 lopullinen, 30.11.2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2011:1447:FIN:FI:PDF>