

VUOSIKERTOMUS 2009



ANNUAL REPORT 2009

Geodeettinen laitos on geodesian ja paikkatietoalan asiantuntija- ja tutkimuslaitos. Se tekee paikkatietoalan mittaus- ja tutkimustyötä yhteistyössä yliopistojen ja tutkimuslaitosten, julkisyhteisöjen ja yritysten kanssa Suomessa sekä Euroopassa. Laitos tutkii ja kehittää geodesian, geodynamiikan, geoinformatiikan, kartografian, kaukokartoituksen, fotogrammetrian, navigoinnin ja paikannuksen menetelmiä ja laitteita. Laitoksen tehtävänä on myös edistää näillä aloilla uusien menetelmien ja teknologioiden käyttöönottoa tietoyhteiskunnan tarpeisiin. Geodeettinen laitos toimii maa- ja metsätalousministeriön asiantuntija- ja tutkimuslaitoksena.

The Finnish Geodetic Institute (FGI) is a research institute specializing in geodesy and geospatial information science and technology. It carries out research and conducts scientific observations in collaboration with academia, public-sector bodies and the geospatial business sector in Finland and in Europe. The FGI studies and develops methods and instruments in the field of geodesy, geodynamics, geoinformatics, cartography, remote sensing, photogrammetry, navigation and positioning. It also promotes the implementation of new methods and technologies to serve the needs of the information society. The Finnish Geodetic Institute acts as an expert and research institute for the Ministry of Agriculture and Forestry.

Sisällysluettelo

- 4 Ylijohdajan katsaus
- 5 Överdirektörens översikt
- 6 Koordinaattijärjestelmät
- 10 Metrologia ja laatu
- 13 Kartoitusmenetelmät
- 17 Paikkatietojen prosessointi ja yhteiskäyttö
- 21 Paikkatiedon vuorovaikutusjärjestelmät
- 24 Satelliittipaikannus
- 27 Paikannus sisätiloissa ja kaupungeissa
- 29 Uusien ilmaisimien tiedonkäsittely
- 30 Hallinto- ja tukipalvelut
- 31 Henkilöstö ja talous
- 33 Yhteyshenkilöt
- 35 Julkaisut

Contents

- 5 Director General's review
- 6 Geodetic reference systems
- 10 Metrology and quality
- 13 Geo-referencing and mapping
- 17 Geospatial processing and interoperability
- 21 Geospatial interaction systems
- 24 GNSS-positioning
- 27 Indoor- and urban navigation
- 29 Data processing for new sensors
- 30 Administrative and support services
- 31 Personnel and finance
- 33 Contact persons
- 35 Publications

Ylijohtajan katsaus

Geodeettinen laitos osallistui vuoden 2009 aikana Luonnonvara- ja ympäristötutkimuksen yhteenliittymän (LYNET) toiminnan luomiseen viiden muun valtion tutkimuslaitoksen kanssa. Tämän yhteenliittymän tavoitteena on joustava, tärkeisiin ja laajoihin sekä yhteiskunnallisesti merkittäviin tutkimusaiheisiin keskittyvä kustannustehokas toimintamalli valtion tutkimustoimintaan. Yhteenliittymän monipuolisen osaamisen avulla pyritään nopeasti vaikuttamaan tutkimustyöhön yhteiskuntamme hyväksi. Tässä yhteistyössä laitoksen tavoitteena on kehittää LYNET:n paikkatietoihin liittyvää tutkimusta ja hyödyntää yhteisesti tuotettuja tukipalveluja.

Laitos aloitti kuluneena vuonna strategiatyön toimintansa perusteiden täsmentämiseksi, koska merkittäviä muutoksia tapahtuu sekä laitoksen toimintaympäristössä että valtionhallinnossa. Strategiatyö sisältää perustehtävän määrittämisen ja keinot vuodelle 2020 asetettavan päämäärän saavuttami-

seksi. Tätä kirjoittaessa strategia on lähes valmis, mutta toteutuakseen se tarvitsee laitosta koskevan uuden asetuksen, työjärjestyksen ja palkkausjärjestelmän, puhumattakaan lukuisista pienemmistä kehityshankkeista. Strategia toteutetaan pääosin vuosina 2010 ja 2011. Näin laitos paikkatietoinfrastruktuurien tutkimuslaitoksena on valmis nykyistä paremmin palvelemaan eri hallinnonaloja ja elinkeinoelämää tuomalla osaamisensa entistä tehokkaammin yhteiskuntamme käyttöön.

Vuonna 2009 laitoksen tutkimustoiminta oli laajempaa ja monipuolisempaa kuin koskaan aikaisemmin. Tässä vuosikertomuksessa on tuotu esille eräitä laitoksen tutkimushankkeita. Nämä hankkeet kuvastavat hyvin sitä, mitä kaikkea laitoksen tutkimustoiminta sisältää ja myös sitä, minkälaista tutkimusta kuuluu nykyaikaisen paikkatietoinfrastruktuurin kehittämiseen.



Ylijohtaja

Överdirektörens översikt

Under år 2009 var Geodetiska institutet med och startade verksamheten för Sammanslutningen för naturresurs- och miljöforskning (LYNET) tillsammans med fem andra statliga forskningsinstitut. Målet för sammanslutningen är en kostnadseffektiv och flexibel verksamhetsmodell med fokus på betydelsefulla, omfattande och samhällsrelaterade viktiga forskningsområden till förmån för den statliga forskningsverksamheten. Genom sin mångsidiga kunskap strävar sammanslutningen efter ett forskningsarbete som snabbt sätter en positiv prägel på vårt samhälle. Inom ramen för detta samarbete är institutets mål att utveckla forskningen i anknytning till sammanslutningens regionala information samt att dra nytta av de gemensamt producerade stödtjänsterna.

Under föregående år inledde institutet ett strategiarbete för att precisera grunderna för sin verksamhet, eftersom genomgripande ändringar äger rum såväl i institutets verksamhetsmiljö som i regionförvaltningen. Strategiarbetet omfattar fastställande av den primära uppgiften och metoder för att uppnå målet som kommer att fastställas för år 2020. I skrivande stund är strategin så gott som klar, men för att genomföra den behövs en ny förordning för institutet, en ny arbetsordning och ett nytt lönesystem, för att inte tala om ett stort antal mindre utvecklingsprojekt. Strategin kommer huvudsakligen att genomföras under år 2010 och 2011. I egenskap av forskningsinstitut för geografisk information är institutet följaktligen redo att betjäna olika förvaltningsområden och näringslivet ännu bättre än tidigare genom att ställa sin kunskap till förfogande för vårt samhälle på ett ännu effektivare sätt.

År 2009 var institutets forskningsverksamhet mer omfattande och mångsidigare än någonsin tidigare. Denna årsberättelse presenterar några av utvecklingsprojekten inom institutet. Dessa projekt reflekterar väl hela skalan av institutets forskningsverksamhet och även kännetecknen på forskningen för utveckling av modern infrastruktur för regional information.

Risto Kuittinen
Överdirektör

Director General's review

In 2009 the Finnish Geodetic Institute participated, together with five other State research institutes, in planning and implementing the operations of the Natural Resources and Environmental Research Network (LYNET). This objective of this network is to create a flexible, cost-effective operating concept for state research activities, focusing on important and extensive research subjects of social significance. Based on the wide range of competence offered by the network, it will carry out research work that is likely to have a rapid impact for the benefit of our society. In this cooperation the Institute's objective is to develop LYNET's research relating to geospatial information, making good use of the jointly produced support services.

During the year under review, the Institute began strategic work to redefine the basic principles of its operations, as significant changes are taking place both in the Institute's operating environment and in public administration in general. The strategic work involves defining the basic task and the means for achieving the objective set for the year 2020. As I write, the strategy is reaching completion, but in order to implement it, a new decree on the Institute, new rules of procedure and a new remuneration system will be needed, not to mention numerous smaller development projects. The strategy will mainly be implemented in the years 2010 and 2011. Thus the Institute, as a research institute conducting research on geospatial data infrastructures, is better prepared than before to serve various public sector administrative bodies as well as private sector trade and industry by placing its competence more effectively at the service of society.

In the year 2009 the Institute's research activities were more extensive and versatile than ever before. This Annual Review presents some of the Institute's research projects. These projects give a good picture of the range and scope of the Institute's research activities and also of the type of research involved in developing the modern geospatial data infrastructure.

Risto Kuittinen
Director General

Koordinaattijärjestelmät

Maa muuttuu – miten käy koordinaatistojen?

Geodeettinen laitos on vuosikymmenien aikana luonut Suomeen useita koordinaatistoja. Perinteiset koordinaatistot, kuten Kartastokoordinaattijärjestelmä, määritettiin kolmiomittausten eli kulmahavaintojen, perusviivamittausten ja tähtitieteellisten havaintojen avulla. Korkeusjärjestelmien luomiseen on tarvittu tarkkavaaituksia ja painovoimahavaintoja. Mittaukset kestivät vuosikymmeniä. Aiemmin koordinaatistot olivat paikallisia, mutta satelliittipaikannuksen kehittyminen ja kansainvälisten yhteyksien lisääntyminen ovat johtaneet siihen, että myös kansalliset koordinaatistot on sidottava globaaleihin koordinaatistoihin.

Geodetic reference systems

Dynamic Earth – what happens to the reference frames?

The Finnish Geodetic Institute has created several reference frames for Finland during the past decades. Traditional reference frames, like the National Grid Coordinate System (kkj), were created using triangulation measurements: angle observations, baseline measurements and astronomical observations. In order to create height systems, both nationwide levellings and gravity observations were needed. These measurements usually took several decades to complete. In the past, reference frames were usually local or nationwide, while today they are fixed to global reference frames due to the development of satellite positioning and increasing internationalization.



Pysyvän GPS-aseman antennin vaaitusta. Vaaitsemalla voidaan monitoroida maston liikkeitä mutta samalla yhdistää geometriset GPS-havainnot ja fysikaaliset, vaaitsemalla saadut, korkeudet. Kuva: Olli Wilkman.

Levelling of an antenna at a permanent GPS station. Levelling is used for monitoring the antenna mast and also for combining the geometrical GPS observations with the physical heights obtained through levelling. Photo: Olli Wilkman.

Globaalistuminen ja nykyiset havaintotarkkuudet tuovat mukanaan uusia haasteita. Maapallo muuttuu jatkuvasti, joka näkyy esimerkiksi vuoksi-ilmiona sekä mannerlaattojen liikkeinä ja liikkeiden aiheuttamina maanjäristyksinä tai tulivuoren purkauksina. Laattaliikkeet muuttavat kiintopisteiden paikkoja, ja ilman jatkuvaa ylläpitoa satelliittimittauksin saavutettu tarkkuus heikkenee nopeasti suhteessa kiintopisteisiin. Meillä koordinaatistojen tarkkuuteen vaikuttaa eniten viime jääkauden jälkeinen maankohoaminen, joka muuttaa kiintopisteiden koordinaatteja ja pisteiden välisiä suhteita niin korkeus- kuin vaakasuunnassakin.

Aiemmin mittaukset tehtiin lähes aina pienellä alueella, jolloin maannousu ei vaikuttanut merkittävästi koordinaatistojen tai korkeudenmäärityksen tarkkuuteen. Siksi harvempikin koordinaatistojen tai korkeuspisteiden uudelleenmittaus riitti, esimerkiksi pari kertaa vuosisadassa. Nykyään mittauksia tehdään yhä useammin laajoilla alueilla ja sitoen globaaliin verkkoon. Mittaustarkkuus on myös parantunut moninkertaisesti, jolloin esimerkiksi maannousu ja sen aiheuttamat deformaatiot tulevat nopeammin esille. Globaalien koordinaatistojen myötä jopa mannerlaattojen liike on otettava huomioon: jos Euraasian laatan liikettä ei otettaisi huomioon, tulisi sen aiheuttama virhe häiritsevän suureksi jo yhdessä vuodessa.

Jotta koordinaatistot pysyvät sisäisesti tarkkoina ja täyttävät nykyvaatimukset, on niitä ylläpidettävä tai uudistettava tietyin väliajoin. Koordinaatiston uusiminen on kuitenkin raskas prosessi niin koordinaatiston

Globalization and the high accuracy of current observation techniques bring new challenges. The Earth is constantly changing, which can be seen, for example, as tides or as tectonic motions causing earthquakes and volcanic eruptions. Deformations change the positions of the benchmarks and, without continuous maintenance, the high accuracy achieved through satellite positioning deteriorates quickly with respect to the benchmarks. Postglacial rebound is the main factor influencing the precision of the reference frames in Finland. It is changing the coordinates and especially the heights.

Traditional measurements were done relative to the nearest benchmarks and usually in a small area. Therefore, the postglacial rebound did not significantly influence the accuracy of the benchmarks and the reference frames and benchmarks needed to be re-measured infrequently, e.g. only a couple of times per century. Nowadays, the measurements are even tied to global reference frames. Also, the positioning accuracy has improved considerably. For example, postglacial rebound can be detected more easily, but also deformations in the reference frame become significant sooner. The use of global reference frames also means that the plate tectonics have to be taken into account: if the motion of the Eurasian plate is ignored, the deterioration of the reference frame will become disruptive in one year.

In order to ensure the precision of the reference frames and that they meet the present requirements, they need to be re-measured regularly or otherwise maintained. However, replacing an old reference frame with a new one is a huge task both for the creator and also for the end user. An example of the latter case is the large amount of cities and municipali-



Metsähövin tutkimusasema on yksi maailman geodeettisista perusasemista sen useiden havaintomenetelmien ansiosta. Eri menetelmien tulosten yhdistäminen on välttämätöntä muun muassa globaalien koordinaatistojen kannalta, mutta samalla myös paikallisempien ilmiöiden, kuten maankohoamisen, tutkimuksessa. Metsähövin havaintolaitteisiin kuuluvat pysyvät GPS- ja GLONASS-asetat, absoluuttinen ja suprajohtava gravimetri, satelliittilaser, geodeettinen VLBI, DORIS sekä seismometri. Lisäksi Metsähövin on uuden valtakunnallisen korkeusjärjestelmän, N2000:n pääpiste, painovoimaverkon peruspiste ja myös yksi EUREF-FIN-koordinaatiston peruspisteistä. Taustakuva: Jyri Näränen.

The Metsähovi research station is one of the fundamental geodetic stations in the world due to the variety of different observation techniques used there. Multi-technique observations are essential, for example for establishing global reference frames, but also for research on more local phenomena like post-glacial rebound. The instrumentation at Metsähovi includes permanent GPS and GLONASS stations, absolute and superconducting gravimeters, satellite laser ranging, geodetic VLBI, DORIS beacon and seismometer. Additionally, Metsähovi has the fundamental benchmark of the new Finnish height system N2000, the main point of the gravity network and one of the main points of the EUREF-FIN reference frame. Background photo: Jyri Näränen.

luojalle kuin sen käyttäjällekkin. Tämä näkyy esimerkiksi siitä, kuinka moni kunta käyttää vielä vanhoja järjestelmiä vuosikymmeniä uuden järjestelmän luomisen jälkeenkin. Myös uuden kolmiulotteisen koordinaatiston, EUREF-FIN:n, käyttöönotto on vienyt jo lähes vuosikymmenen ja siirtyminen on vieläkin monin paikoin kesken. N2000-korkeusjärjestelmän käyttöönotto on alkamassa, mutta onpa käytössä vielä sata vuotta sitten luotu ja pahoin vanhentunut NN-järjestelmäkin.

Vaihtoehtona koordinaatiston uusimiselle on maankuoren liikkeiden huomioon ottaminen, jolloin koordinaatiston käyttöaikaa voidaan pidentää. Tällöin maankuoren muutokset on kuitenkin tunnettava tarkasti. Nykytietämyksellä ei tarvittaviin tarkkuuksiin (ja resoluutioon) vielä päästä.

Maankuoren liikkeitä voidaan mitata usealla havaintomenetelmällä. Yksittäisissä menetelmissä on kuitenkin omat virheensä ja puutteensa, ja niinpä yhdistelemällä eri havaintoja voidaan saada luotettavampia tuloksia ja ymmärtää paremmin liikkeitä ja niiden aiheuttamia deformaatioita. Vanhin havaintomenetelmä maannousun tutkimiseksi on merenpinnan korkeusmuutosten mittaaminen. Mareografeihin yhdistetyillä toistetuilla tarkkavaaituksilla voidaan mitata paitsi korkeussuhteiden muutoksia, myös korkeudenmuutoksia merenpinnan suhteen. Lisäksi tarvitaan painovoimahavaintoja, joita toistamalla on tutkittu maankohoamisen aiheuttamaa painovoiman muutosta.

Painovoimamittauksin, vaaituksin ja mareografihavainnoin ei voida kuitenkaan mitata mannerlaattojen vaakaliikkeitä. Siihen tarvitaan satelliittipaikannusta ja sen mahdollistamaa suurta tarkkuutta. Vaikka satelliittipaikannus on tarkkaa ja tehokasta, se ei kerro, miten vedenpinta asettuu ja mihin suuntaan vesi virtaa, joten vaaituksia, mareografeja ja painovoimamittauksia tarvitaan edelleenkin.

Geodeettinen laitos on tehnyt tutkimusta maankohoamiseen liittyen jo vuosikymmeniä ja julkaissut muun muassa useita maannousukarttoja, joita on myös käytetty apuna korkeusjärjestelmien määrittämisessä. Kuitenkin vasta äskettäin on voitu luoda pohjoismaisena yhteistyönä ensimmäiset mallit, joiden avulla maankuoren liikkeiden vaikutukset Suomessa voidaan ottaa tarkasti huomioon sekä vaaka- että korkeussuunnassa. Menetelmä parantaa huomattavasti globaaleista malleista saatavia tuloksia, mutta mallien soveltaminen käytännön mittauksiin ja koordinaatistojen ylläpitoon vaatii lisätöitä. Jo nyt EUREF-FIN-koordinaatiston deformaatio tulee tarkimmissa ja laajimmissa mittauksissa näkyviin, mutta uusien liikemallien avulla koordinaatiston käyttökelpoisuus säilyy vielä jopa vuosikymmeniä eteenpäin.

Yhteyshenkilöt: Pasi Häkli ja Markku Poutanen

ties that still use old reference frames even if new and better ones have been introduced decades ago. The new nationwide three-dimensional reference frame, EUREF-FIN, was introduced almost a decade ago but the implementation work is still widely in progress. Implementation of the new height system, N2000, is about to begin, while some users are still using a 100-year-old and badly deformed NN system.

An option for the re-measurement of the reference frames is to maintain them by taking into account crustal deformations, which will lead to a longer lifespan for the reference frame. However, this requires that the motions and deformations are accurately known. Present knowledge (and resolution) is still insufficient for understanding the rebound process accurately enough.

Crustal deformations can be measured using many observation techniques. To get the most accurate and reliable results and to understand the rebound process, multi-technique solutions are needed. Each individual technique has its drawbacks and biases and, thus, combining different solutions can decrease the uncertainty of an individual technique. The first and oldest technique for studying the land uplift is to measure sea level changes with tide gauges. Tide gauge data combined with levelling gives both changes in height relations and also the uplift relative to the sea level. Also, repeated gravity measurements have been used to study the land uplift.

However, none of the above-mentioned techniques can measure the horizontal motions of postglacial rebound. To measure horizontal motions accurately satellite positioning is needed. Satellite positioning only measures geometrical quantities and no physical (gravity-related) information can be obtained explicitly. This means that satellite positioning may give results showing that water flows upstream. Therefore, gravity-related techniques like levelling, tide gauge and gravity measurements are still needed.

The Finnish Geodetic Institute has been researching postglacial rebound for decades and has published, for example, several land uplift maps that have been used in connection with defining new height systems. However, only recently has it been possible to construct the first model that also accurately takes into account the horizontal component. The model, defined as Nordic co-operation, greatly improves transformation accuracy compared to the results obtained from global models. Implementing the model for maintenance of the reference frame and for practical surveying, however, still requires further consideration. Already today the deformation of the EUREF-FIN reference frame is detectable in the most accurate nationwide measurements, but with the new velocity model the validity of the reference frame can be prolonged for many decades.

Contact persons: Pasi Häkli and Markku Poutanen

Geodeettisen laitoksen tiedotteet 29 ja 30

Vuoden 2009 aikana valmistui kaksi Geodeettisen laitoksen tiedotetta, numero 29: *Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa* sekä numero 30: *Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset*.

Tiedotteessa 29 esitellään Suomen alueella tärkeimmät geoidimallit. Pääroolissa on Suomen nykyiset geoidimallit, FIN2000 ja FIN2005Noo. Tiedote kertoo niiden taustoista, miten mallit on sovittu Suomen korkeusjärjestelmiin, mikä on mallien tarkkuus ja miten niitä voidaan käyttää GPS-vaaituksessa. Liitteistä löytyy syvempää tietoa korkeuksiin liittyvästä teoriasta ja laskuesimerkkejä geoidimallien käytöstä.

Tiedote 30 selventää koordinaatistoihin liittyvää terminologiaa sekä kokoaa olennaisimmat tiedot nykyisin Suomessa käytössä olevista koordinaatistoista sekä niiden välisistä muunnoksista. Valtakunnallinen muunnos EUREF-FIN:stä Kartastokoordinaattijärjestelmään (kkj) ja päinvastoin on esitetty vaiheittain laskentaesimerkkeineen.

Tiedotteet on saatavana painettuna sekä verkkoversiona. Verkkoversiot löytyvät osoitteesta: <http://www.fgi.fi/julkaisut/tiedote.php>

Yhteyshenkilöt: Pasi Häkli ja Mirjam Bilker-Koivula

Finnish Geodetic Institute bulletins

The Finnish Geodetic Institute published two bulletins in 2009: Bulletin no 29, on “Finnish Geoid models and their use in height transformations,” and Bulletin no 30, on “Finnish geodetic reference frames and transformations between them.”

Bulletin 29 introduces the most recent geoid models for Finland; in particular, the models FIN2000 and FIN2005Noo. The bulletin gives background information on the models, how they have been fitted to the Finnish height systems, the accuracy of the models and how they can be used in GPS levelling. Appendices contain more detailed information on the theory behind the heights and numerical examples for using the models.

Bulletin 30 clarifies the terminology and provides answers to the most often asked questions and problems relating to the Finnish reference frames and transformations between them. The nationwide transformation from EUREF-FIN to the National Grid Coordinate System (kkj) and vice versa is discussed step-by-step and illustrated with clarifying charts and numerical examples.

The bulletins are available both in print and as online versions (in Finnish). The online publications can be found at: <http://www.fgi.fi/julkaisut/tiedote.php>

Contact persons: Pasi Häkli and Mirjam Bilker-Koivula



Kuva: Tomi Rosnell / Photo: Tomi Rosnell

Metrologia ja laatu

Nummelan normaaliperusviiva ja Euroopan metrologiatutkimusohjelma

Yhdeksän eurooppalaisen tutkimuslaitoksen yhteinen kolmevuotinen projekti ”Absoluuttinen pitkien etäisyyksien mittaus ilmassa” jatkui. Se on osa Euroopan metrologiatutkimusohjelmaa (EMRP), joka saa ERA-NET Plus -tukea Euroopan komissiolta. Tarkoituksena on kehittää uuteen tekniikkaan perustuvia absoluuttisia mittausten menetelmiä ja -laitteita etäisyydenmittauksiin (ADM). Tulosten odotetaan hyödyttävän sekä maanmittausalaa että geofysikaalista tutkimusta entistä tarkempien ja helppokäyttöisempien mittaustaitteiden ja -menetelmien kautta.

Projektissa hyödynnetään Geodeettisen laitoksen Nummelan normaaliperusviivan palveluita. Vastaavanlaista pitkää, vakaata ja tarkasti tunnettua mittanormaalila ei ole muualla maailmassa. Se tarjoaa erinomaiset edellytykset mittakaavan siirtomittauksiin muille perusviivoille ja testikentille sekä uusien mittaustaitteiden testaamiseen, kalibrointiin ja validointiin. Mittaukset ovat jäljitettävissä metrin määrittelmään tunnetulla mittaustaittevarmuudella.

Projektin asiantuntijat kokoontuivat touko-kuussa työkokoukseen Suomeen. Mittatekniikan keskuksen järjestämän kokouksen jälkeen osanottajat tutustuivat Nummelan normaali-perusviivaan.

Tulokset ja dokumentit uusimmista mittakaavan siirtomittauksista Nummelasta Itävaltaan, Liettuaan ja Viroon ovat valmistuneet. Uusia

Metrology and quality

Nummela Standard Baseline and the European Metrology Research Programme

A three-year joint research project among nine European research institutes, “Absolute long-distance measurement in air”, was continued. It is a project coordinated by the European Metrology Research Programme (EMRP), which is partly financed by the European Commission (ERA-NET Plus). The purpose is to develop new techniques and instruments for absolute long distance measurements (ADM). The results are expected to benefit both the field of surveying and geophysical research.

The services of the FGI’s Nummela Standard Baseline are utilized in the project. A comparably long, stable and well-known measurement standard does not exist elsewhere in the world. Conditions for scale transfer measurements to other baselines and test fields, as

well as for testing, calibration and validation of existing and new measurement instruments are excellent. The measurements are traceable to the definition of the metre with known measurement uncertainty.

Specialists working with the project met in May at a progress meeting in Finland. After the meeting, which was organized in the Centre for Metrology and Accreditation, the participants visited the Nummela Standard Baseline.

Results and documents of the latest scale transfer measurements from Nummela to Austria, Lithuania



EMRP-kokouksen osanottajat tutustuivat Nummelassa muun muassa kvartsimetriin. Se on geodeettisen metrologian harvinainen mittanormaali, jonka pituus tunnetaan muutaman kymmenen nanometrin epävarmuudella. Kvartsimetri määrittää Väisälän interferenssikomparaattorilla mitattavan normaaliperusviivan mittakaavan. Kuvassa vasemmalta Jorma Jokela, Marco Pisani, Massimo Zucco, Helmut Skorpil, Jean-Pierre Wallerand ja Ahmed Abou-Zeid. Kuva: Markku Poutanen.

Participants in the EMRP Progress Meeting became acquainted with a quartz metre. It is a rare measurements standard of geodetic metrology, the length of which is known with the uncertainty of a few tens of nanometres. The quartz metre determines the scale of a standard baseline, measured with the Väisälä interference comparator. Experts here are (from the left) Jorma Jokela, Marco Pisani, Massimo Zucco, Helmut Skorpil, Jean-Pierre Wallerand and Ahmed Abou-Zeid. Photo: Markku Poutanen.

kalibrointimittauksia tehtiin muun muassa kiinalaisten asiakkaiden kanssa. Nummelassa vieraili toukokuussa neljä asiantuntijaa Pekingistä (Chinese Academy of Surveying and Mapping) ja kesäkuussa kolme asiantuntijaa Zhengzhousta (Zhengzhou Surveying and Mapping Institute). Nämä kalibroivat sekä ennestään tarkoiksi ja luotettaviksi tunnettuja etäisyysmittareita että uutuusmalleja. Kalibroitujujen kojeiden avulla varmennetaan, että kiinalaisten perusviivojen ja etäisyysmittareiden mittakaava on oikea ja jäljitettävissä metrin määritelmään.

Yhteyshenkilö: Jorma Jokela

Antennikalibroinnin vaikutus GPS-mittausten tarkkuuteen

Geodeettinen laitos on suorittanut tarkkoja GPS-mittauksia Olkiluotoon esitetyllä ydinjätteiden loppusijoitusalueella jo vuodesta 1995 alkaen. Mittausten tarkoituksena on selvittää maankuoren liikkeitä. Havaintojen mittakaavan kontrolloimiseksi yhdellä 511 metriä pitkällä pilarivälillä on vuodesta 2002 lähtien tehty myös EDM-mittauksia (Electronic Distance Measurement) tarkimmalla käytettävissä olevalla etäisyysmittarilla, Kern ME5000 -mekometrillä. Kahdesti vuodessa tehtyjen GPS-mittausten ja jäljitettävien EDM-mittausten välillä on huomattu pieni systemaattinen ero. Koska EDM-mittaukset ovat tarkkoja ja jäljitettäviä metrin määritelmään nähden ja koska mittausepävarmuudet ovat tunnettuja, epäiltiin GPS-tuloksen sisältävän epätarkkuuksia.

Tulosten erojen syytä tutkittiin lähettämällä mittauksissa käytetyt GPS-antennit kalibroitaviksi, jolloin niiden yksilölliset erot voidaan ottaa huomioon laskennassa. Lisäksi tehtiin uusia GPS- ja EDM-mittauksia havainto-oloiltaan erinomaisella Kyviškésin kalibrointi- ja testikentällä Liettuassa, jossa on muun muassa GPS-mittausten vaatima esteetön näkyvyys. Testikentällä voitiin suorittaa myös vertailuja useilla etäisyyksillä 20–1 320 metrin välillä Olkiluodon yhden etäisyyden sijaan. Pilarien väliset todelliset etäisyydet määritettiin EDM-mittauksin käyttäen samaa Kern ME5000 -etäisyysmittaria kuin



Qingbin Zhai kalibroi Sokkian uutta tarkkuusetaisyysmittaria Nummelan normaaliperusviivalla. Kuva: Jorma Jokela.

Qingbin Zhai is calibrating a new Sokkia high precision distance measurement instrument at the Nummela Standard Baseline. Photo: Jorma Jokela.

and Estonia have been completed. New calibration measurements were performed, especially with Chinese customers. In May four experts from Beijing's Chinese Academy of Surveying and Mapping visited Nummela and in June three experts from Zhengzhou's Zhengzhou Surveying and Mapping Institute the site as well. They calibrated both instruments, which are already on the market and which are already known to be accurate and reliable, as well as several novel models. Using the calibrated instruments, one

can verify that the scale of Chinese baselines and electronic distance measurement instruments is correct and traceable to the definition of the metre.

Contact person: Jorma Jokela

The effect of antenna calibration on accuracy of GPS measurements

The Finnish Geodetic Institute has performed GPS observations at the crustal deformation network in Olkiluoto since 1995, at a proposed disposal site for nuclear waste in Finland. Since 2002, a 511-m GPS baseline has been simultaneously measured using the Kern ME5000, the most accurate electronic distance measurement (EDM) instrument available, in order to control the scale of the network. A constant scale difference between GPS solutions and traceable EDM results has been found in semi-annually repeated measurement campaigns. Since EDM results are accurate and traceable to the definition of the metre and uncertainties well-defined, this led to an assumption that the GPS solution is biased.

To study the problem, the GPS antennas used in Olkiluoto were sent for individual absolute antenna calibration and additional EDM+GPS measurements were carried out at another length standard, Kyviškés calibration baseline and test field in Lithuania. In Kyviškés, we were able to compare several lengths between 20–1,320 m in ideal conditions for GPS measurements instead of only the single distance that can be measured in Olkiluoto. True lengths with traceable uncertainties between the observation pillars were measured using a Kern ME5000 Mekometer as a scale transfer standard. The ME5000 was calibrated at the Nummela Standard Baseline, a national standard of length in Finland.

The GPS data for 24-hour sessions were processed using individual and type-calibrated antenna tables, a local and global ionosphere model, three different cut-off elevation angles and several linear combinations and

Olkiluodossa. Mekometri puolestaan kalibroitii Nummelan normaaliperusviivalla, joka on pituuden kansallinen mittanormaali.

GPS-havainnot laskettiin 24 tunnin havaintojaksoissa sekä antennien yleisillä tyyppiarvoilla että yksilöllisillä kalibrointiarvoilla. Samassa yhteydessä tutkittiin myös ionosfäärimallien, GPS-signaalin eri kombinaatioiden ja satelliitin korkeuskulman (havaintojen katkaisukulman) vaikutusta ja saatuja tuloksia verrattiin EDM-tuloksiin. Analyysi osoittaa, että laskennassa käytettyjen havaintojen katkaisukulmalla ja ionosfäärimallilla ei ole niin suurta vaikutusta lopputuloksiin kuin antennikalibroinnilla ja GPS-signaalin kombinaatiolla.

Paras yhteensopivuus EDM-tuloksiin nähden saavutettiin L1-yksitaajushavainnoilla, kun laskennassa oli mukana ionosfäärimalli ja yksilöllinen antennikalibrointitaulukko, jolloin tarkkuus (rms) oli 0,3 mm ja suurin poikkeama 0,7 mm. L1- ja L1&L2-ratkaisussa oli kuitenkin 0,5 ppm:n (0,5 mm/km) etäisyysriippuvuus, jollaista ei havaittu, kun L1- ja L2-kantoaalloista muodostettiin lineaarikombinaatioita. Toisaalta lineaarikombinaatioista aiheutui jopa 4 mm:n poikkeamia käytettäessä antennien tyyppikalibrointiarvoja, mutta yksilöllisillä kalibrointiarvoilla poikkeamat pysyivät ± 1 mm:n sisällä.

Parhaan metrologisen tarkkuuden saavuttamiseksi antennien yksilöllinen kalibrointi on välttämätön. Tällöin laskennassa voidaan saavuttaa tarkimmissakin deformaatiomittauksissa vaadittava tarkkuus ja samalla pienenevät myös GPS-mittauksen systemaattiset virheet.

Yhteyshenkilöt:

Hannu Koivula, Pasi Häkli ja Jorma Jokela



GPS-mittauksia Kyviškės kalibroitiperusviivan ja testikentän pilareilla. Havaintoympäristö on erinomainen satelliittipaikkannukseen. Kuva: Pasi Häkli.

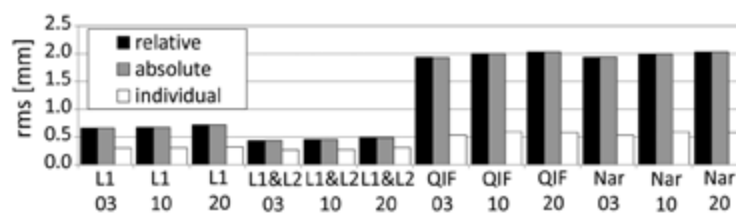
GPS measurements at the pillars of the Kyviškės calibration baseline and test field. The environment is excellent for satellite positioning. Photo: Pasi Häkli.

the results were compared with the EDM results. Analysis shows that the ambiguity resolution strategy and antenna calibration model play a significant role in GPS measurements compared to the cut-off elevation angle and ionosphere model.

The best metrological agreement was obtained with the L1 solution using an ionosphere model and individually-calibrated antennas. The accuracy (rms) and maximum difference from true (EDM) values were 0.3 mm and 0.7 mm, respectively. However, a distance-dependency of 0.5 ppm, which was not seen in linear combinations, was evident for L1 and L1&L2 solutions. On the other hand, linear combinations with type-calibrated tables caused variations of up to 4 mm from the true value, even if high-quality choke ring antennas are used. With individually calibrated antennas, all solutions were within ± 1 mm of the true value.

The study shows that individual antenna calibration is required for the best metrological accuracy. With the individual antenna calibration one can achieve the accuracy required for the most demanding deformation measurements, and the bias in GPS solutions is considerably reduced compared with the traceable EDM results.

Contact persons: Hannu Koivula, Pasi Häkli and Jorma Jokela



Eri laskentamenetelmien rms-arvoja, kun laskennassa käytettiin globaalia ionosfäärimallia. Rms-arvoja määritettäessä EDM-tuloksia käytettiin oikeina arvoina. Antennien tyyppikalibroituilla arvoilla (musta ja harmaa palkki) L1&L2-ratkaisu antoi parhaan tuloksen. Lineaarikombinaatiot (Narrow-Lane ja QIF) heikensivät tulosta merkittävästi. Käytettäessä yksilöllisiä antennikalibrointeja (valkoinen palkki) kaikkien ratkaisujen rms pieneni merkittävästi. Ionosfäärimallilla tai satelliittien pienimmällä laskentaan käytetyllä korkeuskulmalla ei ollut merkittävää vaikutusta lopputulokseen.

The rms values of the different processing strategies using the global ionosphere model. The EDM results have been used as true values when rms values were determined. When type calibrated antennas (black and grey bar) were used, L1&L2 gives the best results. Linear combinations (Narrow-Lane and QIF) gave significantly worse results. When individual calibration values (white bar) were used, the rms values of all results decreased significantly. The ionosphere model or satellite cut-off elevation angle did not have a significant influence on the results.

Kartoitusmenetelmät

Automaattiset muutostulkintamenetelmät peltolohkorekisterin ajantasaistuksessa

Käytännön kartoitustyö ilmakuvilta perustuu vielä nykyisin lähinnä visuaaliseen tulkintaan ja manuaaliseen digitointiin. Kiinnostus automaattisiin kuvatulkintamenetelmiin on kuitenkin kasvussa. Tähän vaikuttavat työlle asetettavat laatu- ja tehokkuusvaatimukset sekä teknologian kehittyminen, kuten uusien ilmakuva- ja laserkeilausaineistojen käyttöönotto. Vuonna 2009 Geodeettisessa laitoksessa tehtiin esitutkimus automaattisten muutostulkintamenetelmien soveltamisesta peltolohkorekisterin ajantasaistukseen.

Peltolohkorekisteri on maataloushallinnon valtakunnallinen rekisteri, jota tarvitaan maataloustukien maksamiseksi. Siihen on digitoitu noin 1 150 000 peltolohkoa. Koska lohkoissa tapahtuu jatkuvasti muutoksia, rekisteri vaatii säännöllistä ajantasaistusta. Nykyisin ajantasaistus tehdään uusien ortoilmakuvien perusteella kunnittain, ja se jakaantuu kahteen vaiheeseen: lohkojen tarkastus muutoksia vaativien lohkojen löytämiseksi sekä muutosten digitointi. Tarkastusvaiheessa kaikki kunnan peltolohkot käydään visuaalisesti kuvaruudulla läpi, ja digitointivaiheessa muutosta vaativat lohkot korjataan. Prosessit ovat työläisiä ja samalla myös alttiita inhimillisille virheille. Peltolohkorekisteriä ylläpitävä Maaseutuvirasto (Mavi) onkin kiinnostunut selvittämään mahdollisuuksia automaattisten menetelmien hyödyntämiseen ajantasaistuksessa, erityisesti lohkojen tarkastusvaiheessa. Tarkastustyö helpottuisi, jos ainakin osa lohkoista voitaisiin automaattisesti todeta oikeiksi tai korjausta vaativiksi.

Geodeettisessa laitoksessa tehty esitutkimus sisälsi nykyiseen ajantasaistusprosessiin tutustumisen, kirjallisuuskatsauksen, vaihtoehtoisten menetelmien hahmottelua sekä alustavia testejä kahdella menetelmällä. Aiempia tutkimuksia, jotka suoraan liittyvät peltolohkorekisterin ajantasaistukseen, löytyi melko vähän, eikä niiden joukossa ollut menetelmiä, jotka sellaisenaan olisivat valmiita sovellettaviksi Suomessa. Aihetta sivuavia tutkimuksia on kuitenkin tehty paljon. Menetelmäkehityksen pohjaksi hahmoteltiin erilaisia lähestymistapoja, joihin muutosten etsintä voisi perustua. Oletuksena oli, että varsinaisen lohkojen ajantasaistuksen tekisi operaattori. Automaattisen menetelmän tarkoituksena olisi osoittaa lohkot, joissa mahdollisesti on korjattavaa. Tutkimuksessa testattiin alustavasti reunapohjaista menetelmää sekä aluepohjaista tulkintaa

Geo-referencing and mapping

Automatic change detection methods in the updating of the Finnish Land Parcel Identification System (FLPIS)

Practical mapping work using aerial images is today still primarily based on visual interpretation and manual digitising. However, interest in automated image interpretation methods is increasing. This is related to the quality and efficiency demands made on the work and to the development of technology, for example, to the availability of new aerial image and laser scanner datasets. In 2009, a preliminary study was carried out at the Finnish Geodetic Institute on the application of automated change detection methods in the updating of the Finnish Land Parcel Identification System (FLPIS).

The FLPIS is a nationwide register maintained by the agricultural administration, and it is needed for the payment of farming subsidies. About 1,150 000 field parcels have been digitised in the system. Changes occur in the parcels continuously, and there is thus a need to regularly update the register. Currently, the updating is based on new aerial ortho images and is made for each municipality. The updating process consists of two stages: checking the parcels to detect changes, and digitising the changes. During the checking phase, all the field parcels of the municipality are scrutinised visually on the screen. In the digitisation phase, the parcels that need changes are corrected. These processes are laborious and also susceptible to human errors. The Agency for Rural Affairs, which is maintaining the FLPIS, is thus interested in studying the possibility of using automated methods for its updates, especially in the checking phase. The checking of field parcels would become easier if at least part of the parcels could be automatically detected as either correct or incorrect.

The preliminary study carried out at the Finnish Geodetic Institute included a study of the current update process, a literature survey, the outlining of alternative approaches, and preliminary tests of two methods. Only a few previous studies were found that were directly related to the updating of the LPIS systems, and there were no methods that would be directly applicable in Finland. However, many studies related to the topic have been carried out. As a basis for method development, different approaches for detecting changes were outlined. It was assumed that the actual updating would be done by an operator. The objective of the automatic method would be to indicate parcels that possibly need updating. An edge-based method and a region-based method were preliminary tested in the study by using ortho images. The edge-based method was based on the detection of edges near parcel boundaries. Edges where the grey level values in the image change give an indication of a possible field boundary. The objective of

ortokuvia käyttäen. Reunapohjainen menetelmä perustui reunakohtien etsintään kuvaalta lohkorajojen läheisyydestä. Reunakohdat, joissa kuvan sävyarvot muuttuvat, kertovat mahdollisesta pellon reunasta. Aluepohjaisessa tulkinnassa taas pyrittiin tunnistamaan pellot ja muut alueet ja sitä kautta löytämään korjausta vaativat lohkot.

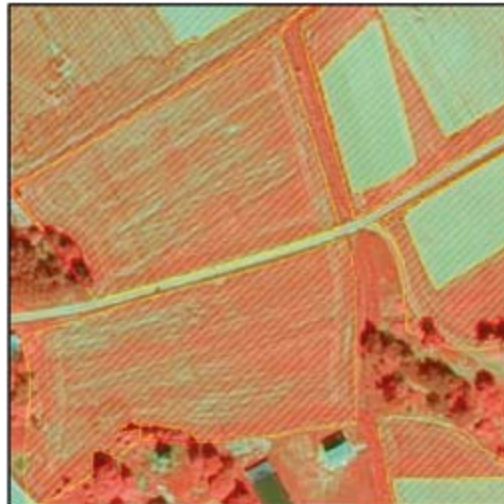
Testitulokset osoittivat, että monia virheitä lohkoissa oli mahdollista löytää automaattisesti. Toisaalta tulokset myös osoittivat, että menetelmäkehityksessä on edessä monia haasteita. Lohkorajojen sisällä olevat peltoihin kuulumattomat kohteet ja virheet lohkojen rajoissa pitäisi pystyä erottamaan sävyarvojen vaihtelusta, joka liittyy esimerkiksi kasvilajin vaihteluihin tai maan muokkaukseen, sekä lohkojen sisällä sallituista kohteista, kuten ojista. Ongelmia tulkinnalle aiheuttavat myös muun muassa puiden varjot. Todennäköisesti olisi kuitenkin mahdollista kehittää menetelmiä, joiden avulla korjausta vaativien lohkojen etsintä voitaisiin ainakin osittain automatisoida. Vuonna 2010 tutkimusta ja menetelmäkehitystä jatketaan keskittymällä erityisesti aluepohjaisen tulkinnan parantamiseen sekä laserkeilausaineiston käyttöön ortokuvien lisäksi.

Yhteyshenkilöt: Leena Matikainen, Kirsi Karila ja Mika Karjalainen



Virheellisiä lohkorajoja peltolohkorekisterissä. Kartta- ja ilmakuva-aineistot © Maaseutuvirasto ja ilmakuvatoimittajat.

Erroneous parcel boundaries in the FLPIS. Map and aerial image data © the Agency for Rural Affairs and aerial images suppliers.



Automaattinen aluepohjainen tulkinta. Peltojen lohkorajojen sisäpuolelta on löytynyt kohteita, jotka eivät ole peltoa. Kartta- ja ilmakuva-aineistot © Maaseutuvirasto ja ilmakuvatoimittajat.

Automatic region-based interpretation. Non-field objects have been detected inside parcel boundaries. Map and aerial image data © the Agency for Rural Affairs and aerial images suppliers.

the region-based interpretation was to recognise fields and other areas and, thus, to detect parcels that need correction.

The test results showed that it was possible to detect many errors in the parcels automatically. On the other hand, the results also showed that there will be many challenges in developing the method. Non-field objects inside parcels and errors in parcel boundaries should be distinguished from grey level changes that are related, for example, to varying crop species or tilling, and from objects, such as ditches, that are allowed inside parcels. Problems in interpretation can also arise from the shadows of trees, among other things. However, it seems to be possible to develop methods that could help to automate, at least partly, the detection of parcels for updating. In 2010, the study and method development will continue and concentrate on improving of the region-based interpretation and on the use of laser scanner data in addition to ortho images.

Contact persons:
Leena Matikainen,
Kirsi Karila and
Mika Karjalainen

Virtavesien tutkimus liikkuvalla kartoituksella – GIFLOOD

Hankkeessa keskitytään vesiomaisuuden ja riskien hallintaan kehittämällä palvelukonsepteja ja tuotteita hydraulisten lähtöaineistojen, tulvariskianalyysien ja jokiympäristöjen muutoksien arvioinnin tekemiseksi. Kehitystyössä yhdistetään perinteisen vesialan reuna-alueilla olevia tieteenaloja, kuten kaukokartoitusta, vesiekologiaa, fluviaaligeomorfologiaa ja geoinformaatiikkaa. Myös ilmastonmuutoksen vaikutus tulvaproesseissa otetaan huomioon.

Keskeisin tavoite on parantaa suomalaisten vesialan yritysten mahdollisuuksia harjoittaa liiketoimintaa tulvariskeihin, jokidynamiikkaan ja jokiympäristöissä tapahtuvaan vesirakentamiseen liittyvissä toimeksiannoissa. Teknologisena tavoitteena on parantaa tulvakartoituksia, hydraulista mallinnusta ja jokihabitaattimallinnuksia sekä niihin liittyvää tuotteistamista. Lisäksi kehitetään täysin uusia konsepteja tulvamallinnukseen räätälöidyn korkeus/syvyysmallin valmistamiseksi uusimpien laserkeilausmenetelmien avulla sekä kehitetään tulvariskien arvioimiseksi GIS-palvelukonseptia ja tulvahälytysjärjestelmiä. Projekti toteutetaan yhteistyössä Turun yliopiston, Teknillisen korkeakoulun, Suomen ympäristökeskuksen ja Laurea-ammattikorkeakoulun kanssa. Projekti tukee siten merkittävästi Luonnonvara- ja ympäristötutkimuksen yhteenliittymän tavoitteita lisätä keskinäistä yhteistyötä MMM:n ja YM:n alaisissa tutkimuslaitoksissa. Yritykset odottavat ja ovat jo saaneet teknologiansiirtoa, sillä yritysrahoituksen osuus hankkeesta on merkittävä.

Kolmiulotteista maastomalliaineistoa on tähän mennessä tuotettu lähinnä lentokoneesta toteutettavalla ilmalaserkeilauksella, ilmakuvista sekä maastomittauksin. Geodeettisen laitoksen ja Teknillisen korkeakoulun yhteistyönä rakennetussa liikkuvan kartoituksen ROAMER-laitteistossa laserkeilain sekä asento- että paikannäyttösensorit on sijoitettu lentokoneen sijasta alustaan, joka voidaan asentaa esimerkiksi auton katolle tai veneeseen. Liikkuessaan



A) Kartoituslaitteisto kumiveneeseen asennettuna Pulmankijoen rannassa. B) Kartoituslaitteisto asennettiin kuljetuskärryyn hiekkasärkkien pinnan kartoitusta varten. Kuvat: Matti Vaaja.

A) The mapping equipment mounted on a rubber dinghy on the bank of the river Pulmankijoki. B) The mapping equipment mounted on a transport trailer for mapping the surface contours of shoals and sandbars. Photos: Matti Vaaja.

GIFLOOD – Mobile mapping in fluvial studies

The project focuses on the management of our waters and the risks relating to these, by developing service concepts and products for making assessments of hydraulic source material, flood risk analyses and changes in fluvial environments. The development work combines scientific disciplines on peripheral areas of traditional hydrological research, such as remote sensing, water ecology, fluvial geomorphology and geoinformatics. The effects of climate change on flood processes are taken into consideration.

The main objective of the project is to improve the possibilities of Finnish companies operating to the field of hydraulic engineering to conduct business in the context of assignments relating to flood risks, fluvial dynamics and hydraulic engineering in fluvial environments. The technological objective is to improve flood mapping, hydraulic modelling and fluvial habitat modelling and to develop products relating to these. In addition, completely new concepts will be developed for creating a height/depth model tailored for flood modelling by means of the latest laser scanning methods. Furthermore, GIS service concepts and flood alarm systems will be developed for assessing flood risks. The project will be implemented in cooperation with the University of Turku, the Helsinki University of Technology, the Finnish Environmental Institute and the Laurea University of Applied Sciences. Thus the project will contribute significantly to promoting the objectives of the Natural Resources and Environmental Research Network, i.e. to increase cooperation between research institutions operating under the Ministry of Agriculture and Forestry and the Ministry of the Environment. The relevant companies are expecting and have already been recipients of technology transfer, as business has made a significant contribution to the funding of the project.

Three-dimensional terrain model material has up till now been produced by aerial imaging produced primarily

by aerial laser scanning mainly carried out from aircraft and by land survey measurements. In the ROAMER equipment for mobile mapping constructed as a cooperative project by the Finnish Geodetic Institute and the Helsinki University of Technology, laser scanners and positioning and position determination sensors have been installed not in an aeroplane but on a platform that can be mounted, for example, on the roof of a car or

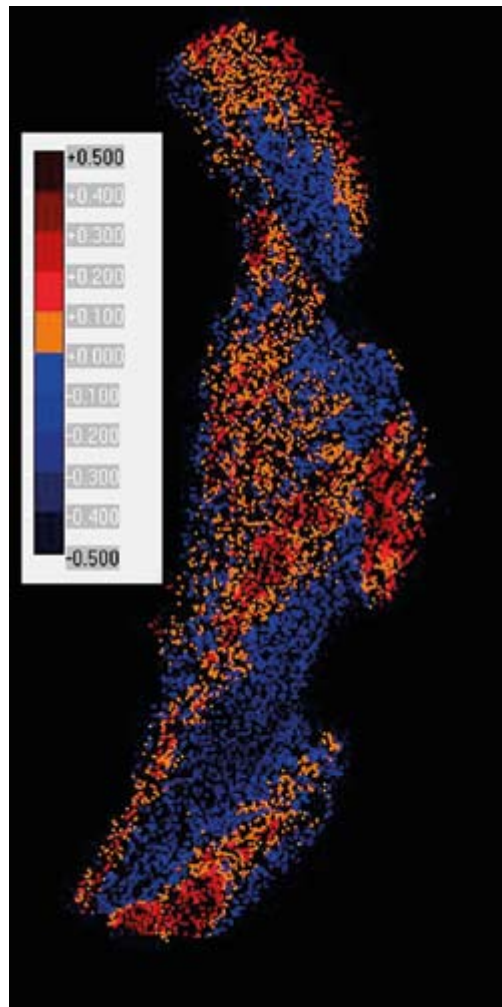


se muodostaa ympäristöstä etäisyysmittausten avulla pistepilven, joka kuvaa ympäristön kohteiden geometriaa. Laitteisto keilaa lasersäteellä ympäristöään tehokkaasti laajan keilauskulman ansiosta. Suuri pistetiheys ja -tarkkuus sekä peräkkäisten profiilien mittaustaajuus tekevät mahdolliseksi yksityiskohtien tarkan mittaamisen mallinnuksen lähtötiedoksi.

Tarkastelujakson aikana kartoitettuja kolmiulotteisia aineistoja verrataan keskenään, jotta saadaan tutkittua koko uoman, särkkien ja törmien dynamiikkaa, sekä kasvillisuuden eroosiota. Tehdyistä korkeus- ja pintamallisarjoista voidaan havaita ja seurata muutoksia, kuten uoman vedenalaisen osan muutokset, törmien romahtamiset ja volyymit sekä tallentaa särkkien yleinen topografia ja rakenteiden dynamiikka. Uoman vedenalaisten osien, mukaan lukien tulvasangot ja särkät, dynamiikan hydraulisia mallinnustuloksia validoidaan 3D-kartoituksin. Näin saadaan arvioitua hydraulisen mallin tarkkuutta jokidynamiikan mallintamisessa.

Vuoden 2009 koeaineistot mitattiin Pulmanki- ja Ivalojoilta syyskuun alussa. Pulmankijoelle on tyypillistä suuri vedenpinnan korkeuden vaihtelu kevään ja syksyn välillä. Kevättulvat aiheuttavat jokiympäristössä muutoksia ja eroosiota. Liikkuva laserkeilausmenetelmä antaa hyvät mahdollisuudet havaita ja visualisoida näitä jokivarressa tapahtuvia muutoksia. Projektissa tutkittiin hiekkasärkkien muutoksia muun muassa erotuskuvien ja volyymilaskennan avulla. Laserkeilausaineistoista laskettuja tuloksia verrattiin joen hydraulisen mallin tuloksiin.

Yhteyshenkilöt: Antero Kukko, Matti Vaaja ja Harri Kaartinen



Esimerkki muutoksien visualisoinnista yhdellä Pulmankijoen hiekkasärkällä, josta on luotu erotuskuva laskemalla korkeusero vuonna 2008 maalaserkeilauksella mitattujen pisteiden ja vuonna 2009 kuljetuskärryyn asennetulla kartoitusjärjestelmällä kerätystä aineistosta luodun korkeusmallin välillä. Ruskealla ja punaisella on värjätty ns. kasautumisalueita, joissa maanpinta on tarkastelujaksolla noussut ja sinisellä on värjätty ns. eroosioalueet, joissa maanpinta on laskenut. Erotuskuvan kattama alue on 6 394 neliometriä. Kuva: Matti Vaaja.

An example of the visualization of changes in one shoal in the river Pulmankijoki, of which a difference image has been created by calculating the height difference between the points measured in 2008 by terrestrial laser scanning and the height model created from the material collected by the mobile mapping system mounted on a transport trailer in 2009. The accumulation areas, where the land surface has risen during the observation period, are marked in brown and red, and the erosion areas, where the land surface has fallen, are marked in blue. The area covered by the difference image is 6,394 square metres. Image: Matti Vaaja.

on a boat. As it moves, it uses distance measurements to form a point cloud depicting the geometry of the objects in the environment. The equipment scans the environment efficiently by means of a laser beam with a wide scanning angle. The high point density and accuracy and the measurement frequency of the successive profiles thus formed enable accurate measurement of details for use as source material for modelling.

The three-dimensional materials mapped during the observation phase are compared in order to study the dynamics of the entire riverbed, shoals and sandbanks as well as the erosion of vegetation. Changes can be observed and followed from the series of height and surface contour models, including changes in the underwater parts of the riverbed, and the collapse and volume of sandbanks and the general topography and structural dynamics of shoals can be recorded. The hydraulic modelling results of the dynamics of the underwater parts of the riverbed, including flood plains and shoals, are validated by 3D mapping. This allows the accuracy of the hydraulic model to be assessed in the modelling of fluvial dynamics.

The test material for 2009 was measured on the rivers Pulmankijoki and Ivalojoiki at the beginning of September. In the river Pulmankijoki the height of the water surface typically varies widely between spring and autumn. Spring floods cause changes and erosion in the fluvial environment. The mobile laser scanning method provides good opportunities to observe and visualize the changes taking place along the river. During the project, changes affecting the shoals were studied, for example, by means of difference images and volume calculations.

The results calculated from laser scanning material were compared with the results from the hydraulic model of the river.

Contact persons: Antero Kukko, Matti Vaaja and Harri Kaartinen

Paikkatietojen prosessointi ja yhteiskäyttö

ESDIN-projekti – yhteiskäyttöistä paikkatietoa Euroopan laajuisesti

INSPIRE-direktiivin implementointia tukeva ESDIN-projekti (European Spatial Data Infrastructure Network) on osa EU:n eContentPlus-ohjelmaa, jonka päätavoite on parantaa digitaalisten sisältöjen saavutettavuutta ja hyödyntämistä Euroopassa. ESDIN-projekti on Best Practice Network -tyyppinen hanke, jossa pyritään kehittämään hyviä käytäntöjä kansallisten INSPIRE-yhteensopivien paikkatietopalvelujen toteuttamiseen. Projekti pohjautuu 'learn by doing' -lähestymistapaan, eli suositusten laatiminen perustuu toimivien sisältöpalvelujen toteuttamiseen ja tässä prosessissa hankittujen kokemusten hyödyntämiseen. Hankkeeseen osallistuu 12 eurooppalaista kansallista karttalaitosta ja sitä koordinoi EuroGeographics.

Sisällöllisesti projekti keskittyy yhtäältä valittujen INSPIRE Liite I:n teemojen (Paikannimet, Hallinnolliset yksiköt, Kiinteistöt, Liikenneverkot ja Hydrografia) tuottamiseen kansallisista aineistoista, toisaalta olemassa olevien Euroopan laajuisien aineistojen (EuroGlobalMap, EuroRegionalMap ja EuroBoundaryMap) hyödyntämiseen INSPIRE-yhteensopivasti. Projektissa kehitetään skeemamuunnosmäärittelyt kansallisista tietomalleista INSPIRE:n yhteiseurooppalaisiin malleihin. Olemassa olevien eurooppalaisten aineistojen tietomalleja muutetaan yhdenmukaisiksi INSPIRE-mallien kanssa, kuitenkin laajennettuina siltä osin kuin nykyisten aineistojen rikas tietosisältö niin edellyttää.

Geodeettinen laitos koordinoi projektin työpakettia II 'Interoperability Services'. Tässä työpaketissa pyritään toteuttamaan INSPIRE-yhteensopivat Lataus- ja Katselupalvelut valituista Liite I:n teemoista kunkin osallistuvan karttalaitoksen osalta. Etenemisstrategiaksi on työssä valittu vaiheittainen prosessi, jossa karttalaitokset kehittävät sovitun suunnitelman mukaisesti enenevässä määrin INSPIRE-yhteensopivia palvelurajapintoja lisästen jatkuvasti yhteensopivan sisällön määrää. Vuoden 2009 loppuun mennessä 10 karttalaitosta on toteuttanut ensimmäisen vaiheen Latauspalvelun. Tämä palvelu toteuttaa Web Feature Service I.I.O -rajapintastandardia ja tarjoaa pääsyn sisältöihin vapaasti valittavan skeeman mukaisena. Kolme palvelua tarjoaa jo lähes INSPIRE-yhteensopivaa sisältöä.

Projektissa tehdyn etukäteisanalyysin pohjalta näyttää siltä, että suurin osa mukana olevista kansallisista karttalaitoksista tulee perustamaan skeemamuunnoksensa lähestymistapaan, jonka mukaisesti INSPIRE-

Geospatial processing and interoperability

The ESDIN project: supporting European-wide spatial data interoperability

ESDIN (the European Spatial Data Infrastructure Network) is a project supporting the implementation of the INSPIRE Directive. The project forms part of the EU programme eContentPlus that aims at improving access to and use of digital content in Europe. ESDIN is a Best Practice Network project with the goal of developing best practices for implementing INSPIRE-compliant services for geographic information on a national level. The project is based on the 'learn by doing' approach, in which the recommendations are derived from the practical experience gained while building functional content access services. There are altogether 12 National Mapping or Cadastral Agencies (NMCAs) participating in the project, which is coordinated by EuroGeographics.

The geospatial content that the ESDIN project aims at covering consists of the national data sets made available according to the selected INSPIRE Annex I themes (Geographical Names, Administrative Units, Cadastral Parcels, Transport Networks and Hydrography) and of the existing Pan-European data sets (EuroGlobalMap, EuroRegionalMap and EuroBoundaryMap) that will become accessible in compliance with the INSPIRE principles. The project will develop schema transformation definitions from the national data model to the European level INSPIRE models. The data models of the existing Pan-European data sets will be modified to be compatible with the INSPIRE models. However, they will be extended to fully cover the rich content of the current data sets.

The Finnish Geodetic Institute coordinates work package II, 'Interoperability Services', of the ESDIN project. In this work package each of the participating NMCAs will develop INSPIRE-compliant Download and View Services for the selected Annex I themes. The strategy for developing the services involves the NMCAs supporting increasingly INSPIRE-compliant service interfaces, which will provide access to the gradually increasing amount of conformant content in a step-by-step phased process. By the end of the year 2009 ten NMCAs had developed the first stage of the Download Service. This service implements Web Feature Service (WFS) version I.I.O interface specification and provides access to content in arbitrary schema. Three of the current services already offer content in a schema similar to the INSPIRE data specifications.

According to the analysis made in the project, most of the participating NMCAs will base their schema transformation processes on an approach in which the INSPIRE-compliant version of the content is maintained in a separate service database and schema transformation is performed as a pre-processing step. How-

yhteensopivaa sisältöversiota ylläpidetään erillisessä palvelutietokannassa ja skeemamuunnos toteutetaan etukäteisprosessina. Muutamat karttalaitokset kuitenkin kehittävät tosiaikaista prosessia, jossa skeemamuunnos tapahtuu kyselynaikaisesti suoraan kansallisen skeeman mukaisesta tietovarastosta INSPIRE-yhteensopivaan muotoon. Tämän lähestymistavan mukaan muunnos tapahtuu Latauspalvelun sisäisenä prosessina ja edellyttää kahdensuuntaista muunnosta, koska tietosisällön lisäksi myös kyselylauseke tulee muuntaa.

Muut skeemamuunnoksen identifioidut toteutusarkkitehtuurit sisältävät muun muassa kahden tai useamman skeeman ylläpitämisen samassa tietokannassa, erillisen muunnospalvelun tai muuntavan Latauspalvelun käyttämisen ja asiakassovelluksessa tai portaalissa tapahtuvat muunnokset. Kaikkia näitä vaihtoehtoja on testattu tai tullaan testaamaan ESDIN-projektin yhteydessä.

Katselupalvelujen toteuttaminen alkaa projektissa vaiheittain kevään 2010 aikana. Lisäksi työpaketissa 11 kehitetään palvelupohjaista toteutusta reunasovituksen ja yleistyksen osalta ja testataan oikeuksienhallinnan menetelmiä paikkatietopalveluihin liittyen.

Yhteyshenkilö: Lassi Lehto

PaikkaOppi – verkkopohjainen oppimisympäristö paikkatietoalan opetukseen

PaikkaOppi on Opetushallituksen rahoittama oppimisympäristöjen kehittämishanke, joka ajoittuu vuosille 2008–2011. Hankkeen tavoitteena on tuottaa helppokäyttöinen paikkatietotaitojen opetusta tukeva Internet-pohjainen oppimisympäristö, jota hyödynnetään lähinnä lukion maantiedon ja biologian opetuksen yhteydessä. Hankkeen pilottikouluina ovat toimineet Joensuun lyseo ja Turun Kupittaa lukio. Kuluva lukuvuoden aikana oppimisympäristöä on tarkoitus testata noin kymmenessä lukiossa tai yläkoulussa.

PaikkaOppi-projektin suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavat Varsinais-Suomen paikkatietokeskus Lounaispaikka, Arbonaut Oy, Geodeettinen laitos, Joensuun ja Turun opetustoimet sekä Helsingin ja Turun yliopistojen maantieteen laitokset.

Toteutus pohjautuu hajautettuun palveluarkkitehtuurin, jossa tarjottava paikkatietosisältö noudetaan vakioituja käytäntöjä noudattaen suoraan eri organisaatioiden ylläpitämistä palveluista. Geodeettisen laitoksen roolina hankkeessa on toimia asiantuntijana paikkatietopalvelujen rajapintatoiminnallisuuden ja standardoinnin osalta. Hankkeen kannalta keskeiset standardit ovat Open Geospatial Consortiumin (OGC) määrittelemät sisältöpalvelurajapinnat Web Map Service (WMS) ja Web Feature Service (WFS).

ever, a few NMCAs will develop a real-time process that involves a query-time schema transformation directly from the national data storage to the INSPIRE-compliant form. In this approach the transformation is carried out as an internal process of the Download Service. This actually requires a two-way transformation, as a query transformation has to be performed in addition to the content transformation.

The other identified architectures for implementing schema transformation include, among other things, an approach towards maintaining two or more schemas within a single data base, use of a dedicated Transformation Service or a cascading-transforming Download Service, and finally, transformations that are performed by the portal or client application itself. All of these architecture alternatives are being tested in the ESDIN project.

View Service implementations for the project will be started gradually during the spring of 2010. Work package 11 will also be used for further development of a service-based solution for edge-matching and generalisation, and test methods for rights management in the context of geospatial services.

Contact person: Lassi Lehto

PaikkaOppi – an Internet-based learning environment for teaching geoinformatics

PaikkaOppi is a project that develops learning environments. The project is funded by the Finnish National Board of Education for the period 2008–2011. The project aims at producing an easy-to-use Internet-based learning environment for geoinformatics that will be used in the teaching of geography and biology at the upper secondary school level. Joensuu Lyceum and Kupittaa High School have acted as pilot schools for the project. During the current school year the learning environment will be tested in approximately ten different upper secondary schools or comprehensive schools.

The participants in the PaikkaOppi project include the Southwest Finland map service Lounaispaikka, Arbonaut Oy, the Finnish Geodetic Institute, the educational departments for the cities of Joensuu and Turku, and the geography faculty of Helsinki and Turku University.

The implementation of the project is based on decentralized service-oriented architecture, in which the geospatial content is retrieved by standardized procedures directly from data services that are maintained by different organizations. The role of the Finnish Geodetic Institute in the project is to act as an expert on service interface functionality and standardisation related to geospatial content services. The most important standards in the project include the content access service interfaces Web Map Service (WMS) and Web Feature Service (WFS), as specified by the Open Geospatial Consortium (OGC).

The learning environment has been implemented by providing the student with a map user interface, which supports standardised access mechanisms, together with a wiki-based virtual exercise book. The system can be

Oppimisympäristö on toteutettu tarjoamalla opiskelijan käyttöön avoimia paikkatietostandardeja tukeva karttakäyttöliittymä yhdessä wiki-pohjaisen virtuaalisen työkirjan kanssa. Järjestelmän käyttö ei edellytä erillisiä laite- eikä ohjelmistohankintoja; riittää kun käytössä on ajantasainen verkkoselain sekä Internet-yhteys. Asiakassovellus on käyttöjärjestelmäriippumaton, eikä näin ollen aseta erityisiä rajoitteita käytettävän tietokonealustan kannalta. Hajautettu palveluverkko mahdollistaa oppimisympäristön helpon monistamisen ja käyttöönoton eri kouluissa.

Verkkopohjaista oppimisympäristöä hyödynnetään opettajan antaman, paikkatietojen käyttöön pohjautuvan tehtävän ratkaisussa. Järjestelmä mahdollistaa erilaisten paikkatieto- ja kartta-aineistojen selailun sekä omien paikkatietoaineistojen luomisen ja tallennuksen palveluun. Karttanäkymiä voidaan tallentaa opiskelijan omaan työkirjaan, jossa dokumentoidaan tehdyn työn tulokset. Myös maastossa kerätyt GPS-pisteet voidaan tallentaa järjestelmään ja visualisoida karttaesityksen päällä.

Aineistoja PaikkaOpin karttaselaimen ovat tuottaneet muun muassa Maanmittauslaitos, Geologian tutkimuskeskus, Geodeettinen laitos, Suomen ympäristökeskus, Tiehallinto sekä maakuntaliitot. Vakioituja rajapintoja noudattavien paikkatietopalvelujen toteuttamisesta hankkeessa vastaavat Maanmittauslaitos, Lounaispaikka, Geodeettinen laitos ja Arbonaut Oy.

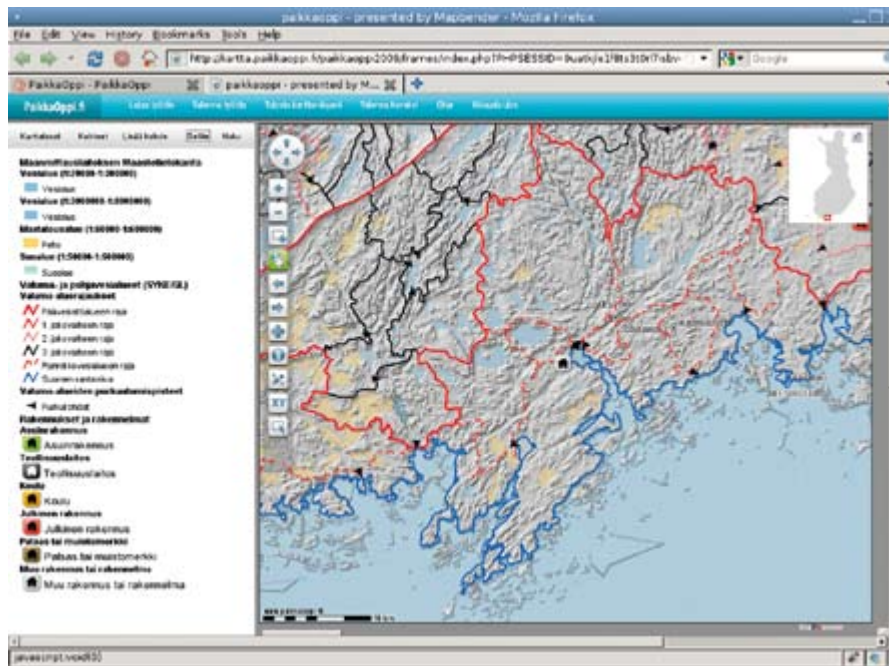
Yhteyshenkilöt: Lassi Lehto ja Jaakko Kähkönen

used without acquiring specific equipment or software; it is enough to have a current Web browser and Internet connection. The client application is independent of the operating system used and thus sets no further restrictions on the computer platform. The distributed service network makes it easy to introduce the system into new schools.

The student uses the network-based learning environment to solve a geospatial data-related assignment given by the teacher. The environment enables the visualisation of various geospatial data sets and maps. The student can also create new geospatial data sets and store them within the service. Map views can be stored in the student's own exercise book, where the results of the assignment are documented. The GPS-points collected by the student in the field can also be stored in the system and displayed in the map view.

The organisations providing content to the map view for the PaikkaOppi project include the National Land Survey of Finland, the Geological Survey of Finland, the Finnish Geodetic Institute, the Finnish Environment Institute, the Finnish Road Administration and Finnish Regional Councils. The project's standardised content access services have been constructed by the National Land Survey of Finland, Lounaispaikka, the Finnish Geodetic Institute and Arbonaut Oy.

Contact persons: Lassi Lehto and Jaakko Kähkönen



WMS-rajapinnan kautta kyselyjä aineistoja PaikkaOppi-projektin selainpohjaisessa karttakäyttöliittymässä.

Data sets accessed from a WMS-interface, shown in the Web browser-based map user interface of the PaikkaOppi project.

VALUE – Suomen valtakunnallisen valuma-aluejärjestelmän uudistaminen

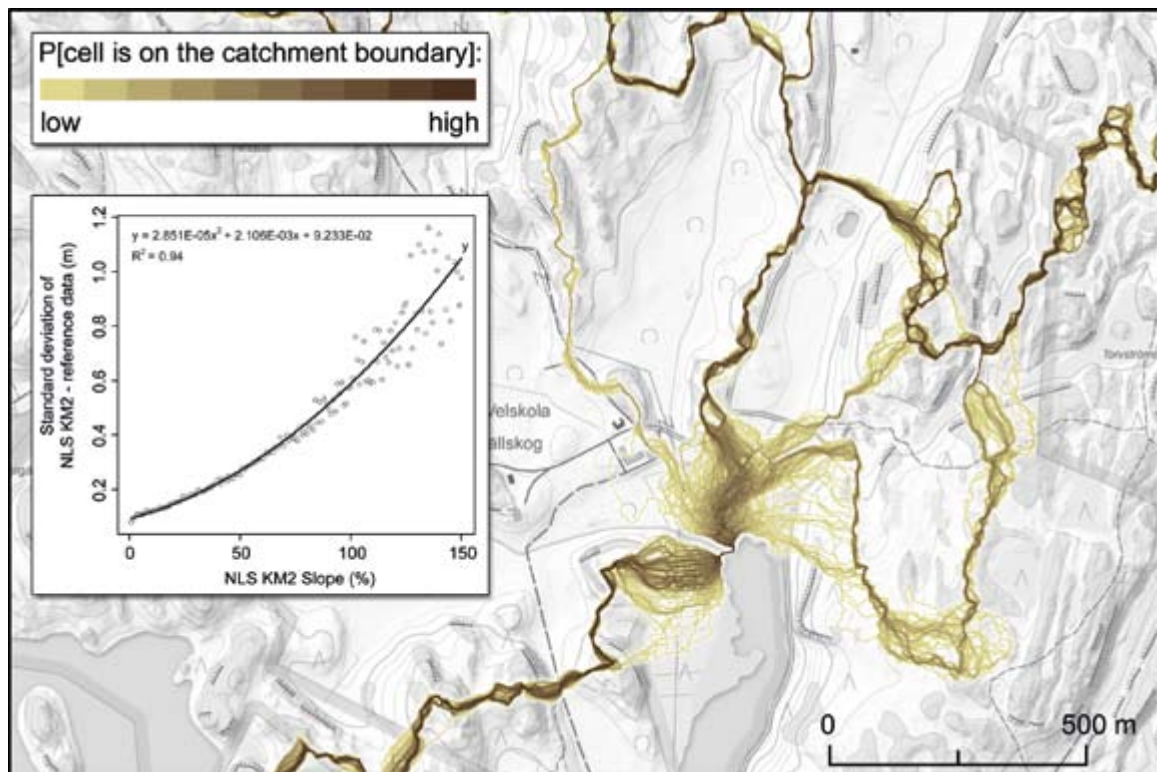
Valtakunnallinen valuma-aluejako on yksi tärkeimpiä ympäristöhallinnon ylläpitämiä paikkatietoaineistoja. Se palvelee vesivarojen käyttöä ja hoitoa, vesiensuojelua ja vesientutkimusta sekä vesivarioihin liittyvää kansainvälistä ja kansallista raportointia ja tietojärjestelmätyötä. Nykyinen valuma-aluejärjestelmä ei täytä eri käyttäjäryhmien tarpeita ja uusia vaatimuksia, joita muun muassa vesienhoidon suunnittelu asettaa. VALUE-hankkeen päätavoitteena on suunnitella ja määrittellä uusi valuma-aluejärjestelmä (SYKE) sekä määrittää tuotantomenetelmät sen toteuttamiseksi (GL). Lisäksi selvitetään kansallisten ja kansainvälisten korkeusmalliaineistojen soveltuvuutta valtakunnallisen valuma-aluejaon uudistamiseen ja tehdään tutkimusta paikkariippuvan ei-staationarisen korkeustiedon epävarmuuden huomioivien maastoanalyyysien toteuttamiseksi. Hanke toteutetaan Geodeettisen laitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä.

Yhteishenkilö: Juha Oksanen

VALUE – Update of the Finnish drainage basin system

The Finnish drainage basin register is one of the most important geospatial datasets maintained by the environmental administration. It serves the needs of water management, conservation and research, as well as national and international reporting and information system work related to water resources. The current drainage basin system does not fulfil the needs of various user groups and the new requirements that are set by, for example, water management. Therefore, the objective of the VALUE-project is to plan and describe the new Finnish drainage basin system (Finnish Environment Institute, SYKE) and to define the production methods for updating the register (Finnish Geodetic Institute, FGI). Furthermore, the suitability of national and international digital elevation models (DEMs) for updating of the Finnish drainage basin register will be investigated and research on uncertainty-aware terrain analysis will be carried out, which will make use of location-dependent, non-stationary error models for elevation data. The project is part of a co-operative effort between SYKE and FGI.

Contact person: Juha Oksanen



Yksityiskohta Lakistonjoen ja Velskolan Pitkäjärven automaattisesti rajatuista valuma-alueista, kun analyysissä käytetyn korkeusmallin epävarmuus on huomioitu rajausta tehtäessä. Korkeusaineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen laserkeilaukseen perustuvaa korkeusmallia (NLS KM2) ja virhemallina paikallisesti rinteiden jyrkkyyden mukaan muuttuvaa tilastollista mallia. Kuva: Juha Oksanen.

Detail of the Lakistonjoki and Velskolan Pitkäjärvi automatic catchment delineations, when the uncertainty of the digital elevation model (DEM) used in the analysis was taken into account. Elevation data (NLS KM2) was the DEM based on airborne laser scanning by the National Land Survey of Finland. The error model was a statistical model altering according to local slope. Image: Juha Oksanen.

Paikkatiedon vuorovaikutusjärjestelmät

UbiMap: jokapaikan teknologiaa arjen tarpeisiin

Mobiilikartat ovat arkipäiväistymässä. Mutta millaisia sitten voisivat olla tulevaisuudessa jokapaikan kartat, jotka hyödyntävät esimerkiksi erilaisia sensoripohjaisia tietoja?

Suomen Akatemian 'Jokapaikan tietotekniikka ja monimuotoinen viestintä' (MOTIVE) -tutkimusohjelmassa (2009–2012) tutkitaan uutta arjen tietoyhteiskuntaa ja kaikkialla läsnä olevaa viestintää. 'Jokapaikan spatiaalinen viestintä' (Ubiquitous Spatial Communication, UbiMap) on tähän tutkimusohjelmaan kuuluva nelivuotinen hanke, jota koordinoi Geodeettinen laitos. Toisena tutkimusosapuolena toimii Helsingin yliopiston Käyttäytymistieteiden laitokselta Kognitiotieteen osasto. UbiMap tutkii jokapaikan karttaa käyttäjän tarpeisiin mukautuvana ja paikkatietoa hyödyntävänä käyttöliittymänä ihmisen ja ympäristön välillä. Poikkitieteellinen hanke selvittää, miten erilaiset käyttäjät

Geospatial interaction systems

UbiMap: Ubiquitous technology for daily life

The use of mobile maps is becoming more and more common in daily life. But what would ubiquitous maps that utilise, for example, different kinds of sensor-based information look like in the future?

In the MOTIVE (Ubiquitous computing and diversity of communication) research programme (2009–2012), funded by the Finnish Academy, the new information society and ubiquitous computing and communications are examined. The UbiMap (Ubiquitous Spatial Communication) project, coordinated by FGI, is one of the projects in this programme. The UbiMap is a four year project and the other research partner is the Department of Cognitive Science at Helsinki University. The UbiMap project studies the ubiquitous map as a user interface with the surrounding environment. The ubiquitous maps utilise the spatial information and are adapted to the needs of the users. The multidisciplinary project studies how different kinds of users perceive and



UBiMAP
Ubiquitous Spatial Communication

Retkeilijät voivat välittää jokapaikan karttapalvelulla tiedon ystäville parhaasta sienipaikasta. Kuva: Hanna-Marika Flink.

Hikers can share information about their favorite mushroom-picking place with friends. Photo: Hanna-Marika Flink.

tulkitsevat ja käyttävät vuorovaikutteisia karttoja, mitkä kartalla esitettävät kohteet ovat kullekin käyttäjäryhmälle merkityksellisiä, ja miten tätä tietoa voidaan hyödyntää helppokäyttöisempien karttapalvelujen suunnittelussa.

Tieto- ja viestintäteknikan kehittyminen, kuten paikannusteknologia, mobiililaitteet, sensoriteknikka, kattavat paikkatietokannat ja karttapalvelut mahdollistavat paikkaan liittyvän tiedon entistä monipuoliseman hyödyntämisen. Kun kartta oli ennen vain staattinen graafinen esitys, läsnä-älyä hyödyntävät jokapaikan kartat voivat toimia integroituina multimediavälineinä ja tarjota käyttäjälle kommunikointivälineen ympäristöön ja siihen liittyvään tietoon. Tutkimusmaailmassa läsnä-äly on tunnettu jo yli kymmenen vuotta. Verkottuneet läsnä-älysovellukset pystyvät tunnistamaan käyttäjiä erilaisissa käyttötilanteissa ja tarjoavat käyttäjän kontekstiin sopivaa informaatiota automaattisesti ja voivat näin tukea hänen intuitiivista vuorovaikutustaan ympäristönsä kanssa. Maaston kulkukelpoisuus- ja sijaintitietoa hyödyntämällä karttasovellus voi esimerkiksi laskea helpoimman reitin retkeilijän tallentamalle hyvälle sienipaikalle, ja mobiilikartan käyttäjä voi jakaa tämän tiedon ja kuvia sienimaastosta tutuilleen. Spatiaalisen tiedon visualisointi, multimedian käyttäminen mobiililaitteissa ja käyttäjien välisen viestinnän tehostaminen edellyttävät, että sovellusten suunnittelutyössä huomioidaan ihmisen kognitiivisen prosessoinnin asettamat rajoitukset.

Tutkimus luo myös uutta ymmärrystä siitä, miten ihminen hahmottaa ympäristön tilallisia ulottuvuuksia vuorovaikutteisen kartan avulla. Hankkeessa kehitetyt tekniset ratkaisut toimivat esimerkkeinä läsnä-älyn käytöstä jokapaikan kartoissa. Ihmisen ja teknologian välisen vuorovaikutuksen parantaminen on jatkuva haaste.

Yhteyshenkilö: Tiina Sarjakoski

Fyysinen 3D-malli näkövammaisten kosketuskarttana

Solvallan urheiluopiston alueelta valmistettiin fyysinen 3D-malli osana HaptiMap (Haptic, Audio and Visual Interfaces for Maps and Location Based Services)- ja MenoMaps (Multipublishing in supporting leisure outdoor activities) -projekteja. Tavoitteena oli tutkia, miten mallia voidaan käyttää kosketeltavana karttana näkövammaisille sekä miten samoista paikkatietoaineistoista voidaan johtaa tuotteita useisiin eri käyttötarkoituksiin.

Lähtöaineistoina käytettiin Nuuksio-testiympäristöön kerättyä laserkeilausaineistoa, josta tuotettiin

use interactive maps, the objects on the maps that are useful for different user groups, and how this information can be utilised for designing easy-to-use map-based services.

The development of geospatial information systems, mobile interactive terminals, positioning systems and the integration of ubiquitous services enable new possibilities for exploiting location-related information. Instead of presenting geospatial information on a static map, future ubiquitous maps are integrated with multimedia tools for communication and take, for example, advantage of embedded tags in the environment. Within the research community, ubiquitous computing has been studied for more than a decade. Ubiquitous applications are integrated through networks and provide users with context-based information automatically. At the same time, they are able to support the users to intuitively interact with the environment. By utilising the information about the terrain's accessibility, together with location-based information, the map application is able to provide, for example, the easiest route to a mushroom-picking place stored on a map by a hiker. A mobile map user is able to share this information together with photos of the terrain with friends. The visualisation of spatial information, use of multimedia tools in the mobile devices and improvement of communication between mobile users all require that human cognitive limitations in the design process should be carefully considered.

This research aims to create new knowledge about how users perceive the spatial extent of their environment with the aid of an interactive map. The technological solutions to be developed in the project will serve as examples of the utilisation of ambient intelligence in ubiquitous maps. The improvement of the interaction between man and technology is an ongoing challenge.

Contact person: Tiina Sarjakoski

A physical 3D model utilized as a tactile map for visually-impaired people

In connection with the HaptiMap (Haptic, Audio and Visual Interfaces for Maps and Location Based Services) and MenoMaps (Multipublishing in supporting leisure outdoor activities) projects, we created a physical 3D model of the Solvalla sports park area in Espoo, Southern Finland. The aim of the work was, on the one hand, to study whether the model could be utilized as a tactile map for visually-impaired people. On the other hand, the goal was also to experiment with the possibilities of utilizing the same geospatial data for several purposes.

The starting point was a DEM and a DSM that were both derived from airborne LIDAR data captured from the FGI's Nuuksio test environment. Additionally, such objects as buildings, roads and paths were vectorized based on the laser points and orthophotos. The boundaries of water bodies were available from the topographic database of the National Land Survey of Finland. For further processing of the 3D model, raster data sets were created for all vector data layers. The raster data sets have been manipulated according to our needs and ulti-

sekä maanpintaa kuvaava korkeusmalli että kaikki maanpinnalla olevat kohteet sisältävä pintamalli. Lisäksi laserkeilausaineiston sekä ortokuvien avulla kerättiin kohteista tietoa rakennuksista, tiestöstä sekä polkuverkostosta. Vesialueiden reunat poimittiin Maanmittauslaitoksen Maastotietokannasta. 3D-mallin luontia varten kaikki aineistot rasteroitiin, muokattiin ja yhdistettiin. Lopuksi malli muunnettiin VRML-muotoon ja tulostettiin 3D-kappaleeksi. Tulostusprosessissa malli syntyy kerroksittain kipsijauheeseen, jonka tulostusväri sitoo kiinteäksi. Kovetuksen ja epoksilla kyllästämisen jälkeen mallista saatiin kestävä.

Tavoitteena oli luoda karttakohteiden 3D-esitystapaa muokkaamalla kosketeltava kartta henkilöille, jotka joutuvat turvautumaan heikentyneen näön lisäksi muihin aisteihin. Lopullinen 3D-tuloste ei siten pelkästään visuaalisesti esittänyt maaston kohteiden sijaintisuhteita, vaan teki siitä myös kosketeltavan. Tavoite saavutettiin korostamalla rakennuksia, tiestöä ja polkuverkostoa, käyttämällä tekstuureja vesialueille, sekä korostamalla valittuja kohteita kirkailla väreillä.

Mallin käytettävyydestä tehtiin näkövammaisilla koehenkilöillä. Tulosten mukaan malli koettiin hyödylliseksi antamaan yleiskuva kohdealueesta sekä toimimaan reittisuunnittelun tukena ennen retkeä. Lisäksi koehenkilöt antoivat parannusehdotuksia mallin kosketukseen perustuvan luettavuuden parantamiseksi. Malli esiteltiin myös Paikkatietomarkkinoilla 2009 (Helsinki, 3.–4.11.2009), jossa se toimi katseenvangitsijana ja mallin kosketeltavuus osoittautui houkuttelevaksi myös normaalisti näkeville henkilöille.

Yhteyshenkilöt:
Juha Oksanen ja
Friederike
Schwarzbach

mately combined into a single raster model. Finally, a VRML file was created and printed in 3D. In the printing process, the model was built using layers of plaster powder that coloured binder from the print head makes firm. After hardening and epoxy impregnation, the model became stable and resistant.

The aim was to create a tactile map for those who rely on other senses besides the limited sense of sight by manipulating the 3D representation of the cartographic objects. Therefore, the final 3D print does not only map topographic features to enable orientation and provide an impression of the area, but also makes them tactile. This aim was achieved by emphasizing buildings, roads and hiking paths from the ground, using a texture for water areas, as well as utilizing strong, rich-in-contrast colours for certain objects.

The 3D print was evaluated in a usability study by visually-impaired test persons. According to the results, the model was considered as useful for getting an overview of the area, and for planning a route before the actual start of a hiking trip. Furthermore, the test persons gave several suggestions for improvements to the tactile readability of the model. The model was also presented at the GISexpo 2009, Helsinki (November 3–4 2009) where the eye-catching character of the physical 3D print was confirmed and the tactile experience also seemed to appeal to persons with normal sight abilities.

Contact persons: Juha Oksanen and
Friederike Schwarzbach



Solvallan urheiluopiston alueen 3D-malli kosketeltavana karttana. Kuva: Juha Oksanen ja Friederike Schwarzbach.

Figure: 3D model utilized as a tactile map covering Solvalla sports park. Photo: Juha Oksanen and Friederike Schwarzbach.

Satelliittipaikannus

GNSS ja yksitaajuus-PPP

GNSS-paikannuksessa (Global Navigation Satellite System) vastaanottimen käyttäjän sijainti määritetään satelliittijärjestelmän lähettämien signaalien perusteella. Nykyisiä järjestelmiä ovat Yhdysvaltain GPS sekä Venäjän ylläpitämä GLONASS. Muita kehitteillä olevia satelliittipaikannusjärjestelmiä ovat muun muassa Euroopan Galileo sekä Kiinan Compass. Satelliittipaikannus perustuu tarkkaan ajanmääritykseen: satelliitin lähettämän radiosignaalin lähetyksajankohdan sekä vastaanotetun signaalin vastaanottoajankohdan erotuksesta saadaan määritettyä signaalin kulkuaika, joka kertoo satelliitin ja vastaanottimen välisen etäisyyden. Neljällä etäisyysmittauksella saadaan määritettyä vastaanottimen kolmiulotteiset paikkakoordinaatit globaalissa koordinaattijärjestelmässä sekä aikaero vastaanottimen kellon ja satelliittijärjestelmän aikajärjestelmän välillä.

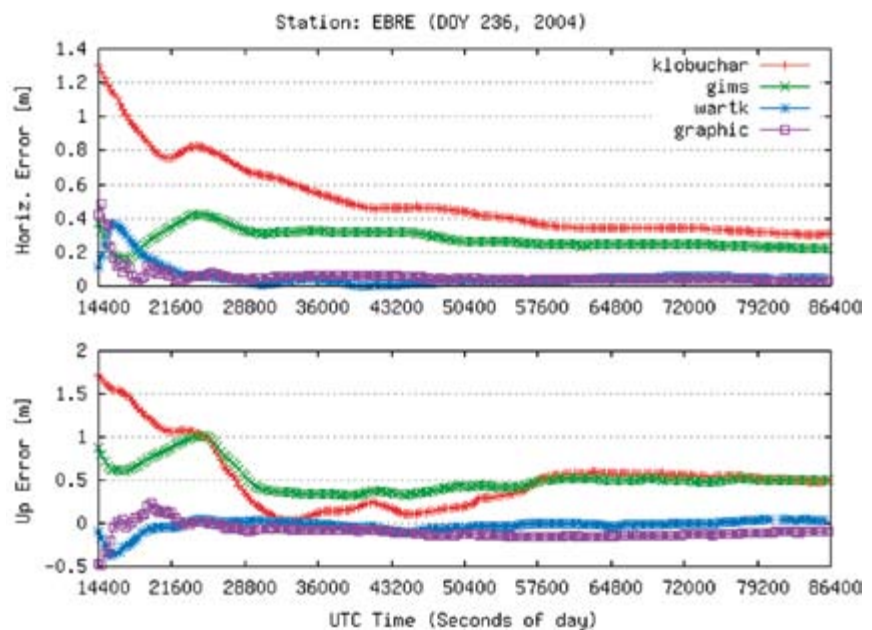
GNSS tarjoaa luotettavaa paikannusta avoimissa signaaliympäristöissä. Esimerkiksi GPS:n avulla voidaan saavuttaa paikannustarkkuus muutamista millimetreistä useisiin kymmeniin metreihin – riippuen ympäristöstä, sääoloista ja käytetystä vastaanotintekniikasta (yksi- vai kaksitaajuuskäyttö; koodi- vai vaihemittaukset, yksi vai useampi vastaanotin, ja niin edelleen). Mitä monimutkaisempaa ja täten myös kalliimpaa tekniikkaa käytetään, sitä tarkempaa paikannustulosta saadaan aikaan, mutta tarkkaan paikannukseen päästään vain esteettömissä signaaliolosuhteissa kuten aukeissa ulkotiloissa. Satelliittimittaukset ovat kohinaisia ja sisältävät virhettä varsinkin kaupunkiolosuhteissa signaalien vaimentuessa ja heijastellessa rakennuksista. Satelliittisignaalien tärkeimmät virhelähteet voidaan jakaa satelliitista aiheutuviin virheisiin (ratavirheet, kellovirheet), signaalin kulkuun liittyviin virheisiin (ionosfääri, troposfääri, monitie-heijastukset) sekä vastaanottimesta aiheutuviin virheisiin.

GNSS positioning

GNSS and single-frequency PPP

In GNSS positioning (Global Navigation Satellite System), the user location is derived from the signals received from the satellites. Current systems include the American GPS and the Russian GLONASS system. Other systems under development include the European Galileo system and the Chinese Compass system. Satellite-based positioning is founded on precise time determination: the distance between the satellite and the user receiver is derived from the time difference between signal transmission and reception. Four satellite-to-user distance measurements are required to determine the user's three-dimensional position coordinates in a global coordinate frame and the time difference between the receiver clock and satellite system time.

GNSS provides reliable positioning in open signal conditions. The positioning accuracy obtained with GPS, as an example, ranges from a few millimetres to tens of meters depending on the environment, weather conditions and the receiver technology used (single or double frequency usage, code or carrier measurements, standalone or a network of receivers, and so on). The more complicated and, therefore, more expensive the technology, the more accurate results can be obtained. However, highly accurate results are only achieved in unobstructed signal conditions, such as in open outdoor areas. Satellite measurements are noisy and erroneous, especially in urban environments when signals



Kolmiulotteisen paikannusvirheen vaak- ja pystykomponentit EBRE-aseamalla päivänä 236 vuodelta 2004 käyttäen erilaisia ionosfäärivirheen mallinnusmenetelmiä.

The horizontal and vertical components of the 3D error at EBRE station for the day-of-year (DoY) 236 from 2004 for different ionospheric error mitigation methods.

Yksitaajuus-PPP-tekniikka (Precise Point Positioning), jota navigoinnin ja paikannuksen osastolla on tutkittu, hyödyntää yhden vastaanottimen yhden taajuuden sekä koodi- että vaihemittauksia, tarkkoja satelliittien rata- ja kellotietoja sekä mittausvirhemalleja. Yksitaajuus-PPP:n avulla voidaankin saavuttaa jopa desimetrin tarkkuus. Suurimpana haasteena yksitaajuus-PPP:ssä on ionosfäärivirheen mallintaminen, sillä ionosfääri on yksitaajuusmittauksille suurin virhelähde. Ionosfäärin aiheuttamaa virhettä satelliittisignaaliin voidaan arvioida satelliitin lähettämän ionosfäärimallin avulla (Klobuchar), globaalien ionosfäärikarttojen avulla (gims), esittämällä reaaliaikaisesti laajan alueen ionosfäärivirhe kolmiulotteisella mallilla (esim. wartk), tai yhdistelemällä koodi- ja vaihemittauksia ionosfäärivirheen eliminoimiseksi (graphic-menetelmä). Esimerkki ionosfäärimallinmenetelmien suorituskyvystä nähdään oheisessa kaaviossa. Geodeettisella laitoksella on tutkittu myös rajatulle alueelle muodostettavaa spherical cap harmonic -mallia, joka antaa tarkan ennusteen ionosfäärin aiheuttamalle mittausvirheelle. Yksitaajuus-PPP-tekniikkaan soveltuvat kuitenkin vain kaikista tarkimmat ionosfäärin virhemallit.

Yhteyshenkilöt: Ruizhi Chen ja Heidi Kuusniemi

EGNOS RIMS -asema ja FinnRef-verkosto

Paikannussatelliittien käyttö on tullut ratkaisevaksi lento-, laiva- ja autoliikenteessä. Oleellinen osa satelliittiperusteista avustusjärjestelmää differentiaalipaikannukseen on maa-aseamista koostuva verkko, jonka avulla voidaan välittää tietoja paikannussatelliittien tilasta ja toimivuudesta sekä paikannuslaskennassa tarvittavien etäisyysmittausten virheistä. Euroopassa on käytössä EGNOS-järjestelmä (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), joka tarjoaa GPS- ja GLONASS-järjestelmien korjaustietoa satelliittimittauksiin. Geodeettinen laitos on ylläpitänyt vuodesta 2003 lähtien yhteistyössä Euroopan avaruusjärjestön



Pysyvien GPS-asemien FinnRef-verkko ja EGNOS RIMS -asema.

The FinnRef network of permanent GPS stations and the EGNOS RIMS station.

are attenuated and reflect off the nearby buildings. The most important satellite error sources can be categorized as control segment errors (orbital and clock errors), signal propagation errors (ionosphere, troposphere, multipath), and receiver-based errors.

Single-frequency PPP (Precise Point Positioning), which has been researched at the Department of Navigation and Positioning, utilizes code and phase measurements from a single receiver's single frequency, precise orbit and clock information, and precise measurement error models. Single-frequency PPP can provide positioning accuracy at the decimetre-level. The greatest challenge in single-frequency PPP is the modelling of the ionosphere, since it constitutes the major error source for single-frequency measurements. The ionospheric error can be modelled, for example, by using the Klobuchar model broadcast with the satellite's navigation data, by using global ionospheric maps (gims), by utilizing a regional real-time model (for example, wartk), or by combining code and phase measurements to eliminate the ionospheric error (the graphic method). An example of the performance of these error mitigation methods is presented in the chart. In addition, a spherical cap harmonic model for mapping and predicting the regional TEC (Total Electron Contents) has been developed at FGI. Only the most precise ionospheric error models are, however, suitable for the carrier phase-based single frequency PPP algorithm.

Contact persons: Ruizhi Chen and Heidi Kuusniemi

The EGNOS RIMS station and the FinnRef network

The use of positioning satellites is nowadays critical to air, maritime and automotive traffic. An essential part of a Satellite Based Augmentation System (SBAS) which provides a differential positioning service is the ground network of reference stations, which can relay information about the operating status of the positioning satellites and provide the range measurement corrections necessary for calculating an accurate location. In Europe, a satellite-based augmentation system called EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) is used for providing augmentation to GPS and GLONASS. Since 2003, FGI has maintained, in cooperation with the European Space Agency (ESA) and the European Satellite Services Provider (ESSP), the only EGNOS RIMS (Ranging and Integrity Monitoring Station) station in Finland. Because the station is located in a marginal area for EGNOS service coverage (60 km south



Antennin sijaintipaikka EGNOS RIMS -asemalla Virolahdella. Kuva: Tomi Tenhunen.

Antenna site at the EGNOS RIMS station in Virolahti. Photo: Tomi Tenhunen.

(ESA) ja European Satellite Service Providerin (ESSP) kanssa ainoaa Suomessa sijaitsevaa EGNOS RIMS -asemaa (*Ranging and Integrity Monitoring Station*). Koska asema sijaitsee EGNOS-palvelun marginaalialueella (60 km Lappeenrannasta etelään), se on eräs järjestelmän tärkeimmistä asemista. Suomessa EGNOS-satelliitteja käyttävien paikannusmenetelmien tarkkuus olisi merkittävästi nykyistä huonompi, ellei Virolahdella olisi RIMS-asemaa. Lisäksi Geodeettinen laitos ylläpitää Suomen pysyvää GPS-verkkoa. Tämä FinnRef-verkko on osa pohjoismaista NGOS (*Nordic Geodetic Observation System*) GPS-verkkoa. Pysyvän GPS-verkon havainnot luovat yhteyden kansainvälisiin järjestelmiin ja rungon valtakunnalliselle EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmälle. Lisäksi pitkät aikasarjat mahdollistavat maankuoren liikkeiden, kuten maankohoamisen, tutkimisen.

Yhteyshenkilöt: Ruizhi Chen ja Tomi Tenhunen

of Lappeenranta), it is one of the more important stations in the whole system. In Finland, if there was no RIMS station in Virolahti the accuracy of the EGNOS service would be significantly lower. In addition, FGI maintains a permanent GPS network in Finland. This FinnRef network is part of the NGOS (Nordic Geodetic Observation System) network. The observations of the permanent GPS-network create a connection with international systems and a basis for the national EUREF-FIN coordinate system. An extensive time series of measurements also enables research on crustal movements, such as post-glacial rebound.

Contact persons: Ruizhi Chen and Tomi Tenhunen

Paikannus sisätiloissa ja kaupungeissa

Kolmiulotteinen henkilökohtainen paikannus ja paikkaperusteiset palvelut

Karttasovellukset matkapuhelimeissa ja muissa kannettavissa laitteissa tarjoavat paikkaperusteisia palveluita kaksiulotteisiin karttoihin perustuen. Kolmiulotteiset kaupunkimallit ovat laajasti käytössä teknisen suunnittelun, ympäristömallinnuksen sekä kaupunkisuunnittelun sovelluksissa. Kaupunkimallien soveltaminen matkapuhelinkäyttöön mahdollistaisi kolmiulotteisten näkymien käytön reaaliajassa rikastuttaen käyttäjäkokemusta ja sisältöä henkilökohtaisen navigoinnin ja paikkaperusteisten palvelujen käyttötarkoituksissa.

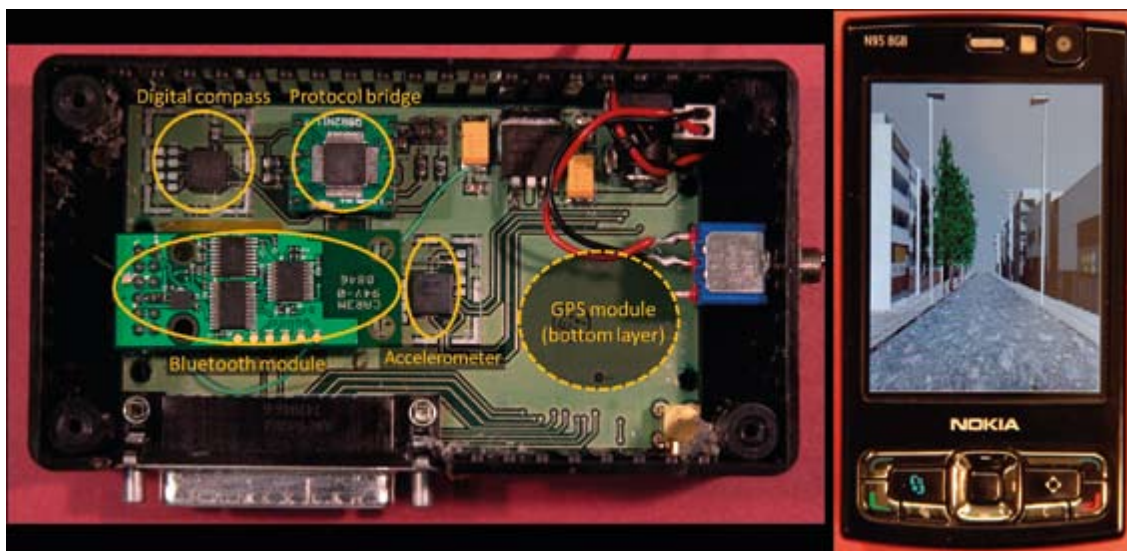
Shanghain maailmannäyttely Kiinassa 2010 on rajattu, mutta kuitenkin hyvin laajamittainen yleisötahtuma, ja se on Geodeettisen laitoksen 3D-navigointi ja paikkaperusteinen palvelu -projektille hyvä kohde järjestelmäkehitystyölle ja testaukseen. Projektin tavoitteisiin sisältyy matkapuhelimen henkilökohtaisen navigoinnin ja paikkaperusteisen palvelujärjestelmän kehittäminen kolmiulotteisella näkymällä, mikä hyödyntää WLAN/Bluetooth-teknikoita sekä matkapuhelimen sisäänrakennettua GPS:ää / avustettua GPS:ää paikannukseen, kolmiulotteista mallinnusta ja visualisointia (perusdemonstraatio) sekä erityistä monisensoripaikannuslaitteistoa matkapuhelinohjelmiston lisäksi (edistynyt demonstraatio). Kehitetty

Indoor and urban navigation

3D personal navigation and LBS

Most current map applications for smartphones and other devices providing location-based services (LBS) are based on two-dimensional maps. Three-dimensional (3D) city models are widely used in applications such as engineering design, environmental modelling, and urban planning. Adapting such models for use in smartphones would make it possible to render 3D scenes in real time, enriching contents and user experience for personal navigation and LBS.

A delimited yet large-scale event such as the upcoming 2010 World Exposition in Shanghai will be a promising area for system development and testing for the Finnish Geodetic Institute's 3D Nav and LBS project. The objectives of the work include prototyping an entire handset-based 3D personal navigation and LBS system utilizing WLAN/Bluetooth positioning technologies, handset built-in GPS/assisted-GPS, and 3D modelling and visualization (basic demonstration scenario), as well as presenting a multi-sensor positioning (MSP) platform in addition to the handset software (advanced demonstration scenario). The prototype has so far met the acknowledged challenges: the high performance required of real-time 3D visualization in a smart-phone; high positioning availability with acceptable accuracy in indoor and outdoor environments; and the demanding requirements of



Monisensoripaikannuslaitteisto ja matkapuhelimen henkilökohtainen navigointi- ja paikkaperusteinen palveluohjelmisto kolmiulotteisella näkymällä. Kuva: Xinlian Liang.

The multi-sensor positioning platform and the smartphone based 3D personal navigation and location-based service software.

Photo: Xinlian Liang.

järjestelmä on tähän mennessä suoriutunut hyvin sille asetetuista haasteista, joihin lukeutuvat reaaliaikainen 3D-visualisointi matkapuhelimessa, hyvän paikannus- ja saataavuuden tarjoaminen hyväksyttävällä tarkkuudella sisä- ja ulkotiloissa sekä 3D-mallien erityisvaatimusten täyttäminen matkapuhelinkäytössä, kuten muun muassa mallin pieni koko, tarkkuus sekä hyvä visuaalinen näkymä.

Yhteyshenkilöt: Ruizhi Chen ja Ling Pei

Jalankulkijan paikannus

GPS:n integroiminen itsenäisiin, muista riippumattomiin merkintälaskuliikesensoreihin tarjoaa lupaavan ratkaisun saumattomaan ulko/sisätilapaikannukseen jalankulkijan navigointisovelluksissa. GPS:n ja liikesensoreiden integroimiseen ei tarvita etukäteen infrastruktuurin tai sijainnin sormenjälkitietokantojen rakentamista. Käytettävien edullisten gyroskooppien epätarkkuus ja ajelehtiminen ajan suhteen sekä magneettisten kompassien alttius useille eri virheille aiheuttaa kuitenkin suuren haasteen tarkan suunnan ja hyväksyttävän paikannustarkkuuden saamiseksi edullisella jalankulkijan navigointijärjestelmällä. Jalankulkijan merkintälaskuratkaisussa käytetään ihmisen fysiologisia piirteitä hyödyksi lokaalitasossa. Geodeettisen laitoksen jalankulkijan merkintälaskupaikannustutkimus sisältää useiden menetelmien kehittelyn askeltunnistukseen, askelpituuden sekä suunnan määrittämiseen. Tarkan suunnan määrittäminen vaatii kuitenkin kompassimittausten korjausta empiirisellä suoralla virhemallilla, johon tarvitaan riittävää määrää harjoitusinformaatiota. Kun askel on tunnistettu (ks. kuva) ja askelpituus sekä suunta määritetty, lopullinen jalankulkijan paikannustulos voidaan päätellä.

Yhteyshenkilö: Ruizhi Chen

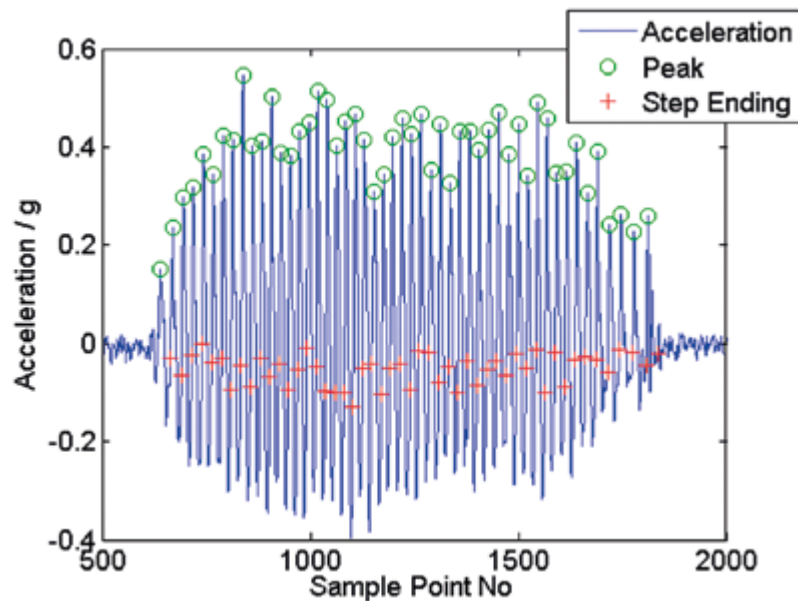
the 3D models for a small phone, including small model size, high accuracy, and good visual appearance.

Contact persons: Ruizhi Chen and Ling Pei

Pedestrian positioning

Integrating GPS with self-contained, dead-reckoning (DR) sensors is very promising for providing a seamless outdoor/indoor positioning solution for pedestrian navigation. GPS integrated with self-contained sensors does not need any extra infrastructure to be installed or a fingerprint database that has been prepared beforehand. However, due to the drift of the inexpensive gyros used and the vulnerability of magnetic compasses to several types of errors, it is still a challenge for a low-cost pedestrian navigation system to obtain an accurate heading and to achieve a satisfactory positioning accuracy. A pedestrian dead-reckoning (PDR) solution uses human physiological characteristics for pedestrian positioning implemented within a local-level frame. The PDR positioning algorithm research at the Finnish Geodetic Institute includes methods for step detection, step length estimation, and determination of the heading. To achieve an accurate heading, compass measurements are corrected using an empirical online estimated error model, which requires some training data. After the step has been detected (see the figure), and after the step length has been estimated and the heading has been derived, the final positioning will be achieved.

Contact person: Ruizhi Chen



Jalankulkijan askeltunnistus kiihtyvyyksimittauksista.

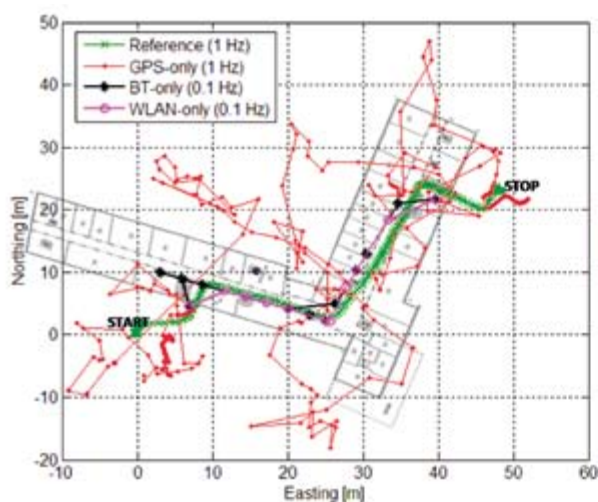
Pedestrian step detection based on acceleration measurements.

Uusien ilmaisimien tiedonkäsittely

Monisensori- ja moniverkkopaikannus

Yksikään yksittäinen teknologia, järjestelmä tai sensori ei voi nykypäivänä tarjota paikannusratkaisua milloin tahansa, missä tahansa. Ratkaisu jokapaikan paikannusongelmaan on useiden teknologioiden samanaikainen hyödyntäminen. Liikkuvan käyttäjän saumaton paikannus riippumatta olosuhteista on haastavaa, erityisesti jos tällaisen sisä/ulko-tilapaikannusratkaisun haluaa toteuttaa mikroprosessorilla. Geodeettinen laitos on kehittämässä monisensori/moniverkkopaikannusalustaa (MSMN) mikroprosessorille saumattoman sisä- ja ulkotilapaikannuksen tarkoituksiin. Tällä hetkellä laitteisto sisältää GPS-moduulin, 3D-kiihtyvyysanturin sekä 2D-digitaalisen kompassin. Matkapuhelin tarjoaa järjestelmässä langattoman verkon signaalivoimakkuusmittaukset (WLAN- ja Bluetooth-verkot). MSMN-ratkaisu suoriutuu ulkoa rakennuksen sisälle tapahtuvista paikannustilanteista paljon paremmin kuin pelkkä GPS-vastaanotin (ks. kuva). Paikannettavan jalankulkijan reitti sisätiloissa voidaan selkeästi tunnistaa poluksi, mikä ei ole tyypillistä pelkän GPS:n tai GPS:n ja edullisten liiketilasensoreiden yhdistelmässä. Alustavissa testeissä GPS:llä alustetut paikannusratkaisut, joissa sisätiloissa nojaututaan sensori-integraatioon sekä WLAN/Bluetooth-sormenjälkipaikannukseen, tarjoavat suhteellisen hyviä paikannustarkkuuksia; keskiarvolta liikutaan muutamissa metreissä. Lisäsensorien hyödyntäminen sekä hienostuneemmat jalankulkijan liikemallit tulevat entisestään parantamaan paikannustarkkuutta.

Yhteyshenkilöt: Ruizhi Chen ja Heidi Kuusniemi



Jalankulkijan testituloksia: GPS-, Bluetooth- ja WLAN-paikkaratkaisut verrattuna monisensori- ja moniverkkojärjestelmän (MSMN) paikannustulokseen ja todelliseen referenssipolkuun.

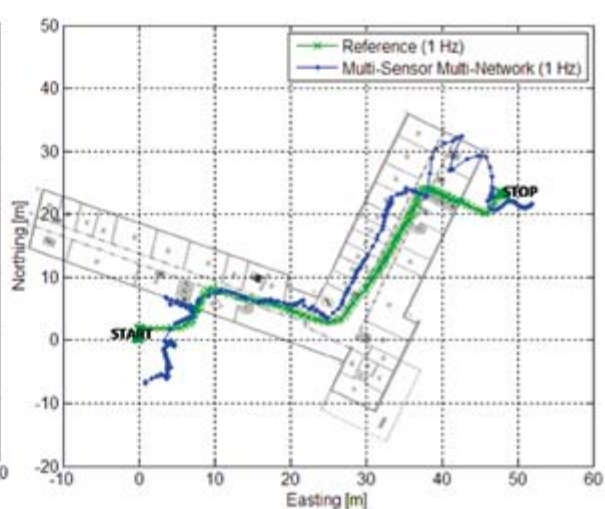
Pedestrian test results: GPS-only, Bluetooth-only, and WLAN-only solutions compared with the obtained multi-sensor multi-network (MSMN) positioning result with respect to a reference trajectory.

Data Processing for new sensors

Multi-sensor multi-network positioning

Currently, no single technology, system, or sensor can provide a positioning solution at anytime or anywhere. The key is to utilize multiple technologies. Locating a mobile user seamlessly at anytime and anywhere under any circumstance is a very challenging task, especially when implementing such an indoor/outdoor positioning solution in a digital signal processor (DSP) platform. FGI is now developing a DSP-based, multi-sensor multi-network (MSMN) positioning platform to achieve a seamless indoor/outdoor locating solution. The hardware platform currently consists of a GPS module, a 3D accelerometer, and a 2D digital compass. A smartphone handset provides wireless network signal strength measurements (WLAN and Bluetooth). The MSMN solution performs much better in outdoor-to-indoor scenarios than a GPS-only solution (see the figure). The motion track of the pedestrian walking inside a building can be identified clearly, which is not the case with the typical approaches of GPS-only or GPS/low-cost sensors. The preliminary findings from the tests that were conducted show that GPS initialization followed by sensor integration and WLAN/Bluetooth fingerprinting provide very good results with an average accuracy of a few meters. Additional sensors and more refined pedestrian-specific algorithms will be added to further improve the positioning accuracy.

Contact persons: Ruizhi Chen and Heidi Kuusniemi



Hallinto- ja tukipalvelut

Hallinto

Geodeettinen laitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen valtakunnallinen tutkimuslaitos. Laitosta johtaa ylijohtaja Risto Kuittinen ja hänen sijaisenaan on osastonjohtaja Tapani Sarjakoski.

Laitoksen johtamisessa ylijohtajan apuna toimii johtoryhmä, jonka muodostavat ylijohtaja, osastonjohtajat, taluspäällikkö, henkilökunnan edustaja ja hallintosihteeri. Johtoryhmä kokoontuu keskimäärin kerran kuukaudessa. Kokouksissa käsitellään tutkimusohjelmia, toiminta- ja taloussuunnitelmia, tilinpäätösasiakirjoja, laitoksen tulossopimusta sekä muita esille tulevia asioita.

Talous- ja henkilöstöyksikkö

Yksikkö huolehtii laitoksen maksuliikenteestä, palkoista, kirjanpidosta ja tilinpäätöksestä. Henkilöstöhallinnon osalta yksikkö käsittelee työsopimuksia, lomiam ja poissaoloja, työterveyshuoltoa sekä koulutusta koskevat asiat. Tehtävät hoidetaan osin palvelukeskuksen kanssa.

Kirjasto ja arkistot

Geodeettisen laitoksen kirjastolla ja arkistoilla on oma ainutlaatuinen erityisroolinsa korvaamattomien mitausaineistojen ja laitoksen tutkimusalojen julkaisujen ja valokuvien tallentajana. Tämä luonnontieteellinen erikoiskirjasto on jatkanut toimintaansa monipuolisena nykytutkimuksen tukipalveluna – perustanaan laaja ja laadukas geodesian, geoinformatiikan, fotogrammetrian, kartografian, kaukokartoituksen, navigoinnin, tähtitieteen ja geofysiikan kirjallisuus.

Kuluneena vuonna Geodeettisen laitoksen kirjasto- ja tietopalvelut aloitti yhteistyön viiden muun valtion laitoksen tietopalveluyksikköjen kanssa Luonnonvara- ja ympäristötutkimuksen yhteenliittymässä (LYNET).

IT-yksikkö

Laitoksella on IT-yksikkö, jossa työskentelee kolme henkilöä. Yksikkö toimii käyttäjien tukena sekä suunnittelee ja toteuttaa laitoksen atk-hankinnat. Yksikkö huolehtii myös laitoksen tietoliikenneyhteyksistä.

Administrative and support services

Administration

The Finnish Geodetic Institute is a national research institute under the jurisdiction of the Ministry of Agriculture and Forestry. The Institute is headed by Director General Risto Kuittinen and his deputy is Tapani Sarjakoski, Head of Department of Cartography and Geoinformatics.

The Director General is assisted by the Board in the running of the Institute. The Board consists of the heads of department, the chief accountant, the personnel representative and the secretary to the Director General. The Board is convened approximately once a month. The task of the Board is to prepare research plans, the annual plan, the budget, annual reporting, the training plan and other matters arising.

Financial and personnel unit

The unit takes care of Institute's international payments, wages, accounting and financial statements. Personnel administration deals with employment contracts, holidays and absences, occupational health care, and training. The tasks are carried out partly in cooperation with the service centre.

Library and archives

The library and archives of the Finnish Geodetic Institute play a unique and special role in recording and preserving the irreplaceable measurement material and publications and visual material of the Institute's various research fields. This specialized scientific library has continued its activities as a support service for diverse modern research – with as its foundation a broad literature of high quality on geodetics, geoinformatics, photogrammetry, cartography, remote sensing, navigation, astronomy and geophysics.

During the past year the library and information services of the Finnish Geodetic Institute began cooperation with the information service units of five other state institutes in the Natural Resources and Environmental Research Network (LYNET).

Information technology unit

The Institute has an Information Technology unit (IT) with 3 employees. This unit provides user support and is responsible for making the Institute's centralized data purchases. The unit also manages the Institute's telecommunications links.

Henkilöstö ja talous

Henkilöstö

Vuonna 2009 Geodeettisella laitoksella työskenteli 82 henkilöä, joista määräaikaisia oli 30.

Henkilöstön keski-ikä oli 38 vuotta. Geodeettinen laitos on miesvaltainen tutkimuslaitos, naisia oli 34 % ja miehiä 66 % henkilökunnasta.

Henkilöstöstä 76 % oli yliopiston loppututkinnon suorittaneita. Tutkijakoulutusasteen oli suorittanut 34 % henkilökunnasta. Tohtoreita oli kaikkiaan 19.

Vuonna 2009 koulutuspäiviä kertyi 221.

Toimintamenoilla rahoitettiin 50 ja ulkopuolisella rahoituksella 25 henkilötyövuotta, yhteensä 75 henkilötyövuotta. Henkilöstökulut, jotka kasvoivat 17 % vuodesta 2008, olivat 4 287 055,57 € vuonna 2009. Tämä on 66 % laitoksen kokonaiskustannuksista.

Tehdyn työajan osuus säännöllisestä vuosityöajasta oli 85 %, työajan palkkojen osuus palkkasummasta 63 % ja välillisten työvoimakustannusten osuus työajan palkoista 52 %.

Personnel and finance

Personnel

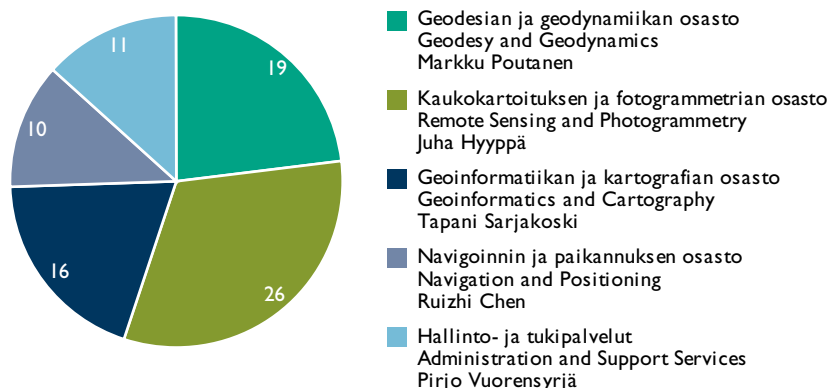
A total of 82 people were employed at the Finnish Geodetic Institute in 2009, including 30 on fixed-term contracts.

The average age of personnel was 38 years. The Institute is a male-dominated research institute, 34% of staff being women and 66% men.

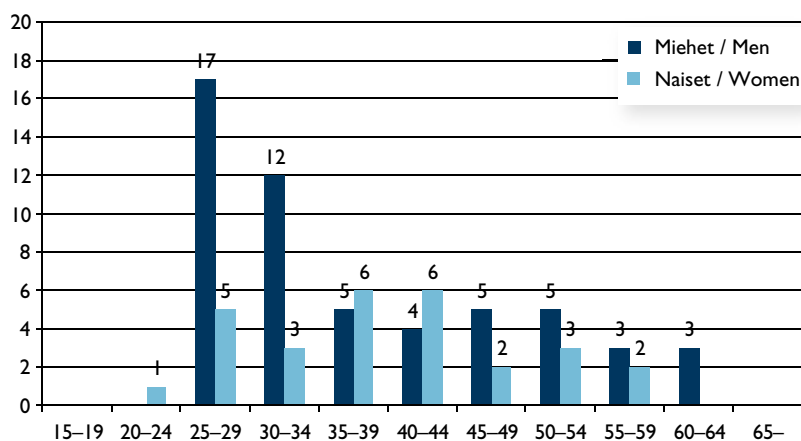
Altogether 76% of the personnel had a university degree and 34% were research scholars. A total of 19 employees had a doctoral degree. There were 221 training days in 2009.

50 person-years were funded through operating expenses and 25 person-years through external funding, totalling 75 person-years. Personnel expenses, which increased 17% from the year 2008, totalled 4,287,055.57 € in 2009. This accounted for 66% of the Institute's total costs.

The percentage of hours worked was 85% of regular annual working hours. Wages for hours worked accounted for 63% and indirect labour costs of wages for hours worked for 52% of the total payroll.



Henkilökunta osastoittain 31.12.2009.
Departments and personnel 31.12.2009.



Henkilöstön ikäjakauma 2009.
Age distribution of personnel 2009.

Rahoitus

Geodeettisella laitoksella oli vuonna 2009 käytettävissä budjettivaroja 4 745 651,35 €, ulkopuolista tutkimusrahaa 1 157 562,54 € sekä tilaustutkimusrahaa 561 212,15 €. Laitoksen toiminnan kokonaisrahoitus oli yhteensä 6 464 426,04 €, jossa on 1 066 369,09 € lisäystä verrattuna vuoteen 2008.

Financial information

The Finnish Geodetic Institute received budget funding amounting to 4,745,651.35 € and external research funding amounting to 1,157,562.54 €. Funding from customized research was 561,212.15 €. The total funding of the Institute was 6,464,426.04 €, which represents an increase of 1,066,369.09 € compared with the year 2008.

	1.1.2009–31.12.2009	1.1.2008–31.12.2008
TOIMINNAN RAHOITUS / OPERATING INCOME (EUR)		
Budjettirahoitus / Budget funding	4 745 651,35	3 617 000,00
Ulkopuolinen rahoitus / External funding	1 157 562,54	1 480 067,12
Maksullisen toiminnan tuotot / Profits of chargeable operations	561 212,15	300 989,83
TOIMINNAN RAHOITUS / OPERATING INCOME	6 464 426,04	5 398 056,95
TOIMINNAN KULUT / OPERATING EXPENSES		
Aineet, tarvikkeet ja tavarat / Materials, supplies and goods		
Ostot tilikauden aikana / Purchases during the financial period	-329 294,32	-466 802,04
Henkilöstökulut / Personnel costs	-4 287 055,57	-3 654 019,54
Vuokrat / Rents	-417 473,32	-346 091,34
Palvelujen ostot / Purchased services	-1 010 556,02	-554 613,78
Muut kulut / Other expenses	-228 972,86	-268 473,34
Poistot / Depreciations	-188 845,58	-223 185,28
Sisäiset kulut / Internal expenses	0,00	-90,00
TOIMINNAN KULUT / OPERATING EXPENSES	-6 462 197,67	-5 513 275,32

Yhteyshenkilöt

Hallinto

Ylijohtaja, prof. Risto Kuittinen
puhelin: (09) 2955 5331
sähköposti: Risto.Kuittinen(at)fgi.fi

Taluspäällikkö Pirjo Vuorensyrjä
puhelin: (09) 4789 0310
sähköposti: Pirjo.Vuorensyrja(at)fgi.fi

Geodesia ja geodynamiikka

Osastonjohtaja, prof. Markku Poutanen
puhelin: (09) 2955 5214
sähköposti: Markku.Poutanen(at)fgi.fi

Geoinformatiikka ja kartografia

Osastonjohtaja, prof. Tapani Sarjakoski
puhelin: (09) 2955 5206
sähköposti: Tapani.Sarjakoski(at)fgi.fi

Kaukokartoitus ja fotogrammetria

Osastonjohtaja, prof. Juha Hyypä
puhelin: (09) 2955 5306
sähköposti: Juha.Hyypa(at)fgi.fi

Navigointi ja paikannus

Osastonjohtaja, prof. Ruizhi Chen
puhelin: (09) 2955 5318
sähköposti: Ruizhi.Chen(at)fgi.fi

Metsähovin tutkimusasema

Erikoistutkija Kirco Arsov
puhelin: (09) 2564 995
sähköposti: Kirco.Arsov(at)fgi.fi

Kirjasto- ja tietopalvelut

Kirjastonhoitaja Kati Haanpää
puhelin: (09) 2955 5233
sähköposti: Kati.Haanpaa(at)fgi.fi

Contact persons

Administration

Director General, Prof. Risto Kuittinen
tel. +358-9-2955 5331
e-mail: Risto.Kuittinen(at)fgi.fi

Financial Manager Pirjo Vuorensyrjä

tel. +358-9-4789 0310
e-mail: Pirjo.Vuorensyrja(at)fgi.fi

Geodesy and Geodynamics

Head of Department, Prof. Markku Poutanen
tel. +358-9-2955 5214
e-mail: Markku.Poutanen(at)fgi.fi

Geoinformatics and Cartography

Head of Department, Prof. Tapani Sarjakoski
tel. +358-9-2955 5206
e-mail: Tapani.Sarjakoski(at)fgi.fi

Remote Sensing and Photogrammetry

Head of Department, Prof. Juha Hyypä
tel. +358-9-2955 5306
e-mail: Juha.Hyypa(at)fgi.fi

Navigation and Positioning

Head of Department, Prof. Ruizhi Chen
tel. +358-9-2955 5318
e-mail: Ruizhi.Chen(at)fgi.fi

Metsähovi Research Station

Senior Research Scientist Kirco Arsov
tel. +358-9-2564 995
e-mail: Kirco.Arsov(at)fgi.fi

Library and Information Services

Librarian Kati Haanpää
tel. +358-9-2955 5233
e-mail: Kati.Haanpaa(at)fgi.fi

Muut yhteyshenkilöt

Other contact persons

Mirjam Bilker-Koivula tel. +358-9-2955 5218
e-mail: Mirjam.Bilker-Koivula(at)fgi.fi

Pasi Häkli tel. +358-9-2955 5222
e-mail: Pasi.Hakli(at)fgi.fi

Jorma Jokela tel. +358-9-2955 5219
e-mail: Jorma.Jokela(at)fgi.fi

Harri Kaartinen tel. +358-9-2955 5202
e-mail: Harri.Kaartinen(at)fgi.fi

Kirsi Karila tel. +358-9-2955 5305
e-mail: Kirsi.Karila(at)fgi.fi

Mika Karjalainen tel. +358-9-2955 5302
e-mail: Mika.Karjalainen(at)fgi.fi

Hannu Koivula tel. +358-9-2955 5221
e-mail: Hannu.Koivula(at)fgi.fi

Antero Kukko tel. +358-9-2955 5301
e-mail: Antero.Kukko(at)fgi.fi

Heidi Kuusniemi tel. +358-9-2955 5314
e-mail: Heidi.Kuusniemi(at)fgi.fi

Jaakko Kähkönen tel. +358-9-2955 5205
e-mail: Jaakko.Kahkonen(at)fgi.fi

Lassi Lehto tel. +358-9-2955 5210
e-mail: Lassi.Lehto(at)fgi.fi

Leena Matikainen tel. +358-9-2955 5204
e-mail: Leena.Matikainen(at)fgi.fi

Juha Oksanen tel. +358-9-4789 0370
e-mail: Juha.Oksanen(at)fgi.fi

Ling Pei tel. +358-9-2955 5323
e-mail: Ling.Pei(at)fgi.fi

Tiina Sarjakoski tel. +358-9-2955 5319
e-mail: Tiina.Sarjakoski(at)fgi.fi

Friederike Schwarzbach tel. +358-9-4789 0410
e-mail: Friederike.Schwarzbach(at)fgi.fi

Tomi Tenhunen tel. +358-9-2955 5307
e-mail: Tomi.Tenhunen(at)fgi.fi

Referoidut artikkelit

Peer reviewed articles

- ALHO, P., HYYPPÄ H. and J. HYYPPÄ, 2009. Consequence of DTM Precision for Flood Hazard Mapping: A Case Study in SW Finland. *Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research*, **6**(1): 21–39.
- ALHO, P., KUKKO, A., HYYPPÄ, H., KAARTINEN, H., HYYPPÄ, J. and A. JAAKKOLA, 2009. Application of boat-based laser scanning for river survey. *Earth Surface Processes and Landforms*. (Letters to ESEX). **34**: 1831–1838.
- ANDREI, C.-O. and R. CHEN, 2009. Assessment of time-series of troposphere zenith delays derived from the Global Data Assimilation System numerical weather model. *GPS Solutions*, **13**(2): 109–117. www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s10291-008-0104-1
- ARDALAN, A.A., KARIMI, R. and M. BILKER-KOIVULA, 2010. An overdetermined geodetic boundary value problem approach to telluroid and quasi-geoid computations. *Journal of Geodesy*, **84**(1): 97–104.
- ARDALAN, A.A., KARIMI, R. and M. POUTANEN, 2009. A bias-free geodetic boundary value problem approach to height datum unification. *Journal of Geodesy*. Online first. DOI 10.1007/s00190-009-0348-8
- CHEN, R., HILL, C., MOORE, T., CHENG, P., YANG, L., CHEN, Y., HYTINEN, A. and Y. CAI, 2009. Multi-constellation Augmentation Based on EGNOS and Galileo Simulation. *Journal of Geospatial Engineering*, **10**(1–2): 41–54.
- CHEN, Y., ANDREI, C.-O., KUKKO, A., CHEN, R., HYYPPÄ, J., KAARTINEN, H., PÖNTINEN, P., HYYPPÄ, H., HAGGRÉN, H. and I. KOSONEN, 2009. Bi-trigger Synchronization Method to Enhance the Performance of Mobile Mapping System. *Photogrammetric Journal of Finland*, **21**(2): 3–12.
- DENG, J., CHEN R., and J. WANG, 2009. An enhanced bit-wise parallel algorithm for real-time GPS software receiver. *GPS Solutions*, Vol. Online First™ (21), in printing, www.springerlink.com/content/h1t61r28p288245r/fulltext.pdf
- GAO, X., CHEN, R. and C. ZHAO, 2009. Research on Network RTK Algorithm and Its Test. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, **34**(11): 1350–1353 (in Chinese).
- GRANVIK, M., VIRTANEN, J., OSZKIEWICZ, D. and K. MUINONEN, 2009. OpenOrb: Open-source asteroid-orbit-computation software including ranging. *Meteoritics and Planetary Science*, **44**(12): 1853–1862.
- GROSS, R. and M. POUTANEN, 2009. Geodetic Observations of Glacial Isostatic Adjustment. *EOS*, **90**(41): 365.
- GÜLCH, E., KAARTINEN, H. and J. HYYPPÄ, 2009. Quality of Buildings extracted from airborne laser scanning data: results of an empirical investigation on 3D building reconstruction. In: Shan, J. and C. Toth, (eds.), *Topographic Laser Ranging and Scanning: principles and processing*, CRC Press, Taylor & Francis, pp. 535–574.
- HOLOPAINEN, M., TUOMINEN, S., KARJALAINEN, M., HYYPPÄ, J., HYYPPÄ, H., VASTARANTA, M., HUJALA, T. ja T. TOKOLA, 2009. Korkearesoluutioiden E-SAR -tutkakuvien tarkkuus puustotunnusten koalatason estimoinnissa. *Metsätieteen aikakauskirja*, (4/2009): 309–323.
- HOLOPAINEN, M., VASTARANTA, M., MÄKINEN, A., RASINMÄKI, J., HYYPPÄ, J., HYYPPÄ, H. and H. KAARTINEN, 2009. The Use of Tree Level ALS Data in Forest Management Planning Simulations. *Photogrammetric Journal of Finland*, **21**(2): 13–25.
- HONKAVAARA, E., ARBIOL, R., MARKELIN, L., MARTINEZ, L., CRAMER, M., BOVET, S., CHANDELIER, L., ILVES, R., KLONUS, S., MARSHALL, P., SCLÄPFER, D., TABOR, M., THOM, C. and N. VEJE, 2009. Digital airborne photogrammetry – A new tool for quantitative remote sensing? – A state-of-the-art review on radiometric aspects of digital photogrammetric images. *Remote Sensing*, **1**: 577–605.
- HYYPPÄ, J., WAGNER, W., HOLLAUS, M. and H. HYYPPÄ, 2009. Airborne Laser Scanning, In: Warner, T.A., Nellis, M.D. and G.M. Foody, (eds.), *The SAGE Handbook of Remote Sensing*, SAGE Publications, pp. 199–211.
- HYYPPÄ, J., HYYPPÄ, H., YU, X., KAARTINEN, H., KUKKO, A. and M. HOLOPAINEN, 2009. Forest

- inventory using small-footprint airborne lidar. In: Shan, J. and C. Toth, (eds.), *Topographic Laser Ranging and Scanning: principles and processing*, CRC Press, Taylor & Francis, pp. 335–370.
- KAASALAINEN, S., HYYPPÄ, H., KUKKO, A., LITKEY, P., AHOKAS, E., HYYPPÄ, J., LEHNER, H., JAAKKOLA, A., SUOMALAINEN, J., AKUJÄRVI, A., KAASALAINEN, M. and U. PYYSALO, 2009. Radiometric calibration of LIDAR intensity with commercially available reference targets. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **47**(2): 588–598.
- KAASALAINEN, S., KROOKS, A., KUKKO, A. and H. KAARTINEN, 2009. Radiometric Calibration of Terrestrial Laser Scanners with External Reference Targets. *Remote Sensing*, **1**(3): 144–158.
- KUUSNIEMI, H. and T. JOKITALO, 2009. Chapter 12: Indoor and Weak Signal Navigation, In: Gleason, S. and D. Gebre-Egziabher, (eds.), *GNSS Applications and Methods*, Artech House Inc., pp. 291–327.
- MATIKAINEN, L., HYYPPÄ, J. and H. KAARTINEN, 2009. Comparison between first pulse and last pulse laser scanner data in the automatic detection of buildings. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, **75**(2): 133–146.
- MUINONEN, K., NOUSIAINEN, T., LINDQVIST, H., MUNOZ, O. and G. VIDEEN, 2009. Light scattering by Gaussian particles with internal inclusions and roughened surfaces using ray optics. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **110**: 1628–1639.
- MUINONEN, K., PENTTILÄ, A., CELLINO, A., BELSKAYA, I., DELBÒ, M., LEVASSEUR-REGOURD, A.-C. and E.F. TEDESCO, 2009. Asteroid photometric and polarimetric phase curves: Joint linear-exponential modeling. *Meteoritics and Planetary Science*, **44**(12): 1937–1946.
- NORDMAN, M., ERESMAA, R., BOEHM, J., POUTANEN, M., KOIVULA, H. and H. JÄRVINEN, 2009. Effect of troposphere slant delays on regional double difference GPS processing. *Earth Planets Space*, **61**(7): 845–852.
- NORDMAN, M., MÄKINEN, J., VIRTANEN, H., JOHANSSON, J., BILKER-KOIVULA, M. and J. VIRTANEN, 2009. Crustal loading in vertical GPS time series in Fennoscandia. *Journal of Geodynamics*, **48**: 144–150.
- NÄRÄNEN, J., CARPENTER, J., PARVIAINEN, P., MUINONEN, K., FRASER, G., PEURA, M. and A. KALLONEN, 2009. Regolith effects in planetary X-ray fluorescence spectroscopy: Laboratory studies at 1.7–6.4 keV. *Advances in Space Research*, **44**(3): 313–322.
- OSZKIEWICZ, D., MUINONEN, K., VIRTANEN, J. and M. GRANVIK, 2009. Asteroid orbital ranging using Markov-Chain Monte Carlo. *Meteoritics and Planetary Science*, **44** (12): 1897–1904.
- PELTONIEMI, J., HAKALA, T., SUOMALAINEN, J. and E. PUTTONEN, 2009. Polarised bidirectional reflectance factor measurements from snow, soil and gravel. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **110**: 1940–1953.
- PISEK, J., CHEN, J. M., MILLER, J. R., FREEMANTLE, J. R., PELTONIEMI, J. I. and A. SIMIC, 2009. Mapping forest background reflectance in a boreal region using multi-angle compact airborne spectrographic imager (CASI) data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **49**, doi:10.1109/TGRS.2009.2024756.
- PUTTONEN, E., SUOMALAINEN, J., HAKALA, T. and J. PELTONIEMI, 2009. Measurement of reflectance properties of asphalt surfaces and their usability as reference targets for aerial photos. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **47**(7), 2330–2339.
- RÖNNHOLM, P., NUIKKA, M., SUOMINEN, A., SALO, P., HYYPPÄ, H., PÖNTINEN, P., HAGGRÉN, H., VERMEER, M., PUTTONEN, J., HIRSI, H., KUKKO, A., KAARTINEN, H., HYYPPÄ, J. and A. JAAKKOLA, 2009. Comparison of measurement techniques and static theory applied to concrete beam deformation. *The Photogrammetric Record*, **24**(128): 351–371.
- RÖNNHOLM, P., HYYPPÄ, H., HYYPPÄ, J. and H. HAGGRÉN, 2009. Orientation of Airborne Laser Scanning Point Clouds with Multi-View, Multi-Scale Image Blocks. *Sensors*, **9**: 6008–6027. doi:10.3390/s90806008.
- SACHER, M., IHDE, J., LIEBSCH, G. and J. MÄKINEN, 2009. EVRF2007 as the realization of the European Vertical Reference System. *Boll. Geod. Sci. Aff.*, **68**(1): 35–50.
- SARJAKOSKI, L. T., SARJAKOSKI, T., KOSKINEN, I. and S. YLIRISKU, 2009. The Role of Augmented Elements to Support Aesthetic and Entertaining Aspects of Interactive Maps on the Web and Mobile Phones. In Cartwright, W., Eartner, G. and A. Lehn, (eds.), *Cartography and Art, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Springer, Berlin, pp. 107–122.
- SCHWARZBACH, F., 2009. Suitability of Different LIDAR Data Sets for 3D Mapping of the Road Environment. *Photogrammetrie – Fernerkundung – Geoinformation*, (2/09): 111–121.
- SUOMALAINEN, J., HAKALA, T., PUTTONEN, E. and J. PELTONIEMI, 2009. Polarised bidirectional

- reflectance factor measurements from vegetated land surfaces. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **110**: 1044–1056.
- SUOMALAINEN, J., HAKALA, T., PELTONIEMI, J. I. and E. PUTTONEN, 2009. Polarised multian-gular reflectance measurements using Finnish Geodetic Institute Field goniospectrometer. *Sensors*, **9**(5): 3891–3907, doi:10.3390/s90503891.
- UKKONEN, T., OKSANEN, J., ROUSI, T. and T. SARJAKOSKI, 2009. Comparison of distribution strategies in uncertainty-aware catchment delineation. *GeoInformatica*.
http://dx.doi.org/10.1007/s10707-009-0098-z (17/11/09).
- VAIN, A., KAASALAINEN, S., PYYSALO, U., KROOKS, A. and P. LITKEY, 2009. Use of Naturally Available Reference Targets to Calibrate Airborne Laser Scanning Intensity Data. *Sensors*, **9**(4): 2780–2796. http://dx.doi.org/10.3390/s90402780.
- VASTARANTA, M., MELKAS, T., HOLOPAINEN, M., KAARTINEN, H., HYYPPÄ, J. and H. HYYPPÄ, 2009. Laser-Based Field Measurements in Tree-Level Forest Data Acquisition. *Photogrammetric Journal of Finland*, **21**(2): 51–61.
- Geodeettisen laitoksen sarjat**
Publication series of the FGI
- BILKER-KOIVULA, M. ja M. OLLIKAINEN, 2009. Suomen geoidimallit ja niiden käyttäminen korkeuden muunnoksissa. Geodeettisen laitoksen tiedote 29, 48 s.
- HÄKLI, P., PUUPPONEN, J., KOIVULA, H. ja M. POUTANEN, 2009. Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset. Geodeettisen laitoksen tiedote 30, 121 s.
- Referoidut kokousjulkaisut**
Peer reviewed conference publications
- AGRIA TORRES, J., ALTAMIMI, Z., BOUCHER, C., BROCKMANN, E., BRUYNINX, C., CAPORALI, A., GURTNER, W., HABRICH, H., HORNİK, H., IHDE, J., KENYERES, A., MÄKINEN, J., VAN DER MAREL, H., SEEGER, H., SIMEK, J., STANGL, G. and G. WEBER, 2008. Status of the European Reference Frame (EUREF). In: Sideris, M.G., (ed.), *Observing Our Changing Earth. Proceedings of the 2007 IAG General Assembly*, Perugia, Italy, July 2–13, 2007. IAG Symposia 133, pp. 47–56.
- ANDREI, C.-O., CHEN, R., KUUSNIEMI, H., HERNANDEZ-PAJARES, M., JUAN, J. M., and D. SALAZAR, 2009. Ionosphere Effect Mitigation for Single-frequency Precise Point Positioning. *Proceedings of ION GNSS 2009.*, Sept. 22–25, 2009 Savannah, Georgia, US. pp. 2508–2517.
- BERGENHEIM, W., SARJAKOSKI, L. T. and T. SARJAKOSKI, 2009. A Web Processing Service for GRASS GIS to provide on-line generalisation. *Proceedings of the 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, June 2–5, 2009, Hannover, CD-ROM.
- BRUYNINX, C., ALTAMIMI, Z., BOUCHER, C., BROCKMANN, E., CAPORALI, A., GURTNER, W., HABRICH, H., HORNİK, H., IHDE, J., KENYERES, A., MÄKINEN, J., STANGL, G., VAN DER MAREL, H., SIMEK, J., SÖHNE, W., TORRES, J. A. and G. WEBER, 2009. The European Reference Frame: Maintenance and Products. In: Drewes, H., (ed.), *Geodetic Reference Frames. IAG Symposium*, Munich, Germany, October 9–14, 2006. Springer, IAG Symposia 134, pp. 131–136.
- CHAMPION, N., ROTTENSTEINER, F., MATIKAINEN, L., LIANG, X., HYYPPÄ, J. and B. P. OLSEN, 2009. A test of automatic building change detection approaches. Proceedings of the ISPRS Workshop ‘CMRT09’, Paris, France, 3–4 September, 2009. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, **38**(Part 3/W4): 145–150.
- CHEN, R., CHEN, Y., PEI, L., CHEN, W., KUUSNIEMI, H., LIU, J., LEPPÄKOSKI, H. and J. TAKALA, 2009. A DSP-based Multi-sensor Multi-network Positioning Platform. *Proceedings of ION GNSS 2009*, Sept. 22–25, 2009 Savannah, Georgia, US, pp. 615–621.
- CHEN, R., HYYPPÄ, J., ZHANG, J., TAKALA, J., KUITTINEN, R., CHEN, Y., PEI, L., LIU, Z., ZHU, L., KUUSNIEMI, H., LIU, J., QIN, Y., LEPPÄKOSKI, H. and J. WANG, 2009. Development of a 3D Personal Navigation and LBS System with Demonstration in Shanghai EXPO in 2010. *Proceedings of ION GNSS 2009.*, Sept. 22–25, 2009 Savannah, Georgia, US. pp. 2124–2129.
- HOLOPAINEN, M., HAAPANEN, R., KARJALAINEN, M., VASTARANTA, M., HYYPPÄ, J., YU, X., TUOMINEN, S. and H. HYYPPÄ, 2009. Combination of Low Pulse ALS Data and TerraSAR-X Radar Images in the Estimation of Plot-Level Forest Variables. In: Bretar, F., Pierrot-Deseilligny, M. and G. Vosselman, (eds.), *Proceedings of the ISPRS Workshop ‘Laserscanning 2009’*, Paris, France, 1–2 September 2009. *International*

- Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, **38**(Part 3/W8): 135–140.
- HOLOPAINEN, M., TUOMINEN, S., KARJALAINEN, M., HYYPPÄ, J., VASTARANTA, M. and H. HYYPPÄ, 2009. Accuracy of high-resolution radar images in the estimation of plot-level forest variables. In: Sester, M., Bernard, L. and V. Paelke, (eds.), *Advances in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Springer, pp. 67–82.
- HOLOPAINEN, M., VASTARANTA, M., YU, X., HYYPPÄ, J., KAARTINEN, H. and H. HYYPPÄ, 2009. Forest site type classification using single tree level Airborne Laser Scanning. In: Popescu, S., Nelson, R., Zhao, K. and A. Neuenschwander, (eds.), *Proceedings of Silvilaser 2009*, pp. 72–80.
- JOKELA, J., HÄKLI, P., AHOLA, J., BUGA, A. and R. PUTRIMAS, 2009. On traceability of long distances. *Proceedings of the XIX IMEKO World Congress Fundamental and Applied Metrology*, September 6–11, 2009, Lisbon, Portugal, pp. 1882–1887, (www.imeko2009.it.pt/Papers/FP_100.pdf).
- JOKELA, J., HÄKLI, P., UUSITALO, J., PIIRONEN, J. and M. POUTANEN, 2009. Control Measurements between the Geodetic Observation Sites at Metsähovi. In: Drewes, H., (ed.), *Geodetic Reference Frames. IAG Symposium*, Munich, Germany, October 9–14, 2006. Springer, IAG Symposia 134, pp. 101–106.
- KAASALAINEN, S., VAIN, A., KROOKS, A. and A. KUKKO, 2009. Topographic and distance effects in laser scanner intensity correction. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Paris, France, **38**(Part 3/W8): 219–223.
- KETTUNEN, P., SARJAKOSKI, T., SARJAKOSKI, L. T. and J. OKSANEN, 2009. Cartographic Portrayal of Terrain in Oblique Parallel Projection. *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*, Nov 15–21, 2009, Santiago, Chile, CD-ROM.
- KUUSNIEMI, H., CHEN, R., LIU, J., CHEN, Y., PEI, L. and W. CHEN, 2009. An Adaptive Multi-Sensor Positioning System for Personal Navigation. In: *Proceedings of IAIN 2009 World Congress*, Stockholm, Sweden, Oct. 27–30, 2009.
- LIANG, X., LITKEY, P., HYYPPÄ, J., KAARTINEN, H., VASTARANTA, M. and M. HOLOPAINEN, 2009. Automatic stem location mapping using TLS for plot-wise forest inventory. *SilviLaser 2009*, Oct. 14–16, 2009 – College Station, Texas, USA, pp. 314–323.
- LIU, J., CHEN, R., KUUSNIEMI, H., WANG, Z., ZHANG, H. and J. YANG, 2009. Mapping the regional ionospheric TEC using a spherical cap harmonic model and IGS products in high latitudes and the arctic region. In: *Proceedings of IAIN 2009 World Congress*, Stockholm, Sweden, Oct. 27–30, 2009.
- MAGNUSSON, C., BREWSTER, S., SARJAKOSKI, T., ROSELIER, S., SARJAKOSKI, L. T. and K. TOLLMAR, 2009. Exploring Future Challenges for Haptic, Audio and Visual Interfaces for Mobile Maps and Location Based Services. *Proceedings of the CHI 2009 – LocWeb Workshop*, April 4–9, Boston, MA, USA, ACM 978-1-60558-247-4/08/04.
- MATIKAINEN, L., HYYPPÄ, J., AHOKAS, E., MARKELIN, L. and H. KAARTINEN, 2009. An improved approach for automatic detection of changes in buildings. In: Bretar, F., Pierrot-Deseilligny, M. and G. Vosselman, (eds.), *Proceedings of the ISPRS Workshop ‘Laserscanning 2009’*, Paris, France, 1–2 September 2009. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, **38**(Part 3/W8): 61–67.
- MELKAS, T., VASTARANTA, M., HAAPANEN, R., HOLOPAINEN, M., YU, X., HYYPPÄ, J. and H. HYYPPÄ, 2009. Updating forest resource data by using ALS measurements and information collected with a harvester. In: Popescu, S., Nelson, R., Zhao, K. and A. Neuenschwander, (eds.), *Proceedings of Silvilaser 2009*, pp. 128–136.
- MÄKINEN, J. and J. IHDE, 2008. The Permanent Tide In Height Systems. In: Sideris, M.G., (ed.), *Observing Our Changing Earth. Proceedings of the 2007 IAG General Assembly*, Perugia, Italy, July 2–13, 2007. IAG Symposia 133, pp. 81–87.
- PEI, L., CHEN, R., CHEN, Y., LEPPÄKOSKI, H. and A. PERTTULA, 2009. Indoor/Outdoor Seamless Positioning Technologies Integrated on Smart Phone. *IEEE The First International Conference on Advances in Satellite and Space Communications (SPACOMM 2009)*, France, July, 2009, pp. 141–145.
- POUTANEN, M., DRANSCH, D., GREGERSEN, S., HAUBROCK, S., IVINS, E. R., KLEMMANN, V., KOZLOVSKAYA, E., KUKKONEN, I., LUND, B., LUNKKA, J.-P., MILNE, G., MÜLLER, J., PASCAL, C., PETERSEN, B. R., SCHERNECK, H.-G., STEFFEN, H., VERMEERSEN, B. and D. WOLF, 2009. DynaQlim – Upper Mantle Dynamics and Quaternary Climate in Cratonic Areas. In: Cloetingh,

- S. and J. Negendank, (eds.), *New Frontiers in Integrated Solid Earth Sciences*, Springer Verlag, pp. 349–372. DOI 10.1007/978-90-481-2737-5_10.
- PUTTONEN, E., LITKEY, P. and J. HYYPPÄ, 2009. Usability of a sunlit-shaded area separation in individual tree species classification. In: Bretar, F., Pierrot-Deseilligny, M. and G. Vosselman, (eds.), Proceedings of the ISPRS Workshop ‘Laserscanning 2009’, Paris, France, 1–2 September 2009. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, **38**(Part 3/W8): 311–316.
- SAARANEN, V., LEHMUSKOSKI, P., ROUHIAINEN, P., TAKALO, M., MÄKINEN, J. and M. POUTANEN, 2009. The New Finnish Height Reference N2000. In: Drewes, H., (ed.), *Geodetic Reference Frames. IAG Symposium*, Munich, Germany, October 9–14, 2006. Springer, IAG Symposia 134, pp. 297–302.
- VASTARANTA, M., HOLOPAINEN, M., HAAPANEN, R., YU, X., MELKAS, M., HYYPPÄ, J. and H. HYYPPÄ, 2009. Comparison between an area-based and individual tree detection method for low-pulse density ALS-based forest inventory. In: Bretar, F., Pierrot-Deseilligny, M. and G. Vosselman, (eds.), Proceedings of the ISPRS Workshop ‘Laserscanning 2009’, Paris, France, 1–2 September 2009. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, **38**(Part 3/W8): 147–151.
- ZHU, L., JAAKKOLA, A., HYYPPÄ, H., HYYPPÄ, J. and R. CHEN, 2009. Vehicle-based laser scanning data quality improvement by integrating photogrammetric means. *ISPRS, International Workshop on Multidimensional & Mobile Data Model*, 21–22 October 2009, UTM Johor, Malaysia.
- R. KUITTINEN, 2009. Development of a smart phone based 3D personal navigation and LBS system. In: *Proceedings of IAIN 2009 World Congress*, Stockholm, Sweden, 27–30.10.2009.
- CHEN, W., FU, Z., CHEN, R., CHEN, Y., ANDREI, O., KRÖGER, T. and J. WANG, 2009. An integrated GPS and multi-sensor pedestrian positioning system for 3D urban navigation. *2009 Urban Remote Sensing Joint Event*, 20–22 May, 2009, Shanghai, China.
- CHEN, Y., CHEN, R., KRÖGER, T., KUKKO, A. and J. HYYPPÄ, 2009. Pulsewidth Coding Approach for Multi-sensor Synchronization of Urban Mobile Mapping System. 3D city model for mobile phone using MMS data, *2009 Urban Remote Sensing Joint Event*, 20.-22. May, Shanghai.
- ENGSAGER, K., MÄKINEN, J., LILJE, M., ÅGREN, J., ERIKSSON, P.-O., OLSSON, P.-A., SAARANEN, V., SCHMIDT, K., SVENSSON, R., TAKALO, M. and O. VESTØL, 2008. The Baltic Levelling Ring. In: Agria Torres, J. and H. Hornik, (eds.), *Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF)*, Riga, 14–17 June 2006. EUREF Publication No. 16. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Frankfurt am Main, Band 40, pp. 62–64.
- HONKAVAARA, E., ARBIOL, R., MARKELIN, L., MARTINEZ L., CRAMER, M., KORPELA, I., BOVET, S., THOM, C., CHANDELIER, L., ILVES, R., KLONUS, S., REULKE, R., MARSHALL, P., TABOR, M., SCHLÄPFER, D. and N. VEJE, 2009. Status report of the EuroSDR project “Radiometric aspects of digital photogrammetric airborne images”. *Proceedings of the ISPRS Hannover Workshop 2009*, Hannover, Germany, June 2–5, 2009.
- HYYPPÄ, J., JAAKKOLA, A., HYYPPÄ, H., KAARTINEN, H., KUKKO, A., HOLOPAINEN, M., ZHU, L., VASTARANTA, M., KAASALAINEN, S., KROOKS, A., LITKEY, P., LYYTIKÄINEN-SAARENMAA, P., MATIKAINEN, L., RÖNNHOLM, P., CHEN, R., CHEN, Y., KIVILAHTI, A. and I. KOSONEN, 2009. Map Updating and Change Detection Using Vehicle-Based Laser Scanning. *2009 Urban Remote Sensing Joint Event*, 20.-22. May, Shanghai.
- IHDE, J., SACHER, M. and J. MÄKINEN, 2008. European Vertical Reference System 2007 – a Combination of UELN and ECGN. In: Agria Torres, J. and H. Hornik, (eds.), *Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF)*, Riga, 14–17 June, 2006. EUREF Publication No. 16. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Frankfurt am Main, Band 40, pp. 48–54.

Muut kokousjulkaisut

Other conference publications

- CHEN, R., HYYPPÄ, J., KUITTINEN, R., CHEN, Y., PEI, L., ZHU, L., KUUSNIEMI, H., TAKALA, J., LEPPÄKOSKI, H., ZHANG, J., LIU, Z. and W. JIANYU, 2009. Development of a 3D Personal Navigation and LBS System with Demonstration in Shanghai EXPO in 2010. In: *Proceedings of ION GNSS 2009*, Savannah, GA, USA, 22–25.9.2009.
- CHEN, R., HYYPPÄ, J., TAKALA, J., ZHANG, J., WANG, J., LIU, Z., PEI, L., CHEN, Y., KUUSNIEMI, H., LIU, J., ZHU, L., LEPPÄKOSKI, H. and

- KETTUNEN, P., SARJAKOSKI, T., SARJAKOSKI L. T. and J. OKSANEN, 2009. Cartographic Means for the 3D Visualisation of Rural Landscape. *Proceedings of the 12th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, June 2–5, 2009, Hannover, CD-ROM.
- KOVANEN, J. and L. LEHTO, 2009. INSPIRE Coordinate Transformation Service – the Specification and experiences gained from a pilot implementation. *Proceedings of the GSDI 11 Conference*. Spatial Data Infrastructure Convergence: Building SDI Bridges to Address Global Challenges, June 15–19, 2009, Rotterdam, The Netherlands, CD-ROM.
- KOVANEN, J., SARJAKOSKI, L. T. and T. SARJAKOSKI, 2009. Studying iPhone as a Media for Context-Aware Map-Based Mobile Services. *Proceedings of the 6th International Symposium on LBS & TeleCartography*, Sep 2–4, 2009, CGS, University of Nottingham, UK, CD-ROM.
- KUKKO, A., JAAKKOLA, A., LEHTOMÄKI, M. and H. KAARTINEN, 2009. Mobile mapping system and computing methods for modelling of road environment. 2009. *Urban Remote Sensing Joint Event*, 20–22 May, Shanghai.
- KUUSNIEMI, H., 2009. Jalankulkijan paikannustekniikat ja saumattoman navigoinnin haasteet, *Maanmittaustieteiden päivät 2009*, 19–20. marraskuuta, 2009, Espoo, 11 s.
- LEHTO, L., 2009. Real-Time Content Transformations in the European Spatial Data Infrastructure. *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*, Nov 15–21, 2009, Santiago, Chile, CD-ROM.
- PELTONIEMI, J. I., HAKALA, T. and J. SUOMALAINEN, 2009. Application of airborne imaging goniometer and on ground measurements for snow remote sensing research. Abstract Volume, *Nordic Branch Meeting of the International Glaciological Society*, Höfn in Hornafjörður, Iceland, October 29–31 2009, 65–67.
- POUTANEN, M., JOKELA, J., HÄKLI, P., KOIVULA, H. and U. KALLIO, 2009. Bringing a traceable scale to high-precision geodetic measurements. *2nd Workshop on Long Distance Measurement in Air*. Dutch Metrology Institute VSL, Delft, The Netherlands, October 2, 2009. 23 p. ppt, www.longdistanceproject.eu/news/2nd-workshop-presentations-avaliable
- PYYSALO, U., OKSANEN, J. and T. SARJAKOSKI, 2009. Viewshed analysis and visualization of landscape voxel models, *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*, Nov 15–21, 2009, Santiago, Chile, CD-ROM.
- ROUJEAN, J.-L., MANNINEN, T., KONTU, A., PELTONIEMI, J., HAUTECOEUR, O., RIIHELÄ, A., LAHTINEN, P., SILJAMO, N., SUOKANERVA, H., SUKUVAARA, T., KAASALAINEN, S., AULAMO, O., AALTONEN, V., THÖLIX, L., KARHU, J., SUOMALAINEN, J., HAKALA, T. and H. KAARTINEN, 2009. SNORTEX (Snow Reflectance Transition Experiment): Remote sensing measurement of the dynamic properties of the boreal snow-forest in support to climate and weather forecast: report of IOP-2008. *2009 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium*, July 12–17, Cape Town, South Africa (Paper 1167).
- SAARANEN, V., LEHMUSKOSKI, P., ROUHIAINEN, P., TAKALO, M. and J. MÄKINEN, 2008. The New Finnish Height System N2000. In: Agria Torres, J. and H. Hornik, (eds.), *Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF)*, Riga, 14–17 June, 2006. EUREF Publication No. 16. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Frankfurt am Main, Band 40, pp. 74–79.
- SARJAKOSKI, L. T., YLIRISKU, S., FLINK, H.-M. and S. WECKMAN, 2009. Explorative User Study Approach for LBS Innovation for Hikers. *Proceedings of the 24th International Cartographic Conference*, Nov 15–21, 2009, Santiago, Chile, CD-ROM.
- SCHWARZBACH, F., SARJAKOSKI, T., OKSANEN, J., SARJAKOSKI, L. T. and S. WECKMAN, 2009. Physical 3D models from LIDAR data as tactile maps for visually impaired persons. Abstract book of ICA SPIE Europe Symposium True-3D in Cartography, Aug 24–28, 2009, Dresden, Germany, pp. 70–71.
- ZHU, L., HYYPPÄ, J., KUKKO, A., JAAKKOLA, A., LEHTOMÄKI, M., KAARTINEN, H., CHEN, R., PEI, L., CHEN, Y., HYYPPÄ, H., RÖNNHOLM, P. and H. HAGGREN, 2009. 3D city model for mobile phone using MMS data. *2009 Urban Remote Sensing Joint Event*, 20.–22. May, 2009, Shanghai, China.

Kirjat Books

- NÄRÄNEN, J., 2009. Multiwavelength Studies of Regolith Effects in Planetary Remote Sensing. PhD Thesis, University of Helsinki, 140 p.

Muut julkaisut ja raportit

Other publications and reports

- AATOS, S. (TOIM.), KOHONEN, J., TEERILAHTI, R., NUUTINEN, T., MIKKOLA, E., SARJAKOSKI, T., LEHTO, L., OKSANEN, J., HYYPPÄ, J., FORSSSTRÖM, P.-L., TERÄS, A., LEINO, Y. ja J. TUOKKO, 2009. Luonnonvaratiedon hyödyntäminen politiikan ja päätöksenteon tukena – Aineistot, tiedontuotanto, tiedon löydettävyyden ja yhteinen palvelumalli. Sektoritutkimuksen neuvottelukunta 4–2009.
- ANONYMOUS, 2009. Korkeustieto-yhteistyöryhmän loppuraportti. MMM-työryhmämuistio, 2009:2, 38 s.
www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmamuistiot/2009/5Edo9SybD/Korkeustieto-yhteistyoryhman_loppuraportti.pdf (31/12/09).
- ANONYMOUS, 2009. Length. In: *Finnish National Standards Laboratories Biennial Report 2007–2008*, MIKES, pp. 18–26.
www.mikes.fi/documents/upload/ar20072008.pdf
- ANONYMOUS, 2009. Thermometry and Mass. In: *Finnish National Standards Laboratories Biennial Report 2007–2008*, MIKES, pp. 9–17.
www.mikes.fi/documents/upload/ar20072008.pdf
- FGI, 2009. FGI Report for EURAMET TC-Q QMS re-evaluation. On pages <http://www.euramet.org/>, restricted access. 22 p.
- FLINK, H.-M., 2009. User Centred Approach in the Concept Development of a Map-Based Multi-Publishing Service. Master thesis. University of Art and Design Helsinki, 78 s.
- HAKALA, T., 2009. Improvements, calibration, and accuracy of the Finnish Geodetic Institute Field Goniospectrometer. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Espoo, 43 p.
- HOLOPAINEN, M. and J. HYYPPÄ, 2009. Kohden lasermittauksiin perustuvaa täsmämetsätaloutta. *Metsätieteen aikakauskirja*, (4/2009): 357–360.
- HONKAVAARA, E., 2009. Digitaalisten ilmakuvien testikentät. *Maanmittaustieteiden päivät 2009*, 19.–20. marraskuuta, 2009, Espoo, 9 s.
- HYYPPÄ, J., HOLOPAINEN, M., VASTARANTA, M. ja E. PUTTONEN, 2009. Yksittäisten puiden mitaus ja seuranta laserkeilauksella. *Metsätieteen aikakauskirja*, (4/2009): 361–365.
- HYYPPÄ, J., LYYTIKÄINEN-SAARENMAA, P., HOLOPAINEN, M., LITKEY, P., HYYPPÄ, H. ja S. KAASALAINEN, 2009. Lasermittauksiin perustuva biomassamuutosten ja metsätuhojen seuranta. *Metsätieteen aikakauskirja*, (4/2009): 366–369.
- IHDE J., MÄKINEN, J. and M. SACHER, 2008. Conventions for the Definition and Realization of a European Vertical Reference System (EVRS) – EVRS Conventions 2007.
www.bkg.bund.de/nn_164850/geodIS/EVRS/EN/References/Papers/papers__node.html__nnn=true
- IHDE, J., SACHER, M. and J. MÄKINEN, 2008. European Vertical Reference System 2007 – a Combination of UELN and ECGN. In: Agria Torres, J. and H. Hornik, (eds), *Report on the Symposium of the IAG Sub-commission for Europe (EUREF)*, Riga, 14–17 June 2006. EUREF Publication No. 16. *Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie*, Frankfurt am Main, Band 40, 48–54.
- KALLIO, U., AHOLA, J., KOIVULA, H., JOKELA, J. and M. POUTANEN, 2009. GPS Operations at Olkiluoto, Kivetty and Romuvaara in 2008. *Working Report 2009–75*, Posiva Oy, Olkiluoto, 215 s.
- KOCH, B., ORTIZ, S., RÖDER, J., LYYTIKÄINEN-SAARENMAA, P., HOLOPAINEN, M., HYYPPÄ, J. and M. KARJALAINEN, 2009. Service Demonstration Document, EO Application Development Data User Element DUE Innovators II – Insect Combat. Project deliverable to ESA.
- KOVANEN, J., 2009. Mustan laatikon salaisuus. *Positio*, (1/2009): 15–16.
- KROOKS, A., 2009. GPS-tieto kuvaan ja arkistoon. Geotäggämällä paikkatiedot kuvatieoston kylkeen. *Kamera*, (8/2009): 83.
- KUKKO, A., 2009. Road Environment Mapper – 3D data capturing with mobile mapping. Lisensiaattityö, Teknillinen korkeakoulu, Espoo, 158 p.
- LATVALA, P., 2009. Test of Schema Transformation Capable Applications. Special Assignment in Geoinformatics, Helsinki University of Technology, Department of Surveying, 31 p.
- LEHTO, L., 2009. INSPIRE -paikkatietopalvelut. *Maanmittaus*, **84**(2): 37–39.
- LEHTO L. (ED.), 2009. Best Practice for Content Transformations Enabling INSPIRE-Compliant Data Delivery. Deliverable II.1. Public report. ESDIN, European Spatial Data Infrastructure Network, ECP-2007-GEO-317008, 44 p.
- LEHTOMÄKI, M., 2009. Dynaamisten prosessimallien parametrien viritysmenetelmä. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Espoo, 143 s.

- MAGNUSSON, C., TOLLMAR, K., RASSMUSS-GRÖHN, K., STRAIN, P., RENTERIA BILBAO, A., HEUTEN, W., PIELOT, M., POPPINGA, B., ANASTASSOVA, M., CLAASSEN, G., SARJAKOSKI, L. T., YLIRISKU, S., FLINK, H.-M., WECKMAN, S., CANO ARIAS, E., BLOCONA SANTOS, C., LORENTE BARAJAS, J. L., MUNOS SEVILLA, J. A. and J. PETERS, 2009. Magnusson, C., Rassmuss-Gröhn, K., Tollmar, K. and E. Deaner, (eds.). User Study Guidelines. Deliverable 1.2., Public report, HaptiMap, Haptic, Audio and Visual Interfaces for Maps and Location Based Services, FP-ICT-224675, 80 p.
- MAGNUSSON, C., TOLLMAR, K., RASSMUSS-GRÖHN, K., STRAIN, P., RENTERIA BILBAO, A., HEUTEN, W., PIELOT, M., POPPINGA, B., ANASTASSOVA, M., CLAASSEN, G., SARJAKOSKI, L. T., YLIRISKU, S., PETERS, J., CANO ARIAS, E., BLOCONA SANTOS, C., LORENTE BARAJAS, J. L. and J.A. MUNOS SEVILLA, 2009. Magnusson, C., Rassmuss-Gröhn K. and K., Tollmar, (eds.). Initial user studies. Deliverable 1.1. Public report, HaptiMap, Haptic, Audio and Visual Interfaces for Maps and Location Based Services, FP-ICT-224675, 241 p.
- MATIKAINEN, L., 2009. Rakennusten automaattinen tunnistus ja muutostulkinta laserkeilaus- ja ilmakuva-aineistoista. *Maankäyttö*, (3/2009): 7–10.
- MATIKAINEN, L., KARJALAINEN, M. ja K. KARILA, 2009. Automaattiset muutostulkintamenetelmät peltolohkokorekterin ajantasaistuksessa, Esitutkimus, Geodeettinen laitos, marraskuu 2009.
- NÄRÄNEN, J., 2009. Dazzling Mercury. *Helsinki University Bulletin*, (1/2009).
- NÄRÄNEN, J., 2009. Häikäisevä Merkurius. *Yliopisto-lehti*, (3/2009).
- POUTANEN, M., 2009. Avaruusgeodesia havaitsee globaalimuutoksia. Teoksessa: Haapala, I. ja T. Pulkkinen, (toim.), *Maan ytimeistä avaruuteen*. Bidrag till kännedom av Finlands natur och folk. 180. Societas Scientarium Fennica, Helsinki, s. 211–220.
- POUTANEN, M., 2009. Geodeetin elämäntarina. Kirja-arvostelu. *Tieteessä tapahtuu*, 27(1): 64–65.
- POUTANEN, M., 2009. Tarvitaanko geodeettia? *Positio*, (2/2009): 26–27.
- POUTANEN, M. and P. HÄKLI, 2009. Geodetic activities in Finland 2008. International Association of Geodesy (IAG). *Report to the IUGG National Committee*. 6 p.
- RÖNNEBERG, M., 2009. Kolmiulotteisen tiedon visualisointi stereoprojektorilla, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Maanmittaustieteiden laitos, Espoo, 72 s.
- RÖNNEBERG, M., 2009. Marjastajan ja sienestäjän karttapalvelun dokumentointi UML-kaavioilla. Erikoistyö, Teknillinen korkeakoulu, Maanmittaustieteiden laitos, Espoo, 37 s.
- SAAVALAINEN, H., (TOIM.), 2009. Pitkä vesivaaka mittaa kallioperän liikkeitä Lohjalla. Artikkelit Helsingin Sanomissa 18.01.2009.
- SARJAKOSKI, L. T., 2009. Jokapaikan spatiaalinen vuorovaikutus. *Positio*, (4/2009): 6–8.
- SARJAKOSKI, L. T. ja T. SARJAKOSKI, 2009. Paikkatietojen ja karttakäyttöliittymien käytettävyyys. *Tietoasiantuntija*, (5/2009): 14–15.
- VAIN, A., KAASALAINEN, S., HYYPPÄ, J. ja E. AHOKAS, 2009. Calibration of laser scanning intensity data using brightness targets, the method developed by the Finnish Geodetic Institute. *Geodezija ir kartografija/Geodesy and cartography*, 35(3): 77–81.
- VASTARANTA, M., HOLOPAINEN, M., KAARTINEN, H., HYYPPÄ, H. ja J. HYYPPÄ, 2009. Uudistuneet metsien maastomittaustarpeet. *Metsätieteen aikakauskirja*, (4/2009): 370–374.



Geodeettinen laitos, Geodeetinrinne 2, PL 15, 02431 MASALA
Puh. *(09) 295 550, faksi (09) 295 55 200, <http://www.fgi.fi>

Geodetiska institutet, Geoderbrinken 2, PB 15, 02431 MASABY
Tel. *(09) 295 550, Fax (09) 295 55 200, http://www.fgi.fi/index_swe.php

Finnish Geodetic Institute, Geodeetinrinne 2, P.O.Box 15, FI-02431 MASALA, FINLAND
Tel. +358 9 295 550, Fax +358 9 295 55 200, http://www.fgi.fi/index_eng.php