

Uoman kartoitus -teknologia

Veli-Pekka Sirniö

© Kemijoki Oy



Uudenlainen interferometriaan perustuva AquaticSonar laajakulmainen kaikuluotain lähettää poikittain kulkusuuntaan nähden erittäin laajan ja kattavan keilan, jonka vastaanotetuista vaihe-eroista lasketaan uoman topografia. AquaticSonarin lähettämä signaali on aukoton koko leveydeltään toisin kuin esim. tasaisella kulmajaolla lähetetyissä luotauslaitteissa.

Syynä voidaan pitää vesistöjen pohjatiedon keräämisen vaikeutta ja sitä kautta kuviteltua kalleutta. Vesistöjen pohjan nykyaikainen, nopea ja kustannustehokas kartoittaminen on kuitenkin mahdollista korkean teknologian AquaticSonar Swathe Surveyor laajakulmaisella kaikuluotauslaitteistolla, joka on kehitetty vesivoiman tuottajan intressistä tuntee käyttämänsä joen hydrauliiikka, joen pohjan muotojen kautta. Kemijoki Oy:n tytäryhtiö Kemijoki Arctic Technology Oy (KAT) on tuotteistanut vuosia kehitetyn vesistöjen pohjan kartoitusteknologian palvelutuotteeksi kaikkien pohjan topografiatietoja tarvitsevien käyttöön.

Nykyaikaiset suunnitteluohjelmistot käyttävät tehokkaasti hyväkseen erilaisia digitaalisia maastomalleja. Lähtöaineistoja on saatavana numeerisista kartta-aineistoista ja tietokannoista ja niitä voidaan täydentää perinteisillä maastokartoituksilla. Ohjelmistot tarjoavat mahdollisuuden kolmiulotteiseen suunnitteluun ja mallintamiseen massalaskentoiheen, vaihtoehtotarkasteluineen ja kustannusvertailuineen. Taajamien ja muiden ranta-alueiden suunnittelua, rantojen suojausta ja muuta yhdyskuntasuunnittelua ajatellen edellä kuvattu mallintaminen pysähtyy kuitenkin juuri rantaviivalle, vaikka suunnittelu olisi tarpeellista ulot-

taa vesialueellekin, joskus jopa kauaskin. Rantojen ja vesialueiden eroosion tai sedimentoitumisen sekä muun vesiluonnon ja -ympäristön seuranta on todellakin tätä päivää ja niiden kunnostamiseen olisi tarvetta läpi Suomen. Muutaman vuoden takaiset suurtulvat Etelä-Ruotsissa eivät tapahtuneetkaan enää maapallon toisella puolella.

Innovatiivisia ominaisuuksia

Uusi interferometriaan perustuva AquaticSonar Swathe Surveyor laajakulmainen kaikuluotausjärjestelmä pystyy tuottamaan tehokkaasti kattavaa pohjan topografian pisteverkkoa kaikkien mallinnusten käyttöön. Systeemin kehityksessä on ollut mukana laaja osaajien joukko luotaaajista lopputulosten käyttäjiin asti. Järjestelmä on kehitetty erityisesti mataliin vesiin (< 50 m), mutta se soveltuu myös kokonaisten jokien, suurten järvien ja rannikkomerialueiden luotaukseen. Käyttäjällä on valittavissaan useita eri luotausleveyyksiä aina 30 metristä 140 metrin leveyteen yhdellä luotausajolla. Järjestelmän kehittämisessä on panostettu myös reaaliaikaisuuteen. Mittaaja pystyy luotauksen aikana valitsemaan kolme erilaista reaaliaikaista näyttöä reaaliaikaisen reitti- ja luotauksen peiton etenemiskartan lisäksi. Vaihtoehtoina ovat reaaliaikainen pohjakartta, josta käyttäjä näkee pohjan kartan valitsemaltaan luotausleveydeltä sekä poikkileikkauksen. Tästä käyttäjä pystyy näkemään, kuinka hyvin luotaus onnistuu ja ilmestyykö alueelle poikkeuksellista pohjan muotoa, joka tulee mitata tarkemmin tai uudelleen eri katselukulmista. Toinen reaaliaikainen näyttö on amplitudidata, josta pystytään havaitsemaan parhaiten erilaiset vedenalaiset kohteet. Jälkikäsitellyssä amplitudidatan heijasteita voidaan vielä skaalata, jolloin pienemmillekin pohjan kohteille, syöpyville tai painanteille saadaan myös sijainti. Kolmas reaaliaikainen näyttö on luotausdatan vaihe-erot, joiden seuraaminen erittäin vaikeissa luotausolosuhteissa mahdollistaa datan riittävän korkean laadun varmistamisen.

Swathe Surveyorin anturiyksikkö on varustettu säädettävillä anturikulmil- la, joita voidaan säätää mittaussuunnan

Yhdyskunta- ja ympäristösuunnittelu sekä vesistö rakentamisen suunnittelu on aina ulottunut myös veden alle. Lähtöaineistoksi ovat kelvanneet karkeat arviot vesistön pohjasta tai harvalukuinen, usein vanhakin ja epämääräinen poikkileikkausaineisto, jotka ovat johtaneet suunnitelmien ja viime kädessä rakentamisen toteuttamiseen enemmän tai vähemmän arviointipohjalta.

kajuutasta sähköisesti. Anturikulma luetaan tietokoneeseen automaattisesti ja arvo on käytössä data-analyysien laskennassa reaaliaikaisesti. Anturikulmien säädöllä mahdollistetaan luotausdatan laadun optimointi varsinkin ranta-alueilla tai esimerkiksi maapatojen vedenalaisten luiskien erittäin tarkassa luotauksessa. Säädöillä voidaan myös vaikuttaa datan laatuun ja kattavuuden optimointiin erityisen syvissä paikoissa. Ominaisuus on huomioitu myös alan valmistajien kansainvälisillä messuilla. Anturiyksikkö on lisäksi varustettu laitteistoa turvavalla pohjakosketusvahdilla, joka törmäystilanteessa vapauttaa anturiyksikön nousemaan välittömästi ylös vedestä. Tämän vuoksi luotaukset voidaan turvallisesti ulottaa todella mataliin tai vaikeakulkuisiin luotauspaikkoihin.

Paikannus suoritetaan RTK-GPS-järjestelmänä, jolla voidaan taata tarkka paikannus myös korkeuskoordinaatin suhteen, mikä on merkittävää varsinkin jokiympäristössä vesipinnan korkeusmuutoksen takia. Myös muut GPS-paikantimet soveltuvat järjestelmän paikannukseen, samoin kuin erilaiset ulkoiset korkeuskorjaukset kuten meriveden korkeustieto; kaikki työn tilaajan vaatimuksien mukaisesti.

Mallinnuksia ajatellen merkittävin pohjan topografian tuloksiin vaikuttava tekijä on pohjan pistetiedon kattava laajuus, tarkkuus ja ennen kaikkea tiheys. AquaticSonar tuottaa esimerkiksi 60 metrin luotausleveydeltä noin 1 300 pohjan raakapistettä jokaiselta luotauspyyhkäisyltä, jotka kaikki ovat mukana lopullisen pohjan laskennoissa. Luotausdatan analysointien suorittaminen on nopeaa ja datan laatu ja lopputulosten tarkkuus todella hyvä. Uuden digitaalisen datan siirron ja käsittelyn vuoksi luotaukset voidaan suorittaa aivan rantaveteen asti. Lopputulosten pistetiheys (grid) voidaan valita, esimerkiksi tarkoissa paikoissa kuten maapatojen luiskien luotauksessa pohjantopografia voidaan laskea jopa 10 cm x 10 cm:n resoluutiolla tietokoneiden laskentakapasiteettien rajoittamalle alueelle. Yleensä pohjan lopullinen pisteverkko toimitetaan tilaajalle 1 m x 1 m:n pistetiheydellä ASCII-muotoisena X,Y,Z-tiedostona luotauksen kansainvälisten IHO S-44 -standardien mukaisesti.

© Kemijoki Oy



Innovatiivinen anturikulmien säätö- ja mittausdatan laskentatekniikka mahdollistavat vastaanotettavan vaihe-erodatan laadun parantamisen ja optimoinnin luotaustyön aikana.

© Kemijoki Oy

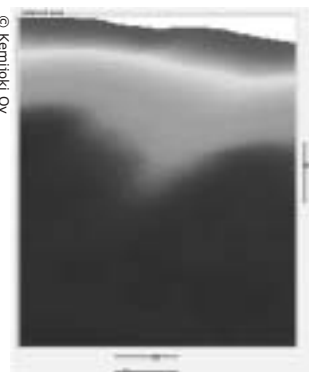


Tavallisella venetrailerilla siirreltävä luotauskalusto mahdollistaa työn pienemmissäkin vesistöissä. Luotaimen anturiyksikkö on suojattu pohjakosketuksia vastaan samalla, kun luotausvene on vahvarunkoinen ja varustettu suihkuturbiinilla. Luotaukset voidaan turvallisesti ulottaa todella mataliin tai vaikeakulkuisiin luotauspaikkoihin.

Mallinnukset

Pohjan topografian maastomallinnukset voidaan edelleen viedä myös vedenvirtausolosuhteita kuvaaviin tietokonemalleihin kuten virtausmalleihin ja erilaisiin vesistöjen elinympäristömalleihin. Nämä nykyiset monipuoliset 1-, 2- ja jopa 3-dimensionaaliset veden virtauksen mallinnusohjelmistot tuottavat tehokkaasti erilaisia veden virtauksen mallintamiseen perustuvia vesiympäristön tietokonemalleja erilaisiin tarpeisiin. Mallien toimivuus ja tulosten todenperäisyys on voitu todeta Kemijoki Arctic Technology Oy:n suorittamissa niin laajoissa kuin pienemmissä, mutta yksityiskohtaisemmissa kohteissa jo useiden vuosien ajalta. Virtausmallien

© Kemijoki Oy



Padonluiskan lopputulos on laskettu 10 cm x 10 cm:n resoluutiolla. Kuva on järjestelmän jälkikäsitteilyohjelmistosta.

avulla on voitu määrittää jokien ja vesialueiden virtausolosuhteiden muutokset yhdyskunta- tai ympäristörakentamisen sekä pohjan eroosion tai sedimentoitumisen seurauksena. Malleilla pystytään myös määrittämään tarvittavat toimenpiteet vallitseviin virtausolosuhteisiin, jotta virtausten kautta esimerkiksi veden laatu pysyisi vaaditulla tasolla jonkin taajaman alueella tai ei huonontuisi esimerkiksi rannikkoalueiden maannousemisen seurauksena. Yhteistyössä Fortum Service Oy:n kanssa Kemijoki Arctic Technology Oy on toimittanut myös erilaisia kala- ja ympäristöhabitaattimalleja, jotka perustuvat myös virtausmalleihin. Virtausmalleja käytetään myös voimatalouskäytössä olevien jokien putoushäviöiden määrittämiseen ja minimoimiseen samoin kuin tulvasuojeluun ja patomurtumalaskelmiin.

Kohteita

Kemijoki Arctic Technology Oy suoritti Latviassa Daugavajoen kartoituksen. 150 kilometrin matkalta löytyi niin syviä ja laajoja voimalaitosaltaita kuin matalia sivujokisuistoja ja saaristoja. Jokikokonaisuus luodattiin ja tilaaja sai tuloksena kattavan 1 m x 1 m:n gridillä olevan joenpohjan topografian, noin 30 000 000 pistettä. Pienempiin kohteisiin Aquatic-Sonar-luotausjärjestelmä sopii yhtä hyvin. Koko kaikuluotauskalusto on valmiina helposti trailerilla siirrettävässä luotausveneessä. Koko systeemi toimii 12 voltin sähköjärjestelmällä ja vaatii ainoastaan kannettavan tietokoneen datan käsittelyyn veneessä. Voidaankin todeta, että markkinoiden kompaktein luotauspaketti maailmassa osaavien luotaaajien käsissä tarjoaa tehokkaan luotauksen jokaiseen vesistöön Suomessa. Kemijoki Arctic Technology Oy onkin jo toimittanut palveluitaan useiden kuntien ja kaupunkien samoin kuin alueellisten ympäristökeskusten, tutkimuslaitosten sekä voimayhtiöiden tarpeisiin. Mielestämme jokaisen taajaman rantavedet ja lähijärvet ovat ainakin pohjakäyräkartan arvoisia, vaikka matkailullisessa mielessä, samoin kuin suurten yhdyskunta- ja infrasuunnittelun vaatimat laajat ja tiheät pohjan mallit suunnittelijoiden käyttöön.

Kirjoittaja työskentelee Kemijoki Oy:n Liiketoiminnan kehittäminen-toiminnossa tutkimus- ja kehitys-insinöörinä. Sähköposti veli-pekkä.sirnio@kemijoki.fi.

GPS uudistuu. Mitä signaaleille tapahtuu, joutavatko vanhat vastaanottimet romukoppaan ja mitä Galileon tulo vaikuttaa?



Kuva: Lockheed-Martin.

Uuden sukupolven GPS-satelliitti IIR.

Markku Poutanen **GPS:n uudet haasteet**

GPS:n käyttö on laitteiden helpentämisen ja yksinkertaistumisen myötä levinnyt räjähdysmäisesti harrastus-, ammatti- ja tutkimuskäyttöön. Kännykän kokoiset, vain muutaman sata euroa maksavat navigointivastaanottimet ovat korvaamaton apuneuvo merellä ja maastossa liikuttaessa. Ajoneuvonavigointi, junien kuulutukset, tukkirekkojen ohjailu, taksipalvelut ja GPS-kännykkä-yhdistelmät ovat esimerkkejä GPS:n jokapäiväisestä käytöstä.

Erilaisissa maanmittaussovelluksissa GPS on lähes täysin syrjäyttänyt perinteiset menetelmät, erityisesti mikäli kyse on muutamia satoja metrejä tai kilometrejä pitemmistä välimatkoista. Geodesiassa koordinaatistojen luonti ja ylläpito, deformaatiomittaukset tai mannerlaattojen liikkeiden seuraaminen tapahtuvat nykyisin GPS:n avulla. Edes taivas ei ole rajana, sillä yhä useammat Maata kiertävät satelliitit kuljettavat mukanaan GPS-vastaanotinta.

GPS nyt

GPS-satelliitit kiertävät maapalloa runsaan 20 000 km:n korkeudessa ja kiertoaika on kaksi minuuttia vaille 12 tuntia. Järjestel-

mä käsittää 24 satelliittia, mutta kiertoradalla on myös muutamia varasatelliitteja, joten tällä hetkellä satelliittien lukumäärä on 28. Joka hetki on näkyvissä vähintään kuusi satelliittia; neljä on minimimäärä, joka tarvitaan jatkuvaan kolmiulotteiseen paikannukseen.

Vuosien 1978 ja 1985 välisenä aikana lähetettiin kymmenen ns. Blokki I -testisatelliittia ja vuonna 1989 ensimmäinen nykyisen sukupolven Blokki II:n satelliitteista. Pääosa nykyisistä käytössä olevista satelliiteista on tyyppiä Blokki IIR, joista ensimmäinen laukaistiin radalle vuonna 1998. Suunnitelluista 28 satelliitista muutama on vielä lähettämättä, ja näihin tehdään muutoksia, jotka parantavat GPS:n suorituskykyä.

Alun perin uudistukset oli suunniteltu tehtäviksi vasta Blokki IIF -satelliitteihin. Aikataulumuutosten vuoksi näiden lukumäärä jää kuitenkin vain 12:een alun perin aiotusta runsaasta kolmestakymmenestä, sillä seuraavan sukupolven satelliitti Blokki III on jo suunnitteilla. Koska satelliittien elinikä on tyypillisesti 5–8 vuotta, kestää jopa vuosikymmenen ennen kuin kaikki edellisen sukupolven satelliitit on saatu korvatuiksi uusilla.