

Merenmittauksessa ollaan siirtymässä täysin kattavaan merenpohjan luotaukseen, monikeilaukseen, jolla saadaan täysin kattava kuva merenpohjan topografiasta.

Heikki Tuominen **Monikeilain** – uusinta merenmittaustekniikkaa



Suomen merialueiden järjestelmällinen merenmittaustoiminta alkoi 1800-luvulla Venäjän meriministeriön ja Suomen luotsilaitoksen toimesta. Merenkulkuhallituksen merikarttaosasto perustettiin 1937, nykyiseltä nimeltään se on Merenkululaitoksen kartta- ja väyläosasto. Pitkästä ajanjaksosta huolimatta löytyy vielä alueita, joita ei ole koskaan mitattu, puhumattakaan niistä alueista, joiden mittaukset ovat ehtineet jo auttamattomasti vanhentua.

Merikarttaosasto oli jo 1930-luvulla uuden merenmittaustekniikan käytössä edelläkävijä, mm. pohjoismaiden ensimmäiset kaikuluotaimet otettiin käyttöön Suomessa.

Monikeilaintekniikan syntyhetket olivat 1960-luvulla, kun USA:n laivasto otti käyttöön avomeriluotaukseen ensimmäiset monikeilainlaitteistot. Monikeilaintekniikan todellinen läpimurto saattoi kuitenkin tapahtua vasta, kun monikeilaimet sekä tietokoneet olivat tehokkuudeltaan ja kooltaan kehittyneet sille tasolle kuin ne tänä päivänä ovat.

Monikeilaintekniikkaa (Multibeam Sonar System) otettiin käyttöön merenmittaustoimiston avomeriluotausaluksessa mma Suunnassa 90-luvun alussa yhteistyössä Merivoimien kanssa, ja vuonna 1999 päätettiin varustaa kaksi isoimman 15-m merenmittausveneluo-

Työpäivät venyvät usein yli 12-tuntiseksi, jona aikana herpaantumatta tähysetään ulos, ja tarkkaillaan moninaisia monikeilainjärjestelmän näyttöjä.

kan alusta *M 120* ja *M 340* monikeilainlaitteistoilla. Tuotantokäyttöön veneillä päästiin keväällä 2000.

Meriväylien nimelliskulkusyvyyksistä luovutaan

Kauppamerenkulun alusten käyttämät uusimmat karttasovellukset vaativat kunnolla toimiakseen entistä laadukkaampaa ja kattavampaa syvyysaineistoa, erityisesti, koska on valmisteilla muutos väylien nimelliskulkusyvyydestä luopumisesta.

Tulevaisuudessa aluksen päällikkö yhdessä luotsin kanssa päättää vallitsevan vedenkorkeustason mukaan, mikä on aluksen turvallinen syväys väylän syvyyslukemien puitteissa. Jo 10 cm:n muutos aluksen syvyyksessä mahdollistaa merkittävän lastin lisäyksen ja näin ollen kuljetustalous paranisi ja myös ympäristö säästyisi mm. alentuvien polttoainekustannusten ansiosta.

Huipputekniikkaa titaanikuoressa

Monikeilainjärjestelmä muodostuu äänennopeusmittarista, GPS-laitteistosta, liiketila-anturista, tietokoneista (5 kpl), hyrräkompassista sekä 101-kanavaisesta monikeilaimesta.

Mittausveneen monikeilain toimii 240 kHz:n taajuudella ja sillä saadaan aukoton kuva merenpohjasta.

Kapeat (1,5°) mittauskeilat liittyvät saumattomasti toisiinsa, joten koko mittausviuhkan aukenemiskulma on 150°. Näin ollen ei muodostu aukkojaikkoja, mutta ei myöskään päällekkäin meneviä peittoalueita viuhkan sisällä. Monikeilaimen lähetinosa lähettää merenpohjaan kaikupulsseja vedensyvyyden funktiona jopa 20 kertaa sekunnissa, tyypillisesti 10×10 m²:n alueella; merenpohjaa mitataan satoja syvyyslukemia.

Peittävä työleveys on noin viisi kertaa vedensyvyys, joten 10 m:n syvyudessa työleveys on 50 m.

Aarten- ja hylynetsintää?

Mittausjärjestelmä pystyy myös tuottamaan sivukeilain- eli Side Scan Sonar -dataa, joka on tullut tutuksi esimerkiksi erilaisten hylkyjen- ja muiden aarteiden etsinnöissä. Merenmittaustoimisto on suorittanut museoviraston toimeksiantosta hylkyjen kartoitusta mm. Börstön



lähelle uponnut *Wrow Maria* on kartoitettu moni- ja sivukeilaintekniikalla ja surullisen kuuluisan *Estonia* ja sen kaiteissa ollut keulaviisiiri löydettiin mma Suunnan sivukeilaimella.

Titaanista valmistettu monikeilainanturi on asennettu veneen keulaan, n. 0,7 m:n syvyyteen, joten se on melko altis mahdollisille pohjakosketuksille. Monikeilainanturin sijainti on valittu siten, että se on hydrodynaamisesti mahdollisimman edullisessa paikassa, eli veden virtaus aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriöitä mittausdataan.

Mittausveneen liikekeskipisteeseen on asennettu liiketila-anturi, jolla mitataan aluksen liikkeitä ja kallistumia. Liikesensorin tiedot tallentuvat automaattisesti mittausjärjestelmään; näitä tarvitaan, kun raakahavainnot ”redukoidaan” eli niistä poistetaan aluksen liikkeistä aiheutuneet virheet. Tämäkin tehdään jälkikäsitteilyssä päivän mittausaikaan.

Merenmittausveneet on maalattu oransseiksi, jotta ne näkyisivät paremmin sumussa ja muissa huonoissa sääolosuhteissa.

Tekniikkaa ja tietokoneita

Monikeilainveneissä on neljä tietokonetta kytketty verkkoon, joilla valvotaan mittauksen suoritusta sekä kerätään mittausdataa. Mittausdataa kertyy työpäivän aikana n.100 Mb. Mittausdata jälkikäsitellään lopulliseen muotoonsa tukialuksen piirtolassa, jonne se toimitetaan DAT-nauhalla mittauspäivän päätteeksi.

Jälkikäsitteily on huomattavan työläs ja erityisammattitaitoa ja huolellisuutta vaativa työvaihe. Mittausaika ja jälkikäsitteilytyön suhde on tällä hetkellä n. 1:2, mutta tällä rintamalla odotetaan kehityksen jatkuvan voimakkaana.

Mittausjärjestelmä tarvitsee kölilinjan tarkan suunnan pystyäkseen laskemaan

viuhkojen sijainnin. Jos vedensyvyys on 50 m, laitimaiset viuhkat ovat n. 150 m:n päässä aluksesta. Tätä tarkoitusta varten mittausjärjestelmässä on hyrräkompassi, josta saadaan aluksen kölilinjan tosisuunta. Tulevaisuudessa siirrytään GPS-kompassin käyttöön, mikä entisestään lisää mittauksen tarkkuutta.

Aluksen paikannuksesta merellä huolehditaan differentiaali-GPS:llä, jonka korjaussignaali saadaan joko Merenkululaitoksen omasta tai Digitan FOKUS-palvelusta.

Erikoismittauksia – lähinnä ruoppauskohteet, kanavat sekä mittausjärjestelmän kalibrointi – tehdään myös RTK-paikannuksella. [RTK, Real Time Kinematic positioning – suhteellinen reaaliaikainen liikkeessä tai paikallaan tapahtuva tarkka mittausmenetelmä, jolloin paremman paikannääritystarkkuuden lisäksi saadaan myös vedenpinnan korkeusvaihtelut tarkemmin hallintaan.]

Kop-kop-kop! Messityttö Maija koputtaa hytin ovea ja heläyttää iloisesti: ”Herätys, kello on 6.30.” Uusi työpäivä alkaa I merenmittausretkikunnassa tukialus *Prismalla* Porkkalan Upinniemessä.

Aamiaisen jälkeen klo 7.00 lähdetään aurinkoiselle merelle, monikeilainvene *M 120* nykii köysiään tukialuksen kyljellä.

Päivän eväät noudetaan mukaan laivan keittiöstä, koneenhoitaja käynnistää moottorin, luotuspäällikkö mittausjärjestelmän, köydet irti tukialuksen kyljestä ja uusi työpäivä Suomenlahdella on valmis alkamaan.

Parin tunnin ja yhtä monen kahvimukin jälkeen ollaan saavuttu mittausalueelle Inkoon eteläpuolella, avomeren reunalta, jossa on tarkoitus suorittaa aluemittaustehtävä.

Mittausalueen syvimmälle kohdalle, merenpohjaan, laskeaan aluksen vinsillä HST-teräksestä valmistettu lieriö, jolla mitataan äänennopeus vedessä. Vinski pyörii hitaasti, 30 m/min., mutta parin minuutin kuluttua anturi tapaa merenpohjan. Anturi vinsataan ylös, suihkutellaan puhtaaksi savesta ja kytketään tietokoneeseen, jolle tallennetaan anturin mittausäänennopeusprofiili. Äänennopeusanturi mittaa nimensä mukaisesti äänennopeuden vedessä puolen metrin syvyyden välein. Mitattu äänennopeusprofiili liitetään myöhemmin mittausdataan, nyt riittää vesipatjan äänennopeuden keskiarvo, joka asetetaan monikeilaimen.

Ennen mittausaikaan aloittamista aluksen mastoon nostetaan rajoitetun ohjailukyvyyn merkkikuviot sekä ilmoitetaan Helsinki VTS:lle (vessel traffic service, tämä vastaa lennonjohtoa meri-

alueella) mittausaikaan aloittamisesta, sen kohteesta ja arvioidusta kestosta, ja sitten aloitetaan luotaus.

Luotaus alkaa, kuljettaja kiihdyttää veneen liikkeelle ja ajaa veneen omaa näyttöään seuraten tarkasti pitkien etukäteen suunniteltuja linjoja pitkin. Tarkkailtavaa riittää, sillä meriteiden säännöt velvoittavat ylläpitämään jatkuvaa tähtystystä, ja näin estämään mahdolliset yhteentörmäykset muiden alusten kanssa. Samalla pitäisi pystyä myös havaitsemaan veden syvyyden muutokset ja estää mahdolliset pohjakosketukset. Keulassa olevan titaanianturin elinikä on melkein pä suoraan verrannollinen kuljettajan kaasukäden reaktionopeuteen, matalikkoja luodatessa ovat Formula 1 -tason refleksit ovat enemmän kuin suotavat

Samalla venettä pitää kuljettaa veteen piirrettyä viivaa pitkin metrin tarkkuudella.

Aluksen päällikkönä toimii luotuspäällikkö. Hän suunnittelee mittausalueet vallitsevien sääolosuhteiden mukaan, valvoo tusinaa eri näyttöä ja tarvittaessa säätää monikeilainjärjestelmän asetuksia. Lisäksi hän vastaa veneen turvallisuudesta navigoinnista, suorittaa tutkatähtystystä sekä radiopäivystystä.

Puolen päivän jälkeen on ensimmäinen ruokailu. Aluksen koneenhoitaja on muiden töiden ohessa lämmittänyt aamulla laivan keittiöstä mukaan otetun ruuan. Mittausveneen tekniikan toimivuus ja kunnossapito on koneenhoitajan vastuulla. Lisäksi koneenhoitaja toimii OTO-hommana aluksen kokkina.

”Minkä ruoan olet tänään pilannut?” -naljailusta välittämättä ”koneenhoitaja-OTO-kokki” tulee tuuraamaan kuljettajaa ruo-



Vene: koti ja työpaikka

Merenmittausveneen *M 120* rakensi **Wico-boat Oy** sandwich-lujitemuovista Tesjoella vuonna 1988 alun perin I-merenmittausretkikunnan komennusveneeksi. Sen pituus on 15,5 m ja leveys 4,7 m ja siinä on makuutilat 8 hengelle, ilmastointi, pentteri, suihku, täydellinen navigointi- ja turvavarustus.

Veneen moottorina on 285 kW:n tehoinen meridiesel sekä 12 kVA:n generaattori. Käyttötunteja tulee mittauskauden aikana noin 1 000.

Veneen miehitys on kolme henkilöä, joista vähintään kahdella on merenkullinen pätevyyskirja toimia veneen päällikkönä. Suurien varastotankkien ansiosta se pystyy toimimaan itsenäisesti viikon ilman tukialus *Prisman* tarjoamia huoltopalveluita. Kesäisin noin 40 yötä yövytään veneessä työalueiden läheisyydessä.

Monikeilainlaitteiston asentamisen hyvää ergonomiaa noudattaen alun perin muuhun käyttöön suunniteltuun alukseen vaati monta tupakka-askin kanta ja luovaa mielikuvitusta. Onnistuneesta lopputuloksesta huolimatta matalassa luodattessa usein tuntuu, että luotuspäällikön pitäisi olla nelikätkäinen kaksipäinen kirahvi.

Tulosta syntyy

Vuonna 1999 *M 120*:een ja sen sisarvene *M 340*:een asennettiin monikeilainlaitteistot. Veneiden huippunopeus on noin 11 solmua ja luotausnopeus noin 10 solmua. Työpäivän aikana merellä saadaan mitattua noin 8 km², vaihteluväli on suuri ja riippuu veden syvyydestä (1–25 km²).

Merenmittaustoimiston kattavaa kai-

kumittausta tekevien yksiköiden yhteenlaskettu työsuorite oli vuonna 2001 1 600 km², joka on enemmän, kuin Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunkien yhteenlaskettu pinta-ala.

Mittauskaudena 2002 otetaan käyttöön GPS-kompassi sekä pitch-kalibroitu mittausanturi. Lisäksi veneisiin asennetaan videokamerat, jotka tuovat arvokasta apua vaarallisten matalikkojen tähyttämisessä.

Monikeilaintekniikka mahdollistaa täysin aukottoman kuvan tuottamisen merenpohjasta hyvin kilpailukykyiseen hintaan mitä moninaisimpiin käyttötaroituksiin kuten mm. maasto- ja virtausmalleihin sekä ruoppausmassan arviointiin.

Kirjoittaja on maanmittausteknikko/laivuri ja toimii monikeilainvene *M 120*:n päällikkönä. Sähköposti: Heikki.Tuominen@fma.fi.

kailun ajaksi. Mittausvene jatkaa pysähtymättä luotausta.

On iltapäiväkahvin aika. Tuuli ja sen myötä aallokko on hieman noussut, niin kuin se useimmiten tekee kesäiltapäivinä. Ei kuitenkaan niin paljoa, että se vielä haittaisi mittausa. Mittauksen suorittamiselle ei ole olemassa varsinaista tuulitai aallokorajaa. Kaikki riippuu siitä, mitä ja missä tehdään. Jos ollaan luotaamassa ruopattua aluetta ja halutaan varmistaa väylän kulkusyvyys lähellä haraustasoa, niin olosuhteiden pitää olla erinomaiset, ei siis aallokkoa eikä tuulta.

Jos taas suoritetaan alueluotausta merikartan valkoisten alueiden mittaamiseksi, voidaan hyväksyä huonommatkin olosuhteet.

Kahvin lomassa luotuspäällikkö tarkastaa tähänastisten mittausten laadun ja sen, ettei ole tullut "vapaapäiviä" eli, että alue on kattavasti mitattu.

Ongelmana on, että ennen mittauksen alkua on päätettävä linjaväli, millä mitataan. Kymmenen metrin vesisyvytydessä voidaan valita linjaväliseksi 50 m, jolloin saadaan vielä täysin peittävä mittaus, mutta pohjan madaltuessa alle kymmenen metrin ajolinjojen väliin jää auttamatta aluetta, johon mittausviuhka ei yllä; näitä siis kutsutaan vapaapäiviksi.

Vapaapäivien olemassaolo tutkitaan ja jos ja kun niitä löytyy, työpäivän päätteeksi ajetaan pienet paikkaushalssit vapaapäivien päältä. Iltapäivällä mitataan myös päivän toinen äänennopeusprofiili.

Hämärä sytyttää yksi kerrallaan Inkoon syväväylän poijujen puna-vihreät valot.

Päivällä noussut merituuli on tyyntynyt, aurinko punaa läntisen horisontin, on aika lopettaa työt. Viimeinen äänennopeusprofiili mitataan samalla kun luotuspäällikkö varmistaa vielä, ettei alueen mittausdataa ole jäänyt aukkoja, jotka pitäisi paikata ja että mittausdata on muutenkin laadultaan korkealuokkaista ja ristiriidatonta.

Jos aukkoja ei ole, päivän lopuksi ajetaan poikittaislinja mittausalueen yli. Tämä sen vuoksi, että se on helppo tapa valvoa mittauksen laatua. Poikittain ja pitkittäin luodattujen syvyyssarvojen tulee täsmätä sijaintinsa ja syvyytensä puolesta.

Ennen kotimatkaa tukialukselle ilmoitetaan Helsinki VTS:lle mittausten lopettamisesta sekä lasketaan merkkikuviot ja sytytetään aluksen kulkuvalot. Luotuspäällikkö käynnistää tutkan, himmeä vihreä valo kajastaa väsyneiden miesten kasvoilta.

Hetken tutkaa katsottuaan luotuspäällikkö ilmoittaa: "75° 2,5 mailia on Oxhornin alempi, se jää pohjoisen puolelle, ei näy muuta liikennettä." "75° , ei muuta liikennettä", kuljettaja toistaa totutusti ja kääntää veneen halutulle suunnalle. Ete-lässä, nousevan usvan keskellä vilkkuu Porkkalan majakka. Tutkan antenni veneen katolla jatkaa loputonta pyörimistään.

Takaisin tukialukselle saavutaan puolen yön aikaan. Päivän mittausdata viedään tukialuksen hiljenneseen piirtolaan , sen jälkeen nopea peseytyminen ja omaan hyttiin ansaitulle levolle.

Sänky keinuu hetken selän alla ennen kuin uni voittaa.