

## Vesiväylätutkimusten yleisohjeet







# Vesiväylätutkimusten yleisohjeet

Liikenneviraston ohjeita 18/2013

*Kannen kuva: Liikenneviraston kuva-arkisto*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-276-1

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 020 637 373

Väylänpito-osasto

Korvaa  
Meriväylätutkimusten yleisohjeet  
(TVH/vesiväyläosasto 1986)

Voimassa  
10..4.2013 toistaiseksi

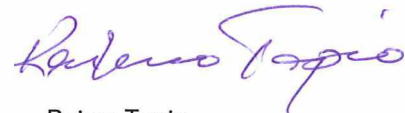
Asiasanat  
vesiväylätutkimukset, turvalaitetutkimukset, pohjatutkimukset, ympäristöselvi-  
tykset

## Vesiväylätutkimusten yleisohjeet

Tässä yleisohjeessa on esitetty vesiväylähankkeissa tehtävien väylätutkimusten teettäminen, käytettävät tutkimusmenetelmät ja niiden soveltuvuus sekä vesiväylähankkeisiin liittyvät ympäristöselvitykset.

Ohjetta noudatetaan Liikenneviraston vesiväylähankkeisiin liittyvissä maastotutkimuksissa meri- ja sisävesialueilla.

Yljohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA  
Jarmo Hartikainen  
Liikennevirasto  
puh. 020 637 3334

Liikennevirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI

puh. 020 637 373 kirjaamo@liikennevirasto.fi  
faksi 020 637 3700 etunimi.sukunimi@liikennevirasto.fi

[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

## Esipuhe

Vesiväylätutkimuksia ovat vesiväylähankkeen suunnittelua ja toteuttamista varten tehtävät maastomittaukset, -tutkimukset ja muut selvitykset. Teknistä suunnittelua ja rakentamista varten tehtäviin tutkimuksiin sisältyy pohjan syvyyskartoitukset koko väylän alueelta sekä pohjatutkimukset maaperän laadun selvittämiseksi ruopattavilla alueilla ja merimerkkien perustamispaikoilla. Ympäristöselvityksillä selvitetään ympäristön tilaa ja hankkeen vaikutuksia ympäristön eri osa-alueisiin.

Tämä yleisohje on tarkoitettu yleisohjeksi sekä vesiväylätutkimuksia teettävälle että tekeville tahoille. Ohje jakautuu kolmeen osan: teettäminen, tutkimusten tekeminen ja ympäristöselvitykset

TEETTÄMINEN-osassa on esitetty tutkimusten teettämisessä huomioitavat ja prosessin kannalta keskeiset asiat. Hankintamenettelyjen osalta noudatetaan Liikenneviraston hankinnan ohjeistusta..

TUTKIMUSMENETELMÄT-osassa on kuvattu lyhyesti vesiväylätutkimuksissa käytettävät tutkimusmenetelmät ja niiden soveltuvuus ja soveltaminen erityispiirteineen sekä tutkimustulosten käsittely ja raportointi. Ohje ei sisällä yksityiskohtaisia tutkimustöiden suorittamista koskevia menetelmä- tai laitekohtaisia ohjeita.

YMPÄRISTÖSELVITYKSET-osassa on esitetty ympäristöä koskevat, etupäässä vesilupa- ja YVA-prosesseja varten tarvittavat selvitykset: mitä selvityksiä tarvitaan, ja mitä tietoja niiden tulee sisältää, koskien mm. hankealueen vesistön tilaa, kalastoa ja kalataloutta, sedimentoitumisolosuhteita sekä sedimenttien koostumusta ja niissä mahdollisesti olevia haitallisia aineita sekä hankkeen vaikutuksia näihin eri osa-alueisiin.

Tutkimusmenetelmät -osion (luvut 3-5 ja 7) on toimittanut Meritaito Oy. Muilta osin ohje on laadittu virkatyönä Liikennevirastossa.

Helsingissä huhtikuussa 2013

Liikennevirasto  
Väylänpito-osasto

## Sisällysluettelo

|   |    |
|---|----|
| OSA 1.....  | 8  |
| 1 TUTKIMUSTEN TEETTÄMINEN.....                                | 8  |
| 1.1 Prosessi.....   | 8  |
| 1.1.1 Tutkimusten vaiheistus suunnitteluvaiheen mukaan.....   | 8  |
| 1.1.2 Hanketyypit.....  | 9  |
| 1.1.3 Muuta tutkimusprosessissa huomioitavaa.....             | 11 |
| 1.2 Yleiset vaatimukset ja laadunhallinta.....                | 11 |
| 1.2.1 Tarvittavat luvat ja selvitykset.....                   | 11 |
| 1.2.2 Pätevyysvaatimukset.....                                | 12 |
| 1.2.3 Kalustovaatimukset.....                                 | 13 |
| 1.2.4 Koordinaatistot ja korkeusjärjestelmät.....             | 13 |
| 1.2.5 Tarkkuusvaatimukset.....                                | 14 |
| 1.2.6 Turvallisuus.....                                       | 14 |
| 1.2.7 Laadunvarmistus.....                                    | 15 |
| 1.3 Hankintamenettelyt.....                                   | 16 |
| 1.4 Vanhojen tutkimusten hyödyntäminen.....                   | 17 |
| 1.4.1 Olemassa olevan aineiston selvittäminen.....            | 17 |
| 1.4.2 Käyttökelpoisuuden ja laadun arviointi.....             | 18 |
| Erottaminen tulosteissa uusista tutkimuksista.....            | 19 |
| 1.5 Tutkimusohjelma.....                                      | 19 |
| 1.5.1 Tutkimusohjelman laatiminen ja aikatauluttaminen.....   | 19 |
| 1.5.2 Merenmittausohjelmat.....                               | 20 |
| 1.5.3 Tutkimusohjelman sisältö.....                           | 20 |
| 1.6 Töiden valvonta, seuranta ja ohjaus.....                  | 21 |
| 1.7 Tutkimusten dokumentointi.....                            | 22 |
| 1.6.1 Tutkimusten dokumentointi ja raportointi.....           | 22 |
| 1.6.2 Käytettävät tiedostoformaattit ja aineiston siirto..... | 22 |
| 1.6.3 Tutkimustulosten arkistointi ja varmuuskopiointi.....   | 22 |
| 1.8 Aineistojen käyttöoikeudet ja luovutus.....               | 23 |
| 1.8.1 Yleistä.....  | 23 |
| 1.8.2 Merenmittausaineistot.....                              | 23 |
| OSA 2.....  | 25 |
| 2 TUTKIMUKSEN VALMISTELU.....                                 | 25 |
| 2.1 Yleistä.....  | 25 |
| 2.2 Perusmittaukset.....                                      | 25 |
| 2.2.1 Vertailutasot.....                                      | 25 |
| 2.2.2 Korkeusjärjestelmät.....                                | 26 |
| 2.2.3 Koordinaatistot.....                                    | 26 |
| 2.2.4 Kalibrointi ja testaus.....                             | 27 |
| 3 SYVYYSMITTAUSMENETELMÄT.....                                | 28 |
| 3.1 Yleistä.....  | 28 |
| 3.2 Akustiset mittaukset.....                                 | 28 |
| 3.2.1 Yleistä.....  | 28 |
| 3.2.2 Monikeilaus.....  | 29 |
| 3.2.3 Kaikuharaus.....  | 30 |
| 3.2.4 Linjaluotaus.....                                       | 32 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.2.5  | Matalataajuusluotaus.....                   | 32 |
| 3.2.6  | Viistokaikuluotaus.....                     | 32 |
| 3.3    | Optiset mittaukset.....                     | 33 |
| 3.3.1  | Laserkeilaus.....                           | 33 |
| 3.4    | Mekaaniset mittaukset.....                  | 34 |
| 3.4.1  | Tankoharaus.....                            | 34 |
| 3.4.2  | Käsiluotaus.....                            | 36 |
| 3.5    | Erikoismenetelmämittaukset.....             | 36 |
| 4      | POHJATUTKIMUKSET.....                       | 37 |
| 4.1    | Yleistä.....                                | 37 |
| 4.1.1  | Pohjatutkimusten tarkoitus.....             | 37 |
| 4.1.2  | Pohjatutkimusten suoritus.....              | 37 |
| 4.1.3  | Pohjatutkimusten ohjelmointi.....           | 38 |
| 4.2    | Painokairaus.....                           | 39 |
| 4.3    | Tärykairaus.....                            | 40 |
| 4.4    | Heijarikairaus.....                         | 40 |
| 4.5    | Siipikairaus.....                           | 40 |
| 4.6    | Puristinkairaus.....                        | 40 |
| 4.7    | Puristin-heijarikairaus.....                | 41 |
| 4.8    | Putki- ja porakonekairaus.....              | 41 |
| 4.9    | Kallionäyttekairaus.....                    | 42 |
| 4.10   | Porareiän videokuvaus.....                  | 42 |
| 4.11   | Vesimenekkimittaukset.....                  | 43 |
| 4.12   | Näytteenotto.....                           | 43 |
| 4.12.1 | Näytteenotto vesiväylätutkimuksissa.....    | 43 |
| 4.12.2 | Näytteenottomenetelmät.....                 | 43 |
| 4.12.3 | Maanäytteiden laboratoriotutkimukset.....   | 44 |
| 4.13   | Muita kenttäkoemenetelmiä.....              | 45 |
| 5      | LOHKAREISUUSTUTKIMUKSET.....                | 46 |
| 5.1    | Viistokaikuluotaus.....                     | 46 |
| 5.2    | Monikeilausdatan hyödyntäminen.....         | 46 |
| 5.3    | Kairaukset.....                             | 46 |
| 5.4    | Sukeltajatutkimukset.....                   | 46 |
| 5.5    | Kuvausmenetelmät.....                       | 48 |
| 5.6    | Koeruoppaus.....                            | 48 |
| 6      | TURVALAITETUTKIMUKSET.....                  | 49 |
| 6.1    | Yleistä.....                                | 49 |
| 6.2    | Linjamerkkitutkimukset.....                 | 49 |
| 6.3    | Reunamerkkitutkimukset.....                 | 50 |
| 6.3.1  | Louhittuun kuoppaan perustettu rakenne..... | 50 |
| 6.3.2  | Kallioon ankkuroitu rakenne.....            | 51 |
| 6.3.3  | Paalutettu rakenne.....                     | 52 |
| 6.3.4  | Gravitaatorakenne (Kasuuni).....            | 53 |
| 6.4    | Majakat ja tutkamerkit.....                 | 54 |
| 6.5    | Kelluvat turvalaitteet.....                 | 54 |
| 7      | TUTKIMUSTEN RAPORTOINTI.....                | 55 |
| 7.1    | Yleistä.....                                | 55 |
| 7.2    | Tutkimusaineiston käsittely.....            | 55 |

---

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| 7.3           | Tutkimustöiden työraportti .....  | 56 |
| 7.3.1         | Pohjatutkimusten työraportti .....  | 56 |
| 7.3.2         | Syvyysmittaustyön työraportti (mittauspöytäkirja) .....                         | 56 |
| 7.4           | Tutkimusraportti .....  | 57 |
| 7.4.1         | Pohjatutkimusten tutkimusraportti .....   | 57 |
| 7.4.2         | Syvyysmittaustyön tutkimusraportti (merenmittausprojektin<br>työselostus) ..... | 57 |
| OSA 3         | .....   | 58 |
| 8             | YMPÄRISTÖSELVITYKSET .....  | 58 |
| 8.1           | Yleistä .....   | 58 |
| 8.2           | Maa- ja vesialueiden omistusolot .....  | 58 |
| 8.3           | Vesistöselvitys .....   | 59 |
| 8.4           | Sedimenttitutkimukset .....   | 59 |
| 8.5           | Kalatalousselvitys .....  | 61 |
| 8.6           | Läjityspaikkaselvitykset .....  | 62 |
| 8.7           | Virtaustutkimukset .....  | 63 |
| 8.8           | Muut olosuhde- ym. selvitykset .....  | 64 |
| 8.8.1         | Jääolosuhteet .....   | 64 |
| 8.8.2         | Aallokkotutkimukset .....   | 65 |
| 8.8.3         | Natura- ja luonnonsuojelualueet .....   | 65 |
| LIITELUETTELO | .....   | 66 |
| LIITTEET      |   |    |
| Liite 1       | Prosessikaavio  |    |
| Liite 2       | Merenmittaustietojen suojaustasot ja turvallisuusluokat                         |    |
| Liite 3       | Vertailutasojen havainnekuva  |    |
| Liite 4       | S44 Kansallinen laajennus FSIS44  |    |
| Liite 5       | Mittausten soveltuvuus taulukkoarvosteluiin                                     |    |
| Liite 6       | Mittausten ominaisuustaulukko   |    |
| Liite 7       | Tankoharausmerkinnät  |    |
| Liite 8       | Pohjatutkimusten soveltuvuustaulukko  |    |
| Liite 9       | Pohjatutkimusten normitustaulukko   |    |
| Liite 10      | Lohkareisuuskartta viistokaikuluotausaineistosta                                |    |
| Liite 11      | Lohkareisuuskartta monikeilausdatasta   |    |
| Liite 12      | Sukeltajatutkimuksissa käytettävät piirustusmerkinnät                           |    |
| Liite 13      | Merenmittaustoimeksiannoista luovutettavien aineistopakettien<br>sisältö        |    |
| Liite 14      | Syvyysmittaustyön työraportin sisältö   |    |
| Liite 15      | Tankoharauksen työraportin sisältö  |    |
| Liite 16      | Syvyysmittaustyön tutkimusraportin sisältö                                      |    |
| Liite 17      | Vesiväylätutkimusten kannalta keskeisiä Liikenneviraston NAVI-<br>ohjeita       |    |
| Liite 18      | YM-ohje   |    |

## OSA 1

# 1 Tutkimusten teettäminen

## 1.1 Prosessi

Tutkimusten tulee linkittyä hankkeen kokonaisprosessiin siten, että kussakin vaiheessa on käytettävissä riittävät tiedot ko. vaiheessa suoritettavia toimenpiteitä, päätöksentekoa ja jatkotoimenpiteiden suunnittelua silmällä pitäen.

Väylätutkimusten liittyminen vesiväylähankkeeseen on kuvattu prosessikaaviona liitteessä 1.

### 1.1.1 Tutkimusten vaiheistus suunnitteluvaiheen mukaan

Tutkimukset etenevät laaja-alaisista yleispiirteisistä tutkimuksista yksityiskohtaisempiin alueellisesti tarkemmin rajattuihin tutkimuksiin.

#### **Esisuunnittelu**

Esisuunnitteluvaihe pyritään yleensä ja ensisijaisesti toteuttamaan olemassa olevia tietoja ja tutkimustuloksia hyödyntäen, niin että varsinaisia hankekohtaisia maastotöitä ei tässä vaiheessa vielä tehtäisi. Tiedot voivat olla aiempiin väylätöihin liittyvää pohjatutkimus- ja mittausaineistoa, muuta väylämittaus- ja merikartoitusaineistoa tai geologista tutkimusaineistoa.

#### **Yleissuunnitteluvaihe**

Yleissuunnitteluvaiheessa tarvitaan riittävän laajat tutkimukset väylän linjauksen ja geometrian suunnittelua, työmäärien ja kustannusten arviointia, työmenetelmien määrittämistä ja läjityspaikan valintaa varten. Väylällä voi tässä vaiheessa olla useampia linjauksia ja mitoitusvaihtoehtoja. Tutkimusten tulee kattaa kaikki tarkasteltavat vaihtoehdot. Tarvittaessa tehdään priorisointia todennäköisimpien vaihtoehtojen suuntaan.

Yleissuunnittelua varten tulee olla selvitetty:

- pohjan syvyysuhteet: peittävä luotaustieto kaikilta väyläalueilta, erityisesti ruoppauskohteilla sekä kriittisten matalien ja kapeikkojen kohdalla sekä turvalaitteiden perustamispaikoilla
- pohjan laatu ruoppauskohteilla: maalajit, maaperän tiiviys, kallion esiintyminen, lohkaraisuus (yleispiirteisesti)
- pohjan laatu veteen perustettavien turvalaitteiden perustamispaikoilla (kallion syvyys, maaperän laatu)
- läjitysalueiden syvyysuhteet ja pohjanlaatu
- pilaantuneiden maiden esiintyminen
- hylkyjen, ammusten ym. mahdollisten vieraiden esineiden esiintyminen (tapauskohtainen harkinta)

Joissain tilanteissa yleissuunnittelu voi edetä vaiheittain alustavasta yleissuunnittelusta tarkistettuun yleissuunnitteluun, jolloin täydentäviä tutkimuksia saatetaan tehdä suunnitelmavaiheiden välillä.

#### **Rakennussuunnitteluvaihe:**

Rakennussuunnitteluvaiheen tutkimuksilla täydennetään ja tarkennetaan yleissuunnitteluvaiheen tutkimuksia siten, että tutkimukset ovat riittävän kattavat ja yksityiskohtaiset rakennussuunnitelman laatimista, työmäärien ja kustannusten tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa arviointia, urakan valmistelua ja rakentamista varten. Yleissuunnitelman pohjalta on yleensä tehty päätökset toteutettavasta vaihtoehdosta (väylän linjaus, syvyys, leveys ym.), joten tutkimukset voidaan rajata tätä vaihtoehtoa koskeviksi.

Rakennussuunnittelua varten tehtäviä tutkimuksia:

- ruoppauskohteiden rajausta tankoharaamalla. Yleissuunnitteluvaiheessa voi olla esillä vielä useita eri syvyysvaihtoehtoja, kullakin kulkusyvyydellä erilaisia haraussyvyys/varavesivaihtoehtoja sekä eri linjausvaihtoehtoja. Tällöin tankoharausten suorittamista on syytä lykätä ajankohtaan, jolloin vaihtoehdot on rajattu minimiin.
- kalliopinnan sijainnin ja maalajirajojen ja ruopattavuuden tarkentaminen lisäkairauksin
- kallion laadun (mm. ruopattavuuden ja rikkonaisuuden) tarkempi selvittäminen ruoppauskohteilla ja turvalaitekohteilla
- lohkaraisuusselvitykset
- linjamerkkien näkemäsektoreiden kartoitus

#### **Ympäristö- ja lupaprosesseihin liittyvät selvitykset**

Ympäristöselvitykset liittyvät yleensä hankkeen YVA-prosessiin tai vesilupaprosessiin, ja ne ajoittuvat suunnitteluprosessissa pääosin yleissuunnitteluvaiheeseen. Ympäristöselvityksissä selvitetään hankealueen ympäristön nykytilaa sekä väylätöiden ja väylän ja sen liikenteen vaikutuksia siihen.

Ympäristöselvityksiin kuuluu tyypillisesti seuraavia osaselvityksiä (voivat olla osin päällekkäisiä, esim. sedimenttitutkimukset voivat liittyä sekä vesistöselvitykseen että läjityspaikkaselvitykseen):

- maa - ja vesialueiden omistusolot
- vesistöselvitys
- kalatalousselvitys (alueen kalasto ja kalastus)
- sedimenttitutkimukset
- läjityspaikkaselvitykset

Ympäristöselvitysten sisältöä on kuvattu tarkemmin ohjeen osassa 3 (Ympäristöselvitykset).

#### **1.1.2 Hanketyypit**

Tutkimusten laajuus ja painopiste ja prosessi voivat poiketa toisistaan myös hanketyypin mukaan.

#### **Väylän kehittämishanke**

Väylän kehittämishankkeessa tutkimuksia tarvitaan kattavasti väylän linjauksen ja geometria suunnittelua, ruoppaus- ja läjitystöiden suunnittelua, turvalaiteiden rakennussuunnittelua varten. Ympäristöselvitysten puolella tutkimuksia ja selvityksiä tarvitaan YVA-prosessia, väylän perustamishakemusta ja väylätöiden lupahakemusta varten.

Olemassa olevan väylän kehittämishankkeessa (tyypillisesti syventämishanke) väylästä on useimmissa tapauksissa käytettävissä huomattava määrä aiempia tutkimustietoja hyödynnettäväksi sekä itse väylän suunnittelussa että uusien tutkimusten suunnittelussa ja ohjelmoinnissa.

Kehittämishankkeen tutkimukset etenevät yleensä vaiheittain yleispirteisistä tutkimuksista yksityiskohtaisiin tutkimuksiin suunnitteluprosessin vaiheistuksen mukaisesti (esisuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennussuunnittelu). Näihin hankkeisiin liittyy lähes poikkeuksetta myös vesilupaprosessi (mahdollisesti myös YVA-prosessi) siihen tarvittavine ympäristöselvityksineen.

#### **Navi-hanke**

Navi-hanke tähtää väylän tietojen tarkistamiseen ja ajantasaistamiseen, väyläalueen merikartoitustiedot mukaan lukien. Tutkimusten pääpaino on mittauksissa: peittävät luotaukset, syvyyden varmistaminen, turvalaitteiden ym. rakenteiden sijaintimittaukset. Jos Navi-tarkistuksen yhteydessä todetaan laajempaa väylän kunnostustarvetta, toteutetaan se omana erillisenä kunnostus- tai kehittämishankkeena siihen liittyvine tutkimuksineen.

Mittauksissa lähdetään liikkeelle luotauksilla. Tankoharaustarve määritetään luotauksen perusteella. Navi-hanke ei lähtökohtaisesti edellytä vesilupaa, eikä ympäristöselvityksiä tarvita.

Kauppamerenkulun väyliä osalta väyliä Navi-tarkistukset on jo valtaosin tehty.

#### **Kunnostushanke**

Väylän kunnostushankkeessa on tyypillisesti kysymys liettymistä ja maankohoamisesta aiheutuvasta kunnostusruoppauksesta tai yksittäisen väyläkohdan parantamisesta (esim. haittaavan kapeikon leventäminen tai mutkan oikaiseminen).

Kunnostusruoppauksessa tutkimusten pääpaino on massamäärien sekä vesilupaa varten tarvittavassa ruoppausmassojen laadun selvittämisessä. Yleensä tutkimukset ja suunnittelu tehdään kunnostushankkeissa yhdellä kertaa ilman vaiheistusta.

#### **Turvalaittehanke**

Yksittäisen turvalaitteen tutkimuksissa tutkimustarve on paikallinen ja alueellisesti rajattu, mutta voi edellyttää ruoppaustutkimuksiin nähden erikoismenetelmien tai -kaluston käyttöä (mm. syvät kairaukset, vesimenekkimittaukset). Tutkimuskohteet sijaitsevat monasti avonaisilla ulkomerialueilla, joten sääriskeillä ja kaluston siirroilla ja mobilisaatiolla on oleellinen vaikutus töiden ajoitukseen ja kustannuksiin.

Mahdollisuuksien mukaan tulee yksittäisissä turvalaittepaikkatutkimuksissa pyrkiä hyödyntämään alueella mahdollisesti käynnissä olevien muiden töiden kalustoa sekä yhdistämään usempien yksittäisten turvalaittehankeiden tutkimukset samalla kertaa tehtäväksi.



### 1.1.3 Muuta tutkimusprosessissa huomioitavaa

- Aikataulullisten tekijöiden huomiointi: tutkimusten suunnittelulle, tekemiselle ja tulosten käsittelylle varataan riittävästi aikaa
- Resurssien kohdentaminen: panostus oikeassa suhteessa hankkeen etenemiseen ja merkittävyyteen (kuinka paljon kannattaa tutkia ja missä vaiheessa?)
- Vaihtoehtojen huomiointi: jos suunnittelussa mukana useampia vaihtoehtoja, tutkimustarve määräytyy lähtökohtaisesti laajimman vaihtoehdon mukaan (esim. syvimmän väylävaihtoehdon mukaan). Joissain tapauksissa voi olla tarpeen priorisoida tutkimuksia sen hetkisten todennäköisimpien toteutusvaihtoehtojen mukaan.
- Tulevien projektien huomiointi: mahdolliset jatkohankkeet tai tulevat syventämishankkeet (suhteessa työmääriin ja todennäköisyyteen)
- Muiden hankkeiden huomiointi: alueella olevat muut tutkimuskohteet tai tutkimusten niveltäminen muihin hankeohjelmiin, pienten töiden yhdistäminen laajemmiksi kokonaisuuksiksi.

## 1.2 Yleiset vaatimukset ja laadunhallinta

### 1.2.1 Tarvittavat luvat ja selvitykset

#### Vesilaki

Vesilain 18 luvun 7§ mukaan lupaviranomainen voi hakemuksesta antaa tutkimusluvan toisen alueella tehtäviin tutkimuksiin, jos asiasta ei muuten sovita. Menettely koskee maaperä-, vesimäärä- tai muita tutkimuksia, jotka ovat tarpeen vesilaisissa tarkoitettujen hankkeiden vaikutusten tai toteuttamismahdollisuuksien tai pohjavesivarojen selvittämiseksi.

Maa-alueilla tehtävistä tutkimuksista ilmoitetaan alueen omistajalle. Vesialueilla tutkimuksista ilmoittaminen alueen omistajalle harkitaan tapauskohtaisesti tutkimusten tyyppi, laajuus ja sijainti huomioiden. Ilmoituksista ja mahdollisesti tarvittavan tutkimusluvan hakemisesta vastaa tilaaja. Ilmoituksista huolehtiminen voidaan siirtää tutkimusten tekijän huolehdittavaksi.

#### Aluevalvontalaki

Merialueella tapahtuvaa merenpohjan kartoitusta ja tutkimusta säätelee aluevalvontalain 3 luvun 12§ ja 4 luvun 20§. 12 §:n mukaan "Suomen aluevesillä ei saa ilman lupaa harjoittaa merenpohjan tai sen sisustan muodon, rakenteen tai koostumuksen selvittämistä geologisilla tai geofyysisillä tutkimuksilla eikä merenpohjan topografisten muotojen järjestelmällistä mittausta ja tallennusta".

Pääesikunta on päätöksessään "Merenmittaustietojen suojaustasot ja turvallisuusluokat" (29.10.2010) esittänyt periaatteet ja kriteerit aluevalvontalain soveltamisesta Suomen aluevesillä tehtävissä merenmittaustöissä, ml. väylämittaukset (liite 2).

Aluevalvontalain mukaisen luvan myöntämisen ja peruuttamisen käsittelee ja ratkaisee pääesikunta. Lupahakemukseen on liitettävä selvitys toiminnasta sekä siinä käytettävistä välineistä ja laitteista. Luvan hakeminen Pääesikunnalta kuuluu työn suorittajalle. Lupa koskee vain sitä mittausta, johon lupa on saatu. Tilaaja on velvollinen varmistamaan, että asianmukainen lupa on olemassa.

**Muinaismuistolaki**

Merialueelta tavattavien muinaisjäännösten ja laivalöytöjen suhteen noudatetaan muinaismuistolakia. Hylkyjä koskevat erityissäännökset on esitetty lain 20 §:ssä (3 luku/Laivalöydöt).

Muinaismuistolain piiriin kuuluvista löydöksistä tulee ilmoittaa Museovirastolle.

Museovirasto on antanut ohjeet viistokaikuluotauksen suorittamisesta vedenalais-inventoinnissa (Museoviraston ohje viistokaikuluotaustyöstä, Helsinki 9.6.2009).

**Luonnonsuojelu- ym erityisalueet**

Suojelualueiden omistajilta on selvitettävä kyseiseen alueeseen kohdistuvat rajoitukset. Toimintaluvan hankkiminen kuuluu tutkimuksen suorittajalle.

**Kaapeli- ja putkijohdot**

Kaapeli- ja putkijohdot sijainnit on selvitettävä tapauskohtaisesti niiden omistajilta. Selvitysvastuu kuuluu tutkimuksen suorittajalle. Lähtötietoina voidaan hyödyntää Liikenneviraston rekistereissä olevia tietoja, mutta näiltä osin tiedot eivät ole välttämättä ajantasaiset eivätkä kattavat.

**1.2.2 Pätevyysvaatimukset**

Tutkimuskonsultin tulee nimetä hankkeeseen päteväksi osoiteut henkilöt, joiden tulee täyttää määräysten ja ohjeiden mukaiset ko. tehtävää koskevat pätevyysvaatimukset. Pätevyudet dokumentoidaan mittaus- ja pohjatutkimustöiden työraportesissa.

**Pohjatutkimukset**

Liikennevirasto edellyttää pohjatutkimusryhmän vastuukäyttäjältä todennettua ammatillista pätevyyttä (Liikenneviraston kirje 6018/013/2010, 3.11.2010). Pätevyys osoitetaan hyväksyttävästi suoritetun näyttötutkimuksen avulla. Näyttötutkimuksen avulla todetaan henkilön riittävä valmius:

- hallita pohjatutkimuksen tekemisen prosessi ja laadunhallinta sekä omata perustiedot pohjatutkimuksen tarkoituksesta
- käyttää pohjatutkimuslaitteistoa turvallisesti sekä tuntee laitteiston toiminta- ja huoltovaatimukset sekä
- suorittaa pohjatutkimus näyttötutkimustodistuksessa mainittuja pohjatutkimusmenetelmiä käyttäen.

**Tankoharaustyöt**

Harausvaltuuden omaavan henkilön läsnäolo on välttämätöntä tankoharauksissa, joita käytetään viralliseen syvyystason varmistamiseen (VARE-alueiden modostamiseen). Pelkästään suunnittelua ja rakentamista palvelevissa harauksissa harausvaltuutta ei välttämättä vaadita.

Harausvaltuuksien myöntäminen on ohjeistettu Liikenneviraston ohjeessa Harausvaltuuksien myöntäminen ja harauskaluston hyväksyminen (2013).

**Syvyysmittaukset**

Merikartoitusta (merikartan valmistamista) palvelevilta merenmittaustöissä edellytetään riittävää peruskoulutusta ja kokemusta, jotka merikartoitusviranomaisen arvioi toistaiseksi tapauskohtaisesti. (IHO S-5 Standard of Competence for Hydrographic Surveyors, nykyinen editio 11)

Väyläsuunnittelua tai muuta väylänpitoa paleveleville syvyysmittauksille ei ole erikseen kirjattuja pätevyysvaatimuksia. Niissä voidaan soveltaa tapauskohtaisesti em. merenmitaustöiden vaatimuksia. Jos mittaustuloksia on tarkoitus viedä myös merikartoituksen järjestelmiin ja merikartoille, on em. merikartoituksen pätevyysvaatimukset syytä huomioida jo mittauksia tilattaessa.

### **Apukalusto**

Mm. hinauskaluston ja yhteysveneiden kuljettajilla tulee olla tarvittavat pätevyudet ja lupakirjat alusten kuljettamiseen.

### **1.2.3 Kalustovaatimukset**

Tutkimuskonsultin tulee osoittaa, että sillä on tutkimustyötä varten tarvittava laitteisto. Laitteistojen tulee täyttää tutkimusten menetelmäohjeiden vaatimukset. Kutakin menetelmää koskevat tilaajan asettamat kalustoa koskevat vaatimukset on esitetty ohjeen osassa 2 tutkimusmenetelmien yhteydessä.

Kaluston ml. apukalusto tulee täyttää merellisissä olosuhteissa työskentelyä koskevat vaatimukset (merikelpoisuus ym). Kaluston tulee olla asianmukaisesti ammattikäyttöön katsastettu.

Vesisyvyyden varmistamiseen tähtäävissä tankoharaustöissä harauskaluston tulee olla Liikenneviraston katsastuksessa hyväksymä. On suositeltavaa, että myös muissa tutkimusharauksissa käytetään katsastettua harakalustoa, koska se osaltaan varmistaa työn laadun ja luotettavuuden (Liikenneviraston ohje Harausvaltuuksien myöntäminen ja harauskaluston hyväksyminen).

Vastuu kaluston asianmukaisuudesta ja säännösten mukaisuudesta on tutkimuksen suorittajalla. Tilaajan tulee omalta osaltaan valvoa vaatimusten täyttämistä, ja tarvittaessa huomauttaa tutkimusten suorittajaa asiasta.

### **1.2.4 Koordinaatistot ja korkeusjärjestelmät**

#### **Koordinaatistot**

Vesiväylätutkimukset sidotaan lähtökohtaisesti KKJ-koordinaatistoon. Suunnitelmana on siirtyä kansalliseen EUREF-FIN –koordinaattijärjestelmään, joka on suomalainen realisaatio Euroopan laajuudesta ETRS89-järjestelmästä (JHS 153 ja JHS 154).

Mikäli tutkimustulokset on sidottu johonkin muuhun kuin KKJ- tai EUREF-FIN-koordinaatistoon tai sidonta on muutoin epävarma, tulee kyseinen koordinaatisto tai mittaussaineiston keskeiset taustatiedot kuvata niin tarkasti, että tulokset saadaan muunnettua riittäväällä tarkkuudella tavoitekoordinaatistoon. JHS-suosituksesta poikkeavat koordinaattimuunnokset on hyväksyttävä etukäteen Liikennevirastossa.

Tutkimuksessa käytettävä koordinaatisto todetaan hankinta-asiakirjoissa, työraporteissa ja tutkimusten tulosteissa.

#### **Korkeusjärjestelmät**

Väylähankkeissa (nimetyt kehittämishankkeet) tutkimukset sidotaan tiettyyn hankkeelle nimettyyn vertailutasoon. Merialueilla tämä vertailutaso on nimetyt vuoden mukainen teoreettinen keskiveden korkeustaso (esim. MW2005). Lähtökohtana on, että kaikki hankkeen tutkimukset, suunnitelmat ja rakentamisen dokumentit sidotaan tähän samaan vertailutasoon.

Jos hankkeessa ei ole erikseen sovittu tietyn vertailuvuoden käyttämisestä, mittaukset sidotaan mittausvuoden teoreettisen keskiveden tasoon.

Sisävesistöissä on jokaiselle järvioltaalle tai kanavaosuudelle määritetty alavertailutaso ja ylävertailutaso. Vesisyvytydet ilmoitetaan alavertailutasoon nähden. Alavertailutaso on aikanaan valittu edustamaan purjehduskauden alinta vedenkorkeutta. Lähes kaikissa tapauksissa alavertailutaso voidaan ilmoittaa korkeuslukuna valtakunnallisessa NN tai N60-korkeusjärjestelmissä. Erityisesti isoissa järvioltaissa on huomioitava, että järven vedenkorkeustaso mitattuna järvioltaan eri osissa ei ole sama korkeusluku. Liikennevirastossa ollaan siirtymässä N2000-korkeusjärjestelmän mukaisten korkeuslukujen käyttöön ala- ja ylävertailutasojen ilmoittamisessa.

Tutkimuksissa käytettävä syvyyksilukujen vertailutaso ilmoitetaan hankinta-asia-  
kirjoissa, työraporteissa ja tutkimusten tulosteissa. Mittausdokumenteissa on lisäksi ilmoitettava havaittu vedenkorkeus ja asteikko, mistä havainto on suoritettu.]

Jos tutkimustyömaalla käytetään omaa työmaa-asteikkoa vedenkorkeuden mittaamiseen, on tämän työmaa-asteikon perustamisen mittausdokumentit esitettävä osana tutkimusasiakirjoja.

#### 1.2.5 Tarkkuusvaatimukset

Tutkimuksilta vaadittavat tarkkuudet (sallitut epävarmuustasot) riippuvat tutkimusmenetelmästä, tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteista. Tilaaja määrittelee vaatimukset tutkimustulosten ja käytettävien menetelmien tarkkuudelle etukäteen. Lähtökohtana on käytettävien menetelmien tyypillinen ominaistarkkuus tai mahdolliset muut yleisesti käytetyt tarkkuusvaatimukset. Merikartoitusta palvelevien syvyysmittauksissa lähtökohtana ovat IHO S-44 ed 5 ja Suomen kansallisten merenmittausmääräysten mukaiset vaatimukset. Jos vaatimukset poikkeavat näistä ominaistarkkuuksista, on ne kirjattava erikseen hankinta-asikirjoihin.

Tarkkuusvaatimukset voivat vaihdella myös saman menetelmän puitteissa riippuen mm. kohteen sijainnista ja tutkimusten tarkoituksesta. Varsinkin mitoitukseltaan kriittisissä (ahtaissa) paikoissa tai erikoisrakennekohteissa saatetaan tutkimuksissa tarvita menetelmien normaalia ominaistarkkuutta suurempaa tarkkuutta (esim. siten, että normaalin GPS-paikannuksen sijasta käytetään RTK-paikannusta).

Menetelmäkohtaiset tarkkuusvaatimukset on esitetty ohjeen osassa 2 kunkin tutkimusmenetelmän yhteydessä.

#### 1.2.6 Turvallisuus

Työturvallisuuden osalta noudatetaan työturvallisuuslain (738/2002) ja tilaavastuulain vaatimuksia ja menettelyjä.

Tutkimusten tilaajan tulee laatia tilausta koskeville töille Liikenneviraston ohjeen (Dnro 4783/065/2011, 1.4.2012) mukaiset turvallisuusohjeet. Turvallisuusohjeet ovat toimittajaa ja palveluntuottaja sitovia toimintaohjeita työturvallisuutta ja -terveyttä koskevissa asioissa. Turvallisuusohjeissa määritellään toimintatavat ja turvallisuusvaatimukset, joita noudatetaan. Liikenneviraston turvallisuutta ja riskienhallintaa käsittelevät ohjeet liitetään osaksi turvallisuusohjeita. Liikenneviraston em. turvallisuusohjeen laadintaa koskevassa ohjeessa on esitetty turvallisuusohjeen sisältömalli.

Ennen pohjatutkimustöitä tulee tutkimusten suorittajan selvittää alueella sijaitsevat johdot ja kaapelit.

Aluskaluston tulee olla ammattikäyttöön katsastettu, ja alusten miehityksen kuten myös miehistön pätevyyksien tulee olla vaatimusten mukainen.

### 1.2.7 Laadunvarmistus

Riittävän laatutason saavuttamisen lähtökohtana on tuottajan sisäinen laadunvarmistus, josta tuottaja esittää kuvatut työ- ja laadunvarmistusprosessien kuvaukset tilaajan vaatimusten mukaisesti.

Tilaaaja seuraa ja varmistaa tuottajien toimittamien aineistojen laatua kenttävalvonnalla, tuottajan toimittamalla dokumentoinnilla ja mahdollisilla erikseen suoritettavalla testauksella. Näin varmistetaan luovutetun aineiston vaatimuksenmukaisuus.

Tilaaaja huolehtii omalta osaltaan, että hankintaprosessi tukee laadunhallintaa, ja että hankinta etenee toimintajärjestelmäprosessien mukaisesti. Tilaajan on syytä varmistaa seuraavien seikkojen riittävä huomiointi prosessin aikana:

- Väylätutkimukset on huomioitu hankkeen kokonaisuikataulussa ja nivelletty suunnittelun ja koko hankkeen etenemisen: tutkimuksille varattu riittävästi aikaa, huomioitu mitä tutkimuksia ja kuinka kattavasti tarvitaan missäkin vaiheessa (mm. tutkimusten vaiheistus yleispiirteisiin ja yksityiskohtaisiin tutkimuksiin)
- Väylätutkimukset on huomioitu hankkeen resursoinnissa: riittävä rahoitus, riittävät hlöresurssit (valvonta ja seuranta)
- Väylätutkimukset on huomioitu hankkeen organisoinnissa: selkeät vastuut ja valtuudet (kuka tekee ja mitä)
- Vanhat tutkimustulokset on validoitu ja käyttökelpoiset aineistot hyödynnety.
- Tutkimuksista on laadittu asianmukainen tutkimusohjelma, josta ilmenee tutkimusten tarkoitus, tavoitteet, mahdolliset erityisvaatimukset. Ohjelman yksityiskohtaisuus määräytyy tapauskohtaisesti tilanteen mukaan.
- Tutkimusten seuranta ja valvonta hoidettu: työmaakokoukset (aloitus- ja lopetuskokoukset + työnaikaiset kokoukset), suunnittelijan/rakennuttajan ja tutkimusten tekijän välillä toimiva yhteys
- Tutkimuksissa käytetään yleisesti hyväksytyjä, ohjeiden mukaisia menetelmiä ja suoritustapoja
- Tutkimusten tekijöillä riittävä pätevyys, ammattitaito ja kokemus
- Tutkimuskalusto on asianmukaista, ko. menetelmiin ja olosuhteisiin sopiva sekä asianmukaisesti kalibroitu, katsastettu ja hyväksytty.
- Työturvallisuusasiat hoidettu
- Asianmukaiset ilmoitukset ja luvat hoidettu
- Tutkimusten raportointi ja tulostus tehty asianmukaisesti: tutkimusselostukset riittävän kattavia ja yksityiskohtaisia, tulokset koottu tutkimuskansioihin ja tiedostoihin, käytetty ohjeiden mukaisia piirustusmerkintöjä.
- Tutkimustulokset arkistoitu asianmukaisesti, sähköiset aineistot tallennettu sovittuun formaattiin ja aineistojen varmuuskopiointi hoidettu.



## 1.3 Hankintamenettelyt

Vesiväylätutkimusten hankinnassa noudatetaan hankinnoista annettuja säädöksiä ja määräyksiä sekä Liikenneviraston hankintaa koskevia käytäntöjä ja ohjeita.

Osapuolten tehtävät hankintaprosessissa

Tilaaaja

- tarpeiden, tavoitteiden, aikataulujen ja rahoituspuitteiden määrittäminen
- hankintakokonaisuuksien määrittäminen
- tutkimusohjelman teettäminen ja hyväksyminen (osana suunnittelutoimeksiantoa, tutkimusohjelma voidaan tehdä myös omana työnä)
- tilausmenettely (tarjouspyynnöt, tilaus)
- työn seuranta ja ohjaus, valvonta
- työn hyväksyminen
- arkistointi
- jatkotoimenpiteistä päättäminen
- säädösten ja määräysten sekä turvallisuusseikkojen huomiointi

Suunnittelukonsultti (työnjako tilaajan kanssa määritellään tarkemmin tapauskohtaisesti)

- tutkimustarpeiden määrittely
- tutkimusohjelman laatiminen
- seuranta ja ohjaus (tilaajan määrittelemässä laajuudessa)
- lisätutkimustarpeiden määrittely

Toimittaja

- tarjouksen antaminen
- )
- tutkimussuunnitelman tekeminen (tutkimusohjelmaan perustuen)
- tutkimusten tekeminen
- tulosten käsittely ja toimittaminen tilaajalle
- tutkimusten raportointi
- laadunvarmistus

### Syvyysmittausten tilausmenettely

Syvyysmittausten tilaamisesta huolehtii lähtökohtaisesti merikartoitusosaston merenmittausyksikkö, jolle väyläyksiköt toimittavat yhteenvedon mittaustarpeista vuosittaista merenmittausohjelmaa varten. Yksittäisiä hankkeisiin liittyviä täydentäviä väylämittauksia (luotauksia ja tankoharauksia) voidaan tilata myös hanketta hoitavien yksiköiden toimesta. Monikeilausmenetelmällä suoritettavista tilauksista tulee informoida erikseen merenmittausyksikköä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Syvyysmittausten tilaamisessa on tärkeää jo hankintavaiheessa huomioida, palvelevatko mittaukset vain suunnittelua ja rakentamista, vai halutaanko tulokset viedä myös merikartoituksen järjestelmiin ja hyödyntää mm. merikarttojen valmistuksessa.

## Laskutusperusteet

Laskutusperusteet määritetään tilaus- ja hankekohtaisesti.

Yleisimpänä hinnoitteluperusteena käytetään tutkimusyksikön aikaveloitukseen perustuvaa yksikköhintaa, jossa työajalle, siirroille ja odotusajoille on eri hinnat. Työhön voi tapauskohtaisesti sisältyä kokonaishintaosioita (esim. kaluston mobilisointi).

Suoriteperusteinen yksikköhinnoittelu on vähemmän käytetty laskutusperuste (veloitus esim. kairauspisteiden lukumäärän mukaan, mittausalueen pinta-alan tai linjakilometrien mukaan).

Yksikköhintaan perustuvissa tilauksissa voidaan tietyissä tapauksissa määrittää tietty kokonaishintakatto, minkä ylityksestä on erikseen sovittava. Puhtaasti kiinteään kokonaishintaan perustuvaa hankintamenettelyä ei vesiväylätutkimuksissa ole käytetty.

## Tarjouspyyntö

Tarjouspyynnön tulee sisältää hankkeesta ja tilattavista tutkimuksista seuraavat perustiedot (yksityiskohtaisemmat tiedot tutkimuksista esitetään tarjouspyynnön liitteenä olevassa tutkimusohjelmassa, tarpeen ja tilanteen mukaan):

- tutkimusten tarkoitus ja tavoitteet
- tutkimuskohteiden sijainti ja laajuus
- tutkimusten tarkkuus- ja tavoitetasot
- mahdolliset kalustovaatimukset
- aikataulutavoitteet
- tulostus ja raportointi
- käytettävissä olevat lähtöaineistot

## Tilaus/sopimus

Työtä koskevaan tilaukseen tai sopimukseen sisällytetään tutkimuksia koskien mahdolliset lisätiedot ja täydennykset, jotka eivät sisälly muihin hankinta-asiakirjoihin.

## Alihankkijoiden käyttö

Tilaaajan vaatimukset ja ehdot koskevat samalla tavalla myös toimittajan käyttämiä alihankkijoita. Työssä käytettävät alihankkijat on hyväksyttävä tilaajalla.

# 1.4 Vanhojen tutkimusten hyödyntäminen

## 1.4.1 Olemassa olevan aineiston selvittäminen

Ensimmäisenä vaiheena selvitetään olemassa oleva lähtöaineisto alueelta. Lähtöaineistoa voidaan käyttää suunnittelussa osin sellaisenaan sekä apuna lisätutkimusten ohjelmoinnissa. Lähtöaineistona voidaan hyödyntää seuraavia lähteitä:

- Liikenneviraston rekisterit (VÄRE, VATU, VARE, SYRE, PORE)
- merenmittausarkistot
- Väylän aikaisempien rakentamisvaiheiden (syventämishankkeiden) tutkimukset ja suunnitelmat

- Hanketta varten jo aiemmin mahdollisesti tehdyt tutkimukset, suunnitelmat ja selvitykset
- Sidosryhmien (esim. satamat) tekemät tutkimukset
- Alueen maa- ja kallioperäkartat ym. alueelta saatavissa oleva yleinen selvitys- ja kartta-aineisto (mm. GTK:n pohjatutkimusrekisteristä saatavat tiedot).

Lisätietoa voi saada myös haastattelemalla henkilöitä, jotka ovat olleet tekemisissä kyseisellä alueella aiemmin tehtyjen tutkimusten kanssa tai tuntevat alueen paikallisuus-olosuhteita tai -historiaa vesiväylänpidon näkökulmasta (ovat esimerkiksi olleet mukana väylän aiemmassa ruoppaushankkeessa).

Lähtöaineiston selvitystyön tekee ensisijaisesti tilaaja. Laajojen aineistojen läpikäyminen voidaan tarvittaessa suorittaa myös konsulttityönä. Vanhoja tutkimusaineistoja voi tiedustella myös suoraan tutkimukset suorittaneelta konsultilta.

Aikaisemman mittausaineiston osalta noudatetaan samoja käyttöoikeus- ja luovutusehtoja kuin kohdassa 1.6.4 on todettu koskien tutkimusten aikana syntyneitä aineistoja.

#### 1.4.2 Käyttökelpoisuuden ja laadun arviointi

Olemassa olevista tutkimusaineistoista tulisi aina hyödyntää ensisijaisesti uusimpia aineistoja. Vanhojen aineistojen käyttökelpoisuudelle on vaikeaa antaa mitään yleispäteviä ohjeita. Näiden aineistojen kelpoisuus on arvioitava aina erikseen hanke- ja tapauskohtaisesti.

Hankkeen alustavassa esi- ja yleissuunnittelussa sekä tutkimussuunnittelussa joudutaan useimmiten hyödyntämään hyvinkin vanhaa, laadultaan eritasoista tutkimusaineistoa. Hankkeen alkuvaiheen suunnittelussa onkin tarkoituksenmukaista kerätä kaikki saatavilla oleva aineisto jatkosuunnittelun ja -tutkimusten pohjaksi. Yleis-, vesilupa- ja rakennussuunnitelmavaiheissa suunnittelu tulee sen sijaan perustua tarkempaan ja laadukkaampaan tutkimusaineistoon.

Vanhojen luotausaineistojen luotettavuuden arviointia on kuvattu aiemmin julkaisussa Liikenneviraston Navi-ohjeessa "*Vanhojen aineistojen tulkintaohje*" (MKL 2006). Ohjeessa luotaukset on jaettu luotettavuusvyöhykkeisiin A1, A2, B, C, D erilaisin kriteerein, joita ovat

- luotauksen paikannus- ja syvyytarkkuus
- luotauksen kattavuus (peittävyys)
- mittauksen luonne (mittauksen tarkoitus, mittauskalusto, mittausprosessin koordinaatioaste).

Kyseistä ohjetta voidaan hyödyntää vanhojen luotausaineistojen laadun arvioinnissa. Tämän lisäksi on selvitettävä aineiston kelpoisuus, ts. onko kyseiselle alueella kohdistunut tutkimusten suorittamisen jälkeen ruoppaus-, louhinta-, läjitys-, kivenpoistotai muita rakentamistoimenpiteitä, jotka ovat saattaneet tehdä aineistosta nykytilanteeseen nähden vanhentuneen. Vanhoja tankoharauksia hyödynnettäessä on otettava huomioon paikannustarkkuuden lisäksi vedenpinnan vertaustaso ja haraustaso, joihin haraukset on aikanaan sidottu.

Vanhoja pohjatutkimuksia (kairaukset, kallionvarmistus, näytteenotto, lohkareisuus-tutkimukset jne.) voidaan tavallisesti pitää luotettavina edellyttäen, että tutkimustu-

lokset on raportoitu riittävällä tarkkuudella ja ne ovat yksiselitteisesti tulkittavissa. Vanhoja pohjatutkimuksia hyödynnettäessä tulee ottaa huomioon myös käytetty paikannusmenetelmä ja -tarkkuus. Vanhat kairaukset ovat käyttökelpoista tietoa siltä syvyyshuoneelta, jolta ne on tehty. Käytettävyyttä heikentää, jos kairaukset eivät ulotu uuden suunnitelman mukaiseen tavoitesyvyyteen (varsinkin kalliopinnan tason määrittämisessä).

### **Erottaminen tulosteissa uusista tutkimuksista**

Vanhat tutkimukset on suunnittelussa ja sen pohjalta syntyvissä tulosteissa erotettava uusista tutkimuksista niin selkeästi, että aineistojen laatuero on yksiselitteisesti havaittavissa. Sähköisissä kuvissa vanhat ja uudet tutkimukset voidaan jakaa omille tasoilleen ja kuviin lisätä täydentävät selitetekstit. Tulosteissa esimerkiksi vanhat kairaukset voidaan erottaa uusista esittämällä ne tulosteissa eri väreillä. Aineiston luotettavuuden ja laadunarviointi on syytä esittää tulosteiden selostusosassa myös sanallisessa muodossa.

## **1.5 Tutkimusohjelma**

### **1.5.1 Tutkimusohjelman laatiminen ja aikatauluttaminen**

Tutkimusohjelman sisältö ja laajuus riippuvat mm. hanketyypistä (kehittämis-, kunnostus-, Navi- tai turvalaitehanke) ja hankkeen vaiheesta (esi-, yleis-, vesilupa- tai rakennussuunnittelu). Erilaisia tutkimusohjelmia voivat olla hanketyypistä ja hankkeen vaiheesta riippuen mm. luotaus-, tankoharaus-, pohjatutkimus-, sukellustutkimus- ja erikoismittausohjelmat sekä näiden yhdistelmät. Myös ympäristö- ja lupaprosesseihin liittyviä tutkimuksia varten voi olla tarpeen laatia erillinen tutkimusohjelma.

Tutkimusohjelman laatiminen tilataan useimmiten konsulttipalveluna, mutta pienimuotoisissa hankkeissa ohjelma voidaan laatia myös virkatyönä. Myös väylien peruskunnossapitoon liittyvät vuosittaiset merenmittaus- ja tankoharausohjelmat on tarpeellisuuden mukaan tehtävä pääasiassa virkatyönä.

Tutkimusohjelma laaditaan jo hyvissä ajoin ennen suunniteltua tutkimusajankohtaa hankintaprosessin vaatima aika huomioiden, ja jotta myös toimittajat ehtivät varmaan resurssit ja sovittamaan työt muihin hankkeisiin nähden. Ohjelmaan kuuluvien tutkimustöiden aikatauluttamisessa tulee ottaa huomioon erityisesti:

- hankkeen ja sen osavaiheiden tavoiteaikataulu
- hankkeen vaatima työmäärä ja laatu- ym. vaatimukset
- tutkimusmenetelmän ja -kohteen sääherkkyyden ja muiden erityispiirteiden asettamat vaatimukset (esim. avoin vesialue, kairaukset jään päältä, pohjan vesikasvuston esiintymisen vuodenaikavaihtelu jne.)
- mahdollisten tutkimuslupien yms. hakemiseen kuluva aika
- tutkimuskonsulttipalveluiden ja -kaluston saatavuustilanne
- muut suunnitellut tai käynnissä olevat hankkeet ja niiden aikataulut

Ennen tutkimusohjelman laatimista selvitetään mahdollisimman laajasti olemassa oleva tutkimusaineisto sekä sen laatu ja käyttökelpoisuus hankkeen suunnittelun ja toteuttamisen kannalta. Arvioinnissa on syytä olla erityisen huolellinen, sillä tutki-

musaineisto voi vanhentua hyvinkin nopeasti esim. pohjan sedimentaation, maanko-  
hoamisen (erityisesti Pohjanlahti) tai alueella tutkimusten suorittamisen jälkeen  
mahdollisesti tehtyjen ruoppaus- tai läjitystoimenpiteiden seurauksena. Vanhojen  
tutkimusaineistojen kelpoisuuden arvioinnista on kerrottu tarkemmin kohdassa 1.4  
"Vanhojen tutkimusten hyödyntäminen".

### 1.5.2 Merenmittausohjelmat

Väylien syvyysmittaustarpeet toimitetaan vuosittain hyvissä ajoin ennen uuden mit-  
tauskauden alkua Liikenneviraston merenmittausyksikköön, joka laatii niin meri- kuin  
sisävesialueillekin vuosittaisen alue- ja väylämittausohjelman ja hoitaa palvelun kil-  
pailuttamisen ja tilaamisen markkinoilta.

### 1.5.3 Tutkimusohjelman sisältö

Tutkimusohjelman sisältö vaihtelee riippuen hanketyypistä, hankkeen vaiheesta, tut-  
kimusten tavoitteista sekä käytettävistä tutkimusmenetelmistä. Yleisesti tutkimusoh-  
jelma sisältää esimerkiksi seuraavia tietoja:

- Selostusosa
  - yleiskuvaus hankkeesta ja väylästä (mm. väylän sijainti, kulkusyvyys ja ha-  
raussyvyys)
  - tutkimusten tavoitteet
  - olemassa oleva aiempi käyttökelpoinen ja hyödynnettävä tutkimusaineisto
  - tutkittavat alueet: tutkimusmenetelmä, sijainti, pinta-ala, haraussyvyys sekä  
linjaväli (tarvittaessa)
  - koordinaatisto ja vedenkorkeuden vertaustaso, joihin tutkimukset sidotaan
  - kairauspisteiden suunniteltu tiheys ja sijainti (tarkkuus ja yksityiskohtaisuus  
riippuu tutkimusvaiheesta ja käytettävissä olevista pohjatiedoista), kairaus-  
menetelmä, kairausten tavoitetaso, näytteenottoapaikat, lukumäärä ja näyte-  
tyyppi (häiriintynyt/häiriintymätön), vaadittavat näytteiden laboratoriotutki-  
mukset
  - alustava aikataulu
  - alustava kustannusarvio (tarvittaessa)
- Kartat
  - yleiskartta: tutkimusalueiden yleispiirteinen sijainti merikarttapohjalla esitet-  
tynä
  - tutkimuskohdekartta: tutkimusalueiden tarkka sijainti koordinaattitietoineen  
sekä tutkimusten lähtöaineisto (vare-, väre- ja vatu-rekisteritiedot, putki-  
johdot ja kaapelit, kivet, rantaviiva jne.)
  - muut kartat: indeksi- ja erikoiskartat (tarvittaessa)

Ennen tutkimusohjelman hyväksymistä ja tutkimusten käynnistämistä on tärkeää  
käydä ohjelma tutkimusten tekijän, suunnittelijan ja tilaajan kesken huolellisesti läpi  
ja arvioida sen kattavuus sekä varmistaa ohjelmassa esitettyjen tutkimusmenetel-  
mien soveltuvuus kyseiseen työhön.

Tutkimusten ollessa käynnissä tutkimusohjelmaa voidaan muuttaa ja päivittää sitä  
mukaan kuin tutkimustuloksia ja uutta tietoa saadaan.



## 1.6 Töiden valvonta, seuranta ja ohjaus

Tilaaajan, toimittajan ja suunnittelijan kesken tarvitaan jatkuva vuorovaikutusyhteys koko tutkimusten ajan. Eri osapuolten yhteyshenkilöt tulee olla nimetty ja kaikilla tiedossa. On myös syytä jo ennalta selkeästi sopia avainhenkilöiden roolit ja valtuudet: Jos esim. suunnittelija toimii tutkimusten ohjaajana, mitä muutoksia ja täydennyksiä tutkimusohjelmaan hänellä on valtuus tehdä, ilman että niistä sovitaan erikseen työmaakokouksessa tai tilaaajan edustajan/hankevastaavan kanssa.

Tutkimusten kuluessa pidetään tarpeen mukaan työmaakokouksia, joissa käydään läpi seuraavia kohtia (kokousten tarve arvioidaan tapauskohtaisesti):

- työmaan kalusto ja miehitys
- tehdyt tutkimukset
- jatko-ohjelma
- muutokset tutkimusohjelmaan
- aikataulu ja laskutustilanne.
- turvallisuusasiat

Työmaakokouksia on hyvä pitää vähintään tutkimuksia käynnistettäessä (aloituskokous) ja loppuvaiheessa (päätöskokous). Kokouksiin osallistuu tilaaajan, suunnittelijan ja tutkimusten tekijän edustajat. Muita tahoja kutsutaan mukaan tarvittaessa asiayhteydestä riippuen.

Tutkimuksia käynnistettäessä on syytä sopia myös muusta tutkimusten aikaisesta raportoinnista ja tutkimustietojen luovuttamisesta (mm. kuinka usein, mitä tietoja).

Työmaavalvojan tarve harkitaan tapauskohtaisesti. Useimmissa hankkeissa varsinaista työmaavalvojaa ei ole tarpeen erikseen nimetä.

Kustannusten seurantaan ja raportointiin on kiinnitettävä riittävästi huomiota, jotta tilaajalla säilyy tuntuma yksikköhintoihin ja hinnan muodostumiseen vaikuttavista tekijöistä.

### Lisätöiden teettäminen

Tilaukseen liittyvien lisätöiden/lisätutkimusten tarve arvioidaan työn edetessä, esim. tutkimusten työmaakokousten yhteydessä. tarpeen mukaan pyrittävä tekemään, kun kalusto on vielä paikan päällä (ylimääräisiä pitkiä siirtoja ja kaluston mobilisointia pyrittävä välttämään). Seuraavaan suunnittelu- ja tutkimusvaiheeseen liittyvien tutkimusten tekemistä jo samalla kertaa voidaan arvioida tapauskohtaisesti myös jo tässä yhteydessä.

### Tutkimusten valmiuden toteaminen

Tutkimusten valmistuminen todetaan yhteisesti, esim. työmaan loppukokouksen yhteydessä. Jos laskutus perustuu tehtyihin tutkimuksiin, tulee niiden valmius todeta ennen niitä koskevien laskujen maksamista. Työ on kokonaisuudessaan valmis, kun kaikki siihen kuuluvat tutkimukset katsotaan tehdyksi, ja tutkimustulokset, raportit ja muu työhön liittyvä tilaajalle luovutettava aineisto on tilaajalle hyväksytysti toimitettu.

## 1.7 Tutkimusten dokumentointi

### 1.6.1 Tutkimusten dokumentointi ja raportointi

Tutkimukset suoritetaan ja tulokset dokumentoidaan ja raportoidaan tilaajan asettamien vaatimusten ja kyseistä tutkimusmenetelmää koskevien ohjeiden mukaisesti. Tilaaja määrittelee tutkimustyötä tilattaessa tarjouspyynnön yhteydessä ne ohjeet, määräykset ja vaatimukset miten työ tehdään, dokumentoidaan ja raportoidaan. Samassa yhteydessä tilaaja esittää vaatimukset tarvittavista tulosteista, raporteista, tiedostoformaateista, tiedostojen siirtotavasta jne.

Tutkimusten suorittamista, raportoinnin sisältöä ja aineiston luovutusformaatteja määritettäessä on tärkeää huomioida eräissä tapauksissa ulkopuolisten tahojen, esimerkiksi Museoviraston asettamat vaatimukset tutkimustyön suorittamiselle ja raportoinnille. Myös merikartoituksen merenmittausyksikön ohjeistus ja vaatimukset on huomioitava monikeilainluotaustutkimuksia hankittaessa.

Tutkimusten raportoinnille asetetut vaatimukset vaihtelevat tutkimusmenetelmästä ja tutkimusten laajuudesta riippuen. Pienimuotoisissa tutkimustöissä raportiksi tavalisesti riittää tulosten lisäksi lyhyt sanallinen työselostus, kun taas laajoissa tutkimuksissa joudutaan laatimaan useita työselostuksia ja raportteja, jotka kootaan yhteen lopulliseksi tutkimusraportiksi. Tutkimusten raportointia sekä tilaajan asettamia vaatimuksia raporttien sisällölle ja kattavuudelle kuvataan tarkemmin luvussa 6: Tutkimusten raportointi.

### 1.6.2 Käytettävät tiedostoformaatit ja aineiston siirto

Tilaaja määrittelee tutkimustyön tilauksen yhteydessä tutkimusaineiston luovutusformaatin ja luovutustavan. Pohjatutkimusformaattina käytetään ns. Infraformaattia, joka on kuvattu Liikenneviraston ohjeessa Pohjatutkimusten arkistointi (ohjekirje 5.1.2012, Dnro 602/070/2011).

Tulokset luovutetaan lähtökohtaisesti sähköisessä muodossa. Tiedostokoosta riippuen aineisto toimitetaan joko sähköpostin liitteenä, ftp-siirtona viraston palvelimelle, CD-/DVD-levyllä, usb-muistitikulla tai -kovalevyllä tai muulla sopivalla medially.

Paperiversioiden toimittamisesta ja kopiomääristä sovitaan tilauskohtaisesti. Aineistoista, jotka on tarkoitus viedä suoraan Liikenneviraston rekistereihin (mm. tankoharaus, monikeilaus, linjaluotaus, kaikuhaaraus) ei paperiversioita yleensä tarvita, vaan kaikki aineisto voidaan luovuttaa ja vastaanottaa sähköisessä muodossa. Myös pienimuotoisissa tutkimuksissa riittää useimmiten raportointi sähköisessä muodossa.

### 1.6.3 Tutkimustulosten arkistointi ja varmuuskopiointi

Rekisteriin vietävät luotaus- ja harausaineistot viedään aineiston vastaanottamisen, tarkastamisen ja varmistettujen alueiden muodostamisen jälkeen mahdollisimman pian Liikenneviraston syvyyspisteaineistorekisteriin (SYRE) ja varmistettujen alueiden rekisteriin (VARE). Aineiston rekisteriin viennistä vastaava henkilö huolehtii siitä, että aineistot on asianmukaisesti tarkastettu ennen vahvistamista.

Pohjatutkimukset viedään Liikenneviraston pohjatutkimusrekisteriin (PORE) ja Pohjatutkimusten arkistointi -ohjeen (Liikennevirasto 2012) mukaisesti lisäksi myös GTK:n pohjatutkimusrekisteriin.

Tiettyyn hankkeeseen liittyvät tutkimusaineistot ja -raportit arkistoidaan sähköisessä muodossa keskitetysti kyseisen hankkeen hankekansioon verkkoasemalle tai erilliseen projektiaineistonhallintajärjestelmään, mikäli sellainen on käytössä. Tulevia hankkeita ajatellen on tärkeää, että kaikki hankkeen kannalta oleellinen tutkimusaineisto on löydettävissä helposti ja luotettavasti yhdestä paikasta. Sähköisestä aineistosta on hyvä olla myös varmuuskopiot fyysisellä medially (esim. CD, DVD), jotka arkistoidaan. Tässä yhteydessä on syytä kuitenkin muistaa, että kopioidut levyt eivät ole pitkäikäisiä, vaan menettävät luottavuutensa ajan myötä.

Paperiset tutkimusraportit ym. -aineistot arkistoidaan tutkimusten tilaajan arkistoihin vallitsevien arkistokäytäntöjen mukaisesti ja nimetään niin, että ne ovat jäljitettävissä. Arkistoitaviin aineistoihin on hyvä liittää sama aineisto sähköisessä muodossa esim. CD-levyllä.

Tulevaisuudessa mallipohjainen 3d-suunnittelu ja tietomallit tuovat muutoksia myös vesiväylähankkeiden suunnitteluun. Ruoppaushankkeen toteuttamisen jälkeen hankkeesta voidaan laatia toteumamalli ja edelleen kunnossapitomalli, joka sisältää kaiken olennaisen tiedon hankkeen toteuttamisesta ja lopputilanteesta väylän kunnossapitoa varten. Tietomallien arkistointikäytännöt tullaan määrittelemään myöhemmin tietomallipohjaisen toimintaprosessin yhteydessä.

## 1.8 Aineistojen käyttöoikeudet ja luovutus

### 1.8.1 Yleistä

Tutkimustoiminnan lopputuloksena syntyneiden aineistojen omistus- ja käyttöoikeus on lähtökohtaisesti vain työn tilaajalla, ellei erikseen toisin sovita.

Tutkimusten tekijä ei saa vastoin tilaajan suostumusta luovuttaa tutkimusaineistoa kolmannelle osapuolelle. Tutkimusten tekijällä on velvollisuus säilyttää tilaajan tälle luovuttamia sekä tutkimusten aikana tuottamia kirjallisia aineistoja 10 vuotta (KSE 1995). Merenmittausaineistojen osalta noudatettavat käytännöt on esitetty luvussa 1.8.2.

### 1.8.2 Merenmittausaineistot

Suomen aluevesillä merenpohjan tutkimista ja kartoittamista, sekä aineistojen käyttöoikeutta ja luovutusta ohjaavat ja rajoittavat vahvasti maanpuolustuksen turvallisuusintressit. Aluevalvontalain (755/2000) mukaan merenpohjan tutkiminen ja kartoittaminen on luvanvaraista toimintaa. Julkisuuslain (621/1999) mukaan merenpohjan tutkimis- ja kartoittamistoiminnassa syntyvä aineisto on salassa pidettävää, ellei ole ilmeistä, että se ei vaaranna maanpuolustuksen etua.

Käyttöoikeudeltaan rajoitettu aineisto on jaettu pääesikunnan määräyksellä eri suojaustasoihin ja turvallisuusluokkiin, jotka riippuvat mitatun alueen maantieteellisestä sijainnista ja laajuudesta sekä mittaustiedon tarkkuudesta. Täystiheän mittaustiedon

ton suojaustasot ja turvallisuusluokat on kuvattu pääesikunnan päätöksessä "Merenmittaustietojen suojaustasot ja turvallisuusluokat" (AG22047, 29.10.2010, LIITE 2).

Harvennetun mittausaineiston suojaustaso ja turvallisuusluokka määritellään kyseisen päätöksen mukaan aina tapauskohtaisesti.

Sisävesien mittaustoimintaa ja siitä syntyvän aineiston käyttöä ei ole rajoitettu vaan kaikki aineisto on julkista. Sama koskee myös aluevesirajan ulkopuolella olevaa Suomen talousvyöhykettä.

Jos kyse on suojaustasoltaan II ja III -luokan aineistoista (salaiseksi ja luottamukselliseksi luokiteltu aineisto), toimittajan tulee luovuttaa työn valmistuttua tilaajalle kaikki työssä syntynyt aineisto, ja tuhota kaikki omat tulosteet ja omilla tallentimilla oleva aineisto.

Jos kyse on suojaustason IV aineistoista (käyttö rajoitettu), toimittaja voi säilyttää ja arkistoida tuottamansa mittausaineostot, mutta niiden käyttö muissa yhteyksissä tai luovuttaminen komannelle osapuolelle edellyttää Liikennevirastolta erikseen saatua lupaa.

Suojaustasoltaan julkisiksi luokiteltujen aineistojen osalta noudatetaan samoja periaatteita kuin muiden tutkimusaineistojen luovutuksessa.

## OSA 2

# 2 Tutkimuksen valmistelu

## 2.1 Yleistä

Perustietoja paikkatiedon osalta on saatavissa Julkisen Hallinnon Suosituksista (JHS). Näitä suosituksia ylläpitää Julkisen Hallinnon Tietohallinnon Neuvottelukunta (JUHTA), joka on Suomen valtion ja kuntien eli julkishallinnon yhteisten hankkeiden kansallinen kehittämisfoorumi. Näissä suosituksissa kerrotaan ajankohtainen paikkatiedon käyttöön liittyvä informaatio.

## 2.2 Perusmittaukset

### 2.2.1 Vertailutasot

Kansallista vedenkorkeustietokantaa ylläpitää Sää ja Ilmatieteenlaitos (vuoteen 2008 asti Merentutkimuslaitos). Suomen rannikolla on mareografiverkosto, joiden havainnot on saatavissa tilauksesta tuntihavaintosarjoina tai Sää ja Ilmatieteenlaitoksen online-palvelusta.

Teoreettisen keskiveden (MW) ja geodeettisten korkeusjärjestelmien väliset muunnostaulukot mareografipaikkakunnilta on saatavilla Ilmatieteenlaitoksen palveluista.

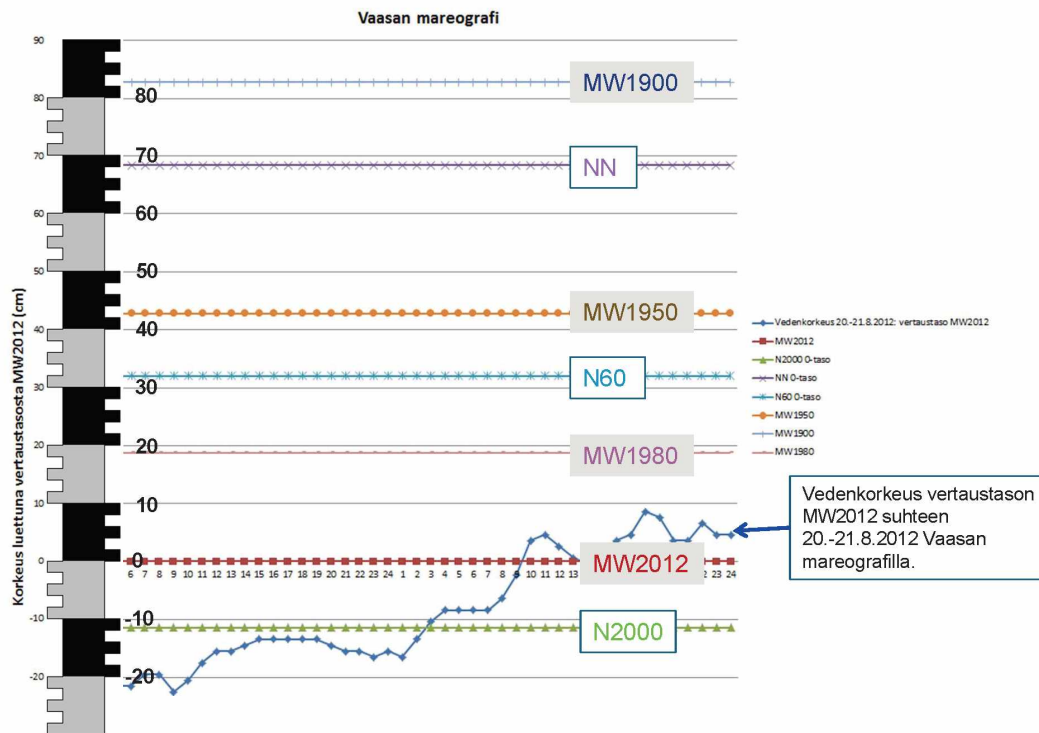
Sisävesien osalta vesialtaiden vedenkorkeustietokantaa ylläpitää Suomen Ympäristökeskus (OIVA-palvelu).

Satamissa ja kohdealueilla voi olla omia paikallisia vedenkorkeusasteikkoja mutta niiden tiedot ovat epävirallisia. Erillisten vedenkorkeusasteikkojen tasot on sidottava vaaitsemalla kansalliseen korkeusjärjestelmään

Vedenkorkeushavainnoja tarkasteltaessa on kiinnitettävä erikoista huomiota ko. havainnon ajankohtaan verrattuna mittausajankohtaan kohdealueella. Järviältäiden ja jokialueiden kohdalla on myös huomioitava topografiasta ja virtaamasta johtuva vedenkorkeustason vaihtelut. Erityisesti korkean veden tai tulvan vallitessa vallitsee huomattava riski, että syvyyshavainnoilla saadaan liian suuria syvyyslukemia vertailutasoon nähden.

Väylätutkimukset sidotaan merialueilla nimetyn vuoden teoreettiseen keskiveteen. Sisävesillä käytössä on eri vesistönsille määritellyt ala- ja ylvertailutasot. Tutkimukset sidotaan alavertailutasoon, joka on ilmoitettu korkeuslukuna valtakunnallisessa korkeusjärjestelmässä NN, N60 tai N2000. Kuvassa 1 on esitetty meriveden korkeus eri vertailutasojen suhteen Vaasan mareografiasemalla 20. - 21.8.2012). Vertailutasojen havainnekuva on esitetty liitteessä 3.

## Vertaustasot samalla asteikolla (esim. Vaasan mareografi)



Kuva 1. Vedenkorkeus eri vertailutasojen suhteen Vaasan mareografilla 20.-21.8.2012.

Vanhat vedenkorkeusilmoitukset, vertailutasot ja kanavakohtaiset asteikot saattavat aiheuttaa vaikeuksia tulkinnessa. Merenmittausyksikkö suorittaa pyydettyessä tarvittavat lisäselvitykset.

### 2.2.2 Korkeusjärjestelmät

Kansallisesti käytettävistä korkeusjärjestelmistä ja niiden keskinäisistä paikkakunta-kohtaisista korkeuseroista ylläpitää tietopalvelua Geodeettinen laitos ja Maanmittauslaitos. N2000-korkeusjärjestelmä on virallinen kansallinen korkeusjärjestelmä. Käytössä voi nähdä vielä aikaisempien järjestelmien NN, LN, N43, N60 mukaisia korkeuslukuja.

### 2.2.3 Koordinaatitot

Kansallisesti käytettävistä/käytetyistä koordinaatistoista (mm. KKJ, EUREF-FIN, WGS84, projektiot KKJ, UTM, Mercator) ja niiden keskinäisistä muunnosparametreistä ylläpitää tietopalvelua Geodeettinen laitos ja Maanmittauslaitos. Lisäksi kaupungeilla ja kunnilla on käytössään omia paikallisia koordinaatistojaan joiden ylläpidosta ja tietopalvelusta vastaa yleensä paikallishallinnon tekninen toimiala. Projektiokohtaisesti mitattuja suunnittelukoordinaatistoja voi olla myös käytössä suunnittelu ja rakennusvaiheessa. Näiden osalta sitominen kansallisiin koordinaatistoihin edellyttää sisäisen mittaustarkkuuden ja mittausmenetelmän tuntemista sekä erillisiä sidosmittauksia. Paikallisen koordinaatiston käyttö koskee lähinnä tapauksia, joissa käytetään vanhaa aineistoa.



Lähtökohtaisesti, ellei muuta erikseen sovita, Liikenneviraston vesiväylähankkeiden suunnitelmat ja niiden tutkimukset sidotaan kansalliseen KKJ-koordinaatistoon (EU-REF-FIN -koordinaatistoon siirtyminen on virastossa suunnitteilla).

#### **2.2.4 Kalibrointi ja testaus**

Kalibrointi ja testaus raportointi on ylläpidettävä osana mittauskäytäntöjä, jotta varmistetaan havaintoaineistojen yhteismitallisuus ja keskinäinen vertailukelpoisuus. Vertailussa on otettava huomioon aineistojen ajalliset muutokset sekä olosuhdetekijät.

Käytettävistä mittausmenetelmistä on oltava saatavilla tarkkuusarviointi eli ns. virhebudjetti. Samoin on mittalaitteiden osalta oltava laitevalmistajan tai laitteen kalibroinnin tekijältä raportti viimeksi tehdystä laitteiston/mittausjärjestelmän kalibroinnista. Mittauskohteella on varsinkin syvyysmittausten osalta tehtävä kenttätestaukset ko. olosuhteissa mittausjärjestelmän toimivuuden varmistamiseksi. Tähän liittyy olennaisesti mittauskohteella tapahtuvat olosuhdemuutokset sekä mittausmenetelmien keskinäisten eroavaisuuksien toteaminen. Mikäli mittaukset kestävät useita päiviä/viikkoja on järjestelmän toimivuus testattava säännöllisesti kohteelle perustetulle testialueelle/alueille. Paikkamittausten osalta on mittaukset sidottava mittatarkkuudeltaan tunnettuihin kiinto/korkeuspisteisiin.

## 3 Syvyysmittausmenetelmät

### 3.1 Yleistä

Tässä luvussa käsitellään eri syvyysmittausmenetelmien tai niitä tukevien mittausmenetelmien soveltuvuutta väyläsuunnittelun yleisiin tarpeisiin sekä ko. menetelmän erikoispiirteitä.

Syvyyden mittausta merenkulun tarpeisiin ohjaa kansainvälisen merikartoitusjärjestön (IHO) normisto S-44. Suomen ja Ruotsin merenkulun viranomaisilla on käytössä versio S-44, 5th edition ja siihen liittyvä kansallinen laajennus FSIS-44 (Liite 4) sekä muut merenmittausta koskevat kansalliset soveltamisohjeet. Tämä normisto antaa puitteet eri syvyysalueiden mittausten tarkkuusvaatimuksille, paikannuksen tarkkuusvaatimuksille sekä vaatimuksille lohkareiden/erilliskohteiden havainnoimiseksi.

Huomattavaa on, että vesirakentamista varten tehdyt merenpohjan kartoitus- ja tutkimustulokset eivät välttämättä suoraan sovellu merikartan tiedoiksi. Vastaavasti merikarttaa varten tehdyt merenmittaukset eivät välttämättä suoraan sovellu vesirakentamiseen, kuten esim. ruoppaushankkeen lähtötiedoiksi.

Mittausjärjestelmän kokonaisvirhebudjetin (TPU) tunteminen menetelmän soveltuvuutta arvioitaessa on perusedellytys jo suunnitteluvaiheessa. Yleisesti menetelmän soveltuvuuteen vaikuttaa oleellisesti ko. menetelmän syvyyshavainnon erotuskyky/mittaustarkkuus sekä em. havainnon yhdistäminen tarkkaan paikantamiseen niin liikkuvalla kuin paikallaan pysyvällä mittausalustalla.

Tämän perusteella on laadittu taulukko (Liite 5), jossa on tehty karkea jako, mihin väyläsuunnittelun osavaiheisiin ko. menetelmä on käyttökelpoinen. Mittausprosessin laadun valvontaa liittyy oleellisesti mittauslaitteiden sekä mittausjärjestelmien dokumentoidut kalibroinnit niin tehdas- kuin kenttäolosuhteissa. Lisäksi itse mittausprosessi on oltava kuvattuna menetelmätapaohjeessa sekä itse mittauksesta tulee aina laatia työnaikainen seurantakirjanpito ja raportointi.

Pääsääntöisesti paikannukseen käytetään satelliittipaikannusmenetelmiä (esim. Glonass, GPS, DGPS, VRS, RTK). Mittaustarkkuus riippuu käytettävästä menetelmästä ja vaihtelee metriluokasta senttimetrituokkaan. Perinteiset menetelmät (esim. takymetri, teodoliitti) ovat käytössä lähinnä mittausjärjestelmien kalibroinneissa sekä yksittäisten kohteiden tarkemmittauksissa.

### 3.2 Akustiset mittaukset

#### 3.2.1 Yleistä

Akustiset menetelmät tuottavat havaintoja joko suoraan digitaaliseen muotoon numeroarvoina tai kaikuvastekuvana tai analogisessa muodossa paperitulosteena (nykyään harvemmin enää käytössä).

Pääsääntöisesti tuotetaan kohteesta/alueesta havaintopilvi, joko viuhkamaisesti (monikeilain) tai linjoittain (kaikuhara, linjaluotaus, matalataajuusluotaus).



**Akustiset mittaukset** soveltuvat tarkkuudesta riippuen pohjatopografian tarkkaan kuvaamiseen (monikeilaus ja kaikuharaus) tai yleispiirteiseen (linjaluotaus) määrittämiseen sekä yksittäisten kohteiden kartoittamiseen kuten lohkat, hylt, rakenteet (viistokaikuluotaus, skannaava luotaus). Pohjan pintaominaisuuksien kartoittamiseen soveltuu viistokaikuluotaus yhdessä näytehavaintojen kanssa. Pohjan maalaajien kerrosten/kovan pohjan pinnan määrittämiseen soveltuu matalataajuusluotaus yhdessä näytehavaintojen ja kairausten kanssa. Taulukossa (Liite MT3) on vertailu eri menetelmien ominaisuuksia ja soveltuvuutta. Kaikuharauksessa, linjaluotauksessa ja matalataajuusluotauksessa on myös käytössä menetelmiä, joissa kaikuvastekuvasta erillisellä prosessilla (automaattisesti tai manuaalisesti) digitoidaan eri vastekerrokset (maaperän kerrokset, kovanpohjan määrittäminen).

Mittaustaajuus vaikuttaa siihen, minkälaisella resoluutiolla ja mistä kohtaa kohteen pinnasta voidaan olettaa saatavan mittaustulos. Mitä korkeampi taajuus sitä parempi on resoluutio, jolloin havainnot tulevat kohteen ylimmäisestä pinnasta ja yksittäiset kohteet erottuvat paremmin. Mutta haittana on mittausdataan herkästi lisääntyvä kohina ja karkeat virheet varsinkin jos vesimassa sisältää paljon epäpuhtauksia. Mitä matalampi taajuus niin sitä syvemmälle kohteen pinnan sisään äänipulssi tunkeutuu. Yksittäisten kohteiden erotuskyky on heikompaa ja pehmeiden kerrosten pinnan/pintojen määrittäminen epätarkkaa.

Tiheän ja tarkan havaintopilven saaminen edellyttää myös riittävän mittauspeiton käyttämistä, mikä aina tarvitaan esim. massalaskennan perusteeksi, varmistetun alueen määrittämiseen tai ruoppaustuloksen toteamiseen. Lisäksi on tunnettava/havainnoitava veden kerroksellisuus eli mitattava veden äänennopeusprofiili erillisellä mita-anturilla alueellisten muutosten määrittämiseksi. Luotettavan havaintoviuhkan muodostamiseksi äänennopeus on tunnettava myös luotaimen välittömässä läheisyydessä jatkuvalla mittauksella.

Akustisessa mittauksessa kohteessa mahdollisesti esiintyvät kaasut joko purkauksina veteen tai sidottuna maaperään haittaavat kaikuvasteen muodostumista tai estävät sen syntymisen kokonaan.

### 3.2.2 Monikeilaus

Monikeilaus on akustinen mittausmenetelmä, jonka avulla kartoitetaan merenpohjan topografisia muotoja tai vedenalaisia rakenteita. Mittausmenetelmässä muodostuu viuhkamainen kaiutuksen vastaanottokuvio. Yleisesti voidaan arvioida viuhkan leveyden vaihtelevan 3-6 kertaa alueen veden syvyys. Mittaustarkkuusvaatimukset rajoittavat havaintoaineiston käytettävyyttä. Mittaustarkkuus heikkenee viuhkan laidoille mentäessä.

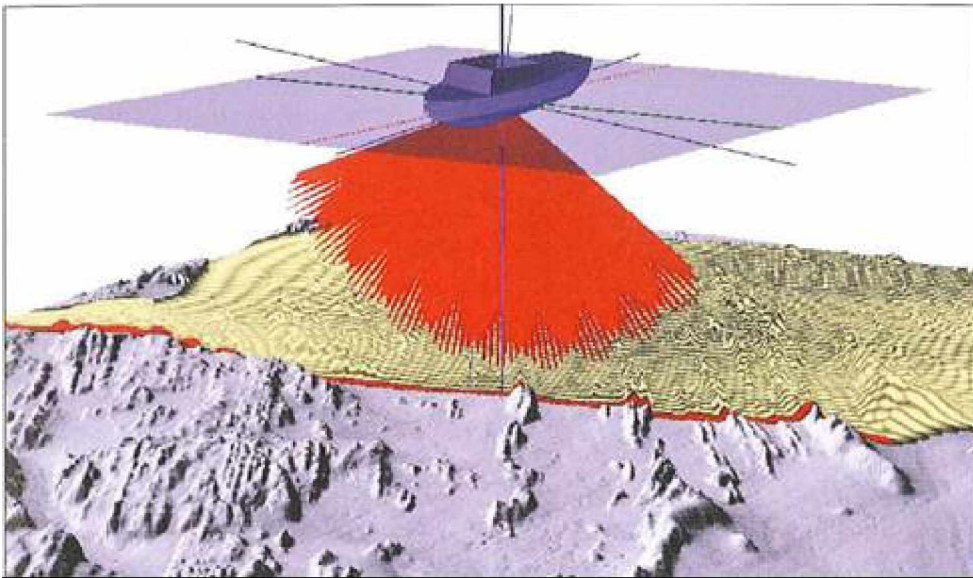
Menetelmällä on mahdollista saada 100% mittauspeittävyys pohjasta/kohteesta. Tarkoissa mittauksissa linjavälinä käytetään yleensä 50 % havaintoviuhkan leveydestä. Havaintotiheyteen vaikuttaa syvyysolosuhteet sekä sopiva mittausnopeus. Kohdetarkkuus ja erottelukyky on riippuvainen luotaimessa käytettävästä mittaustaajuudesta ja keiloille määritetyn ”jalanjäljen” suuruudesta. Menetelmä edellyttää vesipatsaan äänennopeusprofiilin tuntemusta tarkan tuloksen saavuttamiseksi sekä aluksen paikannuksen ja liiketilän kokoaikaista seuraamista mittauksen aikana erillisellä paikannus- ja liiketilajärjestelmällä.

Monikeilausmenetelmässä on perinteisesti kaksi eri keilanmuodostustapaa:

- yhdistettyyn vaihe-ero ja amplitudiratkaisuun perustuva, perinteinen keilanmuodostus
- pelkästään vaihe-eroratkaisuun perustuva, interferometrinen menetelmä (swath sounding)

Monikeilauksessa pelkästään vaihe-ero ratkaisulla saadut pistepilvet ovat yleensä pyritty mallintamaan ruutumalleiksi, joissa jokaiselle ruudulle lasketaan tilastollisin menetelmin edustava havainto. Tämä johtuu vaihe-ero ratkaisun tuottamasta suuremmasta hajonnasta havaintopilvessä verrattuna perinteisen keilanmuodostuksen tuottamaan havaintopilveen. Tämä seikka on huomioitava arvioitaessa tai vertailtaessa eri mittausmenetelmien tuloksia keskenään. Virhebudjetin laatimisen merkitys korostuu havaintoaineistoja verrattaessa.

Mittausjärjestelmän kalibrointi sekä tehdas- että kenttäolosuhteissa aluksen liiketilän vaikutuksen sekä sisäisen geometrian määrittäminen ovat ehdottomia edellytyksiä laadukkaan mittaustuloksen saavuttamiseksi. Mittausolosuhteet (sää, aallonmuodostus) ja paikannusjärjestelyt (DGPS, RTK) on otettava huomioon tarkkaan havainnointiin pyrittäessä.



Kuva 2. Monikeilaus ( J.E. Hughes Clarke, Ocean Mapping Group, University of New Brunswick).

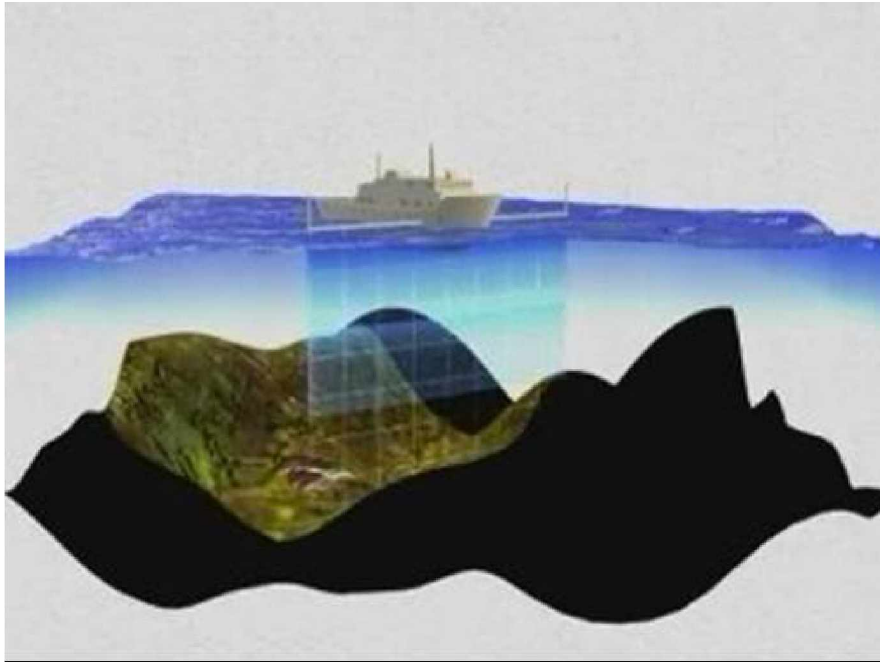
### 3.2.3 Kaikuharaus

Kaikuharaus on akustinen mittausmenetelmä, jossa yleensä puomirakenteeseen määräväleihin asennetuilla usealla yksikanavaisella lähetys/vastaanottoyksiköllä muodostetaan mittauspinta. Yksiköiden välisestä etäisyydestä ja aluksen nopeudesta riippuu saadaanko pohjasta 100 % mittausspeittävyys (vrt mittauksen jalanjälki pohjassa).

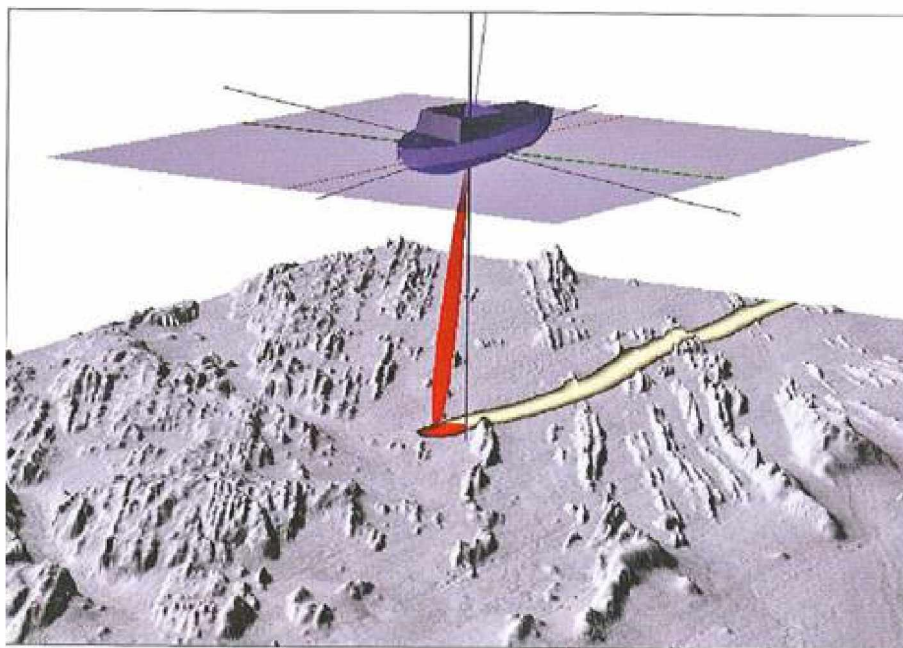
Menetelmä edellyttää vesipatsaan keskimääräisen äänennopeusprofiilin tuntemusta tarkan tuloksen saavuttamiseksi sekä aluksen paikannuksen kokoaikaista seuraamista mittauksen aikana erillisellä paikannus- ja liiketilajärjestelmällä.

Mittausjärjestelmän kalibrointi sekä tehdas- että kenttäolosuhteissa, aluksen liiketilan vaikutuksen sekä sisäisen geometrian määrittäminen ovat ehdottomia edellytyksiä laadukkaan mittaustuloksen saavuttamiseksi.

Menetelmän käytettävyys on myös riippuvainen hyvistä sääolosuhteista. Mittausmenetelmä tuottaa kohdealueesta pintatason siitä riippuen, mitä taajuutta luotaimessa käytetään, tai mistä kohtaa mittaussvaste halutaan pinnasta havaita (minimi-, maksimi-, keskiarvohavainnot).



Kuva 3. Kaikuharaus.



Kuva 4. Linjaluotaus (J.E. Hughes Clarke, Ocean Mapping Group, University of New Brunswick).

### 3.2.4 Linjaluotaus

Linjaluotaus on merenmittausmenetelmä, jossa yhdellä tai useammalla aluksella (varustettuna yksikanavaisella kaikuluotaimella/kaikuluotaimilla) mitataan määrävälein mittauslinja kohde alueelle). Luotaimen muodostama ”jalanjälki” pohjassa määräytyy luotaimen avauskulman mukaan. Keskimääräinen vesipatsaan äänennopeusprofiili on tunnettava hyvän syvyysmittaustarkkuuden saavuttamiseksi.

### 3.2.5 Matalataajuusluotaus

Matalataajuusluotaus (subbottom profiler) on akustinen mittausmenetelmä, jossa pyritään määrittämään pohjanpinnan lisäksi pinnan alaisten eri maalaji/ kalliokerrosten sijainti/kerrospaksuus. Lähetin- ja vastaanottoyksiköt voivat olla erillisiä. Yksiköt voivat olla alukseen kiinteästi asennettavia tai aluksella määrätäisyyden päässä hinattavia.

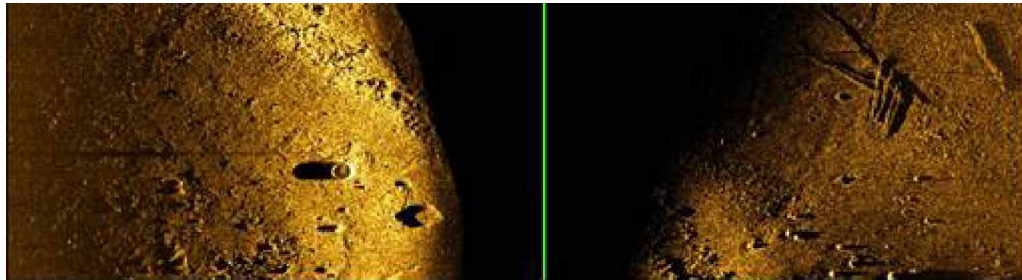
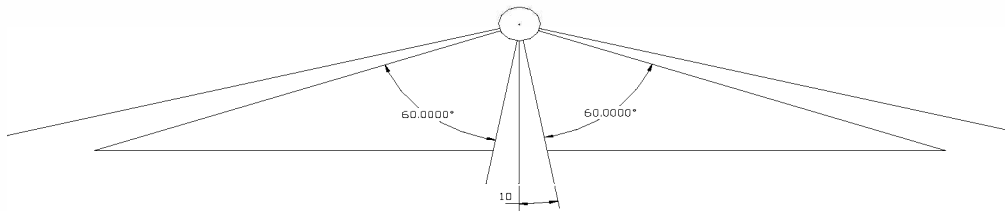
Menetelmä soveltuu kovan pohjan alustavaan ja täydentävään määrittämiseen. Luotettavan mittaustulkinnan edellytyksenä on kohdealueelta otettujen maaperä- ja sedimenttinäytteiden analysointi.

Syvennälle sedimentteihin ja kallioperään päästään käyttämällä seismistä mittausta (refraktio- ja reflektioluotaus).

### 3.2.6 Viistokaikuluotaus

Viistokaikuluotaus on akustinen mittausmenetelmä jossa saadaan pohjasta akustinen vastekuva (100 % mittauspeitto mahdollista), jossa erilaiset pohjasta erottuvien kohteiden kokoa voidaan arvioida sen aiheuttaman ”varjon” koosta. Heijastusvasteesta voidaan myös arvioida pohjanrakenteen ominaisuuksia. Viistokaikujärjestelmä voi olla osana toista mittausjärjestelmää (esim. monikeilaus) tai erillinen laitteisto kiinteästi asennettuna tai perässä hinattavana. Tarkoituksenmukaisin tulos saavutetaan kun luotainlaitteistoa hinataan sopivalla korkeudella pohjasta (n. 10–20% halutun mittausviuhkan leveydestä). Havaintoaineistoa ei voi käyttää tarkkaan syvyyden määrittämiseen. Aineisto voidaan georeferoida kohteen paikantamiseksi ja tunnistamiseksi mutta tarkkuus voi vaihdella useita metrejä.





Kuva 5. Viistokaikuluotaus

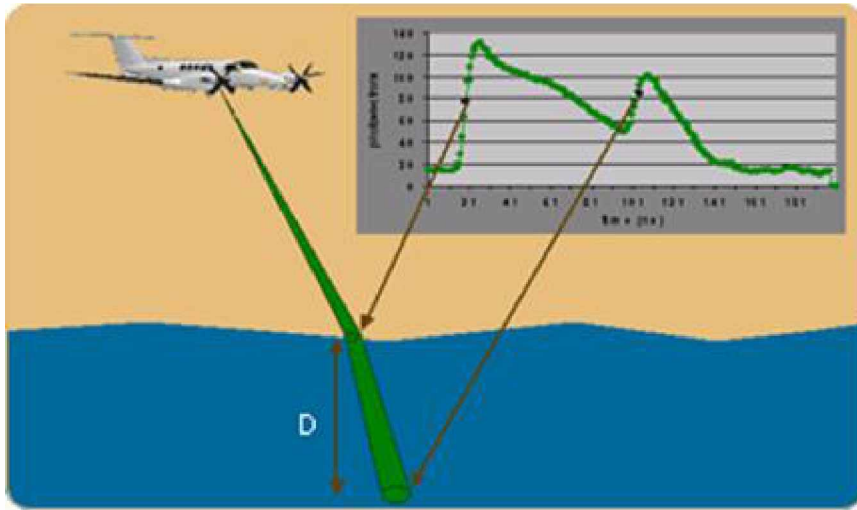
## 3.3 Optiset mittaukset

### 3.3.1 Laserkeilaus

Laserkeilaus on optinen mittausmenetelmä, jossa mittausjärjestelmässä luodaan laservalon avulla kohdealueesta havaintopilvi. Laserkeilausta käytetään sekä vedenalaisten että vedenpäällisten alueiden mittaamiseen. Mittaukset voidaan tehdä joko kiinteältä tai liikkuvalla alustalla. Mittausjärjestelmän kalibrointi tehdas /kenttäolosuhteissa, aluksen liiketilan vaikutuksen sekä sisäisen geometrian määrittäminen ovat ehdottomia edellytyksiä laadukkaan mittaustuloksen saavuttamiseksi. Optiset olosuhteet vaikuttavat oleellisesti järjestelmän käytettävyyteen (mm. sade, sumu, veden sameus). Mittausjärjestelmät ovat erikoistuneet joko vedenalaiseen tai vedenpäälliseen mittaukseen. Mittauksen syvyystarkkuuksissa voidaan päästä muutamien desimetrin tarkkuuteen mutta menetelmä erittäin herkkä olosuhteiden muutoksille kohteessa.

Laserkeilaus vedensyvyyden kartoittamiseen soveltuu matalille vesialueille laaja-alaista yleispiirteistä topografista kartoitusta varten. Mittauksen syvyystarkkuuksissa voidaan päästä desimetriluokkaan.

***Maa-alueella tehtävä laserkeilaus soveltuu*** kohdealueesta luotavaa 3D mallinnusta varten. Mittaustarkkuus on parhaimmillaan senttimetriluokkaa. Kokonaistarkkuuteen vaikuttaa tehdäänkö mittaus paikallaan olevalta alustalta vai liikkuvalla alustalta (vene, auto, lentokalusto).



Kuva 6. Lasekeilaus merenmittauksessa (Fugro Pelagos, Inc)

## 3.4 Mekaaniset mittaukset

### 3.4.1 Tankoharaus

Tankoharaus on mekaaninen mittausmenetelmä, jossa määritellylle syvyydelle asennettua mittaustankoa kuljetetaan mittaushoiteella/alueella erillisellä alustalla tai alukseen suoraan kiinnitettynä. Kiinnitoista pohjan kohteisiin pidetään kirjaa ja/tai ne tallennetaan tankoharaukseen soveltuvalla mittausohjelmistolla.

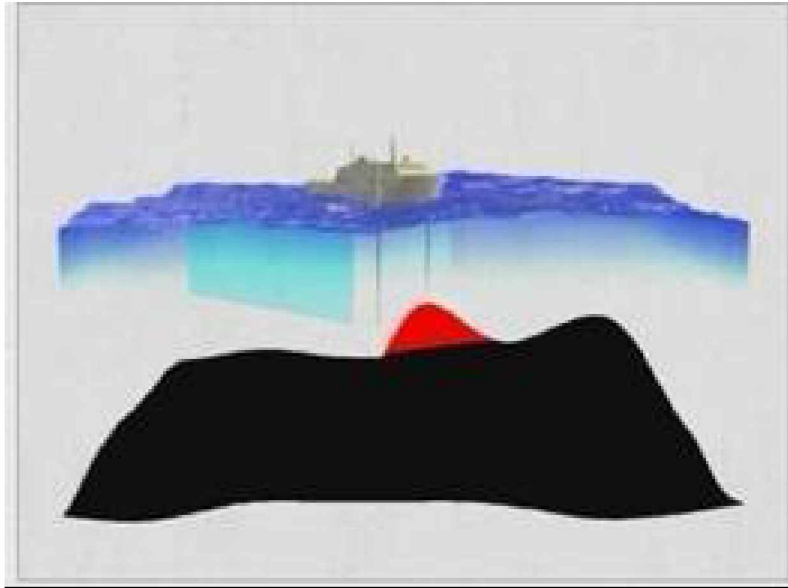
Menetelmän käytön edellytyksenä on järjestelmän (aluksen ja tankoharausmekanismin) keskinäisen geometrian tarkka määrittäminen paikalla ja liikkeellä ollessa. Paikannusjärjestelmältä edellytetään riittävää tarkkuutta koko mittauksen aikana. Suositellaan RTK paikannusta tai vastaavaa tarkkuutta. Menetelmän käytettävyys on myös erittäin riippuvainen sääolosuhteista. Paikallinen vedenkorkeuden vaihtelu on tunnettava koko mittauksen ajan (mareografi tai paikallinen vesiasteikko) ja tarvittaessa tanko syväytettävä uudestaan. Eri syväyttämiskäytäntöjä (varmistussyväytys, tarkka syväytys) on esitetty Liikenneviraston tankoharauksesta antamissa yksityiskohtaisemmissa ohjeissa.

**Tankoharausta käytetään** pääsääntöisesti vesisyvyyden (haraussyvyyden) varmistamiseen kohdealueella, täyssyvän reunan rajaamiseen tai yksittäisten haraussyvyiden yläpuolelle nousevien kohteiden hakemiseen ja paikantamiseen. Työn luonne ja vaatimukset riippuvat myös harauksen käyttötarkoituksesta, joita voivat tyypillisimmin olla:

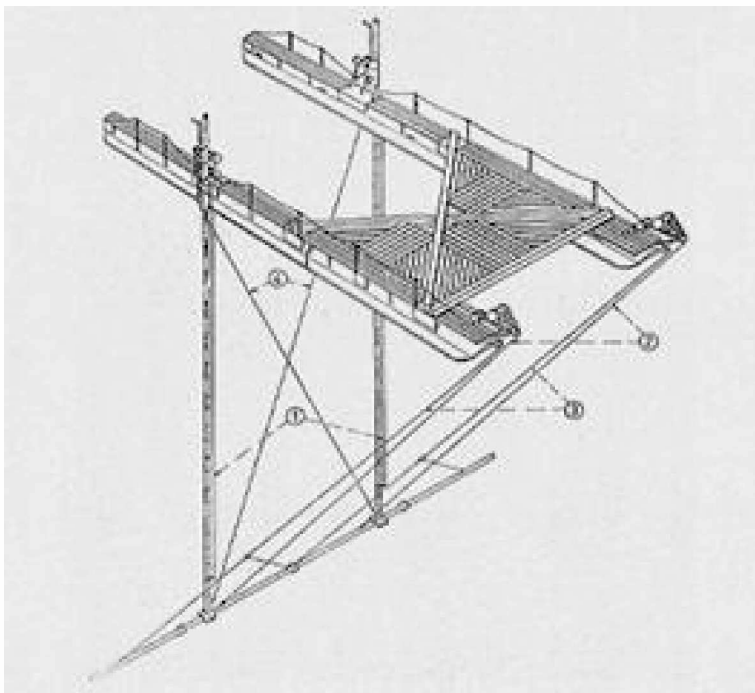
- tietyn alueen täyssyväksi varmistaminen
- matalan reunan määrittäminen (täyssyvän alueen määrittäminen väylän reunalla tai ruoppauskohteella)
- urakka-alueiden rajaaminen
- urakka-alueen vastaanottoharaus (urakka-alueen täyssyväksi varmistaminen)
- ruoppauksen edistymisen seuranta (työharaukset)

Jos väylätutkimusten tankoharaustuloksia on tarkoitus käyttää varmistettujen alueiden muodostamiseen, tulee haraustyössä olla läsnä Liikenneviraston myöntämän harausvaltuuden omaava henkilö ja harakaluston tulee olla Liikenneviraston hyväksymä (Liikenneviraston Navi-ohjeen 3.4). Muulloinkin se on työn laadun varmistamiseksi suositeltavaa. Tältä osin vaatimukset määritellään tarjouspyyntö- ja tilausasiakirjoissa.

Tankoharausten tulostuksessa käytettävät merkinnät on esitetty liitteessä 7.



Kuva 7. Tankoharaus



Kuva 8. Tankohara

### 3.4.2 Käsiluotaus

Vaijeri- eli punttiluotaus on mittavaijerin ja painon yhdistelmällä tapahtuva yksittäisen syvyyshavainnon mittaamista. Vastaavasti tankoluotaus on mittatangon avulla tapahtuva yksittäisen syvyyshavainnon mittaamista. Paikannus tapahtuu joko suoraan mittavälineeseen (GPS, RTK, takymetri) tai siirrettynä veneen, aluksen tai lautan oman paikkannuksen avulla mittauskohdasta, tai talvella jälle mitattuun piste- verkkoon perustuen.

***Käsiluotaus soveltuu*** yksittäisten kohteiden tai mittaussarjojen tekemiseen rajatuilta kohdealueilta.

## 3.5 Erikoismenetelmämittaukset

Erikoismenetelmämittauksiin voidaan lukea erilaiset ROV -järjestelmät (kauko-ohjattu vedenalainen tutkimuslaite l. Remote operated vehicle), metallisten kohteiden paikantamiseen tarkoitetut magnetometrilaitteet ja metallinpaljastimet sekä skannaava luotaus.

Skannaava luotaus on akustinen menetelmä, jossa joko kiinteältä- tai muuten vaakaalta alustalta saadaan luotaimen ympäriltä vaakatasossa kerroksittain havaintopilvi. Yleensä mittauksen kohteena ovat vedenalaiset rakenteet. Luotaimen asentoa muuttamalla voidaan kohteesta saada kattavampi kuva.

Näiden menetelmien käyttötarkoitus on yleensä yksittäisten kohteiden, rakenteiden, johtolinjojen tai pienille alueille rajoittuvat mittaukset. Mittaukset kohdistuvat alueen erityispiirteiden tai ominaisuuksien tarkasteluun kuten lohkaaret, hylät, vedenalaiset rakenteet, ympäristölle vaaralliset kohteet (mm. ammuksien ym. räjähteet, kemikaalisäiliöt).

Mittausmenetelmät määräytyvät tarkasteltavan kohteen tai aiheen mukaan:

- optiset menetelmät: ROV + kamera
- akustiset menetelmät: ROV+ kaikuluotain, skannaava luotaus
- sähkömagneettiset menetelmät: mm. magnetometri, metallinpaljastimet.



## 4 Pohjatutkimukset

### 4.1 Yleistä

#### 4.1.1 Pohjatutkimusten tarkoitus

Kairausten avulla selvitetään maaperän tiivyyttä, maakerrosten paksuutta ja kerrosrajoja sekä kovan pohjan, etenkin kalliopinnan syvyysasemaa. Kairauksilla saadaan tietoja myös maalajeista, maakerrosten kivisyydestä ja lohkaraisuudesta sekä kallion rikkonaisuudesta.

Vesiväylien pohjatutkimuksissa tarkoituksena on maalajin ja ruopattavuuden selvittäminen. Ruopattavuuden ja ruoppauskustannusten kannalta erityisen tärkeää on selvittää kalliopinnan sijainti ja ruopattavaksi tulevien maamassojen lohkaraisuus. Kiinteiden turvalaitteiden (majakat ja reunamerkit) perustamispaikoilta on tarpeen tehdä yksityiskohtaisempia tutkimuksia kuin pelkiltä ruoppauskohteilta.

Pengerrakenteiden pohjatutkimusten osalta viitataan Liikenneviraston ohjeeseen ”Geotekniset tutkimukset ja mittaukset” (Tiehallinto 2008) soveltuvin osin.

#### 4.1.2 Pohjatutkimusten suoritus

Meriväylillä kairaukset tehdään yleensä jalalliselta, pohjaan tukeutuvalla lautalla. Jään kantavuuden ja jäälläliikkumisolosuhteiden sallimissa rajoissa kairauksia voidaan tehdä talvisaikaan rannan läheisyydessä myös jäältä.



Kuva 9. Vesiväylätöiden pohjatutkimuksiin soveltuva tutkimuslautta. Lautan neljä tukijalkaa ovat tutkimuspisteen vaihdon ajan yläasennossa, kiinteästi asennettu porakonekaira lautaa vasemmassa reunassa.

Kaikista vesiväylätöissä tarvittavista kairauksista voidaan suoriutua hyvin varustetulla monitoimikairalla, jolloin etuna on se, että tutkimuksissa voidaan joustavasti käyttää rinnan toisiaan täydentäviä kairausmenetelmiä. Monitoimikairan tehokkuutta rajoittaa hitaus poratornin puuttuessa.

#### 4.1.3 Pohjatutkimusten ohjelmointi

Kairauksia tehdään ruoppauskohteilla lähinnä haraustason yläpuolisilla alueilla, mutta maaperän rakenne ja erityisesti kalliopinnan profiili selvitetään sivusuunnassa myös harauskäyrän ulkopuolisilla alueilla ohjeellisesti tasolle Hs – 0,5... -1,0 m. Kairausten tavoitetaso on yleensä 3–5 m haraustason alapuolella, koska vesialueella pistetiheys kustannussyistä on aina harva. Yleisesti kairausten tulee olla sitä syvempiä mitä harvempi kairausverkko on. Kairausvyönteiden vaikuttavat myös maaperän homogeenisuus ja kerrosrajojen syvyydet.

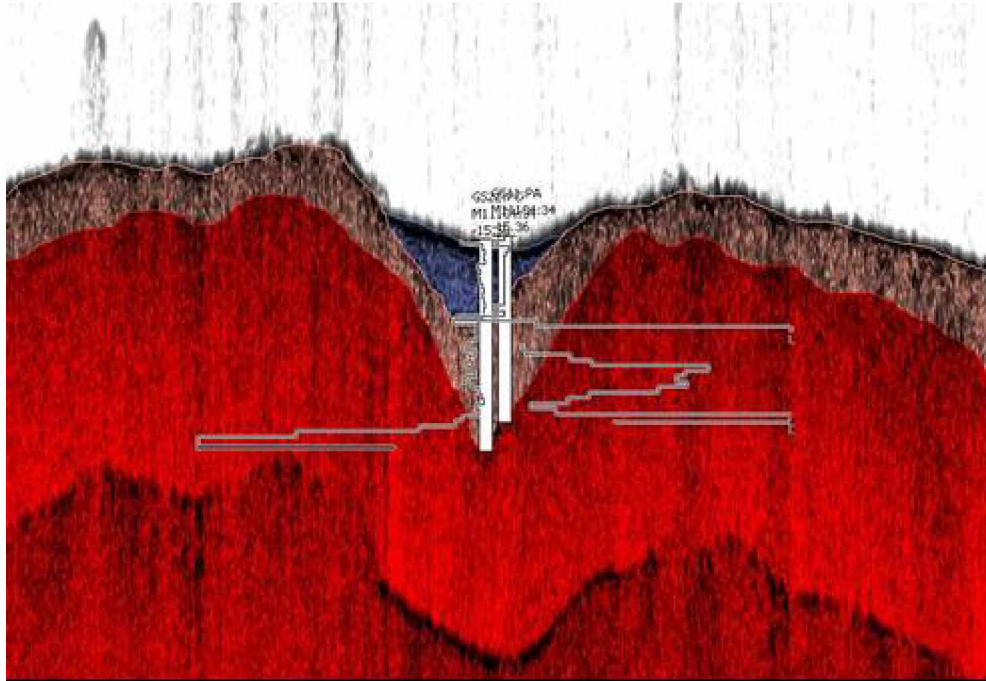
Turvallisetutkimuksissa kairaukset ulotetaan merkin perustamissyvyyden alapuolelle (syvyys riippuu perustustyypistä, kohta 6.3).

Tutkimuspisteiden kohdentamisessa voidaan käyttää matalataajuusluotausten antamaa maaperätietoa apuna. Tutkimussuunnittelussa käytetään myös hyväksi aiemmin tehtyjen maaperätutkimusten tuloksia sikäli, kun niitä on kohteesta olemassa ja ne ovat riittävän luotettavia. Geologisten maaperäkartojen tai vastaavien hyödyntäminen antaa yleispiirteistä ja viitteellistä tietoa jos mitään muuta lähtötietoa ei ole käytettävissä.

Vaikka asetettuun tavoitesyvyyteen päätyneissä kairauksissa ei olisi todettu kovaa pohjaa tai kalliota, tulee kuitenkin osassa pisteistä pyrkiä selvittämään näitä rajoja tavoitesyvyyttä huomattavasti syvemmillä kairauksilla. Siten voidaan arvioida kovan pohjan ja erityisesti kalliopinnan esiintymismahdollisuutta haraustason yläpuolella kairauspisteiden välialueilla. Suurten tutkimusalueiden kyseessä ollessa tämä arviointi kannattaa kustannussyistä tehdä esimerkiksi matalataajuusluotauksen tulosten tulkinnan avulla.

Kairaustiheyteen vaikuttavat pohjan topografia, maaperän homogeenisuus sekä maajä- ja kalliopintojen vaihtelevuus sekä tutkimusvaihe. Valittua kairaustiheyttä arvioidaan tutkimusten edistyessä ja tehdään siihen tarpeellisia muutoksia tutkimuksissa havaittujen maa- ja kalliopintojen muutosten mukaan.

Eri pohjatutkimusmenetelmien soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin on esitetty liitteessä 8 ja pohjatutkimusmenetelmien normitus liitteessä 9.



Kuva 10. Matalataaluusluotauksen maalajirajojen tulkintaa kairauspisteiden perusteella. Ylinnä on sininen koheesiomaakerros, sen alla kitkamaakerros, jonka alapuolella on punaisella esitetty kallio. Tumma raja kuvan alalaidassa on kallionpinnan kerrannaisheijaste.

## 4.2 Painokairaus

**Painokairaus soveltuu** maakerrosten suhteellisen tiivyyden, kerrosrajojen ja kerros-paksuuksien määrittämiseen. Tiiviissä kitkamaassa ja etenkin moreenissa kairan tunkeutumiskyky on huono. Moreenissa kairaussyvyyttä voidaan lisätä lyömällä kairaa tiiviimpien ja kivisten kerrosten läpi. Painokairauksella ei voida luotettavasti määrittää kalliopinnan sijaintia

Tutkimusmenetelmä on määritelty:

- SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Tekninen spesifikaatio CEN ISO/TS 22476-10 ja soveltamisohjeet

Vesiväylätöissä kairustankojen tukena käytetään suojaputkia vesisyvyyden ollessa yli 3 m. Suojaputket lasketaan pohjaan ennen varsinaista kairusta. Kairustankojen ja suojaputkien tulee olla riittävän jäykkiä kairaussyvyyteen nähden.

Kairatankojen painoa ei oteta huomioon lisäkuormituksena, mikä on huomionarvoinen seikka suurilla vesisyvyyksillä tehtyjä tutkimustuloksia tarkasteltaessa.

## 4.3 Tärykairaus

Tärykairaus soveltuu parhaiten käytettäväksi täydentävänä tai alustavana tutkimusmenetelmänä. Tällöin sen avulla voidaan lähinnä määrittää kovan pohjan syvyys ja varmistaa, että kallio ei esiinny tutkittavalla alueella määräsyvyudessa. Maakerrosrajoja ja maaperän laatua sillä ei voi määrittää.

Tutkimusmenetelmä on määritelty:

- Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas 1

## 4.4 Heijarikairaus

Heijarikairaus soveltuu maaperän tiiviiden sekä kovan ja kiinteän pohjan määrittämiseen. Kallion pintaa ja suurta lohkarettä tai kivistä pohjamoreenia ei menetelmällä voida varmasti erottaa toisistaan. Dynaamisena kairausmenetelmänä kairan tunkeutumiskyky on painokairausta parempi etenkin tiiviissä kitkamaassa ja vähälohkareisissa moreenissa, joten menetelmä soveltuu hyvin syvempiin kairauksiin esim. turvalaitetutkimuksissa. Mahdollisuuksien mukaan tulisi heijarikairausta käyttää tutkimuksissa rinnan painokairauksen kanssa esimerkiksi tiiviissä sorassa/kitkamaalajeissa, jolloin saadaan luotettavampi kuva maalajista ja sen kaivettavuudesta.

Tutkimusmenetelmä on määritelty:

- SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Standardi SFS EN ISO 22476-2 ja soveltamisohjeet

Kairaustankojen tukena voidaan käyttää suojaputkia vastaavasti kuin painokairalla.

## 4.5 Siipikairaus

Siipikairaus soveltuu käytettäväksi koheesiomaalajeissa (savessa ja siltissä) ja sen avulla saadaan määritetty suljettu leikkauslujuus suoraan maassa (in-situ). Leikkauslujuuden ohella siipikairalla voidaan saada tietoja myös muista maalajin geoteknisistä ominaisuuksista kuten esim. häiriintyneen tilan jäännöslujuudesta ja siten häiriintymisherkkydestä (sensitiivisyydestä).

Tutkimusmenetelmä on määritelty:

- Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas II

## 4.6 Puristinkairaus

Puristinkairaus soveltuu löyhien kivettömien kitkamaalajien sekä koheesiomaalajien tutkimiseen. Tällöin sen ja näytteenoton avulla voidaan selvittää väylätöissä pehmeiden maiden imuruopattavutta.

Menetelmä on määritelty:

- Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas VI

Puristinkairauksia ei vielä ole yleisesti käytetty meriväylätutkimuksissa.

## 4.7 Puristin-heijarikairaus

### Puristin-heijarikairauksen soveltuvuus:

Puristin-heijarikairaus on pohjoismaalaisiin olosuhteisiin kehitetty menetelmä, jossa on yhdistetty sähköisen puristinkairauksen ja heijarikairauksen parhaita ominaisuuksia. Puristin-heijarikairaus antaa paremman kuvan pehmeistä maakerroksista kuin paino- tai heijarikairaus ja sen tunkeutuvuus on heijarikairauksen kanssa samankaltainen. Menetelmä soveltuu koheesiomaiden lisäksi hyvin myös karkeisiin ja tiiviisiin kitkamaihin.

Puristin-heijarikairaus on määritelty

- SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Standardi SFS EN ISO 22476-2 ja soveltamisohjeet (heijarikairaus)
- Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas VI (puristinkairaus)

## 4.8 Putki- ja porakonekairaus

Putkikairaus soveltuu pääasiallisesti kalliopinnan korkeusaseman selvittämiseen. Porakonekairaus soveltuu kallion varmistamiseen ja sen laadun selvittämiseen. Kalliosta selvitetään poran tunkeutuvuusmittauksilla kallioperän rikkonaisuus ja porattavuus. Kallion rikkonaisuudesta voidaan saada lisätietoja suorittamalla porausreiässä vesimenekkimittauksia (vesimenekkimittaus on esitetty kohdassa 4.11). Jos kallion pinta on hyvin rapautunut tai rikkonainen ja kallion päällä on kivinen ja lohkareinen maakerros, ei kallion ja maan rajapintaa voida kairauksella varmuudella selvittää.

Kalliota porattaessa voidaan vesihuuhtelun mukanaan tuomasta kivijauheesta määrittää tarvittaessa mikroskooppitutkimuksin kivilajin mineraalikoostumus. Näiden porajauhonäytteiden (soijanäytteiden) ottaminen on suositeltavaa (esim. näyte/ kalliokohde), koska kivilaji vaikuttaa merkittävästi kallion porattavuuteen ja louhintakustannuksiin. Mikäli kalliota porattaessa saadaan muita arvioita kalliosta (esim. kvartsipitoisuus), tulee nämä myös esittää tutkimuksen tulostuksessa.

Menetelmällä saadaan tietoa myös maaperän lohkareisuudesta ja viitteitä maakerrosten tiiveydestä. Lohkareiden lävistyksen esitetään kairausdiagrammeissa. Diagrammeissa voidaan myös esittää arvio maaperän tiiveydestä. Arviointina on vesiväylätutkimuksissa yleisesti käytetty luokittelua L (löyhä), KT (keskitiivis) ja T (tiivis), joka ei kuvaa maalajeja vaan kyseisen porarin kokemukseen perustuvaa arviota maakerrosten tiiveydestä.

Käytettävien porakoneiden, poratankojen, suojaputkien ja porakruunujen koot vaihtelevat, joten menetelmän tulokset ovat maalajien tiiveyden osalta myös kalustosta riippuvaisia.

Tutkimusmenetelmä on määritelty:

- Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas V

Väylätutkimuksissa putki- ja porakonekairaus suoritetaan tavallisesti lautalle poratorniin asennetulla kairalla, joka on isku- ja pyöritysperiaatteella toimiva louhintaporauslaite. Korkean poratornin käyttö nopeuttaa kairaustyötä, koska työn aikana jat-



kuvaa tankojen jatkamista ja lyhentämistä ei tarvitse tehdä. Joillakin lautoilla tankoja tukevat poratornit voidaan laskea pohjaan jolloin ei tarvita suoja-putkia.

Kairauksia voidaan tehdä myös monitoimikairalla lautalta tai talvella jäältä.

Mikäli kairaus suoritetaan ainoastaan suoja-putkia (maaputkia) käyttäen, on kyseessä putkikairaus. Putkikairauksella ei saada tietoa kallion laadusta, mutta se on nopea tapa kallionpinnan sijainnin selvittämiseksi useimmiten riittävällä varmuudella. Lisäksi sillä saadaan arvioita maalajin tiivyydestä.

Kallio varmistetaan porakonekairauksissa poraamalla riittävän useissa pisteissä kallioon vähintään 3 m syvyyteen, jolloin varmistetaan, että kyseessä ei ole suuri lohka-re. Kaikkia haraustason yläpuolella esiintyviä kallionpintoja ei ole kuitenkaan syytä varmistaa, mikäli kallionpinta voidaan riittävällä varmuudella todeta putkikairauksella. Vähintään yksi kalliovarmistus kohteella on kuitenkin syytä tehdä kallion ja sen laadun varmentamiseksi.

## 4.9 Kallionäytekairaus

### **Kallionäytekairauksen soveltuvuus:**

Kallionäytekairauksessa (timanttikairaus) kallioista porataan jatkuva kallionäyte, jonka avulla saadaan erittäin tarkkoja tietoja kalliooperästä, kallion kivilajista, rakoilusta yms.

Kallionäytekairaus on määritelty:

- Standardi SFS EN ISO 22475-1 Näytteenottomenetelmät ja pohjavesimittaukset.

Menetelmän kalleuden vuoksi kallionäytekairausta käytetään harvoin väylätutkimuksissa. Kallionäytekairaus on yleensä korvattu porakonekairauksella, jonka antamat kalliooperätiedot ovat puutteellisempia, mutta kuitenkin yleensä riittäviä kallion porattavuuden ja louhittavuuden selvittämiseksi. Tarvittaessa porakonekairauksen antamaa tutkimustulosta voidaan täydentää vesimenekkimittauksella.

## 4.10 Porareiän videokuvauks

### **Porareiän videokuvauksen soveltuvuus:**

Menetelmän avulla saadaan tietoja kalliooperästä, kallion kivilajista (mikäli porattaessa otetaan soijanäytteitä), rakoilusta yms.

Porakonekairaus on määritelty kohdan 4.8 mukaisesti, videokuvaukselle ei ole olemassa standardia ta teknistä spesifikaatiota.

Porareiän videokuvauks menetelmänä on kehittymässä osittain korvaamaan kallionäytekairausta sen kalleuden takia. Porareiän ei tarvitse olla niin iso kuin kallionäytekairauksessa, tavallinen porakonekairan reikä voidaan huuhtelun jälkeen videoida tarkoitukseen sopivalla pienikokoisella kameralla.

## 4.11 Vesimenekkimittaukset

### Vesimenekkimittauksen soveltuvuus:

Menetelmän avulla saadaan määritettyä vesimenekki, jonka avulla voidaan arvioida kallion vesitiiviyttä ja sitä kautta rakoilua ja ruhjeisuutta. Vesiväylätutkimuksissa menetelmää käytetään kiinteiden merimerkkien perustamispaikkatutkimuksissa.

Vesimenekkimittaus kalliossa on määritelty standardissa:

- EN ISO 22282 on vahvistettu, mutta ei vielä SFS-standardi

Kallion vesimenekkimittaus tehdään porakonekairauksen yhteydessä tai kairauksen jälkeen. Tutkimuksessa käytettävä mittausväli porareiässä vaihtelee yleensä 1–10 metriin.

## 4.12 Näytteenotto

### 4.12.1 Näytteenotto vesiväylätutkimuksissa

Maanäytteitä otetaan maalajien määrittämiseksi ja niiden geoteknillisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Vesiväylätutkimuksissa on yleensä mahdollista ottaa ainostaan häiriintyneitä näytteitä, joista saadaan selville maalajin rakeisuus, vesipitoisuus, humuspitoisuus ja ominaispaino, mutta näytteen ei voida katsoa edustavan luonnontilaista maata.

Näytteenottotiheyteen vaikuttavat maaperän laatu ja homogeenisuus sekä se, mitä näytteiden perusteella on tarkoitus ensisijaisesti selvittää. Kultakin erilliseltä ruopauskohteelta otetaan näyte vähintään 1-3 pisteestä. Näytteenottoaikat määritetään tehtyjen kairausten perusteella ja näytteet otetaan yleensä kairauskohdista näyte- ja kairaustulosten keskinäisen vertailun mahdollistamiseksi. Näytteitä otetaan kussakin pisteessä pystysuunnassa niin tihein välein, että eri maalajikerrokset tulevat selviteytyksi tutkimusten tavoitesyvyyteen saakka.

Pilaantuneiden maiden tutkimuksiin liittyvä näytteenotto on käsitelty kohdassa 8.4.

### 4.12.2 Näytteenottomenetelmät

Vesiväylätöissä käytettävien näytteenottomenetelmien määrittely ja standardointi perustuu maalla toteutettavia näytteenottoja vastaavasti:

- SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009

Näytteenottomenetelmän valintaan vaikuttavat alueen pohjasuhteet ja vesisyvyys, kohteen maalaji, tutkimusolosuhteet (otetaanko näytteet jalalliselta lautalta, kelluvaa alustaa hyväksi käyttäen vai jäältä) ja tutkimukseen käytettävissä oleva kalusto. Näytteenottomenetelmän valinnassa on huomioitava, että näytteestä ei sitä ylös nostettaessa pääse huuhtoutumaan maalajitteita pois.

Meriväylätutkimuksissa pääasiallisena näytteenottokalustona on ollut porakonekaira, jossa voidaan käyttää joko suuria kannukairatyypisiä näytteenottimia tai alapäästään avoimia putkinäytteenottimia. Porakonekairan näytteenottimilla voidaan ottaa näytteitä mm. kivistä ja tiivistä hiekka-, sora- ja moreenimaista.

Porakone- ja heijarikairalla saadaan näytteitä myös tiiviistä, karkearakeisista ja kivisistä maakerroksista, mutta niiden soveltuvuus näytteenottoon siltissä tai sitä hienojakoisemmissa maalajeissa on huono. Hienojakoisille maalajeille soveltuvat paremmin tavallisen monitoimikairan varustukseen kuuluvat näytteenottimet.

Vedenalaisten häiriintymättömien näytteiden otto on mahdollista ainoastaan mäntäkairoilla joko kairauskalustoon liitettynä tai sukeltajatyönä. Näytteenotto sukeltajan avulla tapahtuu koheesiomaissa ottimeilla, jonka muodostavat putki ja tiivis mäntä.

Sukeltaja voi tarpeen vaatiessa ottaa maanäytteen myös lapioimalla näyteastiaan tai näytepalan pintakalliosta.

#### 4.12.3 Maanäytteiden laborioriotutkimukset

Vesiväylätutkimuksissa otettavien maanäytteiden pääasiallinen tarkoitus on kohteissa olevien maalajien ja niiden ruopattavuuden selvittäminen. Mekaanista ruoppausta varten häiriintyneistä näytteistä tutkitaan laboratoriossa yleensä rakeisuus, hienoainepitoisuus ja humuspitoisuus, joista selvää maalaji. Häiriintymättömistä näytteistä voidaan tutkia lisäksi leikkauslujuus esimerkiksi kartiokokeen avulla sekä vesipitoisuus.

Hopperi- ja imuruoppausta varten on tarpeen yllä mainittujen lisäksi mahdollisuuksien mukaan selvittää:

- materiaalin ominaispaino, tiiviys
- suljettu leikkauslujuus
- Atterbergin konsistenssirajat
- rakeisen materiaalin koostumus (mineraalikoostumus ja raemuoto).

Mineraalikoostumuksen ja raemuodon määrittäminen ei suomalaisissa laboratorioissa ole kuulunut vakiokokeiden valikoimaan.

Hopperi- ja imuruoppausta varten tehtäviä laboriorioitoksia tukevia maastotutkimuksia ovat:

- tiiviyden määrittäminen heijari- tai SPT-kairalla
- leikkauslujuuden selvitys siipi- tai puristinkairauksella
- moreenin lohkaraisuuden (koko ja määrä) selvitys koeruoppauksella.

Vesiväylähankkeissa käytettävien laboriorioitoksmenetelmien määrittely ja standardointi perustuu maapuolen kohteissa tehtäviä tutkimuksia vastaavasti:

- SFS-KÄSIKIRJA 179-2/Tekniset spesifikaatiot CEN ISO/TS 17892-1 ... CEN ISO/TS 17892-12 ja niiden soveltaminen Suomessa

Pilaantuneiden maiden näytteenottoon liittyvät tutkimukset on käsitelty kohdassa 8.4.



## 4.13 Muita kenttäkoemenetelmiä

### Pisto- ja lyöntikairaus:

Tärykairausa vastaavana täydentävänä tai alustavana tutkimusmenetelmänä (paino)kairatankojen upotusta maahan on aiemmin tehty miesvoimin ja tarvittaessa nuijalla lyömällä. Tällöin on puhuttu pisto- ja lyöntikairauksesta, jolla on lähinnä voitu määrittää kovan pohjan syvyys ja varmistaa, että kallio ei esiinny tutkittavalla alueella määräsyyvydessä.

### Pliktaus:

Pliktaus on menetelmä, jossa kalliosta saadaan äänihavainto lyömällä kairatankoa nuijalla. Menetelmä soveltuu pienille ja matalille kohteille kun kallion päällä on ohut kerros pehmeää maata.

### SPT-kairaus:

SPT-kairaus (Standard penetation test) on menetelmä, jossa maan tiiveys kairareian pohjalla määritetään lyömällä näytteenotinta vakioidulla menetelmällä tietty matka maahan. Tuloksena saadaan tunkeutumiseen tarvittavien lyöntien määrän perusteella maan suhteellinen tiivys ja otettavasta maanäytteestä laboratorikokeilla maalaji.

SPT-kairaus on määritelty eurooppalaisessa standardissa SFS-EN ISO 22476-3, joka on vahvistettu myös suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi, vaikka menetelmä on oloissamme jäänyt vähälle käytölle.

## 5 Lohkareisuustutkimukset

### 5.1 Viistokaikuluotoaus

Viistokaikuluotauksen tulosteista pystytään muodostamaan kuva pohjan pintalohkareisuudesta. Menetelmälle on ominaista se, että tulosteet eivät anna kohteille tarkkaa koordinaattitietoa, joten sen avulla pystytään ainoastaan arviomaan lohkareisuutta ja ohjaamaan tarkempia tutkimuksia oikeille alueille. Viistokaikuluotausaineistosta laaditun lohkareisuuskartan ote on esitetty liitteessä 10.

### 5.2 Monikeilausdatan hyödyntäminen

Nykyaikaisen monikeilausdatan perusteella saadaan useissa tapauksissa muodostettua käsitys pohjan pintalohkareisuudesta. Myös monikeilauksen yhteydessä syntyvää viistokaikuluotauksen kaltaista Backscatter-dataa voidaan käyttää apuna laadittaessa monikeilausdatasta lohkarekartoituksia ruoppaussuunnittelua varten.

Monikeilausdatan pohjalta laadituissa lohkarekartoissa kohteilla on tarkka koordinaattitieto. Lisäksi saadaan käsitys pintalohkareiden määrästä ja suuntaa antavaa tietoa lohkareiden (näkyvän osan) koosta. Monikeilausdatasta laaditun lohkareisuuskartan ote on esitetty liitteessä 11.

### 5.3 Kairaukset

Kairaukset osoittavat jossain määrin maan sisällä olevien lohkareiden määrää. Tätä varten kaikki tavoitesyvyteen pyrittäessä tehdyt kairaukset ja kairausyritykset tulosetaan ja porakonekairausten kairausdiagrammiin merkitään läpäistyt lohkareet.

Maaperän sisällä olevien lohkareiden määrää ei voida kuitenkaan kustannussyistä selvittää kattavasti kairausverkkoa tihentämällä normaaleissa väyläruoppauskohteissa. Poikkeuksen muodostavat rajalliset kohteet, kuten paalutettavien turvalaiterakenteiden perustamispaikat.

### 5.4 Sukeltajatutkimukset

Lohkareisuustutkimusta sukeltajatyönä on perinteisesti tehty siten, että pienehköt ruopattavat alueet on sukellettu kokonaan ja laajoilla ruoppausalueilla tutkittu vain aluetta edustava otos. Tällöin sukellustyön kohdentaminen on perustunut esimerkiksi viistokaikuluotaukseen ja lohkareisuudeltaan vaihtelevilla pohjilla sukellustutkimusalueita on sijoitettu myös alustavan tutkimuksen mukaan lohkareettomille alueille.

Sukellustyö voi tapahtua lautalta, ankkuroidulta alukselta tai jäältä. Yhdeltä paikalta tutkittavan alueen koko on rajallinen, esimerkiksi niin sanottua ympyrämenetelmää käytettäessä sukeltaja laskeutuu alas ympyrän keskipisteeseen ja siitä mittaköyden ja kompassin avulla määrittelee etäisyyden ja suunnan keskipisteeseen nähden kartoit-

taessaan pohjaa. Tuloksena on kustakin kohteesta 20-40 metrin halkaisijaltaan oleva tutkittu alue.

Työtä suoritettaessa mitataan tutkimusalueilla olevien tiettyä kokoa suurempien lohcareiden näkyvän osan mitat (pituus x leveys x korkeus), lohcareen huipun ja pohjan syvyyslukema sekä ilmoitetaan lohcareen muoto ja asema pohjan suhteen. Ohjearvoa pienemmät lohcareet sekä kivikkopohja ilmoitetaan tutkimuskartoissa sanallisesti. Tutkimusalueet ja löydetyt kohteet sidotaan koordinaatistoon sillä tarkkuudella kun se käytännössä on mahdollista.

Sukeltajatutkimusten merkitys vesiväylähankkeissa on vähentynyt muiden tutkimusmenetelmien kehittyessä. Ominaisin käyttöalue on siirtynyt lohcareisuustutkimuksista pienten kohteiden avokallion rajausten ja yksittäisten kohteiden tunnistamisen ja tutkimisen suuntaan. Tyypilliset kohteet ovat esimerkiksi kiinteiden turvalaitteiden perustamispaikkojen pohjatutkimuksia tai valmiiden rakenteiden tarkastuksia.



Kuva 11. Vesiväylähankkeen sukeltajatutkimusta jäältä. Kuva: Meritaito Oy.

Sukeltajatutkimuksissa käytettävät piirustusmerkinnät on esitetty liitteessä 12.

## 5.5 Kuvausmenetelmät

Vedenalaisia kuvausmenetelmiä, kuten valokuvausta tai videointia, voidaan käyttää täydentämään muilla menetelmillä tehtyä pohjan pintalohkareisuusselvitystä.

Kuvausmenetelmien rajoituksia ovat veden sameudesta johtuva huono näkyvyys ja kohteiden koordinaattitiedon puuttuminen.

## 5.6 Koeruoppaus

Maakerrosten sisällä olevien kivien ja lohcareiden määrää ja kokoa voidaan selvittää mahdollisten koeruoppausten yhteydessä tai periaatteessa jossain määrin myös sukeltajatyönä tehtävien koekuoppien avulla.

Käytännössä koeruoppaus maan lohcareisuuden selvittämisessä rajoittuu ruoppaus-työn aikaisiin rakennuttajan ja urakoitsijan välisiin erimielisyyksiin ruoppauskohteen laadusta. Tällöin kaluston ollessa valmiiksi kohteella voidaan todeta massojen sisältämän lohcareisuuden taso tai maan kaivettavuus koeruoppauksella.

## 6 Turvalaitetutkimukset

### 6.1 Yleistä

Väylän turvalaitteiden tyyppi, määrä ja sijoittelu määritetään väylän merkinnän suunnittelun yhteydessä, yhtenä osana väyläsuunnitelman laadintaa.

Turvalaitteiden perustamisolosuhteet ja muut ympäristöolosuhteet vaikuttavat osaltaan turvalaitetyypin valintaan ja niiden sijoitteluun ja sitä kautta väyläsuunnitelmaan. Ratkaiseva vaikutus perustamisolosuhteilla on turvalaitteen rakennetyypin ja perustamistavan valintaan,

Turvalaitetutkimuksissa käytettävät tutkimusmenetelmät on esitetty osassa II. Tässä osassa kuvataan menetelmien soveltaminen turvalaittepaikkatutkimuksissa.

Tutkimusten sitomisessa koordinaatistoon ja korkeustasoihin sovelletaan samoja periaatteita ja ohjeita kuin muissa vesiväylätutkimuksissa.

### 6.2 Linjamerkkitutkimukset

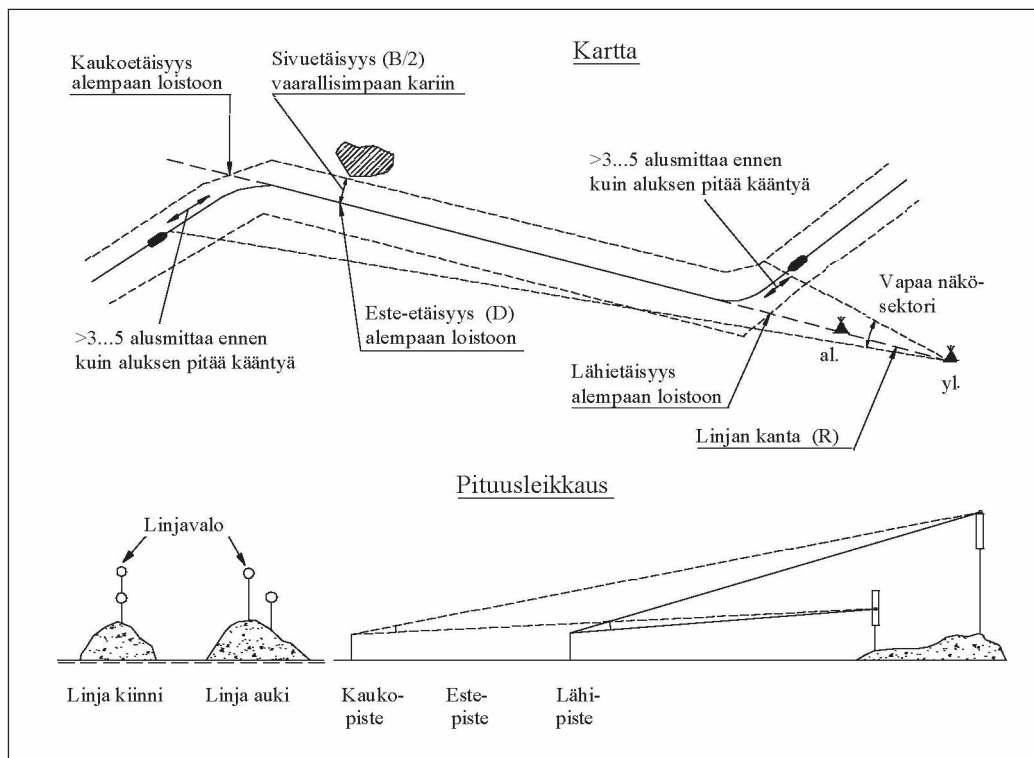
Linjamerkkien alustava sijoittaminen ja mitoitus väyläsuunnittelun yhteydessä tehdään maastokarttojen perusteella.

Maastossa tehtäviin merkkipaikkatutkimuksiin sisältyy näkemäsektoreiden kartoitus sekä perustamispaikkojen perustamisolosuhteiden selvitys. Näkemäsektorin alueelta kartoitetaan maaston korkeussuhteet ja alueen puusto sekä muut mahdolliset näköesteet ja niiden korkeudet. Näkemäsektori määritetään kuvan 12 mukaisesti. Kartoituksen yhteydessä tulee myös selvittää, onko kyseessä vesilain tarkoittama erityiseen käyttöön otettu alue.

Perustamispaikkojen maaperä ja topografia selvitetään, harusten vaatima tila huomioon ottaen. Tutkimusmenetelminä tulevat kyseeseen silmämääräinen tarkastelu, pintavaaitus, avokallion rajausta sekä kairaukset.

Jos maastossa osoittautuu, että suunniteltuja linjamerkkipaikkoja joudutaan siirtämään, tulisi siirtomahdollisuutta katsoa ensivaiheessa linjan suunnassa, riittävä kannan pituus linjalle säilyttäen. Merkkipaikkojen sivuttaissiirrot tulisi tehdä mahdollisimman yhdensuuntaissiirtoina, koska pitkillä linjoilla pienikin suuntamuutos aiheuttaa ison siirtymän linjan toisessa päässä. Tilanne vaihtelee tapauskohtaisesti, ja tutkimuksen tekijän on syytä olla tutkimusten kuluessa tarpeen mukaan yhteydessä väylän/merkinnän suunnittelijaan.

Linjamerkin rakentamista ja ylläpitoa silmällä pitäen selvitetään linjamerkkipaikoille johtavat kulku/tieyhteydet. Samoin selvitetään alueella mahdollisesti olevat sähkölinjat (sijainti, omistaja, verkon jännite). Varsinkin linjaloistoille, joissa käytetään suuritehoisia päiväloistoja, pyritään saamaan verkkovirtayhteys.



Kuva 12. Linjamerkkien näkemäsektorit

## 6.3 Reunamerkkitutkimukset

Väyläalueen reunaan osoittava reunamerkki pyritään rakentamaan enintään 50 m etäisyydelle väylän reunasta perustamisolosuhteiden ja väylägeometrian kannalta mahdollisimman optimaaliselle paikalle. Reunamerkin etäisyys väylän reunasta (m) ilmoitetaan merikartalla.

Reunamerkkipaikalla tehtävät yksityiskohtaisemmat tutkimukset riippuvat paikan maaperäolosuhteista ja niiden perusteella valitusta reunamerkin perustamistavasta. Reunamerkeissä käytettyjä perustustyyppkejä ovat kallioon louhittu kuoppa, kallioon ankkuroitu rakenne, paalutettu rakenne sekä gravitaatorakenne (kasuuni). Perustustyyppit on esitetty kuvissa 13 ja 14.

### 6.3.1 Louhittuun kuoppaan perustettu rakenne

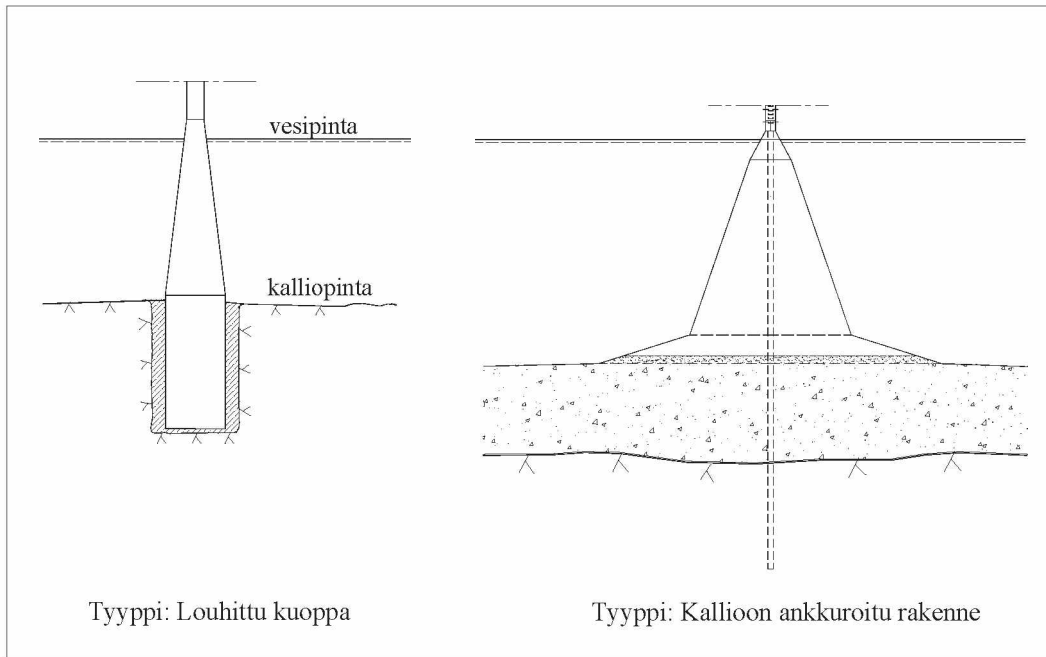
Louhittuun kuoppaan perustettu kiinteä merkki on perustustyyppiltään yleisimmin käytetty ja myös rakennuskustannuksiltaan yleensä edullisin, mikäli suhteellisen luja avokallio tai helposti paljastettava avokallio on enintään syvyydellä 15...18 m keski-vedestä.

Syvyystietojen ja alustavien pohjatietojen perusteella valitulla merkkipaikalla tehdään tarkempi sukeltajatutkimus, jolloin kartoitetaan kalliojaljastumat, avokalliossa mahdollisesti näkyvät ruhjeet ja lustot sekä niiden suunnat ja suuruudet. Myös lohka-reiden sijainti ja koko kartoitetaan.

Peitteisillä kallioalueilla kalliopinnan korkeus ja yleismuoto selvitetään porakonekairauksilla n. 20 metrin etäisyydelle merkkipaikasta.

Merkkipaikan soveltuvuus kiinteän merkin perustaksi ja peruskuopan louhittavuus selvitetään porakonekairauksilla. Porakonekairaukset (4 kpl) ulotetaan merkkipaikalla 2 m suunnittelijan määräämän peruskuopan pohjatason alapuolelle.

Syvyystietona yleensä riittää alueelta tehty peittävä kaikuluotaus (monikeilaus tai kaikuharaus). Tarvittaessa syvyystietoja voidaan varmentaa lautalta tehtävillä käsi-  
luotauksilla.



Kuva 13. Reunamerkkien perustustyypit: louhittu kuoppa ja kallioon ankkuroitu rakenne

### 6.3.2 Kallioon ankkuroitu rakenne

Kallioon ankkuroitu rakenne on perustustyyppinä harvemmin käytetty rakenne. Rakenteeseen sisältyy kustannusriskejä, joita on lähes mahdoton poistaa tutkimuksilla. Siksi merkkipaikka tutkitaan ankkuroitua rakennetta silmälläpitäen vain, jos suunnittelija katsoo tutkimuksen aiheelliseksi.

Jos alustavissa pohjatutkimuksissa kalliin on todettu olevan 2..10 metrin paksun maakerroksen peitossa, voidaan merkkipaikka tutkia esijännitettyä pohjalaatallista rakennetta varten. Tällöin maaperä- ja sukeltajatutkimukset tehdään paalutettua rakennetta vastaavalla tavalla .

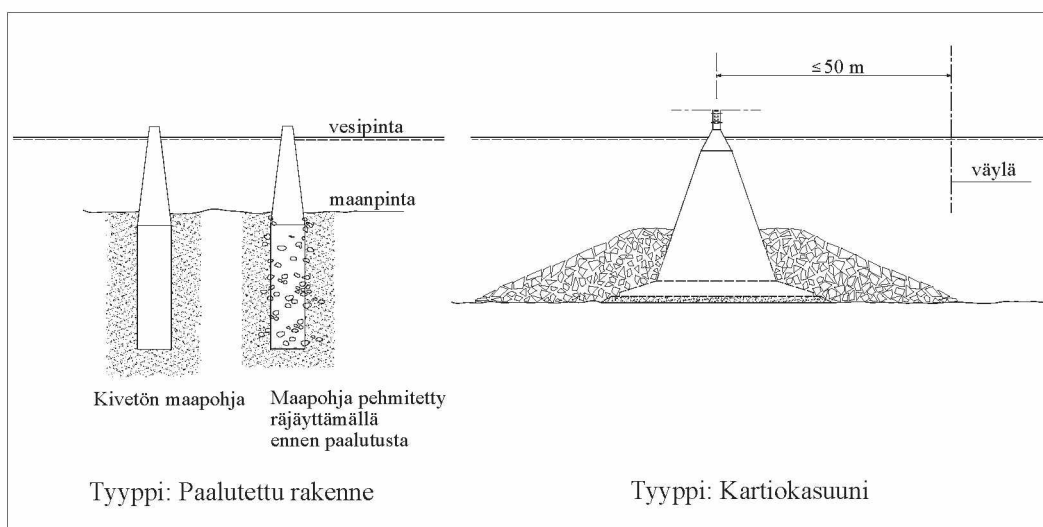
Ankkuroinnin suunnittelua varten tehdään valitulla merkkipaikalla 20 m läpimittaisella alueella kalliin laadun ja sen rakoilun selvittämiseksi porattavuustutkimuksia noin 5 pisteessä 10 m syvyydelle kalliin pinnasta. Rikkonaisessa kalliiossa porausta jatke-



taan noin 15 m syvyyteen. Porakonekairauksista piirretään vastusdiagrammit ja kaikki todetut häiriötekijät (ruhjeet yms.) esitetään tämän yhteydessä.

Rakenteiden ankkuroinnin suunnittelun ja työn toteutuksen kannalta on kallion laadulla suuri merkitys. Kallion pintaosasta otetaan näytteitä porakonekairoja varten kehitetyllä näytteenottimella tai näytteinä käytetään huuhteluveden mukana tulleita kivensiruja. Näytteistä määritetään mineraalikoostumus, kivilaji, rapautumisaste sekä mahdollisuuksien mukaan myös ehjyys. Luotettavin tutkimustapa olisi kallionäytekairaus (timanttikairaus).

Kallion rakoilun ja vesitiiveyden selvittämiseksi tehdään merkkipaikalla vesimerkki-mittauksia vähintään kahdessa erässä. Mikäli kallio on rikkonaista, lisätään vielä vesimenekkimittauksia pyrkien löytämään ehjä kallioalue.



Kuva 14. Reunamerkkien perustustyytit: paalutettu rakenne ja kartiokasuuni

### 6.3.3 Paalutettu rakenne

Kiinteä merkki voidaan perustaa yksittäisen pystypaalun varaan, mikäli kantavan irtomaakerroksen paksuus on suunnitellulla merkkipaikalla noin 20 m. Irtomaakerros voi olla moreenia tai lajittunutta kitkamaata.

Pohjan korkeusasema tulee tuntea  $\varnothing$  100 m alueella merkin ympärillä, sivukaltevilla n.  $\varnothing$  150 m alueella.

Maaperä tutkitaan merkkipaikalla vähintään 2 metriä arvioidun paalutussyvyyden alapuolelle. Paalutussyvyys ilmoitetaan asianomaisessa tutkimusohjelmassa. Ellei sitä ole ilmoitettu, voidaan paalutussyvyyden arvona käyttää 20 m maahan. Pehmeässä maassa tai maan pinnan ollessa kalteva lisätään paalutussyvyttä 5...10 metriä.

Merkkipaikalla tehdään aluksi porakonekairaus ja otetaan näytteitä maaperän vaihtelevuuden mukaan tai maaperän pysyessä samana vähintään yksi näyte viittä syvyydmetriä kohti. Tämän lisäksi tehdään mahdollisimman syvälle ulottuva paino- ja heijarikairaus maaperän tiiveyden tai sen vaihtelujen selvittämiseksi (tiivissä kitkamaassa heijarikairan tunkeutuvuus on painokairaa parempi). Merkkipaikan ympärillä tehdään

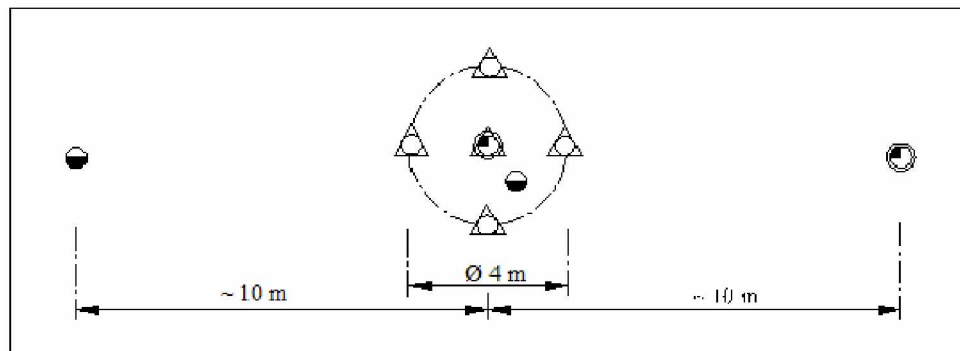


lisäksi Ø 20 m alueella muutama matalampi kairaus ja otetaan tarvittaessa näytteitä maaperän vaihtelujen selvittämiseksi.

Valitulla merkkipaikalla tehdään myös sukeltajatutkimus, jolla kartoitetaan pohjan lohkaraisuus (jollei tieto ilmene riittävällä tarkkuudella esim. monikeilausdatasta).

Jos maaperässä on tavattu lohkareita, tehdään porakonekairauksia lisää 4 kpl Ø 4 m alueella valitulla merkkipaikalla (kuva 15).

Kairauksissa tehdyt havainnot maalajista, lohkarista yms. merkitään kairausdiagrammiin. Maan luonnontilaisen kitkakulman tunteminen on suunnittelun kannalta tärkeää. Tätä varten otetuista näytteistä tutkitaan rakeisuus sekä raemuoto, ja kitkakulma määritetään näiden sekä kairausvastuksen perusteella.



Kuva 15. Periaatekuva paalutetun rakenteen tutkimuspisteistä.

#### 6.3.4 Gravitaatiorakenne (Kasuuni)

Gravitaatiorakenteet voidaan perustaa kantavalle kitkamaalle tai kitkamaa/louhe-täytölle. Kasuuni on rakenteena osoittautunut edullisimmaksi kiinteän merkin perustukseksi 10...15 m vesisyvyyksillä silloin, kun kallio ei ole paljaana tai helposti paljastettavissa, ja kun kallio ei toisaalta ole riittävän syvällä paalutettua perustusrakennetta silmällä pitäen.

Tutkimusalueen koko määrätään perustamispaikan vesisyvyyden perusteella ottaen huomioon, että rakenteen pohjalaatan vaatiman tilan lisäksi eroosioverhouksen tulee mahtua tutkitulle alueelle. Suunnittelijalla tulisi lisäksi olla mahdollisuus siirrellä hieman rakenteen paikkaa valiten sille edullisin sijoituspaikka. Ellei ole tarkempaa tietoa paikalle suunniteltavan rakenteen edellyttämästä tutkittavasta alueesta, voidaan noudattaa seuraavia ohjearvoja:

- vesisyvyys 2 m:tutkittava alue 30 x 30 m<sup>2</sup>
- vesisyvyys 10 m:tutkittava alue 60 x 60 m<sup>2</sup>
- vesisyvyys 15 m:tutkittava alue 80 x 80 m<sup>2</sup>

Perustamispaikalla tehtävien raivaus-, ruoppaus- ja täyttötöiden massamäärien arviointia varten tutkittava alueelta tarvitaan syvyystiedot peittävän kaikuluotauksen tarkkuudella (syvyystietojen ulotuttava n. Ø 100...150 m alueelle merkin ympärillä).

Pintalohkareet kartoitetaan ja jaetaan kokoluokkiin. Maakerrosten kantavuus ja laatu selvitetään kairauksilla ja näytteillä. Tutkimustuloksista tulisi voida lisäksi yksiselitteisesti määrittää, mihin syvyyteen mahdolliset pehmeät pintamaat on poistettava rakenteiden alta.

Maakerrosten kantavuudesta antaa parhaan kuvan painokairaus. Tiiviissä maakerroksissa käytetään lisäksi heijarikairaus. Maanäytteistä tutkitaan rakeisuus, koheesiomaasta lisäksi vesipitoisuus, lujuusluku, hienousluku sekä humuspitoisuus. Tutkimukset tulee ulottaa sellaiselle syvyydelle, että pohjan kantavuus tulee varmistettua.

Pintamaan eroosioherkkyys tutkitaan, jos se näyttää aiheelliselta. Virtauseroosiolle ovat herkkiä hiekka ja siltti.

## 6.4 Majakat ja tutkamerkit

Veteen perustettavat majakat ja tutkamerkit ovat perustustyypeiltään ja rakennetarkoituksiltaan pitkälti reunamerkin kaltaisia. Niiden perustamispaikkatutkimuksissa sovelletaan edellä esitettyjä reunamerkkipaikkojen tutkimusohjeita perustustyyppistä riippuen.

## 6.5 Kelluvat turvalaitteet

Poijujen ja viittojen sijoituspaikoista tarvitaan tieto vesisyvyydestä ja pohjan laadusta (pehmeä, kova, kallio).

Jääpoijun, poijuviitan ja suurviitan asennuspaikoilta tehdään luotaus halkaisijaltaan n. 30 m alueelta (riittävä luotautieto on voitu saada jo väyläsuunnittelua varten tehtyjen syvyyssmittausten perusteella). Tällä alueella kartoitetaan sukeltajatutkimuksena avokallio ja lohkarit sekä todetaan pohjan laatu. Huomattakoon, että nämä tutkimukset kannattaa tehdä vasta sen jälkeen, kun merkkien paikat väyläsuunnitelmassa ovat varmentuneet (väyläsuunnitelma hyväksytty).

## 7 Tutkimusten raportointi

### 7.1 Yleistä

Pohjatutkimusten raportoinnissa noudatetaan Liikenneviraston ohjetta geotekniset tutkimukset ja mittaukset (Tiehallinto 2008) soveltuvin osin. Pohjatutkimusten tulokset, tekstit ja piirustusaineisto luovutetaan sähköisenä sopimuksen mukaisissa formaateissa.

Maaperän kuvaukseen käytetty maalajiluokitus on esitetty standardissa SFS-EN ISO 14688-2 ja maan tunnistamisen osalta sovelletaan standardia SFS-EN ISO 14688-1. Tarvittaessa kallioperän kuvauksessa käytettävä luokitus on esitetty standardissa SFS-EN ISO 14689-1. Näiden kansainvälisten luokitusten soveltamisohjeet Suomessa ovat valmisteilla Suomen Geoteknillisen yhdistyksen toimesta.

Merenmittaustoimeksiannoista tyypillisesti luovutettavien aineistopakettien sisältö on esitetty liitteessä 13.

### 7.2 Tutkimusaineiston käsittely

Tutkimusaineiston käsittelyssä on nähtävissä seuraavat vaiheet (kuva 16):

- raakahavainnot
- käsitelty aineisto
- mallinnus

Raakahavainnot ja käsitelty aineisto sisältyvät tutkimusvaiheeseen (tutkimustoimeksiantoon). Mallinnus kuuluu useassa tapauksessa jo hankkeen seuraavaan, suunnitteluvaiheeseen.

Raakahavainnot ja raakahavainnoista johdettuja malleja ei pidä verrata keskenään.

Aineistoja prosessoitaessa jokaisessa vaiheessa on arvioitava prosessissa syntyvä epävarmuus. Tämä tulee ottaa erityisesti huomioon vertailtaessa eri vaiheiden materiaaleja keskenään. Tämä koskee myös saman vaiheen eriaikaisia havaintomateriaaleja. (Epävarmuus tai virhebudjetti TPU tai TPE)

Menetelmänä tätä kaaviota/ajattelutapaa voidaan soveltaa tässä ohjeessa käytetyn jaottelun mukaisesti sekä mittausaineiston että pohjatutkimusaineiston käsittelyssä.

Jokaisessa aineiston käsittelyn vaiheessa on oma epävarmuutensa. Esimerkiksi yleistetystä materiaalista tehdyssä mallissa matalin kohta/havainto ei välttämättä kuvau-  
du samalle kohdalle kun se on alkuperäisessä materiaalissa.

| Raakahavainnot                        | Käsitelty aineisto   | Mallinnus                        |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| Syvyysdata<br>(havaintopilvi)         | Tarkastus<br>Harvennus                                     | Käyrät<br>Hilat<br>Mallit        |
| Kairaustiedot<br>(kairauspöytäkirjat) | Kairausdiagrammit  | Maalaji- ja<br>kalliopintamallit |
| Näytteenotto                          | Rakeisuuskäyrät, pitoisuudet<br>ym. laboratoriomääritykset |                                  |

Kuva 16. Tutkimusaineiston jaottelu.

## 7.3 Tutkimustöiden työraportti

### 7.3.1 Pohjatutkimusten työraportti

Pohjatutkimusten suorittajayrityksen tutkimusten vastaava asiantuntija laatii Liikenneviraston tilaajaohjeistuksen mukaisesti tehdyistä tutkimuksista tutkimustöiden työraportin, jossa esitetään muun muassa:

- tutkimustyön yleistiedot ja vastuuhenkilöt
- käytetyn laitteiston tiedot
- olosuhdetiedot
- poikkeamatiedot normaalista työsuorituksesta ja tutkimusohjelmasta
- kairaus- ja koetulospöytäkirjat
- näytteenottopöytäkirjat ja laboratorionkokeiden tulokset
- työtä varten haetut, pidetyt katselmuksat, käytetyt liikennejärjestelyt ja sattuneet vahingot
- tiedot aineiston säilytyksestä ja luovutuksesta

Pohjatutkimusten työraportti laaditaan soveltaen standardia Eurokoodi 7, osa 2; SFS EN 1997-2.

### 7.3.2 Syvyysmittaustyön työraportti (mittauspöytäkirja)

Syvyyspisteaineistoa tuotettaessa jokaisesta mittausalueesta laaditaan mittaustyön yhteydessä oma luotauspöytäkirja. Väylämittauksissa käytettävän tyypillisen työraportin sisältö on esitetty liitteessä 14. Työraportin sisältövaatimus vaihtelee riippuen siitä, onko kyseessä pelkkä väylämittaus, vai käytetäänkö tuloksia myös merikartan valmistuksessa (kyse merenmittaustyöstä). Jälkimmäisessä tapauksessa mittajalta vaaditaan operointikäsikirja, johon kirjataan kaikki mittaustoimintaan liittyvät seikat koordinaattimuunnoksista tulostukseen. Mittausraportin sisältövaatimukset esitetään yksityiskohtaisemmin mittaustoimeksiannon yhteydessä.

Tankoharaustöissä laaditaan jokaisesta mittausalueesta mittaustyön yhteydessä oma tankoharauspöytäkirja. Tankoharaustyön tyypillisen työraportin sisältö on esitetty liitteessä 15.

## 7.4 Tutkimusraportti

### 7.4.1 Pohjatutkimusten tutkimusraportti

Laajoista pohjatutkimuskokonaisuuksista voi olla tarpeen laatia mahdollisesti useita tutkimusten työraportteja sisältävä tutkimusraportti. Tutkimusraportin laatii hankekokonaisuuden tutkimusohjelman tehnyt suunnittelija ja siinä esitetään arvio tutkimusohjelman tavoitteiden saavuttamisesta. Tutkimusraportissa esitetään alustava arvio puutteiden merkityksellisyydestä ja mahdollisesti lisätutkimusohjelma, mikäli tavoitteita ei kaikin osin ole saavutettu.

Tutkimusraporttiin liittyen voidaan geosuunnittelijalta tilata arvio maaperän ruopattavuudesta, perustamistapalausunto, maaperäolosuhteiden kuvaus tai muu selvitys.

Tutkimusraportti laaditaan soveltaen standardia Eurokoodi 7, osa 2; SFS EN 1997-2.

### 7.4.2 Syvyysmittaustyön tutkimusraportti (merenmittausprojektin työselostus)

Syvyysmittaustyön tutkimusraporttina laaditaan kustakin merenmittausprojektista työselostus, jonka tyypillinen sisältö on kuvattu liitteessä 16.

Mittaustilauksen/projektin sisältö kuvataan indeksikartalla ja projektin osa-alueet kuvaavilla kartoilla.

## OSA 3

# 8 Ympäristöselvitykset

## 8.1 Yleistä

Ympäristöselvityksillä selvitetään paikallisia ympäristöolosuhteita sekä hankkeen vaikutuksia niihin. Selvitykset liittyvät suurelta osin hankkeen ympäristövaikutusten arviointiin (YVA-prosessiin) ja vesilupaprosessiin, mutta tukevat myös teknistä suunnittelua ja rakentamista. Tiettyjen perusasioiden selvittäminen on tarpeen, vaikka YVA- tai vesilupaprosessia ei hankkeeseen sisältyisikään.

Ajallisesti selvitykset ajoittuvat ennen hankkeen toteutusta tehtäviin ennakkoselvityksiin, työnaikaisiin seurantatutkimuksiin sekä hankkeen valmistumisen jälkeiseen jälkiseurantaan. Tämä ohje painottuu hankkeen ennakkoselvityksiin. Niiden sisällön ja laajuuden määrittely on hankkeen toteuttajan vastuulla. Hankkeesta vastaavan kannattaa jo tutkimuksia ja selvityksiä suunniteltaessa ja tehtäessä olla yhteydessä ao. valvontaviranomaisiin, jotta kaikki tarvittavat seikat tulevat selvityksiin mukaan. Hankkeen työnaikaiset ja toteutuksen jälkeiset seurantatutkimukset perustuvat lupamääräyksiin ja viranomaisilla hyväksyttäviin ohjelmiin, joten niiden sisältö on siinä mielessä sidotumpi.

Ympäristöselvitykset teetetään alan asiantuntijakonsulteilla. Tilanteen ja tarvittavan erikoisasantuntemuksen mukaan erityyppisiä selvityksiä voidaan kytkeä samaan tilaukseen tai samalla konsultilla teetetäväksi (eri toimeksiantoina). Tiettyjä selvityksiä tai selvityksen osia voidaan kytkeä myös väylänsuunnittelun tai vesilupasuunnittelun toimeksiantoon.

Tässä ohjeessa kuvattujen ympäristöselvityksen lisäksi hankkeeseen voi liittyä erilaisia ympäristöä koskevia, suunnittelua, lupaprosessia tai rakentamista tukevia erityis selvityksiä, kuten esim. maa-aineisten ottopaikkojen selvittäminen, tukikohtaselvitykset yms. Näitä selvityksiä ei ole tässä ohjeessa käsitelty.

## 8.2 Maa- ja vesialueiden omistusolot

Väylätöitä varten selvitetään sekä ruoppaus- että läjitysalueiden ja niiden välittämässä läheisyydessä/vaikutusalueella olevien vesialueiden ja ranta-alueiden omistusolot.

Väylän määräämispäätöstä (perustamishakemusta) tai määräämispäätöksen muuttamista koskevaa hakemusta varten selvitetään kaikkien väyläalueiden sekä mahdollisten ankkurointialueiden ja niiden läheisyydessä (alusliikenteen vaikutusalueella) olevien vesi- ja ranta-alueiden omistusolot.

Turvallisuustapaikkojen osalta selvitetään maalle rakennettavien merimerkkien perustustapaikkojen omistusolot, harusten ja näkemäsektoreiden vaatima tila huomioon ottaen. Vesialueilla selvitetään veteen rakennettavien kiinteiden turvalaitteiden perustamistapaikkojen omistusolot.



Kaikilta rakentamispaikoilta tulee hankkeesta vastaavalla olla tieto alueen omistusoiloista siitä riippumatta, onko rakentamiselle haettu vesilupaa tai muuta rakentamisen lupaa (ei koske kelluvien merkkien asettamista).

Maa- ja vesialueiden omistustietoina selvitetään:

- tilan rekisterinumero
- tilan omistaja
- omistajan yhteystiedot (postiosoite)

Yhteisten ja jakamattomien vesialueiden osalta selvitetään jakokunnan tai kalastuskunnan puheenjohtajan yhteystiedot.

Ensisijainen tietolähde on Maanmittauslaitoksen kiinteistötietojärjestelmä (KTJ).

Tiedot esitetään kiinteistörekisterikartalla Vesiväyläsuunnitelmien piirustusohjeen mukaisesti (Liikenneviraston ohjeita 12/2010).

## 8.3 Vesistöselvitys

Vesistöselvitys sisältää alueen vesistön hydrologisten, limnologisten ja biologisten yleispiirteiden sekä paikallisten erityispiirteiden ja ominaisuuksien selvittämisen.

Selvitettäviä tekijöitä:

- alueen veden laatu
- nykyinen kuormitus, kuormituslähteet
- veden vaihtuvuus, virtausolot
- jääolosuhteet,
- vedenkorkeuden vaihtelut
- happitilanne
- pohjan ja ranta-alueiden laatu (mm. sedimentoitumisalueet, eroosioherkkyys)
- alueen kasvillisuus ja eliöstö (ml. ranta-alueet)
- sedimenttien haitta-ainepitoisuudet (luonnolliset tausta-ainepitoisuudet); ruoppaus- ja läjitysalueilta tehdään yleensä oma erillinen sedimenttitutkimuksensa
- arvioidut vaikutukset veden laatuun, merenpohjaan, rantoihin,

Selvityksen yhteydessä on syytä kartoittaa myös alueella mahdollisesti toteutetut tai käynnissä olevat vedenlaadun seurantatutkimukset, jotka saattavat liittyä esim. paikallisen teollisuuden jätevesipäästöihin. Näistä tutkimuksista voidaan saada käyttökelpoista tausta- ja vertailutietoa vesistön tilasta huomioon otavaksi hankkeen vaikutus selvityksissä.

## 8.4 Sedimenttitutkimukset

Sedimenttitutkimuksista on julkaistu yksityiskohtaisemmat ohjeet ympäristöministeriön Ympäristöoppaassa 117: Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje (2004, julkaisusta tulossa päivitys 2013).

Sedimenttitutkimus tehdään sekä ruoppauskohteilta että läjitysalueilta.

Ruoppauskohteilta tehtävillä sedimenttitutkimuksilla selvitetään ruoppausmassojen läjityskelpoisuutta (sedimentteihin mahdollisesti kertyneitä haitallisia aineita ja niiden pitoisuuksia).

Läjitysalueilta tehtävillä sedimenttitutkimuksilla pyritään ensisijaisesti selvittämään läjitysalueen sedimentaatio-olosuhteet (onko pohja missä määrin sedimentaatioaluetta vai eroosioaluetta). Samalla selvitetään pohjan kasvillisuutta ja eliöstöä sekä pohjaan mahdollisesti kertyneitä haitallisia aineita.

Pohjasta ruopattavaa ja mereen läjitettävää ainesta ei tarvitse analysoida kemiallisesti, jos ruopattavat massat eivät sijaitse merkityksellisten kuormituslähteiden vaikutuspiirissä, ja mikäli ruopattava aines koostuu lähes yksinomaan hiekasta, sorasta tai kalliosta, tai kohteesta vuosittain ruopattava määrä ei ylitä 10 000 tonnia. Ruoppausmassoja, jotka sijaitsevat sedimentaatiokerroksen alla, ei tarvitse analysoida, ellei ole erityistä syytä olettaa niiden olevan pilaantuneita.

#### **Sedimenttinäytteiden ottaminen**

Sedimenttinäytteitä on otettava riittävästi ja niiden tulee olla edustavia. Näytteenottopaikkojen sijainnin ja syvyyden tulee vastata ruopattavan massan syvyyttä ja pinta-alaa sekä haitta-aineiden oletettua jakaumaa vaaka- ja pystysuunnassa. Näytteet otetaan yleensä kairanäytteinä ja aina suoraan pohjasedimentistä. Määritykset voidaan tehdä esimerkiksi kerroksista 0–5 cm, 5–20 cm, 20–50 cm sekä 50 cm – ruoppaus­syvyys. Kun halutaan selvittää luonnollinen taustapitoisuus, on näyte otettava tarpeeksi syvältä sedimentaatiokerroksen alta.

Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (kohta 7.4, taulukko 2) on esitetty ruoppausmääriin perustuva suositus näytteenottopaikkojen lukumäärästä (määrät tarkoittavat ensimmäistä näytteenottovaihetta, jonka tulosten perusteella määrää joudutaan mahdollisesti lisäämään). Riittävä näytemäärä hyvä varmistaa jo ennalta valvontaviranomaisella.

Alkuperäiset näytteet ja näytteenottoon liittyvät tiedot säilytetään vähintään hankkeen keston ajan. Näytteenottoraporttiin kirjataan mm. tiedot näytteenottajasta, näytteenoton ajankohta, näytteenottopaikan koordinaatit, selvitys näytteenottopaikan sedimentaatio-olosuhteista sekä näytteiden varastointi ja muut näytteisiin kohdistu­neet toimenpiteet ennen kuin ne on otettu vastaan laboratorioissa.

#### **Ruoppausmassan fysikaaliset ominaisuudet**

Ruoppausmassasta määritetään normaalisti:

- raekokojakauma (hiekan/siltin/saven paino- %)
- orgaanisen aineksen määrä (TOC tai hehkutushäviö)
- sedimentin kuiva-ainepitoisuus (%) ja ominaispaino.

Nämä ominaisuudet tulevat selvitetyn yleensä jo muiden pohjatutkimusten (kai­rausten) yhteydessä otettavien maaperänäytteiden analysoinnin yhteydessä.

Haitalliset aineet sitoutuvat sedimentissä erityisesti hienoainekseen. Sedimenttien hienoainekoostumuksen vaikutus haitta-ainepitoisuuksiin korjataan normalisoimalla. Mitatut pitoisuusarvot normalisoidaan näytteen raekokojakauman ja orgaanisen aineksen suhteen. Normalisointi voidaan tehdä muuntamalla mitattu pitoisuus pitoi­suudeksi sovitussa standardisedimentissä, jossa savea on 25 % ja orgaanista ainesta 10 %.

### **Ruoppausmassan kemialliset ominaisuudet**

Aineet, jotka suositellaan määritettäväksi, on esitetty sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen kohdassa 7.3.3.

Pitoisuuksien ohella saattaa olla tarpeen tehdä myös liukoisuustutkimuksia.

Sedimenttinäytteen haitallisten aineiden pitoisuudet ja muut ominaisuudet määritetään laboratorioissa, joilla on käytössä kyseisten haitta-aineiden analyysien ja tarvittavien määrittämissuorituksien osalta akkreditoituneet menetelmät. Tutkimusraportissa on esitettävä selostus näytteen esikäsittelystä, analyysimenetelmistä ja muista vastaavista seikoista, jotka ovat voineet vaikuttaa laboratoriotuloksiin.

### **Ruoppausmassan biologiset ominaisuudet ja vaikutukset**

Jos läjitettävän aineksen biologisia vaikutuksia ei riittävän hyvin voida selvittää fyysikaalisilla ja kemiallisilla määrittämisillä, voidaan käyttää biologisia menetelmiä. Tähän soveltuvia testejä ovat erityyppiset myrkyllisyystestit ja ympäristön biologisen tilan arviointimenetelmät. Sopivan testimenetelmän valitseminen riippuu läjitettävän aineksen pilaantumistasesta, käytettävissä olevista menetelmistä ja niiden standardisoinnista ja validoinnista.

## **8.5 Kalatalousselvitys**

Kalatalousselvityksessä selvitetään alueen kalastoa ja kalastusoloja sekä hankkeen vaikutusta niihin.

Kalaston osalta selvitetään:

- alueen kalasto: kalalajit, määrät
- kutualueet (lisääntymisalueet), kutuajat

Kalastuksen osalta selvitetään:

- alueen ammattikalastajat
- pyyntipaikat/-alueet, menetelmät, välineet, ajoittuminen
- saalismäärät, saalismäärien kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät
- kalastustulot
- vesialueiden tuottoarvot
- kulkuyhteydet
- virkistyskalastus, kotitarvekalastus, intensiteetti ja saalismäärät
- alueen kalastuskunnat ja kalastusseurat
- alueella suoritettavat kalastonhoitotoimenpiteet: istutukset yms.

Hankkeen vaikutusten arviointiin ja korvauksiin liittyen selvitetään tai laaditaan:

- arvio hankkeen vaikutuksesta kalastoon ja kalastukseen (väylän perustamisen/vesiliikenteen ja väylätöiden osalta erikseen).
- toimenpiteet vaikutusten vähentämiseksi
- ehdotus korvaus- ja kompensatiotoimenpiteistä
- korvaussopimukset
- ehdotus vaikutusten seurantamenettelyistä.

Korvausmäärän arvioimisessa huomioidaan: saalismäärien vähenemä, pyydysten muutostyöt tai käyminen tarpeettomiksi, lisääntynyt pyydysten puhdistamisen työmäärä, kulkuyhteyksien huononeminen. Ennakkoon tehtävät, kalatalousselvitykseen perustuvat korvaussopimukset ovat lupaprosessin kannalta helpoin tapa. Vähintäänkin selvitysten tulee antaa hakijalle eväät selkeän korvausesityksen tekemisestä lupaviranomaisen käsiteltäväksi.

Korvaukset voidaan hoitaa:

- kertakaikkisina kertakorvauksina
- ennakkoon suoritettavana kertakorvauksena, jota tarkennetaan seurantatietojen pohjalta tai
- esim. vuosittain maksettavina, seurantatietoihin perustuvina korvauksina.

Viimeksi mainittu menetelmä on kalastajan kannalta siinä mielessä huono, että hän voi joutua odottamaan korvauksia kohtuuttoman kauan seurantatutkimusten tulosten mahdollisesti viivästyessä. Käytettävästä korvausmenettelystä ja korvausten määrästä päättää viime kädessä lupaviranomainen.

## 8.6 Läjityspaikkaselvitykset

Läjityspaikkaselvitykset jakautuvat pääpiirteisesti kahteen vaiheeseen: mahdollisten läjityspaikkojen alustavaan kartoitukseen ja valittujen alueiden yksityiskohtaisempaan tutkimiseen.

Läjityspaikkaselvitykset voidaan teettää omana selvityksenä tai liittää muihin tilattaviin ympäristöselvityksiin. Alustava läjityspaikkojen kartoitus voidaan kytkeä myös osaksi väylänsuunnittelutoimeksiantoa. Valittavilla läjityspaikoilla ja -menetelmillä voi olla merkittävä vaikutus hankkeen suunnitteluun, rakentamiseen ja kustannuksiin, mistä syystä tarvitaan tiivis yhteys läjityspaikkaselvityksen ja suunnittelun välille koko prosessin ajan.

Läjitysalueiden kartoituksessa käydään läpi mahdollisesti kyseeseen tulevat läjitysmaat ja mahdolliset vaihtoehdot. Kartoitus perustuu yleensä alueiden olemassa oleviin tietoihin, ja siinä huomioidaan seuraavia seikkoja:

- alueiden syvyyssuhteet
- etäisyydet ruoppauskohteilta
- kulkureitit ruoppauskohteilta läjitysalueille
- läjitettävien massojen määrä ja laatu
- kyseeseen tulevat ruoppaus- ja läjitysmenetelmät
- mahdolliset aiemmin käytetyt läjitysalueet
- kyseeseen tulevien alueiden läjitystilavuudet
- tiedossa olevat kalastusalueet/pyydysmaat ja kalojen lisääntymisalueet
- alueen väylästä
- puolustusvoimien tarpeet
- Natura, luonnonsuojelu ym. erityisalueet
- asutus, virkistysalueet yms.

Alustavan kartoituksen perusteella jatkotutkimuksiin valitulta läjitysaluilta tehtävät yksityiskohtaisemmat selvitykset sisältävä seuraavia tietoja (Alueisiin voi sisältyä vielä vaihtoehtoisia paikkoja, joiden kesken valinta tehdään saatavien lisätietojen perusteella):

- omistusolot
- syvyys, pohjatopografia
- sedimentoitumisolosuhteet (onko kyseessä sedimentaatio-, transportaatio- vai eroosioalue?)
- alueen virtausolosuhteet (pohjavirtaukset)
- pohjan laatu
- pohjaeliöstö ja kasvillisuus
- pohjan kantavuus, jos esim. rakennetaan pohjapatoja läjitysalueen ympärille
- läjitystilavuus
- maalla olevat läjitysalueet: alueen raivaus, suotovesien juoksutusjärjestelyt (reitit, patojen perustamisolosuhteet)
- mahdolliset maa-ainesten ottopaikat (patorakenteet)
- vaikutukset kalastoon ja kalastukseen
- vaikutukset vesistöön (vedenlaatuun)
- vaikutukset muuhun vesien käyttöön (mm. virkistykäyttö)
- mahdolliset kaapelit ja putkijohdot
- luvat ja sopimukset
- ehdotus korvauksista

Läjitysaltaiden patorakenteiden ja suotovesijärjestelyjen suunnittelu on osa väylän suunnittelua eikä lähtökohtaisesti sisälly läjityspaikkaselvitykseen.

## 8.7 Virtaustutkimukset

Virtausolosuhteet kuvataan yleispiirteisesti yleensä vesistöselvityksen yhteydessä. Tietyissä tilanteissa on tarvetta selvittää alueiden virtausolosuhteita yksityiskohtaisemmin erillisillä virtaustutkimuksilla.

Yksityiskohtaisempia virtaustietoja voidaan tarvita mm. seuraavien seikkojen selvittämiseen:

- massojen kulkeutuminen työkohteilla (työnaikainen kulkeutuminen ruoppaus- ja läjitysalueilla)
- läjitysalueen sedimentaatio-olosuhteet (pitkäaikainen kulkeutuminen)
- pengert- ym. rakenteiden vaikutukset alueen virtaamiin ja veden vaihtumiseen
- vaikutukset aluksen käyttäytymiseen ja väylän navigoitavuuteen kriittisissä virtapaikoissa (väylänsuunnitteluun liittyen)

### Menetelmät

- paikalliset maastomittaukset:
  - virtausmittareilla suoritettavat kenttämittaukset
  - pidempiaikaiset mittaukset (mittauspoiju)
- laskennalliset mallit
- mallikokeet (mallikoe)

Tietokoneella toteutettava laskennallinen malli antaa kattavan virtaustiedon koko mallin alueelta, kun mittaukset antavat lähinnä vain pistekohtaista tietoa. Tarkkuus

riippuu käytettävästä mallinnusohjelmasta ja mallinnuksen tarkkuudesta ja yksityiskohtaisuudesta. Erityisesti mallinnus soveltuu tapauksiin, joissa halutaan selvittää suunniteltujen rakenteiden (esim. penkereiden) vaikutusta virtauksiin.

Mittaukset: yleensä tarvitaan pidempiaikainen mittausjakso. Tuloksissa huomioitava tuuli- ja vedenkorkeusolosuhteet sekä veden lämpötilakerrokset (harppauskerrokset) Mallikokeet antavat periaatteessa vastaavanlaisen kattavan virtaustiedon mallinnetulta alueelta kuin tietokonemallit, mutta ovat käytännön toteutuksen kannalta suuri-  
töisempiä. Ne soveltuvat lähinnä suppeille rajatuille alueille olosuhteiltaan komplisoituihin ja vaikutuksiltaan kriittisiin erityistapauksiin, joita on muulla tavoin vaikea mallintaa. Mallin tuloksia voidaan käyttää myös havaintoaikojen ja -paikkojen optimointiin sekä puutteellisten havaintoaineistojen täydentämiseen. Toisaalta mallin tulosten oikeellisuuden varmistamiseksi voi olla tarpeen verrata mallin tuloksia virtausmittauksilla saatuihin tuloksiin.

## 8.8 Muut olosuhde- ym. selvitykset

### 8.8.1 Jääolosuhteet

Jääolosuhteiden selvittäminen voi olla tarpeen väylän suunnitteluun liittyviä kysymyksiä sekä toisaalta hankkeen toteutusta silmällä pitäen.

Väyläsuunnittelun osalta jääolosuhteilla voi olla vaikutusta väylänlinjaukseen, väylän leveyteen ja väylämerkintään. Oleellisia selvitettäviä asioita ovat liikkuvien jäiden alueet sekä erityisesti ahtojäiden muodostumisalueet, koska nämä ovat alueita, jotka asettavat turvalaitteiden pysyvyydelle ja tarvittavalle väyläleveydelle omat erityisvaatimuksensa.

Rakentamisen ja sen aikataulutuksen kannalta oleellinen tieto on avovesikauden pituus ja ajoittuminen. Erityisen kriittiseksi avovesikauden pituus saattaa tulla tapauksissa, joissa muista ympäristötekijöistä johtuen ruoppaustöiden toteuttamiselle on asetettu merkittäviä aikarajoituksia.

Joissain tapauksissa jääolosuhteilla voi olla merkitystä myös väylätutkimusten ohjelmoinnin kannalta (avovesikauden pituus, mahdollisuus jäältä tehtäviin tutkimuksiin).

Tietoa vallitsevista jääolosuhteista saa Ilmatieteen laitoksen jääpalvelusta, Jääpalvelun toiminta alkaa vuosittain lokakuun puolivälissä, josta lähtien julkaistaan meriveden pintalämpötilakarttoja kahdesti viikossa. Kun Suomen merialueilla on jäätä merenkulkua haittaavassa määrin, aloitetaan päivittäinen jääkarttojen julkaisu. Päätehtävänä Jääpalvelulla on kertoa talvella päivittäinen jäättilanne sekä se, miten se on muuttunut edellispäivästä. Viimeiset jäätiedotukset annetaan yleensä toukokuun loppupuolella.

Jääkarttojen ja eripituisille tarkastelujaksoille laadittujen tilastojen ja yhteenvedojen avulla voidaan arvioida pidemmän aikavälin keskimääräistä jäättilannetta väylän alueella sekä suunnittelun että rakentamisen tarpeita silmällä pitäen. Tarvittaessa ilmatieteen laitokselta voi tilata tiettyyn alueeseen, ajanjaksoon ja tarpeeseen kohdennettuja erityiselvityksiä alueen jääoloista.



Hyödyllistä käytännön kenttätietoa alueen jääoloista saa myös alueella operoineilta jäänmurtaajilta sekä alueen luotseilta.

### 8.8.2 Aallokkotutkimukset

Erillisillä aallokkotutkimuksilla esti tehtävillä tapauksissa joissa aallokko-olosuhteilla on tärkeä merkitys väylän suunnittelua tai rakentamista silmällä pitäen. Väylänsuunnittelun kannalta aallokon merkitys liittyy lähinnä väylän varaveden mitoittamiseen, rakentamisen (ja väylätutkimusten) kannalta kaluston työskentelyolosuhteisiin ja olosuhderajoihin.

Aallokkoa tutkitaan mereen asennettavilla aaltopoijuilla, jotka mittaavat aallon korkeutta ja suuntaa sekä yleensä myös tuulen suuntaa ja nopeutta, lämpötilaa ja ilmanpainetta. Ilmatieteen laitoksella on Itämerellä neljä poijsua, joilla mitataan aallokkoa avovesikaudella. Nämä poijut sijaitsevat Pohjoisella Itämerellä, Helsingin edustalla, Selkämerellä sekä Perämerellä.

Tiettyä mittaustarvetta varten voidaan alueelle asettaa määrääjäksi tilapäinen mittauspoijsu. Alueen aalto-olosuhteiden selvittämiseksi tulee mittausjakson olla edustava ja riittävän pitkä. Tietyltä alueelta voidaan myös laatia laskennallinen malli, jossa aalto-olosuhteet pystytään määrittämään halutuissa yksittäisissä pisteissä (mittauspoijsu antaa aaltotiedon vain asennuspaikastaan). Mallin laatimisessa ja kalibroinnissa hyödynnetään alueelta käytettävissä olevia aaltomittauspoijsujen tietoja.

Ilmatieteen laitos julkaisee www-sivuillaan Itämerelle kolmen vuorokauden aaltoennustetta, joka päivitetään neljä kertaa vuorokaudessa. Ennusteet tehdään kolmannen sukupolven hilapohjaisella aaltomallilla (WAM). Aaltomalli tarvitsee laskelmien pohjaksi tuulen nopeuden ja suunnan, jotka saadaan sääennustusmallista. Erikseen tilaamalla voi halutulle alueelle saada alueellisesti tarkennetun ja kohdennetun ennusteen.

### 8.8.3 Natura- ja luonnonsuojelualueet

Jos hankealueella tai sen läheisyydessä on Natura-suojelualueita, joihin hanke voi merkittävästi vaikuttaa, ko. Natura-arvot ja hankkeen vaikutus on niihin selvitettävä, ja annettava arvio vaikutuksista. Yleensä on myös edullista, että Natura-arviosta pyydetään lausunto etukäteen paikalliselta ELY-keskukselta, jotta lupahakemuksen ollessa jo sisällä ei tule yllätyksiä. ELY-keskuksen on annettava lausuntonsa 6 kk sisällä pyytämisestä.

Jos Natura-arviointi tehdään YVA-menettelyn yhteydessä, se on tehtävä luonnonsuojelulain 65 §:n edellyttämällä tavalla luontotyyppi- ja lajikohtaisena arviona.

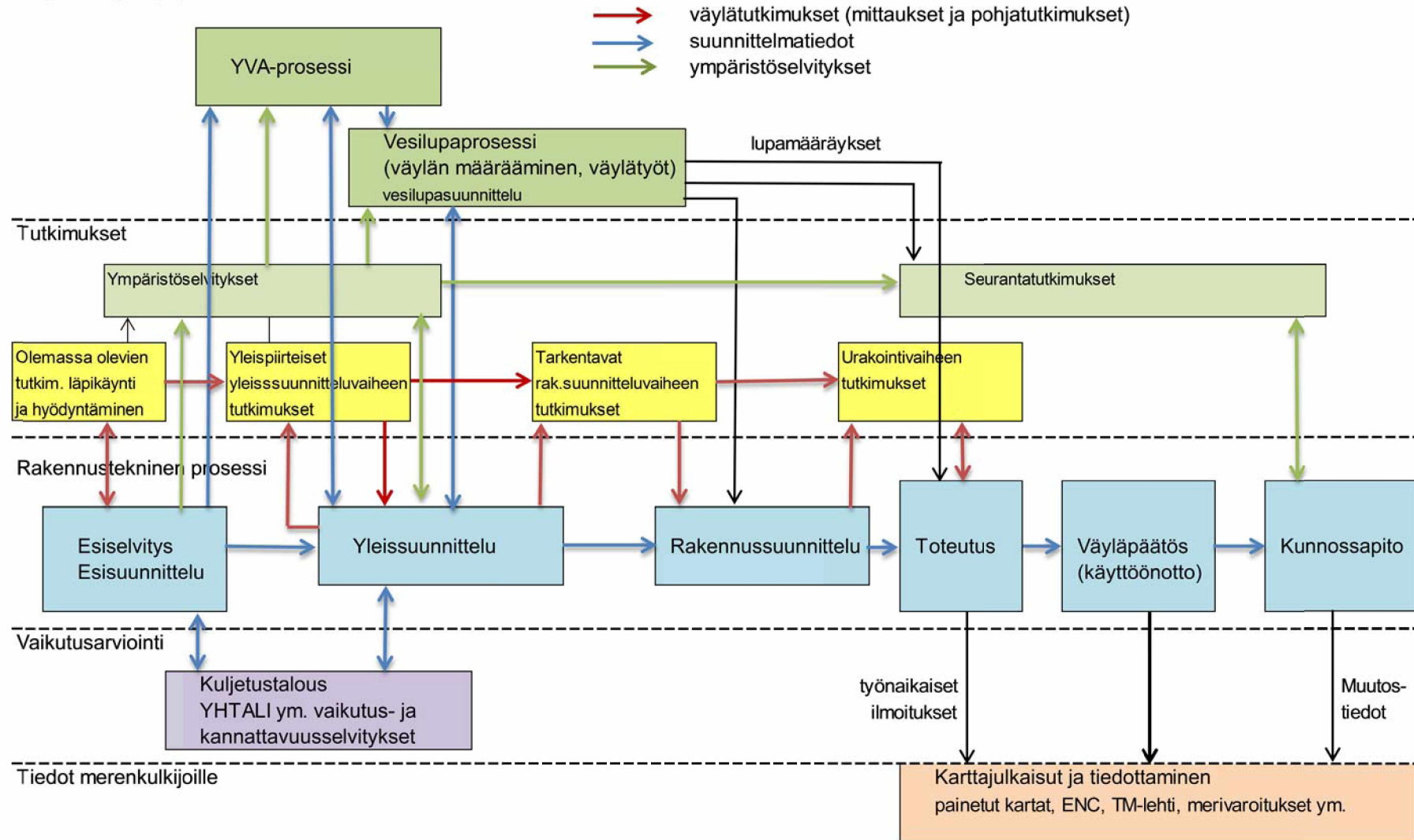
Ympäristöministeriön ohjeita vaikutusten arviointiin Natura-alueella on liitteessä 18.

## Liiteluettelo

1. Väylätutkimukset vesiväylähankkeessa, prosessikaavio
2. Merenmittaustietojen suojaustasot ja turvallisuusluokat
3. Vedenkorkeuden vertailutasojen havainnekuva
4. IHO S44:n kansallinen laajennus (FSIS44)
5. Mittausmenetelmien soveltuvuus väylätutkimuksiin, taulukko
6. Mittausmenetelmien ominaisuudet, taulukko
7. Tankoharauksen piirustusmerkinnät
8. Pohjatutkimusmenetelmien soveltuvuus vesiväylätutkimuksiin, taulukko
9. Pohjatutkimusten normitustaulukko
10. Lohkareisuuskartta viistokaikuluotausaineistosta
11. Lohkareisuuskartta monikeilausdatasta
12. Sukeltajatutkimuksissa käytettävät piirustusmerkinnät
13. Merenmittaustoimeksiannoista luovutettavien aineistopakettien sisältö
14. Syvyysmittaustyön työraportin sisältö
15. Tankoharaustyön työraportin sisältö
16. Syvyysmittaustyön tutkimusraportin sisältö
17. Vesiväylätutkimusten kannalta keskeisiä Liikenneviraston NAVI-ohjeita
18. Vaikutusten arviointia Natura-alueilla koskeva Ympäristöministeriön ohje

VÄYLÄTUTKIMUKSET VESIVÄYLÄHANKKEESSA **Prosessikaavio**

Ympäristö- ja lupaprosessit





Pääesikunta  
Operatiivinen osasto  
HELSINKI

Päätös

1 (2)

AG22047

29.10.2010

## Viitteet

### MERENMITTAUSTIETOJEN SUOJAUSTASOT JA TURVALLISUUSLUOKAT

Aluevalvontalain (755/2000) 3 luvun mukaan Suomen aluevesien merenmittaus on luvanvaraista toimintaa. Viranomaistoimintaa koskevat poikkeukset mahdollistavat viranomaisten virkatehtäviään varten tekemät mittaukset silloin, kun tutkimuksella tai kuvauksella tulevat tiedot ja tallenteet tulevat yksinomaan virkakäyttöön. Tällöinkin toiminnasta on ilmoitettava lain 5 luvussa mainitulle lupaviranomaiselle.

Julkisuuslain (621/1999) 24.1 §:n 10 kohdan mukaan merenpohjan mitaustieto on salassa pidettävää, jollei ole ilmeistä, että tiedon antaminen siitä ei vahingoita tai vaaranna maanpuolustuksen etua. Salassa pidettävän merenmittaustiedon suojaustaso ja turvallisuusluokka riippuvat muun muassa mitatun alueen maantieteellisestä sijainnista, mitatun alueen laajuudesta ja mitaustiedon tarkkuudesta.

Merenmittauksen tietoaineisto voi olla täystiheää mittaustulosta tai raakadataa. Raakadata on mittaustulosta taltioitu mittaustulos. Täystiheää mittaustulosta on raakadatasta käsitelty aineisto, josta laite- ja mittaustapahtuman tiedot on käsitelty jatkokäyttöä varten. Täystiheällä mittaustulosta tarkoitetaan uusilla monikeilainlaitteilla tai viisto-kaikumittaimilla tehdyn merenmittauksen alueellisesti peittäväällä merenmittauksella kerättyä merenmittaustulosta.

Liitteessä 1 on esitetty täystiheää merenmittaustulosta ja raakadataa käsittelevien tietokokonaisuuksien suojaustasot ja turvallisuusluokat eri maantieteellisillä alueilla.

Tehdyt määritykset pitävät sisällään suoran vertailun niiden sisältämän merenmittaustulosta yhdistelmien turvallisuusluokitteluun. Samoja määrittelyjä voidaan käyttää hyväksi merenmittaukseen liittyvien tarjouspyyntöjen valmistelussa, merenmittausta tekevien yritysten turvallisuustasojen määrittämisessä sekä viranomaisten ja muiden toimijoiden laitteiden, henkilöstön ja työtilojen turvallisuusvaatimusten määrittelyssä.

Erilaisia tarpeita varten voidaan käyttää harvennettuja aineistoja, joissa esitettyjen ja taltioitujen mittapisteväliä on harvennettu. Eräs har-

**Pääesikunta**  
Operatiivinen osasto  
HELSINKI

**Päätös**

**2 (2)**  
**AG22047**

vennettu aineistomalli on Liikenneviraston merikartoitusvastuualueen käyttämä peruspisteistö, jossa mittapistetarkkuus on 40x40 m. Harvennetulle aineistolle määritettävä suojaustaso ja turvallisuusluokka voivat olla lievempiä kuin vastaavaa aluetta koskevalla täystiheällä aineistolla. Harvennettujen aineistojen suojaustasot ja turvallisuusluokat määritetään tapauskohtaisesti.

Linjaluotausten ja muilla merenmittaustavoilla kerättävien merenmittausaineistojen suojaustasot ja turvallisuusluokat määritetään tapauskohtaisesti.

**Pääesikunnan päällikkö**  
Kenraaliluutnantti

**Markku Koli**

**Valmiuspäällikkö**  
Lippueamiraali

**Kari Takanen**

Tämä asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu.

**LIITTEET**

Liite 1: Merenmittausaineistojen suojaustasot ja turvallisuusluokkien nimikkeet

**JAKELU**

MerivE  
Liikennevirasto  
Merentutkimuslaitos  
Geologian Tutkimuskeskus Etelä-Suomen yksikkö  
Rajavartiolaitos Rajavartiolaitoksen Esikunta  
Museovirasto Meriarkeologian yksikkö  
Suomen ympäristökeskus (SYKE) Ympäristöpolitiikkakeskus

**TIEDOKSI**

Meritaito Oy  
Uudenmaan ympäristökeskus  
Kaakkois-Suomen ympäristökeskus  
Kaakkois-Suomen ympäristökeskus  
Lounais-Suomen ympäristökeskus  
Länsi-Suomen ympäristökeskus  
Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus  
Energiateollisuus ry  
Suomen Satamaliitto  
Suomen Tuulivoimayhdistys

**MERENMITTAUSAINEISTOJEN SUOJAUSTASOT JA TURVALLISUUSLUOKKIEN NIMIKKEET**

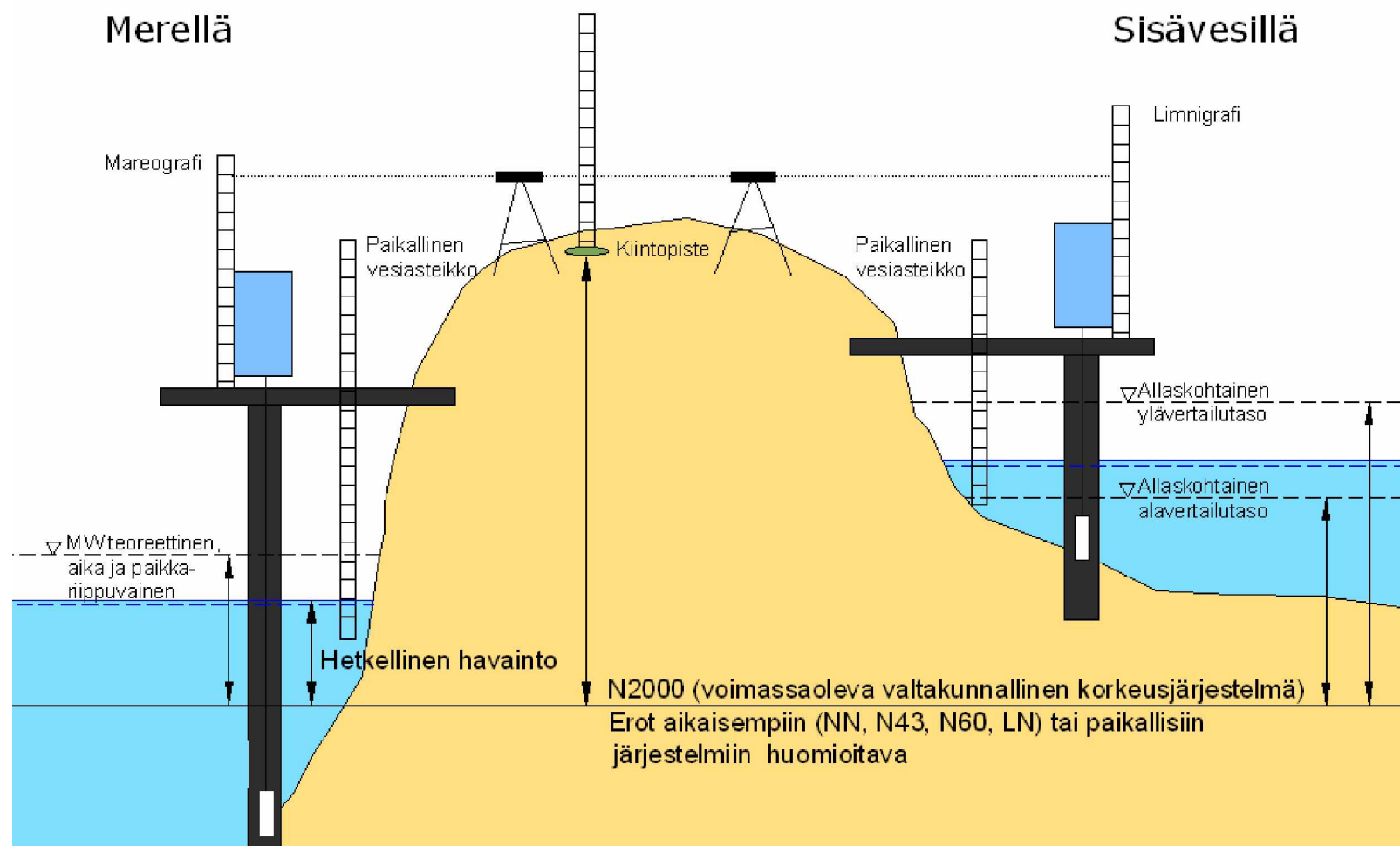
| <b>Alue 1: Strategisesti tärkeät merialueet (Kymenlaakson, Itä-Uudenmaan, Uudenmaan, Varsinais-Suomen ja Ahvenanmaan maakuntien alueet rantaviivasta aluevesirajalle asti)</b> |  |
|--|--|
| <b>Tietokokonaisuuden kuvaus (täystiheä aineisto/mittauksen raakadata)</b>   | <b>Suojaustaso ja turvallisuusluokituksen nimike</b> |
| Mittaustietojen yhdistelmä   | Suojaustaso II<br>SALAINEN                           |
| Suuren alueen mittaustulosten yhdistelmä   | Suojaustaso II<br>SALAINEN                           |
| Sotilasmerenmittaus  | Suojaustaso II<br>SALAINEN                           |
| Aluemittausurakka  | Suojaustaso III<br>LUOTTAMUKSELLINEN                 |
| Merkittävän meriväylän pohjatopografian kokonaismittaus  | Suojaustaso III<br>LUOTTAMUKSELLINEN                 |
| Rajatun alueen mittaustehtävä  | Suojaustaso IV<br>KÄYTTÖ RAJOITETTU                  |
| Yksittäisen väylärakennuskohteen merenmittaus  | Suojaustaso IV<br>KÄYTTÖ RAJOITETTU                  |
| Väylärakennuskohteen ruoppaus tai muun työn valmistelumerenmittaus   | JULKINEN   |
| Pienkohde  | JULKINEN   |
| <b>Alue 2: Muut merialueet (Selkämeri, Pohjanlahti)</b>  |  |
| <b>Tietokokonaisuuden kuvaus (täystiheä aineisto/mittauksen raakadata)</b>   | <b>Suojaustaso ja turvallisuusluokituksen nimike</b> |
| Mittaustietojen yhdistelmä   | Suojaustaso II<br>SALAINEN                           |
| Suuren alueen mittaustulosten yhdistelmä   | Suojaustaso III<br>LUOTTAMUKSELLINEN                 |
| Sotilasmerenmittaus  | Suojaustaso II<br>SALAINEN                           |
| Aluemittausurakka  | Suojaustaso IV<br>KÄYTTÖ RAJOITETTU                  |
| Merkittävän meriväylän pohjatopografian kokonaismittaus  | Suojaustaso IV<br>KÄYTTÖ RAJOITETTU                  |
| Rajatun alueen mittaustehtävä  | JULKINEN   |
| Yksittäisen väylärakennuskohteen merenmittaus  | JULKINEN   |
| Väylärakennuskohteen ruoppaus tai muun työn valmistelumerenmittaus   | JULKINEN   |
| Pienkohde  | JULKINEN   |
| <b>Alue 3: Sisävedet</b>   |  |
| <b>Tietokokonaisuuden kuvaus (täystiheä aineisto/mittauksen raakadata)</b>   | <b>Suojaustaso ja turvallisuusluokituksen nimike</b> |
| Mittaustietojen yhdistelmä   | JULKINEN   |



### Tarkennetut alue- ja tietokokonaisuuksien kuvaukset:

- **Alue 1: Strategisesti tärkeät merialueet** koskee aluetta, jolla tarkkan merenmittaustiedon luovuttaminen tulee pysyvä tarkasti rajattuna (MERIVE lausunto DF8906/20.8.2009 Merivoimien kanta merenmittauspalveluiden toteuttamiseen)
- **Alue 2: Muut merialueet**, joilla merenmittaustiedon luovuttamista voidaan avata (MERIVE lausunto DF8906/20.8.2009 Merivoimien kanta merenmittauspalveluiden toteuttamiseen)
- **Alue 3: Sisävedet**
- **Mittaustietojen yhdistelmä** on koko valtakunnan merialueiden tai usean suuren alueen mitaustietojen yhdistelmä.
- **Suuren alueen mitaustietojen yhdistelmä** on vähintään maakunnan laajuinen tai muu erikseen määritetty erillisten alueiden mitaustietojen yhdistelmä. Suurimmillaan alue koostuu usean maakunnan aluista. Aluerajauksen suurimpina yhdistelminä olisivat alueet Suomenlahti, Saaristomeri, Selkämeri, Perämeri.
- **Sotilasmerenmittaus** on Merivoimien esikunnan tilaama sotilaallisiin tarkoituksiin tehtävä merenmittaus
- **Aluemittausurakka** on maakuntaa pienempi alue. Aluemittauskohde voi olla 1-2 kunnan aluevesillä tapahtuva mitaustoiminta ja sen merenmittaustiedoista tehty yhdistelmä.
- **Merkittävän meriväylän pohjatopografian kokonaismittaus** on yhden merkittävän meriväylän merenmittauksen merenmittausten yhdistelmä
- **Rajatun alueen mitaustehtävä** on pienehkön alueen merenmittaustiedon yhdistelmä. Alueen koko 5-20 neliökilometriä
- **Yksittäisen väylärakennuskohteen merenmittaus** on julkisella väylän väyläalueella ja siihen välittömästi yhteydessä oleva enintään 2 neliökilometrin suuruinen alue. Yksittäisiä kohteita voi yhdistää ylittämättä suurinta pinta-alaa.
- **Väylärakennuskohteen ruoppaus tai muun työn valmistelumerenmittaus** on pienen enintään 2 neliökilometrin suuruinen alue silloin, kun se on perusteena pohjatöille jotka muuttavat pohjatopografiaa. Väylärakennustyön valmistelussa käytettävien merenmittaustietojen julkisuus perustuu mitaustietojen vanhenemiseen työn kuluessa.
- **Pienkohde** on yksittäisen laiturin, lyhyen putki- tai kaapelilinjan tarvetta varten tehty merenmittaus. Alueen koko on enintään 1 neliökilometri.

## Vertailutasojen havainnekuva



December 21<sup>th</sup>, 2010

## FSIS-44

### Finnish and Swedish joint implementation of the IHO Standards for Hydrographic Surveys Special Publication N<sup>o</sup> 44 5<sup>th</sup> Edition (S-44)

**Joint initiative for the implementation of this international standard by January 1<sup>st</sup>, 2011,  
by the Hydrographers at the Finnish Transport Agency and the Swedish Maritime Administration,  
both national representatives of the International Hydrographic Organisation (IHO), hereby states  
the necessity to implement the complete S-44 in Hydrographic surveying for the purpose of safe navigation.**

The navigation of vessels requires accurate knowledge of the water depth in order to exploit safely the maximum cargo carrying capacity, and the maximum available water for safe navigation. IHO has developed the original Standards for Hydrographic Surveys, Special Publication N<sup>o</sup> 44 5<sup>th</sup> Edition, S-44. This FSIS-44 should be read in conjunction with the original standard.

The requirements of seafloor search are 100% ("full sea floor search") for all orders. By full seafloor search is meant a systematic method of exploring the sea floor, undertaken to search the whole area and detect features as well as determining the depth of the sea floor. Features in this case are all objects possible to define as accessories to the sea floor. To comply with requirements stated for the maximum horizontal uncertainty and minimum feature detection capability, it is necessary to take into consideration the density and resolution of soundings and need of multiple soundings at each feature intended for detection. The uncertainty is referring to the position of depth sounding on the sea floor and reduced depth. The uncertainty includes the whole budget of contributing, both random and systematic uncertainties, generated from the surveying to the final result (Total Propagated Uncertainty - TPU). A statistical method, combining all uncertainty sources, for determining TPU should be adopted. Predictable systematic uncertainties are not acceptable. Requirement of maximum allowed uncertainty, given in the table below, is indicated within the 95% confidence interval of error distribution. N.B. up to 5% of the survey data may be influenced by an uncertainty outside the interval stated. The equipment used to conduct the survey must be demonstrably capable of detecting features of the dimension specified. The method of demonstrating the feature detection capability is to be defined in quality control procedures. It should be noted that all measurements include errors and 100% detection of features can never be guaranteed. Maximum acceptable uncertainties do not include the influence of defective ability of manoeuvring the ship or crane as well as the natural movements of moored floating aids to navigation.

"Aids to navigation and significant topography" includes fixed and floating aids, buoys, beacons, quays, light-houses, sectors of light and leading lines. The uncertainty in positioning of the said objects has been defined slightly stricter than in the original S-44.

All anomalous features including wrecks should be examined in greater detail and their position and least depth determined, meeting the depth uncertainty standard of the appropriate order. If it is suspected that features endangering safe navigation may exist within an area and that these feature might not be detected by the Survey System being used, consideration should be given to the use of an alternative system (e.g. a mechanical sweep) to increase the confidence in the minimum safe clearance depth across the area. Consequently, bar sweeping shall be done in fairway areas where the vertical margin<sup>1</sup> between the surveyed, (I.R. echo sounded) depth and the maximum allowable draught<sup>2</sup> is less than 150% of the safety margin stated by specific decision; see "Bar sweeping principle criteria" appendix 1. Bar sweeping shall also be used where the mentioned vertical margin is 1 metre or less. The decision to perform bar sweeping should always be based on some kind of Hydrographic survey. Maximum allowed vertical uncertainty for bar sweeping, given in the table below, is indicated within the 99% confidence interval of error distribution. In many shallow fairway areas, the actual minimum clearance is less than 1 meter and bar sweeping is often a complementary method to eliminate the existence of unidentified features. Accordingly; the necessity of cubic feature detection capability for bar sweeping is determined to be stricter for Exclusive and Special Order.

<sup>1</sup> The vertical margin between the surveyed, in practice echo sounded depth and the maximum allowable draught.

<sup>2</sup> Existing, proposed or planned allowable draught including squat.

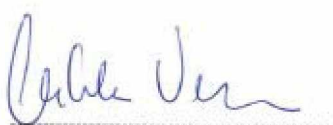
December 21<sup>th</sup>, 2010

The different Orders in this FSIS-44 apply to specified depth intervals for fairway areas and other depth areas. The specified depth interval for the fairway areas in this FSIS-44 corresponds to the interval for each Order defined in the original S-44 standard. Another Order of survey is also defined viz. Exclusive order, intended for the most demanding applications in certain areas. The use of Exclusive order is limited to areas with exceptional conditions and based on exclusive decisions. Included in "fairway areas" are existing, proposed or planned fairways, traffic separations, deepwater routes, ports and anchorage or waiting areas.

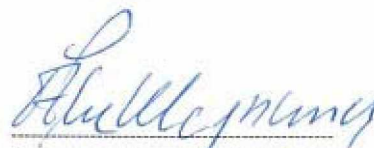
|  | Exclusive order                    | Special order                       | Order 1a                           | Order 2                           |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Aids to navigation and significant topography<sup>3</sup></b>                             | 0.5                                | 1.0                                 | 2.0                                | 5.0                               |
| <b>Coastline and topography less significant to navigation</b><br>horizontal uncertainty (m) | 5                                  | 10                                  | 20                                 | 20                                |
| <b>Depth</b><br>horizontal uncertainty <sup>4</sup> (m)                                      | 2.0                                | 2.0                                 | 5.0 + 5% of depth                  | 20 + 10% of depth                 |
| vertical uncertainty<br>$\pm \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2}$ (m)                                 | a = 0.15<br>b = 0.004<br>d = depth | a = 0.25<br>b = 0.0075<br>d = depth | a = 0.50<br>b = 0.013<br>d = depth | a = 1.0<br>b = 0.023<br>d = depth |
| <b>Cubic feature detection capability<sup>5</sup></b>  | > 0.5 m<br>>0.2m (bar sweeping)    | > 0.7 m<br>>0.3m (bar sweeping)     | at least > 2 m<br>or 10% of depths | > 10% of depths                   |
| <b>"Full sea floor search"</b>   | <b>required</b>                    | <b>required</b>                     | <b>required</b>                    | <b>required</b>                   |
| <b>Fairway areas<sup>6</sup></b>   | Exclusive decision                 | 0 - 20 m                            | 20 - 100 m                         | 100 m -                           |
| <b>Other depth areas<sup>7</sup></b>   | Exclusive decision                 | -                                   | 0 - 100 m                          | 100 m -                           |

#### Example; maximum uncertainty of depth, 95% level of confidence distribution

| Depth of reference | Horizontal uncertainty (m) □ depth uncertainty (m) |               |            |           |
|--------------------|--|---------------|------------|-----------|
|                    | Exclusive order                                    | Special order | Order 1a   | Order 2   |
| 6 m                | 2.0 □ 0.15   | 2.0 □ 0.25    | 5.3 □ 0.51 | 20 □ 1.01 |
| 10 m               | 2.0 □ 0.16   | 2.0 □ 0.26    | 5.5 □ 0.52 | 21 □ 1.03 |
| 20 m               | 2.0 □ 0.17   | 2.0 □ 0.29    | 6.0 □ 0.56 | 22 □ 1.10 |
| 50 m               | 2.0 □ 0.25   | 2.0 □ 0.45    | 7.5 □ 0.82 | 25 □ 1.52 |
| 100 m              | -  | -             | 10 □ 1.39  | 30 □ 2.51 |
| 400 m              | -  | -             | -          | 60 □ 9.25 |



Jukka Varonen  
Unit Manager, Hydrographic Surveys  
Hydrographer of Finland



Åke Magnusson  
Head of Hydrographic Office  
Hydrographer of Sweden

<sup>3</sup> "Aids to navigation and significant topography" includes fixed and floating aids, buoys, beacons, lighthouses, sectors of light, leading lines and quays. Maximum acceptable uncertainties do not include the influence of defective ability of manoeuvring the ship or crane as well as the natural movements of moored floating aids to navigation.

<sup>4</sup> Take into consideration the planning of the density of soundings.

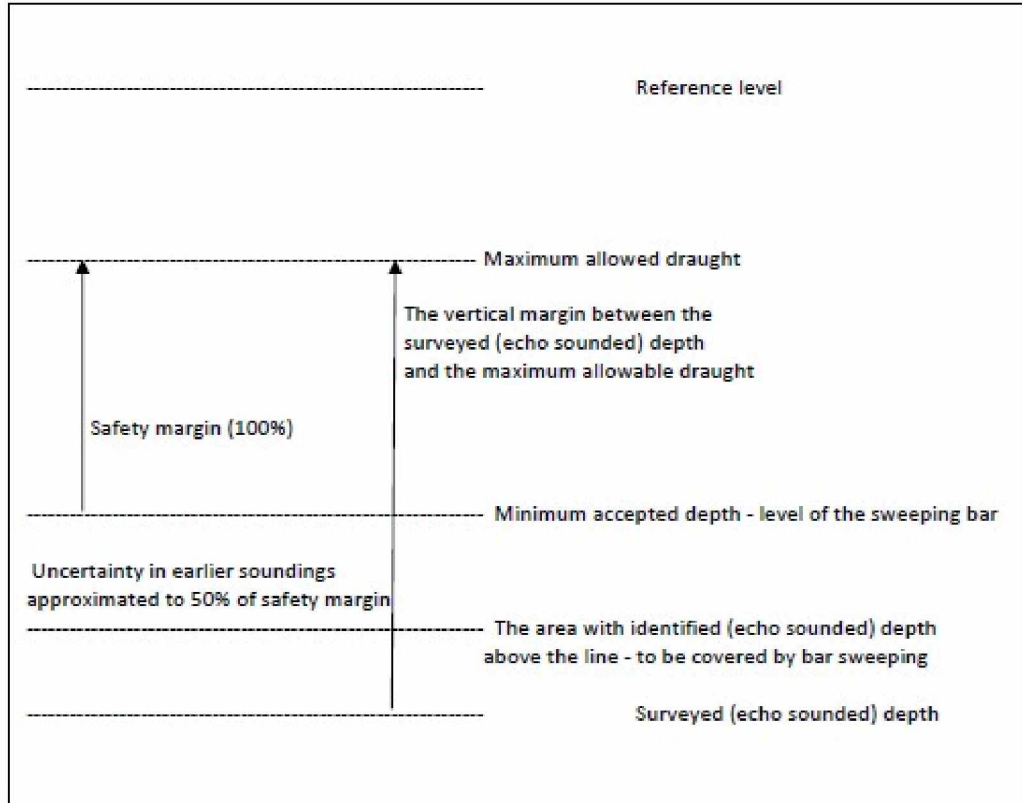
<sup>5</sup> The equipment used to conduct the survey must be demonstrably capable of detecting features of the dimension specified. In many shallow fairways the actual minimum clearance is less than 1 meter and bar sweeping is a complementary method to eliminate the existence of not identified features. For that reason the cubic feature detection capability for bar sweeping is determined us being >0.2 m for Exclusive order and >0.3 m for Special order.

<sup>6</sup> Description of "fairway areas" there the intervals of depths is intended to be applied.

<sup>7</sup> Description of "other depth areas" there the intervals of depths is intended to be applied.

December 21<sup>th</sup>, 2010

**Appendix 1: Bar sweeping principle criteria**





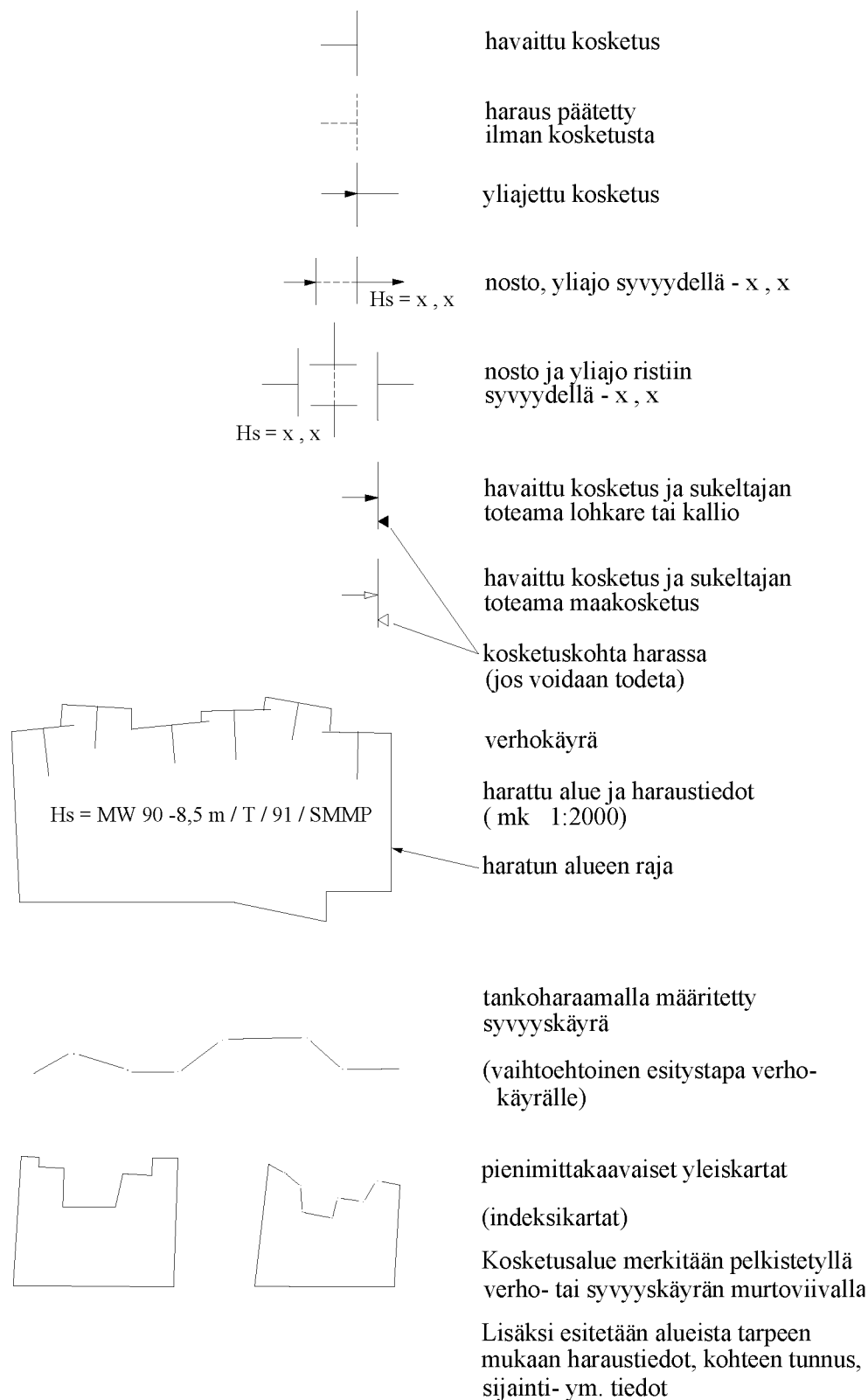
| Menetelmä                    | Syvyyssmittausten soveltuvuus |                  |              |                   |                              |                          |
|------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------|------------------------------|--------------------------|
|                              | Pohja topografia              | Varmistettu alue | Maalajirajat | Turvalaitteet     | Lohkare/<br>Kohdetutkimukset |                          |
| Monikeilaus                  | Hyvin                         | Hyvin            | -            |                   | Hyvin                        | Akustiset<br>mittaukset  |
| Kaikuhaaraus                 | Hyvin                         | Hyvin            | -            | -                 | Likimain                     |                          |
| Linjaluotaus                 | Hyvin/<br>rajoituksin         | Viitteitä        | -            | -                 | Viitteitä                    |                          |
| Matalataajuus-<br>luotaukset | Likimain                      | -                | Rajoituksin  | -                 | Viitteitä                    |                          |
| Viistokaiku-<br>luotaus      | Likimain                      | -                | -            | -                 | Hyvin                        |                          |
| Laserkeilaus<br>vedessä      | Likimain                      | Viitteitä        | -            | -                 | Viitteitä                    | Optiset<br>mittaukset    |
| Laserkeilaus<br>maalla       | -                             | -                | -            | Hyvin             | -                            |                          |
| Tankoharaus                  | -                             | Hyvin            | -            | -                 | Hyvin/Likimain               | Mekaaniset<br>mittaukset |
| Käsiluotaus                  | Rajoituksin                   | Viitteitä        | -            | -                 | Viitteitä                    |                          |
| ROV-tutkimukset              | Viitteitä                     | -                | -            | Hyvin/Rajoituksin | Hyvin/Rajoituksin            | Erikoismit-<br>tauksset  |
| Magneto-<br>metrimittaukset  | -                             | -                | -            | -                 | Viitteitä                    |                          |
| Skannaava luotaus            | Rajoituksin                   | -                | -            | Hyvin             | Hyvin                        |                          |



| Menetelmä                      | Syvyysmittausmenetelmien ominaisuuksia       |  |                                   |           |   |   |                             |
|--------------------------------|--|--|-----------------------------------|-----------|---|---|-----------------------------|
|                                | Taajuusalue                                  | Syvyys-tarkkuus  | Erottelu kyky                     | Paikannus | Kokonais-tarkkuus (TPU)   | Erikoishuomiot  |                             |
| <b>Monikeilaus</b>             | 70-500 kHz.<br>Riippuu käyttö-tarkoituksesta | Riippuu käytettävästä taajuudesta.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa | DGPS, RTK | Keskimäärin desimetriluokkaa.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Tarkkuus vaihtelee viuhkan geometrian mukaan. Herkkä veden äänennopeuskerrosten vaihtelulle.  | <b>Akustiset mittaukset</b> |
| <b>Kaikuharaus</b>             | Yleensä 100-200 kHz                          | Riippuu käytettävästä taajuudesta.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa | DGPS, RTK | Keskimäärin desimetriluokkaa.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Tuottaa tarkan pinnan mutta laajentaa yksittäisiä kohteita.   |                             |
| <b>Linjaluotaus</b>            | 50-400 kHz                                   | Riippuu käytettävästä taajuudesta.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa | DGPS, RTK | Keskimäärin desimetriluokkaa.<br>Parhaimmillaan senttimetriluokkaa. | Riippuu käytettävästä linjavälistä miten tarkan havaintomallin voi luoda.   |                             |
| <b>Matalataajuusluotaukset</b> | < 1-50 kHz<br>Riippuu käyttö-tarkoituksesta. | Parhaimmillaan desimetriluokkaa.   | Parhaimmillaan desimetriluokkaa   | DGPS, RTK | Metriluokkaa.   | Kerrosten paksuus ja luonne vaikuttavat tuloksen tarkkuuteen.<br>Maaperä- ja kairaus-tiedot kohteelta suotavia                          |                             |
| <b>Viistokaiku-luotaus</b>     | 100-1400 kHz                                 | Parhaimmillaan desimetriluokkaa.   | Desimetriluokkaa                  | DGPS, RTK | Paikannus metriluokkaa.<br>Kohdetarkkuus desimetriluokkaa.          | Lopputulokset riippuu luotaimen kuljettamisesta sekä kohde-etäisyydestä.<br>Monikeilaimella voidaan myös vastaanottaa vastaavaa tietoa. |                             |

| Menetelmä                      | Syvyysmittausmenetelmien ominaisuuksia |  |  |                       |   |   |                              |
|--------------------------------|--|--|--|-----------------------|---|---|------------------------------|
|                                | Taajuusalue                            | Syvyys tarkkuus  | Erottelu kyky  | Paikannus             | Kokonais-tarkkuus (TPU)   | Erikoishuomiot  |                              |
| <b>Laserkeilaus ilmasta</b>    | Punainen – vihreä valo                 | Desimetriluokkaa   | Desimetri-luokkaa  | DGPS, RTK             | Desimetriluokkaa -> 1m  | Veden sameus vaikuttaa tulokseen. Valonsäde laajenee vedessä ja vaikuttaa erottelukykyn. Jalanjälki pohjassa parhaimmillaan metriluokkaa. | <b>Opisetmittaukset</b>      |
| <b>Laserkeilaus maalla</b>     | Vihreä valo                            | Senttimetriluokkaa (mobiili). Millimetriluokkaa(staattinen). | Senttimetriluokkaa (mobiili). Millimetriluokkaa(staattinen). | RTK, Takymetri        | Senttimetriluokkaa parhaimmillaan                                   | Mobiili- ja staattisen mittaustavan ero kokonaistarkkuudessa.   |                              |
| <b>Tankoharaus</b>             |  | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa.                           | Kiinniotto   | DGPS, RTK, Takymetri  | Paikannus metriluokkaa. Syvyys-tarkkuus senttimetriluokkaa.         | Syvytyskäytännöt erilaiset. Vrt. vastaanottoharaus/ varmistusharaus   | <b>Mekaaniset mittaukset</b> |
| <b>Käsiluotaus</b>             |  | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa.                           | Kiinniotto   | DGPS, RTK, Takymetri  | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa kiinteältä alustalta mitattaessa. | Yksittäiset kohteet tai havaintosarjat.   |                              |
| <b>ROV-tutkimukset</b>         |  | Parhaimmillaan desimetriluokkaa.                             | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa                            | DGPS, RTK (+kaapeli)  | Metriluokkaa  | Erilliskohteiden tutkimiseen ja etsintään.  | <b>Erikoismittaukset</b>     |
| <b>Magneto-metrimittaukset</b> |  | -  | Metriluokkaa.  | DGPS, RTK (+kaapeli). | Metriluokkaa  | Ferromagneettisten kohteiden etsintä  |                              |
| <b>Skannaava-luotaus</b>       | yli 500 kHz                            | Senttimetriluokkaa.  | Senttimetriluokkaa   | RTK, Takymetri        | Parhaimmillaan senttimetriluokkaa kiinteältä alustalta mitattaessa  | Rakenteiden tutkiminen  |                              |

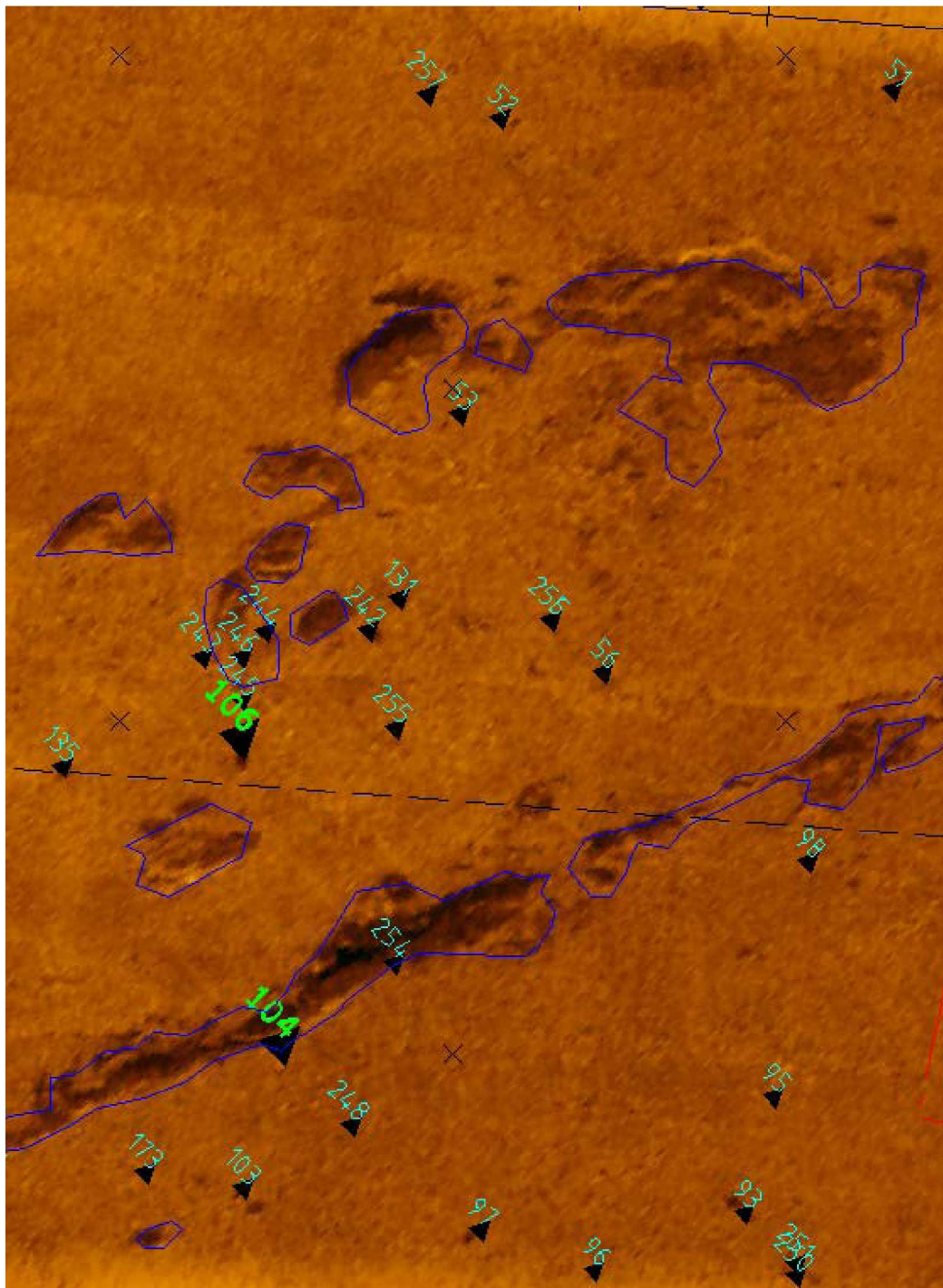
## TANKOHARAUKSEN PIIRUSTUSMERKINNÄT



| <b>Tutkimusten soveltuvuustaulukko – mitä eri vesivälätutkimuksilla saadaan selville</b> |                                |  |   |                                  |                             |   |                      |
|--|--------------------------------|--|---|----------------------------------|-----------------------------|---|----------------------|
| <b>Menetelmä</b>   | <b>Kallion pinnan sijainti</b> | <b>Tiiviin pohjakerroksen sijainti</b> | <b>Maalajirajat ja maakerroksen tiiviys</b> | <b>Kivisyys ja lohka-reisuus</b> | <b>Maan leikkaus-lujuus</b> | <b>Maalaji ja fysikaaliset ominaisuudet</b> | <b>Kallion laatu</b> |
| <b>Painokairaus</b>  | viitteitä                      | likimain                               | hyvin                                       | likimain                         | vitteitä                    | viitteitä                                   | -                    |
| <b>Tärykairaus</b>   | viitteitä                      | likimain                               | -   | likimain                         | -                           | viitteitä                                   | -                    |
| <b>Heijarikairaus</b>  | viitteitä                      | hyvin                                  | hyvin                                       | likimain                         | viitteitä                   | viitteitä                                   | -                    |
| <b>Siipikairaus</b>  | -                              | -                                      | -   | -                                | hyvin                       | viitteitä                                   | -                    |
| <b>Puristinkairaus</b>   | -                              | -                                      | hyvin                                       | -                                | likimain                    | viitteitä                                   | -                    |
| <b>Putki- ja porakonekairaus</b>   | hyvin                          | likimain                               | viitteitä                                   | hyvin                            | -                           | viitteitä                                   | likimain             |
| <b>Kallionäytekairaus</b>  | hyvin                          | likimain                               | viitteitä                                   | likimain                         | -                           | hyvin                                       | hyvin                |
| <b>Porareiän videokuvaus</b>   | -                              | -                                      | -   | -                                | -                           | -   | viitteitä            |
| <b>Vesimenekkimittaukset</b>   | -                              | -                                      | -   | -                                | -                           | -   | hyvin                |
| <b>(Maa)näytteenotto</b>   | -                              | -                                      | hyvin                                       | -                                | rajoituksin                 | hyvin                                       | -                    |
| <b>Viistokaikuluotaus</b>  | -                              | -                                      | -   | hyvin                            | -                           | -   | -                    |
| <b>Monikeilaus</b>   | -                              | -                                      | -   | hyvin                            | -                           | -   | -                    |
| <b>Matalataajuusluotaus</b>  | viitteitä                      | viitteitä                              | viitteitä                                   | -                                | -                           | -   | -                    |
| <b>Sukeltajatutkimukset</b>  | rajoituksin                    | -                                      | -   | rajoituksin                      | -                           | -   | viitteitä            |
| <b>Kuvausmenetelmät</b>  | viitteitä                      | -                                      | -   | rajoituksin                      | -                           | -   | viitteitä            |
| <b>Koeruoppaus</b>   | rajoituksin                    | rajoituksin                            | viitteitä                                   | hyvin                            | viitteitä                   | rajoituksin                                 | -                    |

| <b>Pohjatutkimusten normitustaulukko</b>    |   |
|---|---|
| <b>Menetelmä</b>                            | <b>Normi tai standardi</b>  |
| <b>Painokairaus</b>                         | SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Tekninen spesifikaatio CEN ISO/TS 22476-10 ja soveltamisohjeet   |
| <b>Tärykairaus</b>                          | Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas 1  |
| <b>Heijarikairaus</b>                       | SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Standardi SFS EN ISO 22476-2 ja soveltamisohjeet   |
| <b>Siipikairaus</b>                         | Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas II (siipikairaus)  |
| <b>Puristinkairaus</b>                      | Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas VI   |
| <b>Puristin-heijarikairaus</b>              | SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Standardi SFS EN ISO 22476-2 ja soveltamisohjeet (heijarikairaus)<br><br>Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas VI (puristinkairaus) |
| <b>Putki- ja porakonekairaus</b>            | Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas V  |
| <b>Kallionäytekairaus</b>                   | SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009/Standardi SFS EN ISO 22476-2 ja soveltamisohjeet (Näytteenottomenetelmät ja pohjavesimittaukset)   |
| <b>Porareiän videokuvaus</b>                | Suomen geoteknillinen yhdistys (SGY) Kairausopas V (poraus), videokuvaukselle ei standardia   |
| <b>Vesimenekkimittaukset</b>                | EN ISO 22282 on vahvistettu, mutta ei vielä SFS-standardi   |
| <b>Näytteenotto</b>                         | SFS-KÄSIKIRJA 179-3/2009  |
| <b>Maanäytteiden laboratoriotutkimukset</b> | SFS-KÄSIKIRJA 179-2/Tekniset spesifikaatiot CEN ISO/TS 17892-1 ... CEN ISO/TS 17892-12 ja niiden soveltaminen Suomessa  |

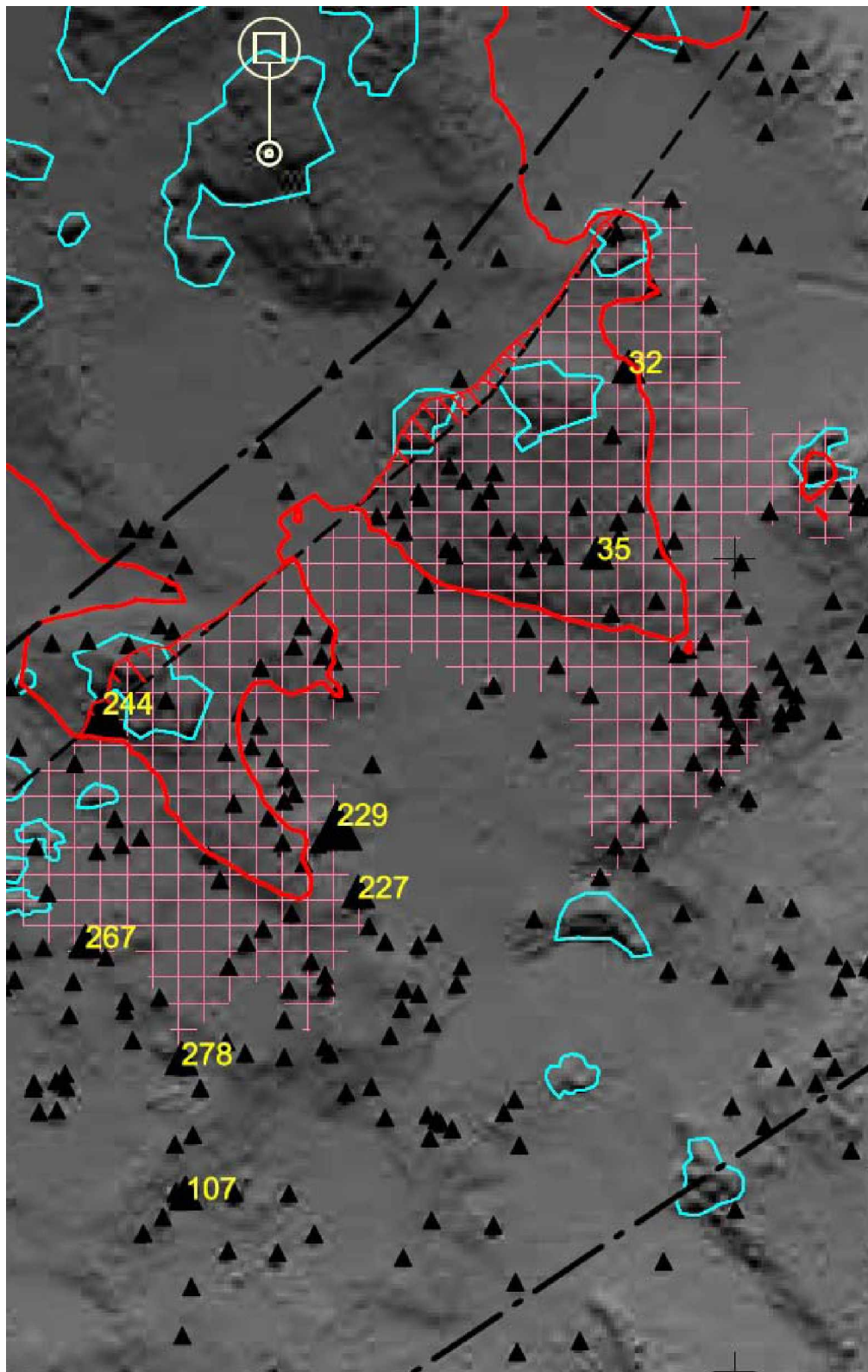
## Lohkareisuuskartta viistokaikuluotausdatasta



Monikeilainmittauksen backscatter-heijastevasteesta (viistokaikuaineisto) on selkeinä maalajimuutoksina tulkittu kovat pohjat, jotka voivat olla kalliota ja/tai karkeita maalajitteita sisältäviä moreeneja, soraa tai lohkarikkoja.










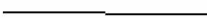



# Lohkareisuuskartta monikeilausdatasta



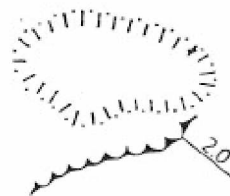
Lohkarekartta perustuu Merenkululaitoksen sisäisen tuotannon vuonna 2009 suorittamassa monikeilainmittauksessa kerätyn syvyyspisteaineiston tulkintaan. Tulkinta perustuu lohcareiden pohjan päällä näkyvien osien tulkintaan. Tulkinnassa on pyritty havaitsemaan pohjan päällä näkyvät lohcareet mahdollisimman kattavasti. Lohcareiden näkyvien osien kuutiotilavuus on laskettu seuraavasti: pituus \* leveys \* korkeus \* 0.7. Tässä kaavassa arvoa 0.7 on käytetty lohcareen muotokertoimena.

Monikeilainmittauksen backscatter-heijastevasteesta on selkeinä maalajimuutoksina tulkittu kovat pohjat, jotka voivat olla kalliota ja/tai karkeita maalajitteita sisältäviä moreeneja, soraa tai lohcareikkoja.

Tulkittujen kohteiden sijaintitietojen tarkkuus on sama kuin monikeilainmittauksen syvyysaineiston tarkkuus. Monikeilainmittauksessa on käytetty VRS RTK-paikannusta.

| Lohkareen näkyvän osan tilavuus:  |   |
|---|---|
|  | Lohkare < 2 m <sup>3</sup>                      |
|  | Lohkare 2 - 5 m <sup>3</sup>                    |
|  | Lohkare > 5 m <sup>3</sup>                      |
|  | Kova pohja (kallio, moreeni, lohcareikko, tms.) |
|  | Kivikko (näkyvän osan korkeus alle 20 cm)       |
|  | Ruopattava alue                                 |
|  | Haraustason syvyyskäyrä (keskiarvo 2 m ruutuun) |
|  | Väylän keskilinja                               |
|  | Väyläalueen raja                                |
|  | Urakka-alueen raja                              |
|  | Mittausalueen raja                              |

# Sukeltajatutkimuksissa käytettävät piirustusmerkinnät



= AVOKALLIO

= JYRKÄNNE, KORKEUS 2 m

- 2 mm I  $\begin{array}{c} 6 \\ \blacktriangle \end{array}$  = LOHKARE, NÄKYVÄN OSAN TILAVUUS  $< 2\text{ m}^3$ , JUOKSEVA TUNNUSNUMERO
- 4 I  $\begin{array}{c} 7 \\ \blacktriangle \end{array}$  = LOHKARE, NÄKYVÄN OSAN TILAVUUS  $2 \dots 5\text{ m}^3$ , " "
- 6 I  $\begin{array}{c} 8 \\ \blacktriangle \end{array}$  = LOHKARE, NÄKYVÄN OSAN TILAVUUS  $> 5\text{ m}^3$ , " "

Lo 0,6-0,8  $\emptyset$ 

= LOHKAREITA, HALKAISIJA 0,6 - 0,8 m

 $\Delta$  0,3  $\emptyset$ 

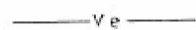
YKSITTÄINEN KIVI, HALKAISIA 0,3 m

Ki 0,1-0,5  $\emptyset$ 

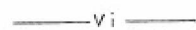
= KIVIÄ, HALKAISIJA 0,1 - 0,3 m

= SUKELTAJAN SAUVAN TUNKEUTUMISSYVYYS  
POHJAAN (m)

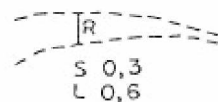
= KAAPELI



= VESIJOHTO



= VIEMÄRI



= KALLIORUHJE, SYVYYS 0,3 m, LEVEYS 0,6 m

S

= LOHKARE NÄYTTÄÄ SUURENEVÄN POHJAN  
ALAPUOLELLA

P

= LOHKARE NÄYTTÄÄ PIENENEVÄN POHJAN  
ALAPUOLELLA

T



= LOHKARE NÄYTTÄÄ TASAPAKSULTA

Y



= LOHKARE ON KOKONAAN POHJAN YLÄPUOLELLA

## Merenmittaustoimeksiannoista luovutettavien aineistopakettien sisältö

Merenmittaustilauksen tai -projektin tuloksena luovutetaan numeerinen aineistopaketti joka linjaluotaustoimeksiannon osalta sisältää:

- Raakadatat mittausjärjestelmän laitteista ja antureista (mm. luotain, paikannus, kompassi)
- Raakadatan yhdistelmä mikäli mittausjärjestelmä yhdistää ne yhdeksi kokonaisuudeksi
- Alkuperäiset luotauspöytäkirjat
- Käsitelty aineisto; tiedostot nimetty yksilöllisesti ja loogisessa järjestyksessä kansioihin
- Mitatun alueen raja

Merenmittaustilauksen tai -projektin numeerinen aineistopaketti sisältää monikeilauksen osalta:

- Raakadatat monikeilaimesta, äänennopeusanturista, vedenkorkeushavainnoista ja muista mittaustuloksen kannalta oleellisista havainnoista
- Alkuperäiset luotauspöytäkirjat
- Tietokanta syvyysaineistojen käsittelystä
- Käsitelty aineisto; tiedostot, nimetty yksilöllisesti ja loogisessa järjestyksessä
- Aineistot suodattamattomina (tiheänä), jossa tuhotut pisteet liputettu FAU-formaatin kuvauksen mukaisesti
- Syvyysvyöhykekartta georeferoituna
- Backscatter-kokoelma georeferoituna, jos tilattu
- Sidescan-kokoelma georeferoituna, jos tilattu
- Mitatun alueen raja
- Väylämittauksena tehdystä monikeilauksesta varmistetun alueen ehdotus tilaajan ilmoittamaan haraustasoon tehtynä

Merenmittauksen kartoitustoimeksiannon numeerinen aineistopaketti sisältää:

- Raakadatat
- Käsitelty aineisto; indeksikartta, josta löytyy kartoitetut kohteet
- Kohteet tulee varustaa riittävin tunnistein, josta selviää alkuperäinen aineisto (tiedosto) sekä kohteen numero aineistossa
- Tulostiedostot

# Syvyysmittaustyön työraportin (mittauspöytäkirja) sisältö väylämittauksissa

Syvyyspisteaineistoa tuottaessa mittausalueista laaditaan mittaustyön yhteydessä luotauspöytäkirja, johon tallennetaan seuraavat tiedot:

## 1. Yleistiedot

- Mittausorganisaatio/yhtiö
- Mittausyksikkö/alus
- Mittausaluksen päällikkö
- Luotauspäällikkö
- Mittausalue/kohde
- Osa-alueen (segmentin) tunniste
- Työnumero/Tilausnumero
- Mittauspäivämäärä
- Mittaussegmentin aloitus- ja lopetuspisteen sijainti
- Syvyysmittausmenetelmä
- Syvyysmittauslaitteisto
- Paikannusmenetelmä
- Paikannuslaitteisto
- Mittauksen koordinaattijärjestelmä
- Mittausantureitten syväys
- Laitteiston viimeisin kalibrointipvm.
- Vedenkorkeusasteikko
- Vedenkorkeuden vertailutaso
- Olosuhdetiedot (sää, tuuli, lämpötila, aallokko, vallitseva vedenkorkeus)
- Mitatut äänennopeusprofiilit (mittausaika UTC, tiedostonimi, sijainti)

## 2. Jokaisesta luotauslinjasta seuraavat tiedot

- Linjan tunnus
- Linjan b-mitta mittaussegmentistä
- Linjan mittauksen aloitusaika (UTC)
- Linjaväli
- Ajosuunta
- Mittausaluksen liiketilaan vaikuttanut alusliikenne
- Rakenteet, ankkurissa olevat alukset, pyydykset jne.
- Mittausjärjestelmän häiriöt ja korjaavat toimet

## 3. Mittauksen yhteenveto

- Mitattujen linjojen määrä
- Mitattujen linjojen pituus
- Mitatun alueen pinta-ala
- Mittausalueella olevat kohteet/kriittiset havainnot.

# Tankoharaustyön työraportin (harauspöytäkirjan) sisältö

Tankoharaustöistä laaditaan tankoharauspöytäkirja, josta ilmenee vähintään seuraavat tiedot:

## 1. Haraustyön yleistiedot

- Työn suorittaja
- Työn tilaaja
- Väylän tai työn nimi ja työnnumero
- Väylänosa (urakkakohde tai muu)

## 2. Harauksen tiedot

- Harausajankohta
- Väylänosalla käytettävä haraussyvyys (nimellisharaussyvyys)
- Haran syväytyssyvyys (vallitsevasta vedenkorkeudesta)
- Haraussyvyiden vertailutaso
- Syväytystapa (varmistussyväytys/tarkka syväytys)

## 3. Mittauslaitteiston tiedot

- Harayksikön nimi, aisan kokonaisleveys ja työssä käytettävä linjaväli
- Paikannusmenetelmä, asemapisteen tai korjausaseman tiedot
- Paikannuslaitteisto ja muut mittauksessa käytetyt laitteet

## 4. Vedenkorkeuteen liittyvät tiedot

- Vedenkorkeus ja havaintoaika
- Vedenkorkeuden vertailutaso

## 5. Olosuhdetiedot

- Vallitseva vedenkorkeus
- Tuulen nopeus ja suunta
- Silmämääräisesti arvioitu aallonkorkeus ja -pituus (ei harassa havaittu liike)

## 6. Mittauksen yhteenveto

- Mitattujen linjojen määrä
- Mitattujen linjojen pituus
- Mitatun alueen pinta-ala

## 7. Virhebudjetti ja sen aiheuttamat virheet

## 8. Allekirjoitukset ja valtuutukset

- Työn suorittaja ja hänen allekirjoituksensa
- Työn suorittajan harausvaltuutus (myöntäjä ja päivämäärä).



# Syvyysmittaustyön tutkimusraportin sisältö

Syvyysmittaustyön tutkimusraporttina laaditaan kustakin merenmittausprojektista työselostus, joka sisältää ainakin seuraavat asiat:

## 1. Merenmittaustilauksen yleistiedot:

- Tuottajan tiedot (yritys, yhteyshenkilö, yhteystiedot)
- Työn tilaaja ja yhteyshenkilö
- Tilaussopimuksen tunniste
- Väylän tai työn nimi ja mahdollinen työnnumero
- Väyläosa (urakkakohde tai muu)

## 2. Mittauksen tiedot:

- Mittaustyön tavoite ja tarkoitus
- Mittausajankohta
- Mittauksen pinta-ala
- Mittausmenetelmä

## 3. Mittausyksikön ja sen toiminnan perustiedot, mm:

- Mittausyksikön nimi (yritys, yksikkö, alus)
- Mittauslaitteisto (syvyysmittausjärjestelmä, paikannusjärjestelmä, liiketila, kompassi, äänennopeusmittari)
- Mittausprojektin suorittamiseen vaikuttavien kalibrointien suorituspäivämäärät

## 4. Vedenkorkeuteen liittyvät tiedot:

- Tietojen tuottaja (alkuperäinen havaintojen tekijä)
- Vedenkorkeusmittari tai korkeuskiintopiste, sijainti ym.
- Vedenkorkeuden vertailutaso
- Vedenkorkeustietojen havaintotiheys

## 5. Jälkikäsitteily:

- Milloin jälkikäsitteily on tehty
- Käytetyt ohjelmat ja versiot
- Kuvaus käsittelyn suorittamisesta
- Jälkikäsitteilyt

## 6. Luovutettavan aineiston kuvaus:

- Luovutusmedia ja sen nimi
- Hakemistot ja niiden sisällön kuvaus
- Mittausaineistojen koordinaattijärjestelmät ja projektiot
- Koordinaattijärjestelmien välisten muunnosten kuvaus
- Mittausaineistojen vertaustasot
- Luovutettavaan aineistoon liittyvät raportit ja pöytäkirjat listattuna
- Luovutettavien numeeristen aineiston formaattien tekninen kuvaus

## 7. Kuvaus aineiston laadusta (ellei erillistä laaturaporttia):

- Mittaustilauksen laatutavoite
- Toteutunut laatu (syvyystarkkuus, peittävyys, paikannustarkkuus, aukot)

Mittaustilauksen/projektin sisältö kuvataan indeksikartalla ja projektin osa-alueet kuvaavilla kartoilla

| <b>Vesiväylätutkimusten kannalta keskeisiä Liikenneviraston Navi-ohjeita</b> |  |
|--|--|
| <b>Ohjenumero</b>  | <b>Ohjeen nimi</b>   |
| 1.4.5  | Vanhojen aineistojen tulkintaohje  |
| 2.1.4  | Mittausnormien geodeettisia perusteita   |
| 2.1.5  | Tasorunkoverkon mittaus  |
| 2.1.6  | Korkeusrunkomittaukset ja vesiasteikkomääritykset  |
| 2.1.7  | Tasorunkomittauskohteen mittausluokituksen arviointiperusteet                              |
| 2.1.8  | Turvalaitteiden tarkkuusvaatimukset ja sijaintitietojen laatukriteerit                     |
| 2.1.9  | Merenkululle merkittävien kohteiden paikannustarkkuus                                      |
| 2.1.10   | Tankoharausnormi   |
| 2.1.11   | Tankoharauksen virhelähteet - Liite tankoharausnormiin                                     |
| 2.1.12   | DGPS-paikannuksen tarkkuuden valvonta Navi-mittausprosesseissa                             |
| 2.1.13   | Merentutkimuslaitoksen vahvistama teoreettinen keskivesi vuosina 1996–2005                 |
| 2.2.1  | Kiinteiden turvalaitteiden mittaus   |
| 2.2.2  | Kelluvien turvalaitteiden sijaintitietojen tarkistaminen                                   |
| 2.2.3  | Turvalaitteiden navigointiteknistien tietojen tarkistusohje                                |
| 2.2.8  | Tankoharauksen menetelmävaatimukset  |
| 2.2.9  | Suurten syvyyspisteaineistojen käsittelyn yleisohjeita                                     |
| 2.2.10   | Haraustöiden yleisohje   |
| 2.2.11   | Tankoharan syväytys  |
| 2.2.12   | Harauspöytäkirjan sisältömäärittelyt (Liite)   |
| 2.2.18   | Sekalaisia mittausohjeita  |
| 2.2.19   | Syvyyspistemittausten ja -käsittelyn menetelmävaatimukset                                  |
| 2.2.21   | Syvyyspistemittausten ja -käsittelyn yleisohje   |
| 2.3.1  | Navi-mittausluokitus   |
| 2.3.2  | Varmistetun alueen muodostamisen normi   |
| 2.3.3  | Kriittisten merenmittaushavaintojen tunnistaminen ja käsittely                             |
| 2.3.4  | Menetelmäohje varmistettujen alueiden muodostamiseksi numeerisista syvyyspisteaineistoista |
| 3.4  | Harausvaltuuksien myöntäminen ja harakaluston hyväksyminen                                 |

## Vaikutusten arviointia Natura-alueilla koskevia ohjeita (Ympäristöministeriö)

Mitä tahansa lupa-asiaa tai viranomaisasiaa ratkaistaessa ja Natura 2000 -alueilla tai niiden läheisyydessä toimittaessa on noudatettava, mitä LsL 10 luvussa säädetään Natura 2000 -verkostosta. Useimpiin maankäyttöä tai luontoa mahdollisesti muuttavaa toimintaa tavalla tai toisella sääteleviin lakeihin on otettu tätä koskeva viittaussäännös LsL:n 65 ja 66 §:iin.

LsL 65 §:n säännökset merkitsevät tiivistetysti sitä, että hankkeet tai suunnitelmat eivät saa yksistään eivätkä yhdessä merkittävästi heikentää niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on ilmoitettu, ehdotettu tai sisällytetty Natura 2000 ±verkostoon. EU:n tuomioistuimen oikeuskäytännön 1 mukaan asianmukainen arviointi on aina tehtävä, ellei ole objektiivisten seikkojen perusteella poissuljettua, että hankkeet tai suunnitelmat vaikuttaisivat alueen suojelutavoitteisiin merkittävästi joko erikseen tai yhdessä muiden hankkeiden tai suunnitelmien kanssa. Kyseeseen tulevat tällöin paitsi Natura-alueelle kohdistuvat toiminnot myös sellaiset alueen ulkopuolelle sijoittuvat hankkeet, joiden vaikutukset ulottuvat Natura-alueelle. Toisaalta alueen sisällekin voi kohdistua luontoa muuttavia toimintoja, mikäli ne eivät merkittävästi heikennä Natura-alueen suojeluperusteita.

Kunkin lupaviranomaisen tehtävänä on LsL 66§:n mukaan huolehtia, että tämä ennakkollinen turvaamismekanismi toimii. Ennen lupapäätöksiä on siis varmistettava, että arvioinnit ovat asianmukaisia ja niissä esitetyt johtopäätökset ovat perusteltuja. Unionin oikeuskäytännön 2 mukaan viranomaiset voivat hyväksyä hankkeen tai suunnitelman vasta varmistuttuaan asianmukaisen arvioinnin perusteella, ettei se vaikuta haitallisesti kyseisen alueen koskemattomuuteen. Näin on silloin, kun ei ole olemassa mitään tieteelliseltä kannalta järkevää epäilyä tällaisten vaikutusten aiheutumatta jäämisestä.

**Arviointivelvollisuus koskee** valtioneuvoston päätöksissä lueteltuja alueita, joita on päätetty ilmoittaa lintudirektiivin mukaisiksi SPA-alueiksi tai ehdottaa luontodirektiivin mukaisiksi SCI-alueiksi tai jotka on jo sisällytetty komission päätöksellä Natura 2000 ±verkostoon. Säännökset koskevat valtioneuvoston päätöksiin sisältyvän hallintolainkäyttölain 31.2 §:ään perustuvan määräyksen vuoksi kaikkia näitä alueita, vaikka päätökset eivät olisi vielä lainvoimaisia. Valtioneuvosto on tehnyt asiasta seitsemän päätöstä: 20.8.1998, 25.3.1999, 8.5.2002, 22.1.2004, 2.6.2005, 23.11.2006 ja 1.3.2012.

**Arviointivelvollisuus syntyy** mikäli hankkeen vaikutukset a) kohdistuvat Natura ±alueen suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin, b) ovat luonteeltaan heikentäviä, c) laadultaan merkittäviä ja d) eivätkä ole objektiivisten seikkojen perusteella poissuljettuja.

a) Natura luontoarvot, joiden näkökulmasta vaikutuksia on tarkasteltava, ilmenevät Natura 2000 ± tietokannassa olevista alueittaisista tietolomakkeista ja ovat joko:

- SCI-alueilla luontodirektiivin liitteen I luontotyyppejä, tai
- SCI-alueilla luontodirektiivin liitteen II lajeja, tai
- SPA-alueilla lintudirektiivin liitteen I lintulajeja, tai
- SPA-alueilla lintudirektiivin 4.2 artiklassa tarkoitettuja muuttolintuja

Arviointi on siis tarpeen kohdentaa näihin tietolomakkeissa mainittuihin luontotyyppeihin tai lajeihin. Asianmukaisessa arvioinnissa on siis oltava eritellysti selvitys hankkeen vaikutuksista kuhunkin alueen relevanttiin suojeluperusteeseen. Tietolomakkeessa ilmaistuilla luokituksilla ei ole vaikutusta arviointivelvollisuuteen paitsi niissä tapauksissa, mikäli kyseisen luontoarvon edustavuus on tietolomakkeessa luokiteltu luokkaan D ("ei merkitystä"). Poikkeuksellisesti arviointivelvollisuuden ulkopuolelle jäävät myös ne lajit, joille Suomella on jäsenyysneuvotteluissa sovittu poikkeukset luontodirektiivin velvoitteista (kalalajit, euroopanmajava, susi, karhu, ilves).

On myös syytä huomata, että SPA-alueella arviointivelvollisuus ei kohdistu luontotyyppeihin eikä luontodirektiivin liitteen II lajeihin, vaikka ne olisikin mainittu tietolomakkeessa. Vastaavasti SCI-alueilla ei ole merkitystä SPA-alueiden linnuilla. Moni Natura-alue on kuitenkin samalla sekä SPA- että SCI-alue, jolloin kaikilla ko. luontoarvoilla on merkitystä.

b) Heikentämisen käsitettä arvioitaessa huomioon otettavia seikkoja ovat luontotyyppin tai lajin suotuisan suojelun tasoon kohdistuvat muutokset sekä kyseisen alueen vaikutus Natura 2000 ±verkoston yhtenäisyyteen. Heikentyminen on luontotyyppin tai lajin elinympäristön fyysistä rappeutumista. Lajin kohdalla se voi olla myös lajin yksilöihin kohdistuvaa häiriövaikutusta. Tarkasteltavaksi on tilanteesta riippuen syytä ottaa ympäristön tilaan, veteen, ilmaan tai maaperään kohdistuvia vaikutuksia.

Arvioinnissa otetaan huomioon, miten alue vaikuttaa verkoston yhtenäisyyteen. Suotuisan suojelun tason määritelmistä on johdettavissa seuraavia heikentymisen kriteereitä:

- luontotyyppi heikentyy, kun sen pinta-ala supistuu tai sille ominaisten lajien kannalta tarpeellinen ekosysteemin rakenne ja toimivuus huonontuvat
- lajien elinympäristöjen heikentymistä tai häirintää tapahtuu, jos lajin elinympäristö tai sen laatu heikkenee, levinneisyysalue supistuu tai jos lajin populaatio vähenee tai se häviää alueelta.

c) Merkittävyyden arviointiin vaikuttaa muutosten laaja-alaisuus. Laajuus on kuitenkin suhteutettava kyseisen alueen kokoon, sen luontoarvojen merkittävyyteen ja sijoittumiseen. Ratkaisevaa siis ei ole hankkeen vaikutusten laajuus vaan niiden heikentävien vaikutusten merkittävyys. Pienikin hanke, esim. sinänsä vähäiseltä vaikuttava ruoppaus, voi kohdistua merkitykseltään suureen luontoarvoon, esim. tietyn kasvin ainoaan esiintymään alueella.

d) Merkittävien vaikutusten mahdollisuutta harkittaessa on syytä noudattaa tiettyä varovaisuusperiaatetta. Arviointiin on ryhdyttävä mikäli merkittävät heikentävät vaikutukset eivät ole objektiivisten seikkojen perusteella poissuljettuja. Luontodirektiivin sanamuotohan on tällä kohtaa päädytty siihen, ettei arviointi ole tarpeellista, on tärkeää perustella tämä ratkaisu kirjallisesti hankkeen asiakirjoissa. Hyväksyttävää LsL 65 §:n soveltamista voi olla se, että lupahakemuksessa ja ±päätöksessä päädytään dokumentoiduilla perusteilla siihen, ettei Natura- arviointi ole tarpeellinen. Hyväksyttävää sen sijaan ei ole se, että asiaa ei lainkaan käsitellä, vaikka toiminta sijoittuu Natura 2000 ±alueelle tai sen läheisyyteen ja on epäiltävissä, että hanke saattaisi vaikuttaa luontoarvoihin.



