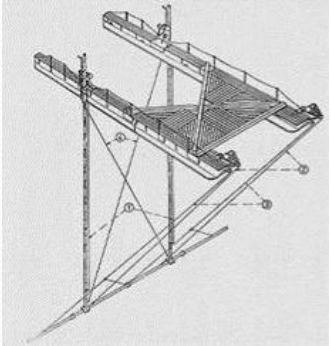
# Vesiväylänsuunnittelukoulutus

osa 3: Vesiväylätutkimukset 3.2.2015

## Tankoharaus

Jarkko Hirvelä



Liikenneviraasto

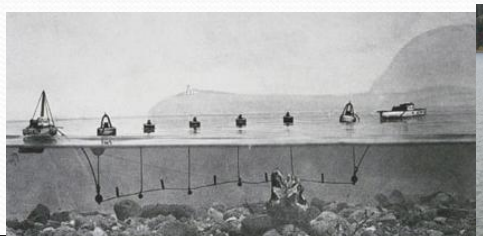
TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# Tankoharaus

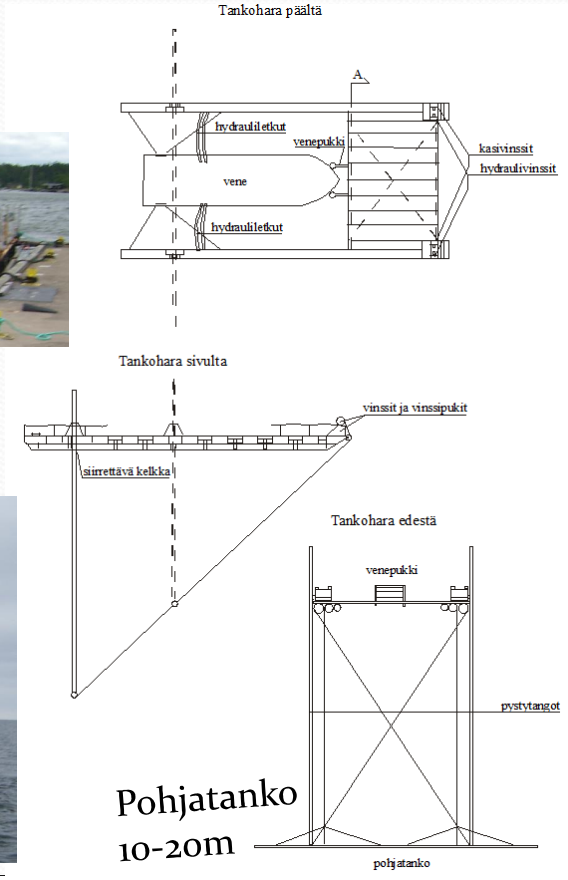
Ramning (med en balk / ramstock)

Sweeping (with a mechanical sweep)

- Mekaaninen merenmittausmenetelmä, joka perustuu vaijerin, tangon tai putken tms. kuljettamiseen veden alla mahdollisimman tarkasti asetetulla syvyydellä.
- Nykyisin käytetään pääasiassa tankoharaa, jonka pohjatankona olevaa palkkia tai putkea kuljetetaan vedessä määrätyllä syvyydellä suoria harauslinjoja pitkin koko tutkittava alue täydellisesti peittäen (huomioiden paikannusmenetelmä).



# Tankohara



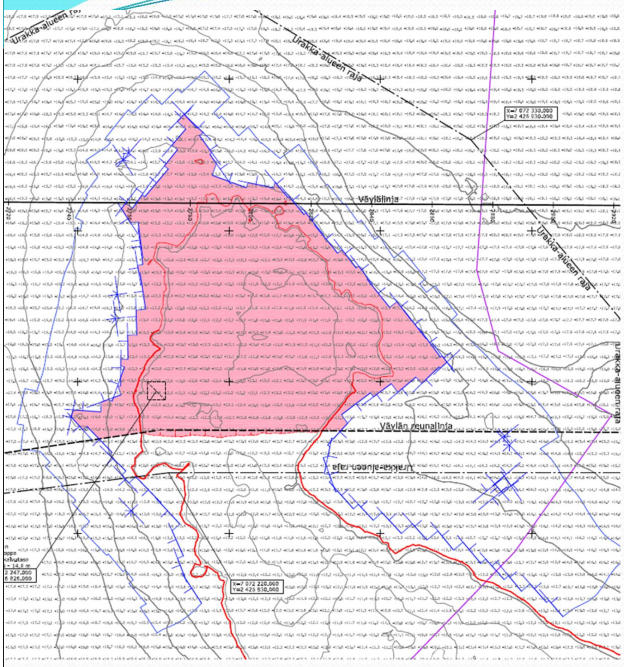

Haraussyvyys
Hs noin
2 m…18 m

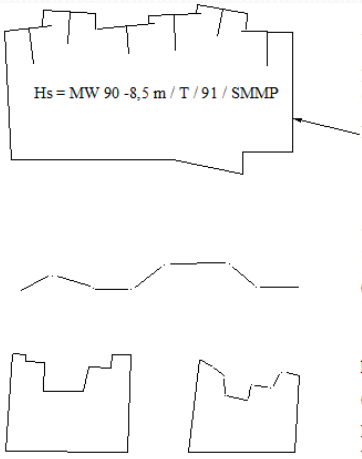
Pohjatanko
10-20m

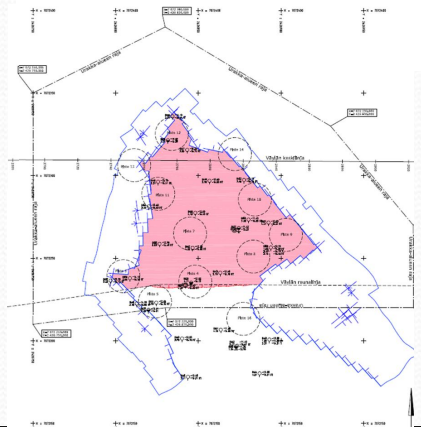
Hara liikkuu hinaajan
tai veneen työntämänä
tai omilla moottoreilla

# Käyttökohteita: tutkimusharaus

- Tehdään esim. ennen hankkeen rakennussuunnittelua
- Kartoitetaan suunnitellulta väyläalueelta haraussyvyyttä matalammat alueet ja matalien reunat sekä yksittäiset kivet ja lohkareet, jotka esitetään tutkimuskartoilla
- Alustavat linjausvaihtoehdot ja haraussyvyys tulee olla määriteltynä
  - Tarkasteltaessa useampia syvyysvaihtoehtoja aloitetaan yleensä suurimmalla haraussyvyydellä
- Haraamalla voidaan rajata ja mahdollisesti pienentää ruopattavan alueen pinta-alaa (0…10%-25% !?)
  - Vrt ruoppaus yli 10 eur/m$^2$<->haraus 250 eur/h eli ~0,1 eur/m$^2$



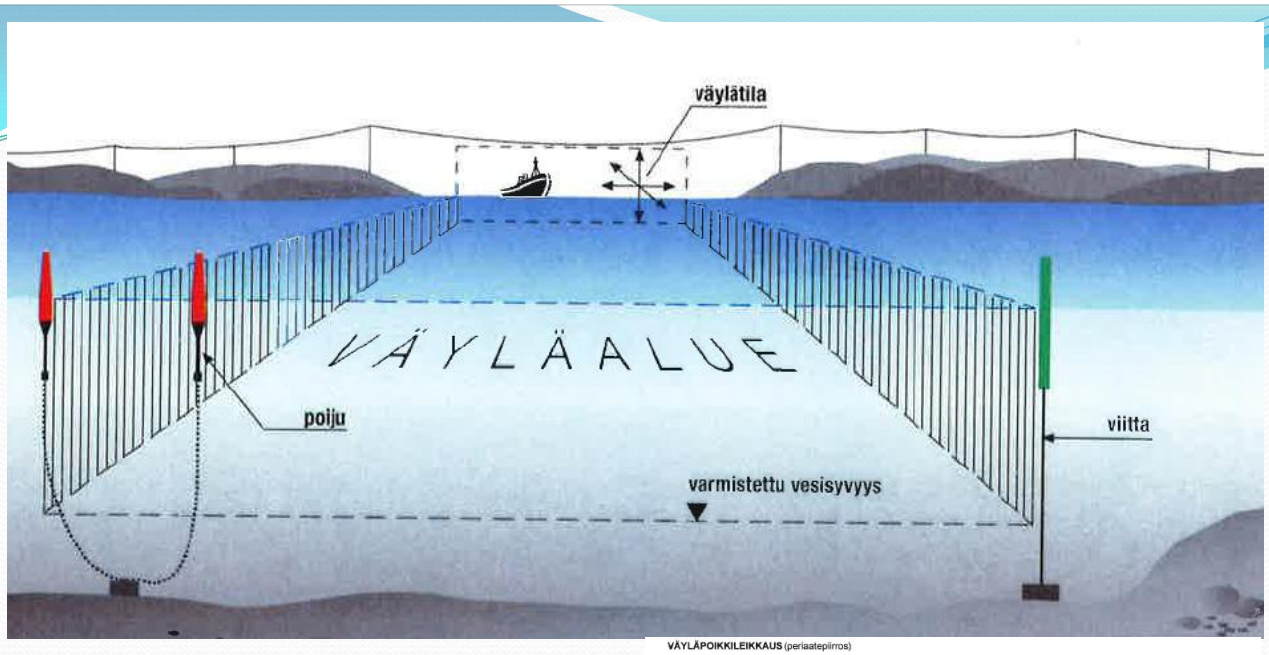


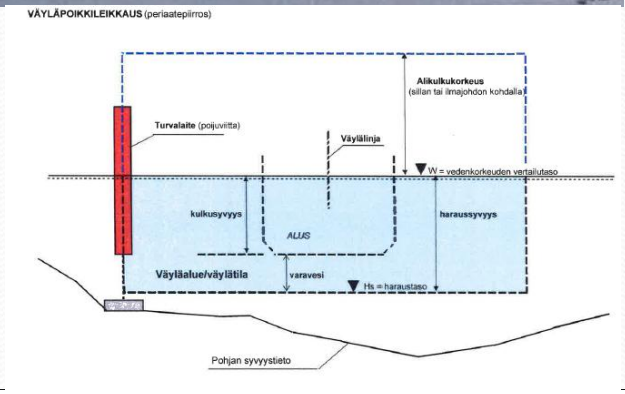
- Tutkimusharauskartta
  - Esim. harausverhokäyrä ruoppauskohteelta

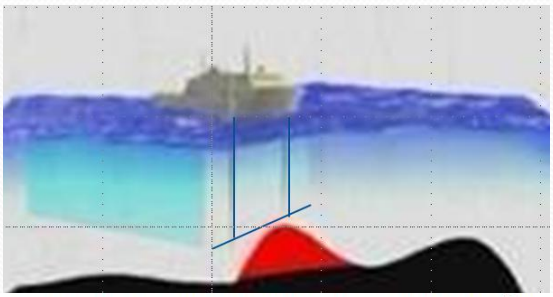
# Käyttökohteita: varmistusharaus

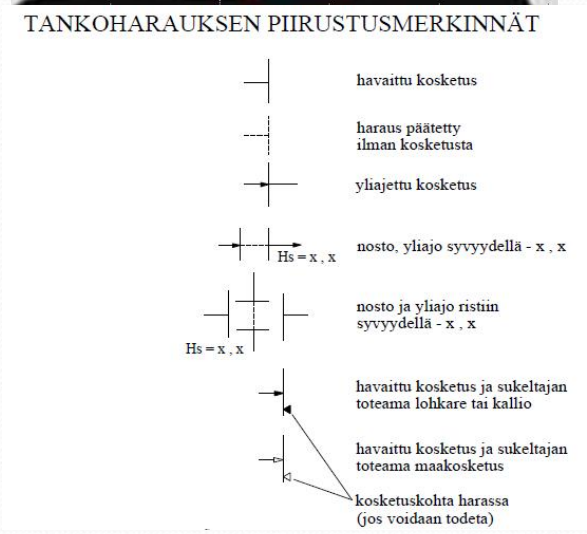
- Varmistetaan, että väyläalueella ei ole haraussyvyyden yläpuolella kiinteitä esteitä
- Hara asetetaan varmistussyväytykseen (voi olla > Hs) eli kaikki epävarmuustekijät on ylisyväytetty
- Suoritetaan kaikille väyläalueille, joita ei saada muilla merenmittausmenetelmillä varmistettua
- Varmistusharauksen suorittaa/valvoo Liikenneviraston hyväksymältä haralta Liikenneviraston valtuuttama henkilö, jolloin haraustulokset voidaan tallentaa (VARE) rekisteriin ja voidaan muodostaa väylälle varmistetut alueet

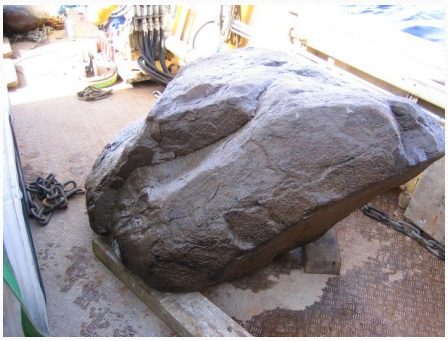



- Väylän haraussyvyys eli varmistettu vesisyvyys
  - Vesisyvyys, johon saakka väylällä on varmistettu vapaata vettä
  - Kulkusyvyyden ja varaveden summa (Hs = Ks + aluksen liikkeet + kölivara)
  - Määritetään vertailuvedenpinnan tasosta MW (merellä) tai NW nav (sisävesillä)
  - Varmistusmenetelmän virhe max 0,1 m



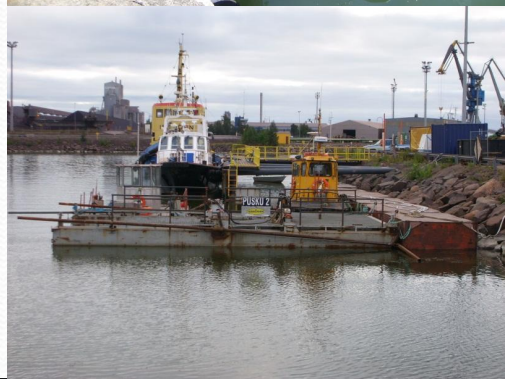






# Käyttökohteita: työharaus

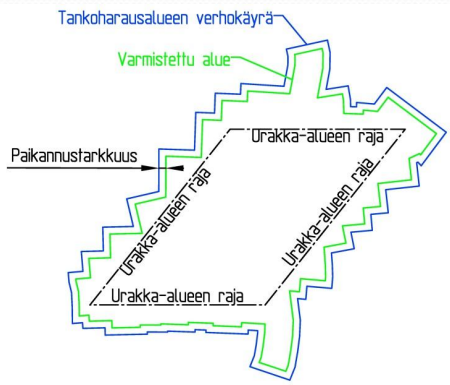
- Työharauksella todetaan ruoppaustöiden aikana töiden edistyminen
  - Esim. laskutusta varten
  - Valmius vastaanottoharaukseen
- Turvataan töiden aikainen liikenne työalueella
- Tulokset todetaan työmaa-asiakirjoissa, yleensä ei tehdä harauspöytäkirjoja

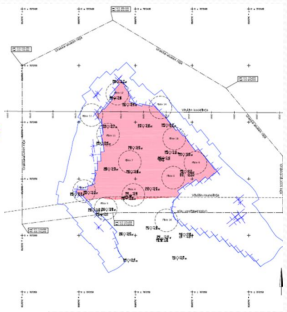


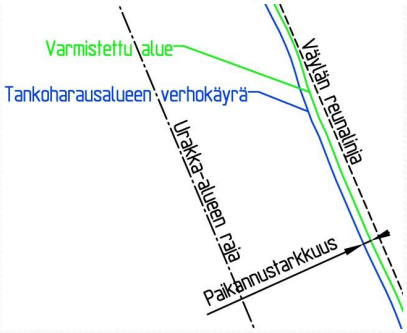
# Käyttökohteita: vastaanottoharaus

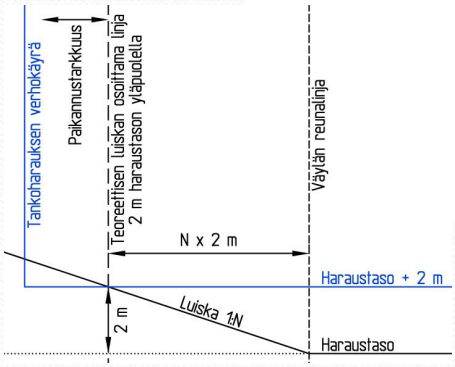
- Kaikki ruoppausurakkaan kuuluvat ruoppaus/urakka-alueet varmistusharattava ennen työn hyväksymistä, työn suorittaa tai valvoo Liikenneviraston hyväksymältä haralta Liikenneviraston valtuuttama henkilö
- Haran syväytys tarkka tai varmistussyväytys
- Teoreettiset luiskat varmennetaan myös haraamalla
- Laiturit tms. rakenteet harataan ”visuaalisesti kiinni”
- Tarvittaessa myös läjitysreitit ja meriläjitysalue harataan (tai luodataan peittävällä menetelmällä)
- Vastaanotto-/loppuharatuille alueille ei saa enää palata urakan aikana tai varmistusharaus on uusittava

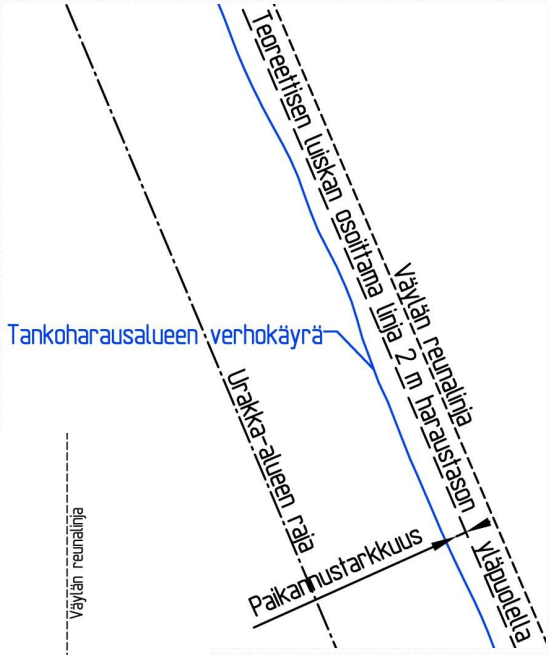
# Vastaanottoharaus



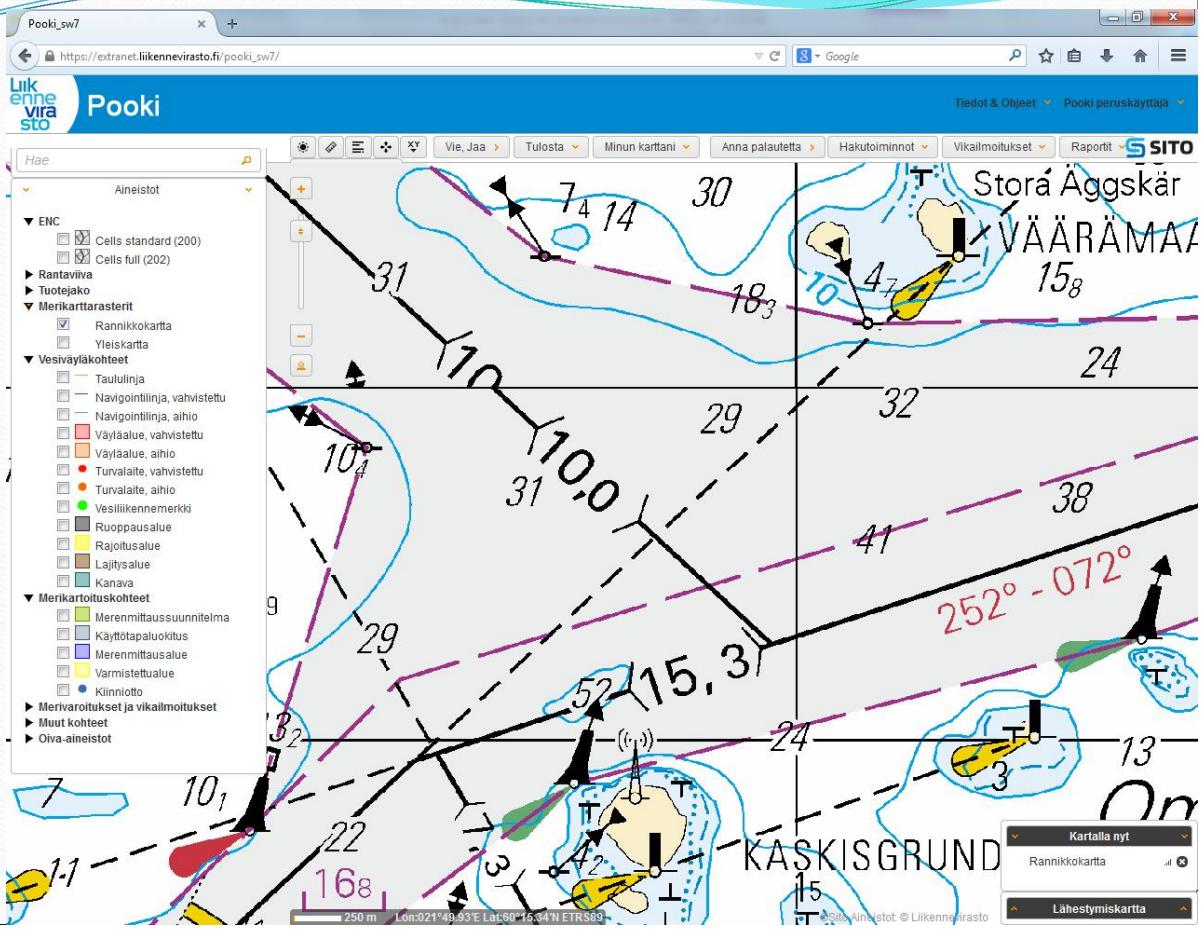





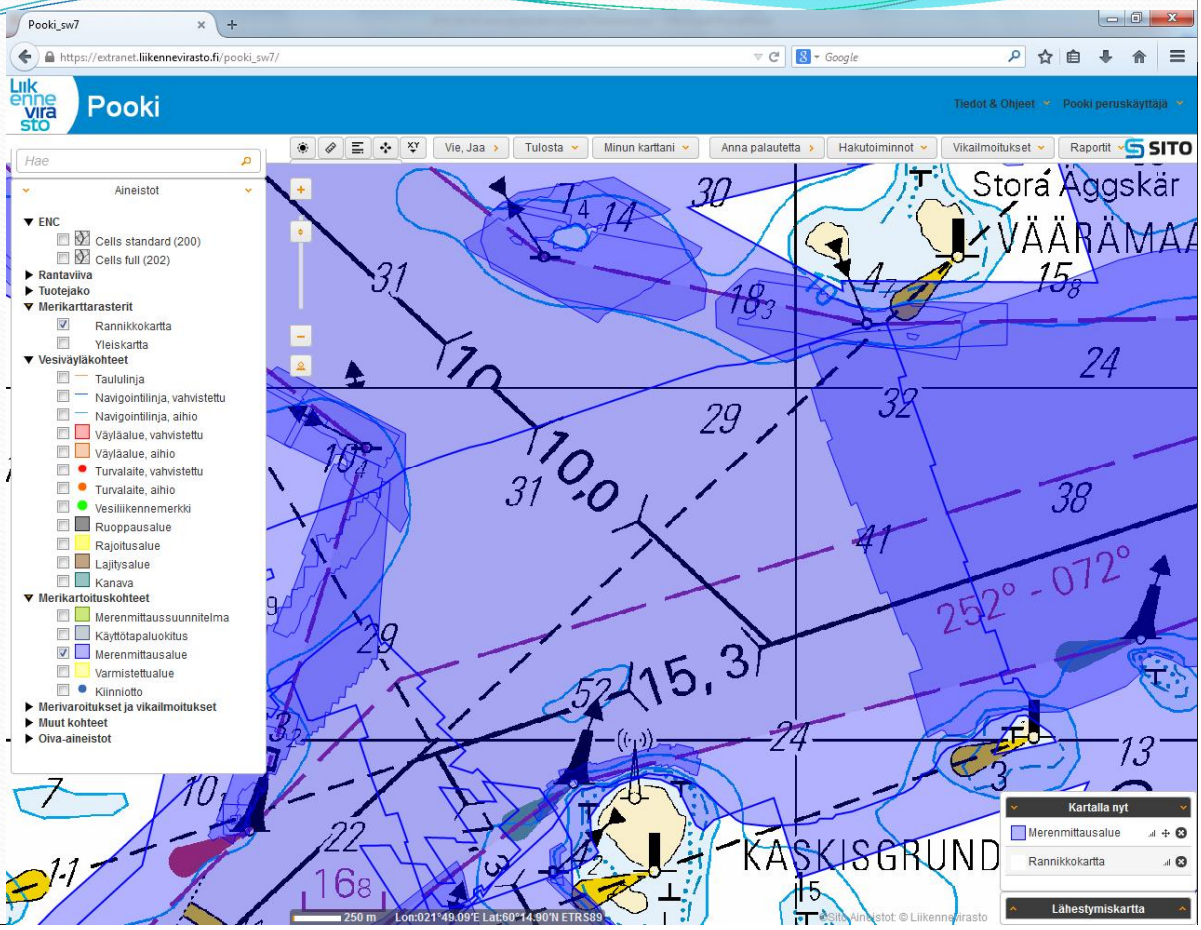



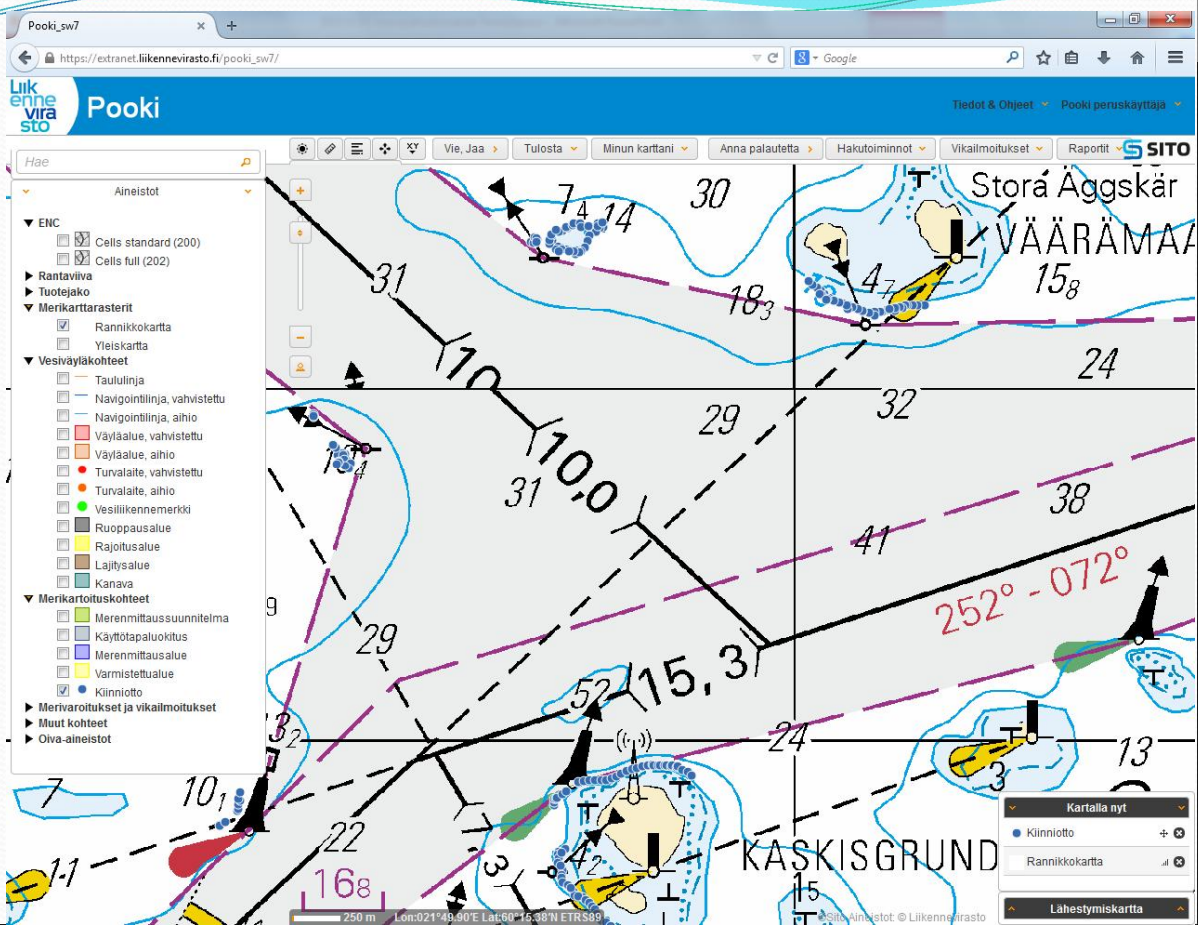
# Rannikkokartta



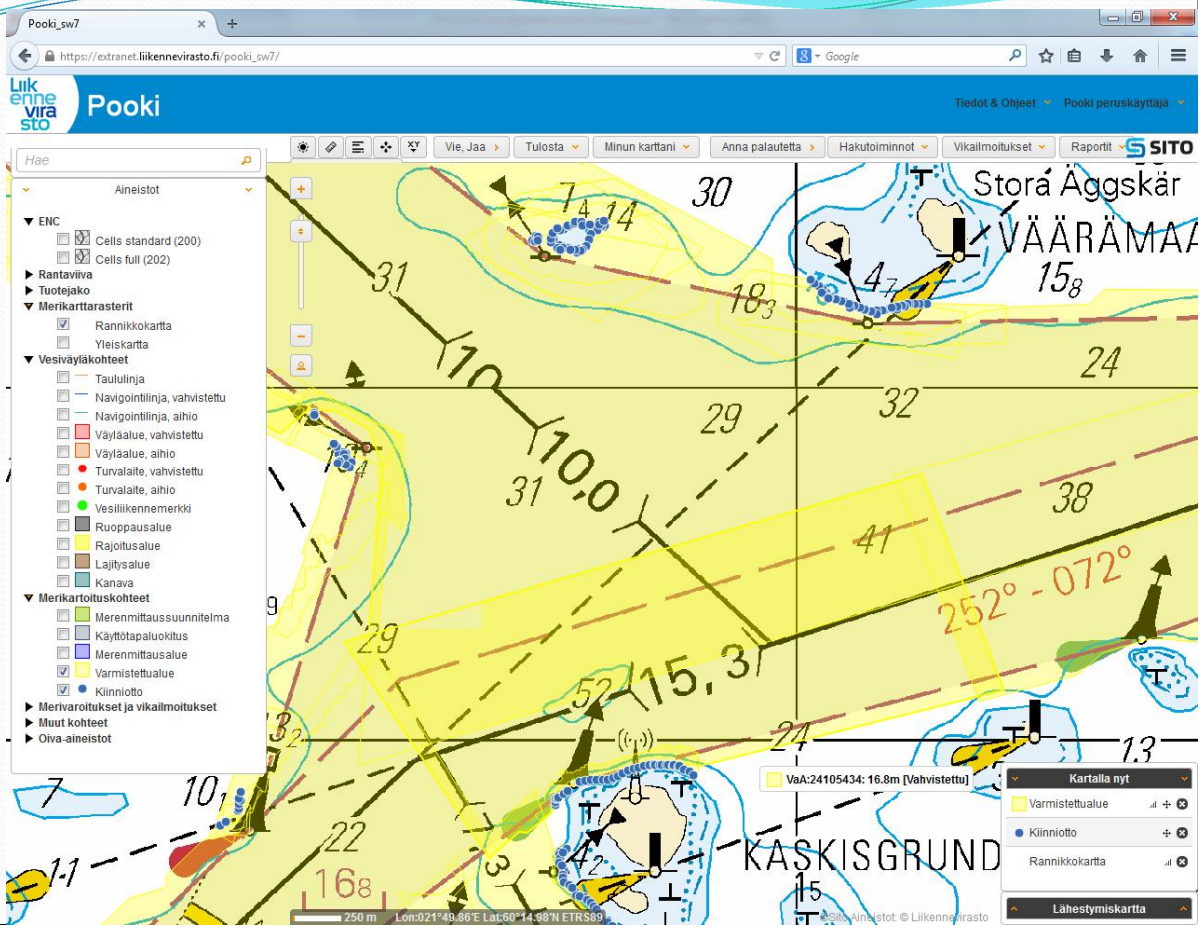

# Merenmittausalueet



# Kiinniotot haralla



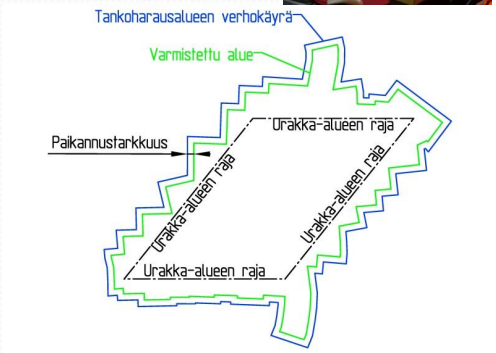

# Varmistetut alueet



# Tankoharaussuunnitelma

- Laaditaan haraustyötä varten ja määritetään:
  - Harattavat alueet
  - Haraussyvyys (esim. HS-4,0 m MW2015)
  - Vedenkorkeuden vertailutaso
  - Käytettävät kiintopisteet
  - Käytettävät vesiasteikot
  - Paikanmääritysmenetelmä
  - Mahdolliset aiemmat syvyys- tai haraustiedot
    - Esim. onko mahdollista ylisyväyttää haraa ja millä alueella
  - Harauksen käyttötarkoitus (esim. varmistusharaus)

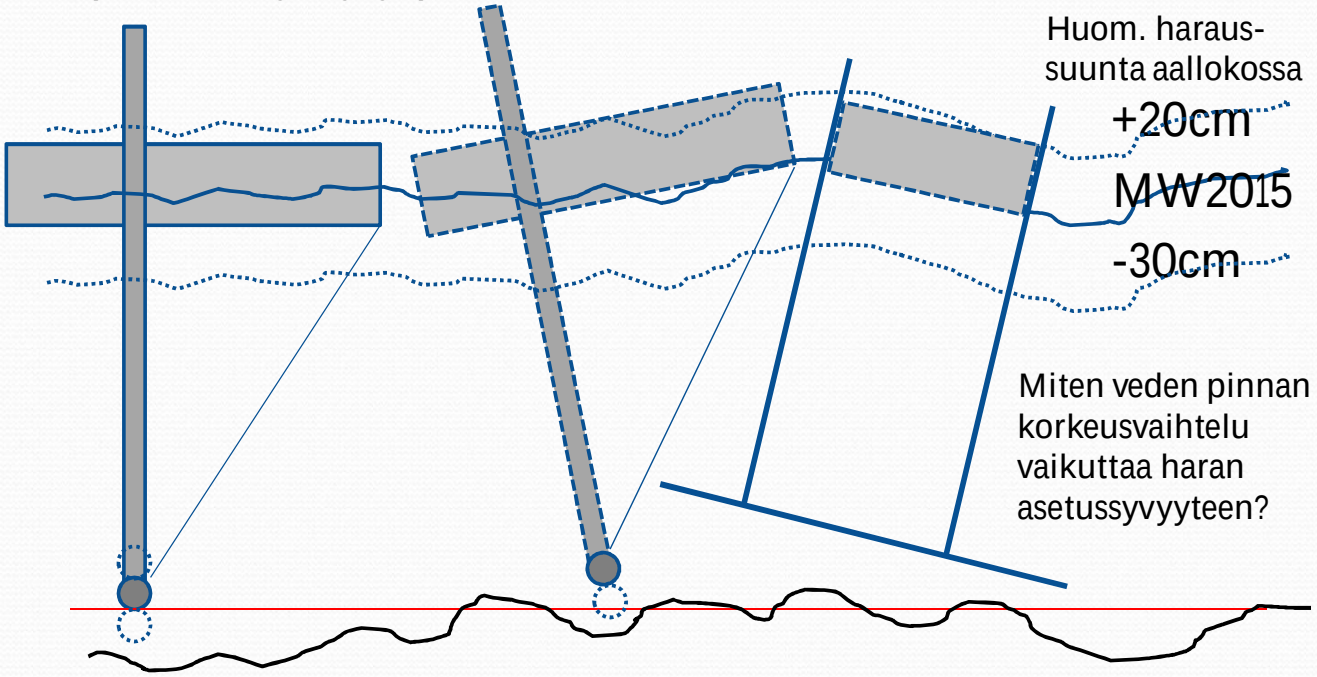
# Tankoharauksen tarkkuus



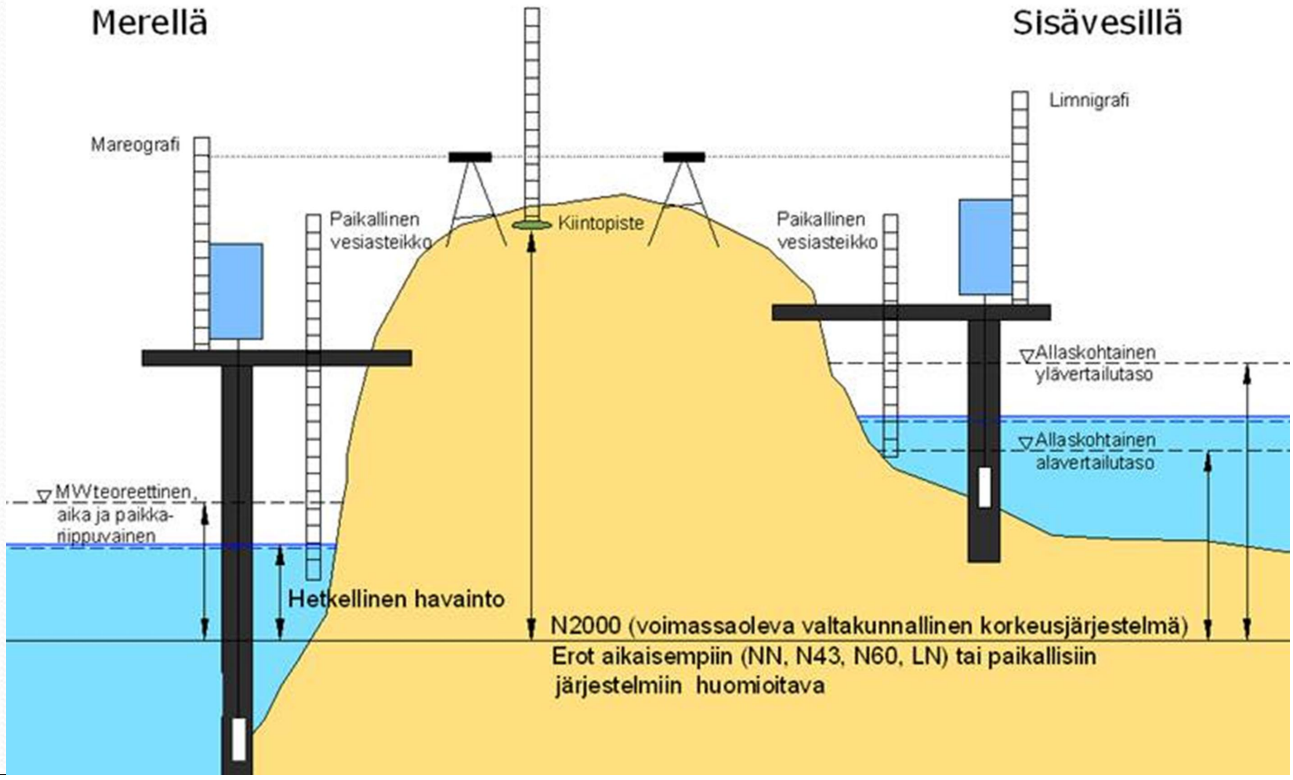

- Paikannustarkkuus
  - DGPS ± 2 m, RTK-DGPS ± 0,5 m
- Syvyystarkkuuteen vaikuttaa mm.
  - Vedenkorkeustason virhetekijät
  - Haran virhetekijät
  - Mittaustilanteen virhetekijät
    - Aallokon tai mainingin aiheuttamat virheet
      - Ylisyväytys noin puolet aallokon korkeudesta
    - Muiden alusten aiheuttamat aallot
    - Haran syväyksen muuttuminen liikkeessä
    - Veden korkeuden muuttuminen haraustyön aikana

# Tankoharauksen tarkkuus

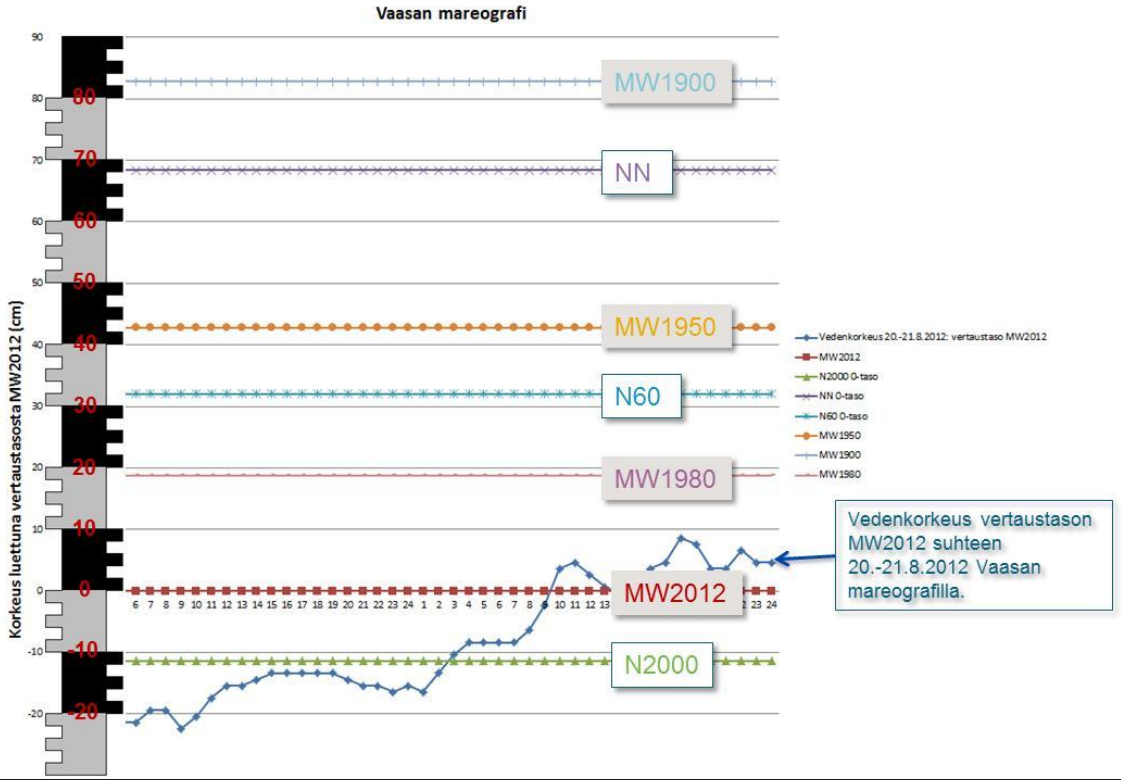
- Hyvissä olosuhteissa tarkkuus alle ±10 cm + ylisyväytys +5 cm (=tarkka syväytys) eli tarkin varmistusmenetelmä




## Vertailutasojen havainnekuva



## Vertaustasot samalla asteikolla (esim. Vaasan mareografi)




# Virhebudjetti

| Tankoharauksen virhelähteet<br>Tankoharauksen virhebudjetin ja toleranssin laskenta | Syv.virhe vaihtelu mm | Sisällytetään virhebudjettiin | Kokonaan ylisyväytettävät |
|---|---|---|---|
| **1 Vedenkorkeusasteikon virhe (Itsenäinen mittaustehtävä)** Vedenkorkeustason määrityksessä ja mittaamisessa vaikuttavat väistämättömät perustekijät | | | |
| 1.1 Kiintopiste- sekä korkeusjärjestelmävirhe | 0 - | | |
| 1.2 Korkeustason siirto kiintopisteestä asteikkoon | 0 - 20 | | |
| **Yhteensä** | | | |
| | | | |
| **2 Tankoharan mekaaniseen rakenteeseen ja dimensioiden määrittämiseen liittyvät epävarmuudet** | | | |
| 2.1 Indeksimerkki - Tason siirto vedenpinnasta haran pystytankoihin | 0 -15 - 30 | 15 | *0* |
| 2.2 Haran pystytankojen pituus | 0 - 5 - 8 | *5* | *0* |
| 2.3 Pohjatangon suoruusehto | 0 - | *0* | *10* |
| 2.4 Pystytankojen pystysuoruusehto | 0 -1 - nn | *0* | *5* |
| **Yhteensä (2) - haran mekaaninen rakenne** | | ***15,8*** | ***15*** |
| **3 Vedenkorkeuden siirtoon vesiasteikosta mittauspaikalle liittyvät epävarmuudet ja vedenkorkeuden hitaat vaihtelut** | | | |
| 3.1 Vesiasteikon lukuvirhe | 0 - 4 - 10 | *4* | *0* |
| 3.2 Havainnon aikaeron vaikutus | 0 - 50 | *0* | *0* |
| 3.3 Etäisyys asteikkoon saaristo-olosuhteissa | 0 - 10 - nn | *10* | *0* |
| 3.4 Etäisyys asteikkoon sisävesillä | 0 - 10 - nn | | |
| 3.5 Etäisyys asteikkoon avomerellä | 0 - 10 - nn | | |
| 3.6 Vuorovesi | 0 - 0 | *0* | *0* |
| **Yhteensä (3) - Vedenkorkeuden siirto** | | ***10.8*** | ***0*** |
| **Yhteensä (2+3) - haran rakenne + vedenkorkeuden siirto** | | ***19,1*** | ***15*** |
| **4 Aallokko ja maininki** | | | |
| 4.1 Aallokon aiheuttamat perusilmiöt | 0 - 200 | *50* | *0* |
| 4.2 Mainingin aiheuttamat perusilmiöt | 0 - 250 | *50* | *0* |
| **Yhteensä (4) - Aallokko ja maininki** | | ***70,7*** | ***0*** |
| **Yhteensä (2+3+4) - haran rakenne + olosuhdetekijät** | | ***73,3*** | ***15*** |
| **5 Yleensä kokonaisuudessaan ylisyväytettävät tekijät** | | | |
| 5.1 Liikkeen aiheuttama haran pohjatangon nousu | 0 - 50 - nn | *0* | *50* |
| 5.2 *Muu vaihtelu (mm. virran aiheuttama korkeusero)* | *0 - nn* | *0* | *0* |
| **Yhteensä (5) - Kokonaisuudessaan ylisyväyt..tekijät** | | ***0*** | ***50*** |
| **Yhteensä ilman vesiasteikkoepävarmuutta** | | ***73²*** | ***65*** |

| Tankoharauksen virhelähteet | Syvyysvirhe Esimerkki vaihteluvälistä (mm) | Virhebudjetin laskenta | | |
|---|---|---|---|---|
| | | kello 8 | kello | kello |
| **1. Vedenkorkeusasteikon virhe**<br>1.1 Kiintopiste- sekä korkeusjärjestelmävirhe | 0 - | | | |
| 1.2 Korkeustason siirto kiintopisteestä asteikkoon | 0 - 20 | | | |
| ***Yhteensä (1) Asteikon virheet*** | | ***0,0*** | ***0,0*** | ***0,0*** |
| **2. Tankoharan rakenteeseen ja määrittämiseen liittyvät epävarmuudet** | | | | |
| 2.1 Tason siirto vedenpinnasta haran pystytankoihin | 0 -15 - 30 | 30 | 0 | 0 |
| 2.2 Haran pystytankojen pituus | 0 - 5 - 8 | 2 | 0 | 0 |
| 2.3 Pohjatangon suoruusehto | 0 - | 1 | 0 | 0 |
| 2.4 Pystytankojen pystysuoruusehto | 0 - 50 | 2 | 0 | 0 |
| ***Yhteensä (2), haran mekaaninen rakenne*** | | ***30,1*** | ***0,0*** | ***0,0*** |
| **3. Vedenkorkeuden siirtoon epävarmuudet ja vedenkorkeuden vaihtelut**<br>3.1 Vesiasteikon lukuvirhe | 0 - 4 - 10 | 4 | 0 | 0 |
| 3.2 Havainnon aikaeron vaikutus | 0 - 50 - | 0 | 0 | 0 |
| 3.3 Etäisyys asteikkoon saaristo-olosuhteissa | 0 - | 10 | 0 | 0 |
| 3.4 Etäisyys asteikkoon sisävesillä | 0 - | | | |
| 3.5 Etäisyys asteikkoon avomerellä | 0 - | | | |
| 3.6 Vuorovesi | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Yhteensä (3), vedenkorkeuden siirto*** | | ***10,8*** | ***0,0*** | ***0,0*** |
| *Yhteensä (2+3), haran rakenne + vedenkorkeuden siirto* | | *32,0* | *0,0* | *0,0* |
| **4. Aallokon ja mainingin vaikutus**<br>4.1 Aallokon aiheuttamat perusilmiöt | 0 - 200 | 50 | 0 | 0 |
| 4.2 Mainingin aiheuttamat perusilmiöt | 0 - 250 | 50 | 0 | 0 |
| ***Yhteensä (4), aallokko ja maininki*** | | ***70,7*** | ***0,0*** | ***0,0*** |
| *Yhteensä (2+3+4), haran rakenne + olosuhdetekijät* | | *77,6* | *0,0* | *0,0* |
| **5 Yleensä kokonaisuudessaan ylisyväytettävät tekijät**<br>5.1 Liikkeen aiheuttama haran pohjatangon nousu | 0 - 50 - | 50 | 0 | 0 |
| 5.2 Muu vaihtelu (mm. virran aiheuttama korkeusero) | 0 - 50 - | 0 | 0 | 0 |
| ***Yhteensä (5), yleensä kokonaisuudessaan ylisyväytettävät tekijät*** | | ***50*** | ***0*** | ***0*** |
| **Yhteensä mm, jotka ylisyvyytetään varmistussyväytyksessä** | | **128** | **0** | **0** |

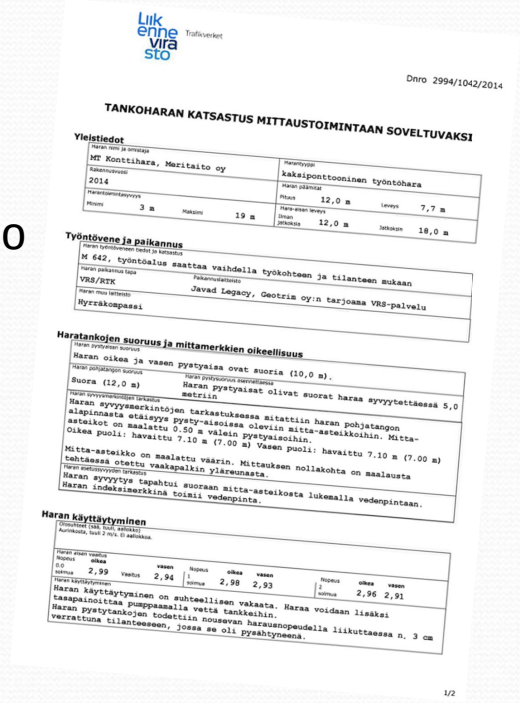
Laskenta esitetään aina myös harauspöytäkirjassa

# Harakaluston hyväksyminen

- Tankohara on katsastettava 2-4 vuoden välein ja aina, jos haraa on muutettu
- Katsastuksen suorittaa Liikenneviraston tähän valtuuttama henkilö
- Kalustolla oltava myös Liikenteen turvallisuus-viraston (TraFi) katsastus ammattikäyttöön

# Harakaluston hyväksyminen

- Katsastuksessa tarkastetaan mm.
  - Kaluston tyyppi ja mitat
  - Haran toimintasyvyys
  - Paikannusmenetelmä ja –laitteisto
  - Haratangon kunto
  - Syväytystarkkuus
  - Haran käyttäytyminen
  - Haraustarkkuus
  - Haran soveltuvuus/rajoitukset



Liikenneviraston Trafikverket

Dnro 2994/1042/2014

**TANKOHARAN KATSASTUS MITTAUSTOIMINTAAN SOVELTUVAKSI**

**Yleistiedot**

| | |
|---|---|
| Haran nimi ja omistaja: MT Konttihara, Meritaito oy | Harantyyppi: kaksiponttoonineen työntöhara |
| Rakennusvuosi: 2014 | Haran pituus: 12,0 m; Leveys: 7,7 m |
| Harantoimintasyvyys: Minimi 3 m, Maksimi 19 m | Hara-osan leveys: Jokaisen jakeisuus 12,0 m; Jatkosuun 18,0 m |

**Työntövene ja paikannus**

| | |
|---|---|
| Haran työntövoiman tiedot ja kehittäjä: M 642, työntöalus saattaa vaihdella työkohteen ja tilanteen mukaan | |
| Haran paikannus tapa: VRS/RTK | Paikannuslaitteisto: Javad Legacy, Geotrim oy:n tarjoama VRS-palvelu |
| Haran muu laitteisto: Hyrräkompassi | |

**Haratankojen suoruus ja mittamerkkien oikeellisuus**

| | |
|---|---|
| Haran pystyaisan suoruus: Haran oikea ja vasen pystyaisa ovat suoria (10,0 m). | |
| Haran pohjatangon suoruus: Suora (12,0 m) | Haran pystysuorua asennettaessa: Haran pystyaisat olivat suorat haraa syvyytettäessä 5,0 metriin |

Haran syvyysmerkintöjen tarkastus:
Haran syvyysmerkintöjen tarkastuksessa mitattiin haran pohjatangon alapinnasta etäisyys pysty-aisoissa oleviin mitta-asteikkoihin. Mitta-asteikot on maalattu 0.50 m välein pystyaisoihin.
Oikea puoli: havaittu 7.10 m (7.00 m) Vasen puoli: havaittu 7.10 m (7.00 m)
Mitta-asteikko on maalattu väärin. Mittauksen nollakohta on maalausta tehtäessä otettu vaakapalkin yläreunasta.

Haran antoimyydyn tarkastus:
Haran syvyytys tapahtui suoraan mitta-asteikosta lukemalla vedenpintaan. Haran indeksimerkkinä toimii vedenpinta.

**Haran käyttäytyminen**

Omistajat (sär. tuot. aetaikki)
Aurinkoisia, tuuli 2 m/s ©1 aetaikkaa.

| Haran etuin vaakua | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nopeus 0,0 solmua | oikea 2,99 | Vaakua | vasen 2,94 | Nopeus 1 solmua | oikea 2,98 | vasen 2,93 | Nopeus 2 solmua | oikea 2,96 | vasen 2,91 |

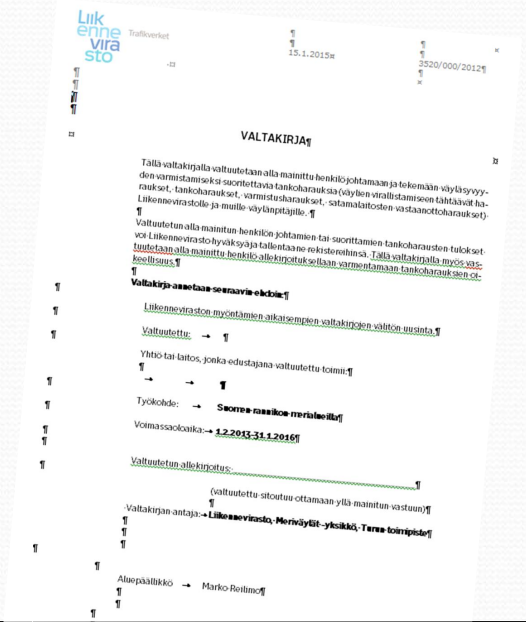
Haran käyttäytyminen:
Haran käyttäytyminen on suhteellisen vakaata. Haraa voidaan lisäksi tasapainoittaa pumppaamalla vettä tankkeihin.
Haran pystytankojen todettiin nousevan harausnopeudella liikuttaessa n. 3 cm verrattuna tilanteeseen, jossa se oli pysähtyneenä.

1/2

# Harausvaltuutus

- Liikenneviraston myöntämä valtakirja, joita on voimassa noin 30 henkilöllä

  Suomessa
- Valtakirjaan vaaditaan:
  - Työssä oppimista haralautalla
  - Itseopiskelua
  - Teoriakokeen läpäisy
  - Näyttö käytännön haraustyöstä



Liikennevirasto Trafikverket

15.1.2015

3520/000/2012

VALTAKIRJA

Tällä valtakirjalla valtuutetaan alla mainittu henkilö johtamaan ja tekemään väylä syvyyden varmistamiseksi suoritettavia tankoharauksia (väylien virallistamiseen tähtäävät haraukset, tankoharaukset, varmistusharaukset, satamalaitosten vastaanottoharaukset). Liikennevirastolle ja muille väylänpitäjille.

Valtuutetun alla mainitun henkilön johtamien tai suorittamien tankoharausten tulokset voi Liikennevirasto hyväksyä ja tallentaa ne rekistereihinsä. Tällä valtakirjalla myös vastuutetaan alla mainittu henkilö allekirjoituksellaan varmentamaan tankoharauksien oikeellisuus.

**Valtakirja annetaan seuraavin ehdoin:**

Liikenneviraston myöntämien aikaisempien valtakirjojen välitön uusinta.

Valtuutettu: →

Yhtiö tai laitos, jonka edustajana valtuutettu toimii:

→ → ¶

Työkohde: → **Suorren rannikon rrerialueilla**

Voimassaoloaika: → **1.2.2013-31.1.2016**

Valtuutetun allekirjoitus:

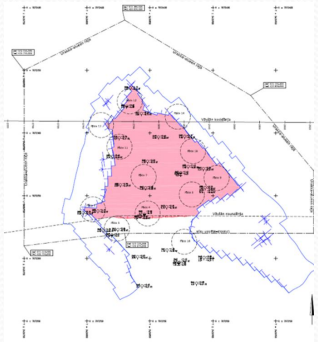
(valtuutettu sitoutuu ottamaan yllä mainitun vastuun)

Valtakirjan antaja: → **Liikennevirasto, Meriväylät -yksikkö, Turun toimipiste**

Aluepäällikkö → Marko Reilimo

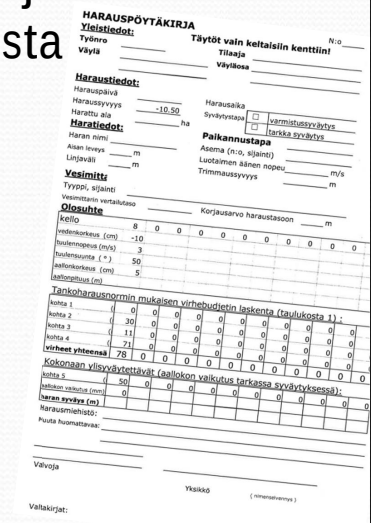
# Harauksen tulosten esittäminen

- Allekirjoitettu harauspöytäkirja
- Harauskartta
  - Haratut alueet
  - Mahdolliset kosketukset
  - Haran suunta kosketushetkellä
  - Kosketuskohdista muodostettu verhokäyrä
- Edellä mainitut myös sähköisenä sekä harattu alue esim. .dwg muodossa



# Harauspöytäkirja

- *Harauspöytäkirjan sisältömäärittelyt Navi 2.2.12*
- Tankoharauspöytäkirjassa esitetään kaikki haraustilanteeseen vaikuttavat olosuhteet ja muuttujat, joilla oletetaan olevan vaikutusta haran kulkuun tai syväytykseen
- Tankoharausvaltuutetun läsnäolo harauksessa ja allekirjoittama harauspöytäkirja vaaditaan, että haraustiedot voidaan tallentaa Liikenneviraston varmistettujen alueiden (VARE) rekisteriin


HARAUSPÖYTÄKIRJA

Yleistiedot: Täytöt vain keltaisiin kenttiin! N:o

Työnro Tilaaja

Väylä Väylänosa

Haraustiedot:

Haraspäivä Harausaika

Haraussyvyys -10.50 Syväytystapa ☐ varmistussyväytys ☐ tarkka syväytys

Harattu ala ha

Haratiedot: Paikannustapa

Haran nimi Asema (n:o, sijainti)

Aisan leveys m Luotaimen äänen nopeu m/s

Linjaväli m Trimmaussyvyys m

Vesimittr

Tyyppi, sijainti

Vesimittarin vertailutaso

Olosuhte Korjausarvo haraustasoon m

| Kello | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vedenkorkeus (cm) | -10 | | | | | | | | | | |
| tuulennopeus (m/s) | 3 | | | | | | | | | | |
| tuulensuunta (°) | 50 | | | | | | | | | | |
| aallonkorkeus (cm) | 5 | | | | | | | | | | |
| aallonpituus (m) | | | | | | | | | | | |

Tankoharausnormin mukaisen virhebudjetin laskenta (taulukosta 1) :

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kohta 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kohta 2 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kohta 3 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| kohta 4 | 71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **virheet yhteensä** | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kokonaan ylisyväytettävät (aallokon vaikutus tarkassa syväytyksessä):

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kohta 5 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| aallokon vaikutus (mm) | 0 | | | | | | | | | | |
| **haran syvyys (m)** | | | | | | | | | | | |

Harausmiehistö:

Puuta huomattavaa:

Väivoja

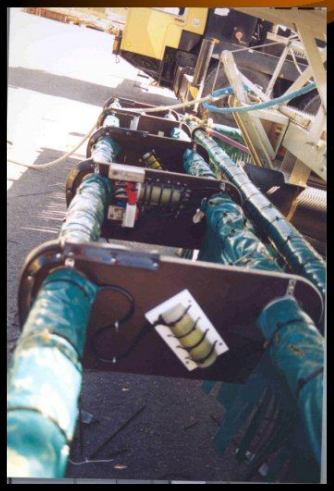
Yksikkö

( nimenselvennys )

Vallakirjat:

# Sovelluksia tankoharauksesta

The catamaran raft

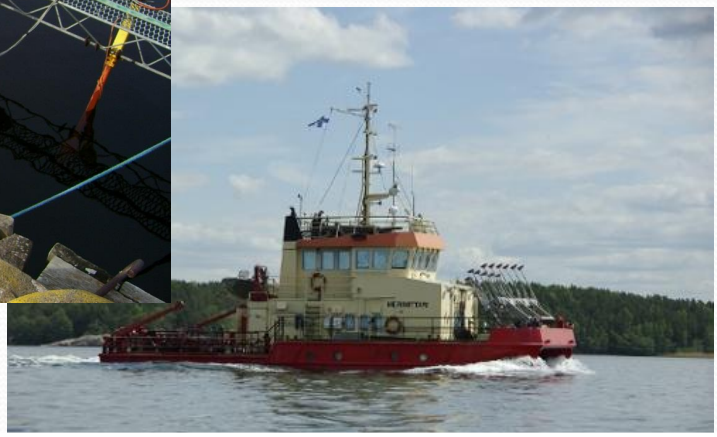


Magnetometers connected to boom

GTK

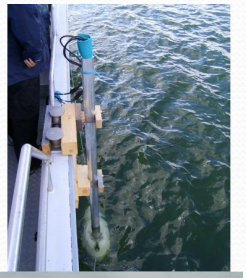
# Sovelluksia tankoharauksesta

# Sovelluksia tankoharauksesta



# Varmistaminen eri menetelmillä

- Peittävät luotausmenetelmät (kaikuharaus, monikeilaus) soveltuvat varmistusharaukseen alueilla, jotka ovat liian laajoja tankoharattaviksi tai kaukana ulkomerellä
- Vaadittua haraustasoa hyvin lähellä olevilla laajoilla matalilla alueilla tankoharauksella saadaan em. peittäviä menetelmiä paremmin lopullisia varmistusharaustuloksia



# Ohjeita ja linkkejä

- Navi Haraustöiden yleisohje 2.2.10
- Navi Tankoharan syväytys 2.2.11
- Navi Tankoharausnormi 2.1.10 ja liite 2.1.11 Tankoharauksen virhelähteet
- Navi 2.2.12 Harauspöytäkirjan sisältömäärittelyt
- IHO S-44 http://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-44_5E.pdf
- Ohje 22/2014 *Tankoharauksen harausvaltuuksien myöntäminen ja harakaluston hyväksyminen* http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-22_tankoharauksen_harausvaltuuksien_web.pdf
- http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-18_vesivaylatutkimusten_yleisohjeet_web.pdf

7.11.2014